İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME BİR YÜKSEK BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah KARAÇÖP

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BETONARME BİR YÜKSEK BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Abdullah KARAÇÖP
(501061003)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2010
Tezin Savunulduğu Tarih : Mayıs 2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zekai CELEP (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Feridun Çılı (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Gençoğlu (İTÜ)

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Mühendisliği programı çerçevesinde gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında, yakın bir zamanda yürürlüğe girmesi beklenen İstanbul Yüksek Binalar Yönetmeliği uyarınca, İstanbul il sınırları içerisinde yapılacak betonarme yüksek bir binanın performansı belirlenmeye çalışılacaktır.

Gerek çalışmalarımın tüm aşamalarında, gerekse lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana her konuda destek olan sayın hocam Prof. Dr. Zekai Celep'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımda bana yardımcı olan mesai arkadaşlarım Y. Müh. Hakan Yılmaz ve Y. Müh. Coşkun Kuzu'ya, ayrıca arkadaşım Müh. Ahmet Yakup Taştan'a ve Dr. Şeref Şamil Polat'a teşekkür ederim.

Meslek yaşamımda tecrübeleriyle bana ışık tutan sayın Dr. İrfan Balıoğlu'na ve hayatımın tüm aşamalarında koşulsuz olarak bana destek veren aileme tüm kalbimle teşekkürü borç bilirim.

Haziran 2010

Abdullah KARAÇÖP

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
SEMBOLLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xvii**
ÖZET ..... **xxi**
SUMMARY ..... **xxiii**
1. GİRİŞ **1**
2. YAPI SİSTEMLERİNİN DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ **3**
2.1 Doğrusal Teori 3
2.2 Doğrusal Olmayan Teori 4
3. MALZEME BAKIMINDAN DOĞRUSAL OLMAYAN ELEMANLAR **7**
3.1 Malzemenin Şekildeğiştirme Özellikleri 7
3.1.1 İdeal malzemeler 9
3.1.2 Yapı malzemelerinin gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları 9
3.1.3 Düzlem çubuklarda iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları ve akma/kırılma koşulları 11
3.1.4 Betonarme elemanlar 12
3.1.4.1 Varsayımlar ve esaslar 12
3.1.4.2 Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisindeki elemanlar 13
3.1.4.3 Betonarme kesitlerin davranışının idealleştirilmesi 15
3.2 Plastik Mafsal Hipotezi 17
3.3 Lifli (Fiber) Eleman Davranışı 22
4. YÜKSEK BİR BETONARME BİNANIN DBYYHY'İNE GÖRE DOĞRUSAL ANALİZİ VE TASARIMI **23**
4.1 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi 23
4.2 Mod Birleştirme Yöntemi 27
4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi 27
4.4 Yapı Elemanlarının Tasarımı 28
4.4.1 Kirişlerin tasarımı 28
4.4.2 Kolonların tasarımı 30
4.4.3 Perdelerin tasarımı 32
5. İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR YÖNETMELİĞİNE GÖRE BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ VE PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ **35**
5.1 Deprem Etkisinin Tanımlanması 35
5.1.1 Deprem düzeyleri 35
5.1.2 Deprem tasarım spektrumları 35
5.1.3 Zaman tanım alanında deprem etkisi 37

5.2 Yüksek Binalar için Tanımlanan Performans Düzeyleri, Performans Bölgeleri ve Performans Hedefleri 38
5.2.1 Minimum hasar/Kesintisiz kullanım performans düzeyi (MH-KK) 38
5.2.2 Kontrollu hasar/Can güvenliği performans düzeyi (KH-CG) 38
5.2.3 İleri hasar/Göçmeme güvenliği performans düzeyi (İH-GG) 39
5.2.4 Performans Bölgeleri 39
5.2.5 Yüksek binalar için öngörülen minimum performans hedefleri 39
5.3 Yüksek Binalarda için Analiz Yöntemleri ve Performansa Göre Deprem Tasarımı Aşamaları 40
5.3.1 Yüksek binalarda için analiz yöntemleri 40
5.3.2 Tasarım aşaması I-A 44
5.3.3 Tasarım aşaması I-B 45
5.3.4 Tasarım aşaması II 45
5.3.5 Tasarım aşaması III 46
6. ÖRNEK ÇALIŞMA 49
6.1 Genel Yapı Bilgileri 49
6.1.1 Yapı taşıyıcı sistemi 51
6.1.2 Malzeme karakteristikleri 53
6.1.2.1 Sargılı ve sargısız beton modelleri 53
6.1.2.2 Donatı çeliği modeli 56
6.1.3 Zemin karakteristikleri 58
6.1.4 Deprem parametreleri 58
6.1.5 Yükleme süperpozisyon katsayıları 63
6.2 Analiz Aşaması 64
6.2.1 Tasarım aşaması I-A 64
6.2.2 Tasarım aşaması I-B 95
6.2.3 Tasarım aşaması II 113
6.2.4 Tasarım aşaması III 114
7. SONUÇLAR 127
KAYNAKLAR 129
EKLER 131

SEMBOLLER

A(T) : Spektral ivme katsayısı

A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı

A_c : Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı

A_{ck} : Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanı

A_{sh} : Kolonda veya perde uç bölgesindeki yatay donatı alanı

A_w : Kolon enkesiti etkin gövde alanı

b_k : Kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu

b_w : Kirişin gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı

d : Kirişin faydalı yüksekliği

d_{fi} : Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme

e : Güvenlik katsayısı

e_1 : Yük güvenlik katsayısı

e_2 : Malzeme güvenlik katsayısı

E : Elastisite modülü

E_c : Betonun elastisite modülü

E_s : Donatı çeliğinin elastisite modülü

EI_o : Çatlamamış kesit eğilme rijitliği

EI_e : Çatlamış kesit eğilme rijitliği

F_a : Kısa periyotlu spektral ivme için zemin etkisi katsayısı

F_v : 1 saniye periyotlu spektral ivme için zemin etkisi katsayısı

f_{cd} : Betonun tasarım basınç dayanımı

f_{cm} : Betonun ortalama basınç dayanımı

f_{ck} : Beton karakteristik basınç dayanımı

f_{yd} : Boyuna donatının tasarım akma dayanımı

f_{ym} : Donatı çeliğinin ortalama dayanımı

f_{yk} : Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı

f_{ctd} : Betonun tasarım çekme dayanımı

f_{ctk} : Betonun karakteristik çekme dayanımı

f_{ywd} : Enine donatının tasarım akma dayanımı

f_{ywk} : Enine donatının karakteristik akma dayanımı

F_{fi} : Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük

ΔF_N : Binanın tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü

$F_i(M,N,T)$: Malzeme karakteristiklerine ve enkesit özelliklerine bağlı doğrusal olmayan fonk.

$K_1(M,N,T)$: Akma eğrisini kesit zorlarına bağlı olarak ifade eden fonksiyon

g : Yer çekimi ivmesi (9.81 m/s^2)

g_i : Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük

H_{cr} : Kritik perde yüksekliği

H_i : Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği

H_w : Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği

I : Bina önem katsayısı

l_n : Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği/kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı

l_p : Plastik mafsal boyu

l_w : Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu

m_i : Binanın i'inci katının kütlesi

$m_{\theta j}$: Binanın j'inci katının kütle eylemsizlik momenti

M_N : Etkin plastik moment

M : Eğilme momenti

M_p : Kesitin eğilme momenti taşıma gücü (plastik moment)

M_{pa} : Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda hesaplanan moment kapasitesi

M_{pi} : Kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi

M_{pj} : Kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi

$M_{pü}$: Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda hesaplanan moment kapasitesi

M_{ra} : Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda hesaplanan taşıma gücü kapasitesi

M_{ri} : Kirişin sol ucu i'deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü kapasitesi

M_{rj} : Kirişin sağ ucu j'deki kolon veya perde yüzünde hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü kapasitesi

$M_{rü}$: Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin üst ucunda hesaplanan taşıma gücü

kapasitesi

M_{xin} : x doğrultusundaki depremde n'inci modda i'inci katta aynı doğrultuda meydana gelen kat kesme kuvvetine ilişkin etkin kütle

My : Akma momenti

n : Hareketli yük katılım katsayısı

N : Normal kuvvet, binanın kat adedi

N_d : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet

N_{dm} : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü

q : Hareketli yük

q_i : Binanın i' inci katındaki toplam hareketli yük

R : Yapı davranış katsayısı

$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı

s : Enine donatı aralığı, spiral donatı adımı

S(T) : Spektrum katsayısı

$S_{ae}(T)$: Elastik spektral ivme

S_{aen} : n'inci moda karşılık gelen spektral ivme

S_S : Referans zemin sınıfı için kısa periyotlu spektral ivme

S_1 : Referans zemin sınıfı için 1saniye periyotlu spektral ivme

S_{MS} : Gözönüne alınan zemin sınıfı için kısa periyotlu spektral ivme

S_{M1} : Gözönüne alınan zemin sınıfı için 1 saniye periyotlu spektral ivme

$S(T_1)$: T_1 periyot değerindeki elastik tasarım ivme spektrum değeri

T : Doğal titreşim periyodu

T_1 : Binanın birinci doğal titreşim periyodu

T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyodu

T_n : Binanın n'inci doğal titreşim periyotları

T_o, T_s : Spektrum köşe periyodu

T_L : Uzun periyod bölgesine geçiş periyodu

V_c : Betonun kesme dayanımına katkısı

V_d : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti

V_{dy} : Kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen kesme kuvveti

V_e : Kolon, kiriş ve perdede enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti

V_r : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı

V_t : Taban kesme kuvveti

$V_{t,min}$: Minimum taban kesme kuvveti

V_{xin} : x doğrultusundaki depremde n'inci modda i'inci katta aynı doğrultuda meydana gelen kat kesme kuvveti

w_i : Binanın i' inci katının toplam ağırlığı

W : Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı

ε : Birim boy değişmesi

ε_{cg} : Sargı donatısı içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesinin üst sınırı

ε_c : Beton birim şekildeğiştirmesi

ε_{cu} : Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi

ε_y : Akma şekildeğiştirmesi

ε_s : Donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi

ε_{su} : Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi

ξ : Sönüm oranı

β_v : Betonarme perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı

ρ_s : Kolonda spiral donatının hacımsal oranı

ρ_{sh} : Perdede yatay gövde donatılarının hacımsal oranı

σ_s : Doğrusal elastik donatı gerilmesi

σ_{em} : Emniyet gerilmesi

σ_i : İşletme yüklerinden oluşan gerilme

σ_k : Kopma gerilmesi

Φ_{xjn} : n'inci modda j'inci katın kütle merkezinin x doğrultusundaki mod şekli genliği

Φ_{yjn} : n'inci modda j'inci katın kütle merkezinin y doğrultusundaki mod şekli genliği

$\Phi_{\theta jn}$: n'inci modda j'inci katın kütle merkezinden geçen eksen etrafındaki dönme cinsinden mod şekli genliği

χ : Birim dönme (eğrilik)

χ_p : Kesitin eğilme momentine karşı gelen birim dönme

γ : Birim kayma şekildeğiştirmesi

α_t : Düzgün sıcaklık değişimi

Γ_{xn} : x doğrultusundaki deprem için n'inci moda ait modal katkı çarpanı

KISALTMALAR

İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
İYBDY	: İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
CQC	: Complete Quadratic Combination (Tam Kuadratik Birleşim)
SRSS	: Square Root of Sum of Squares (Karelerin Toplamının Karekökü)
MH	: Minimum Hasar
KK	: Kesintisiz Kullanım
KH	: Kontrollu Hasar
CG	: Can Güvenliği
İH	: İleri Hasar
GG	: Göçmeme Güvenliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Bina önem katsayısı 24
Çizelge 4.2 : Spektrum karakteristik periyotları 24
Çizelge 4.3 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) 25
Çizelge 4.4 : Hareketli yük katılım katsayısı 25
Çizelge 4.5 : Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar 26

Çizelge 5.1 : Kısa periyod zemin katsayısı F_a 36
Çizelge 5.2 : 1.0 s periyodu zemin katsayısı F_v 36
Çizelge 5.3 : Çeşitli deprem düzeylerinde yüksek binalar için hedeflenen minimum performans bölgeleri 40
Çizelge 5.4 : Yüksek Binalar için Performansa göre tasarım aşamaları 47

Çizelge 6.1 : D1,D2 ve D3 deprem düzeyleri için spektral ivme değerleri 58
Çizelge 6.2 : S_{MS} ve S_{M1} Spektral İvme Değerleri 59
Çizelge 6.3 : Seçilen Depremlerin Nitelikleri 62
Çizelge 6.4 : Perde ve Kolonların Etkin Rijitlik Değerleri 65
Çizelge 6.5 : Kat kütleleri ve kat ağırlığı 66
Çizelge 6.6 : Yapının periyodu, frekansı, açısal frekansı ve etkin kütle katılım oranları 67
Çizelge 6.7 : X-X doğrultusu göreli kat ötelenmesi oranları 69
Çizelge 6.8 : Y-Y doğrultusu göreli kat ötelenmesi oranları 70
Çizelge 6.9 : Kiriş eğilme donatısı seçimleri 78
Çizelge 6.10 : Kolon ve perde eksenel basınç kuvvetleri 79
Çizelge 6.11 : P1 kolonu yük kombinasyonları 80
Çizelge 6.12 : P1,P3,P5 ve P8 kolonları eğilme donatıları 85
Çizelge 6.13 : P10 perde yük kombinasyonları 88
Çizelge 6.14 : P10 ve P4 perde eğilme donatısı seçimleri 92
Çizelge 6.15 : P10 perdesi kesme donatısı seçimleri 93
Çizelge 6.16 : P4 perdesi kesme donatısı seçimleri 94
Çizelge 6.17 : Kirişlerin kesit hasar sınırları 97
Çizelge 6.18 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum plastik dönmelerinin kesit güvenlik sınırı plastik dönme sınırlarına oranı 107
Çizelge 6.19 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 109
Çizelge 6.20 : Kolonların her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı 110
Çizelge 6.21 : Tüm kolon gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 111

Çizelge 6.22 : Perdelerin her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı 112
Çizelge 6.23 : Tüm perde gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 113
Çizelge 6.24 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum plastik dönmelerinin kesit göçme sınırı plastik dönme sınırlarına oranı 120
Çizelge 6.25 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 122
Çizelge 6.26 : Kolonların her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı 123
Çizelge 6.27 : Tüm kolon gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 123
Çizelge 6.28 : Perdelerin her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı 125
Çizelge 6.29 : Tüm perde gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri 126

Çizelge A.1 : B113 kirişi kesme donatısı seçimleri 163
Çizelge A.2 : B19 kiriş kesme donatısı seçimleri 164
Çizelge A.3 : B73 kiriş kesme donatısı seçimleri 165
Çizelge A.4 : B74 kiriş kesme donatısı seçimleri 166
Çizelge A.5 : B75 kiriş kesme donatısı seçimleri 167
Çizelge A.6 : B5 kiriş kesme donatısı seçimleri 168
Çizelge A.7 : B106 kiriş kesme donatısı seçimleri 169
Çizelge A.8 : B71 kiriş kesme donatısı seçimleri 170
Çizelge A.9 : B24 kiriş kesme donatısı seçimleri 171
Çizelge A.10 : P1 kolonu X doğrultusu tahkikleri 172
Çizelge A.11 : P1 kolonu Y doğrultusu tahkikleri 173
Çizelge A.12 : P3 kolonu X doğrultusu tahkikleri 174
Çizelge A.13 : P5 kolonu X doğrultusu tahkikleri 175
Çizelge A.14 : P8 kolonu X doğrultusu tahkikleri 176
Çizelge A.15 : P8 kolonu Y doğrultusu tahkikleri 177

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Dış kuvvetler etkisindeki katı cisim 7
Şekil 3.2 : Yük parametresi-şekildeğiştirme diyagramı 8
Şekil 3.3 : İdeal malzemeler 8
Şekil 3.4 : Yapı ve beton çeliğinde $\sigma - \varepsilon$ diyagramı 9
Şekil 3.5 : Yapı ve beton çeliklerinin $\sigma - \varepsilon$ diyagramlarının idealleştirilmesi 10
Şekil 3.6 : Betonun $\sigma_c - \varepsilon_c$ diyagramı 10
Şekil 3.7 : Düzlem çubuk elemanda iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler 11
Şekil 3.8 : Betonarme kesitlerde $M - \chi$ diyagramı 14
Şekil 3.9 : Betonarme kesitlerde karşılıklı etki diyagramı 15
Şekil 3.10 : Betonarme kesitlerde idealleştirmiş $M - \chi$ diyagramı (Tip:1) 16
Şekil 3.11 : Betonarme kesitlerde idealleştirmiş $M - \chi$ diyagramı (Tip:2) 16
Şekil 3.12 : Betonarme kesitlerde idealleştirilmiş $N - \varepsilon$ diyagramı 17
Şekil 3.13 : Eğilme momenti-eğrilik diyagramı 18
Şekil 3.14 : Doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler 19
Şekil 3.15 : İdealleştirilmiş eğilme momenti-eğrilik bağıntısı 20
Şekil 3.16 : Plastik mafsal boyu 21
Şekil 3.17 : Lifli eleman davranışı 22

Şekil 4.1 : Kiriş tasarım kesme kuvveti 30
Şekil 4.2 : Perde tasarım eğilme momenti 33

Şekil 5.1 : Performans Bölgeleri 39
Şekil 5.2 : Etkin eğilme rijitliğinin alınacağı moment-eğrilik bağıntısı 43

Şekil 6.1 : Kalıp Planı 49
Şekil 6.2 : 3D Model 50
Şekil 6.3 : Eleman Boyutları 51
Şekil 6.4 : Perde Boyut 52
Şekil 6.5 : Beton modelleri 55
Şekil 6.6 : İdealleştirilmiş Beton Modeli 56
Şekil 6.7 : Donatı Çeliği Modeli 57
Şekil 6.8 : İdealleştirilmiş Donatı Çeliği Modeli 57
Şekil 6.9 : D1-Depremi Spektrumu 59
Şekil 6.10 : D2-Depremi Spektrumu 60
Şekil 6.11 : D3-Depremi Spektrumu 60
Şekil 6.12 : Perde Tipleri 64
Şekil 6.13 : Kiriş Tipleri 71
Şekil 6.14 : Kiriş alt donatı hesabı 72
Şekil 6.15 : Kiriş üst donatı hesabı 73
Şekil 6.16 : Basınç donatısı birim uzaması 74

Şekil 6.17 : Kesit donatı yerleşimi 76
Şekil 6.18 : Moment&Eğrilik grafiği 76
Şekil 6.19 : Kiriş kesme tasarımı 77
Şekil 6.20 : P1 kolonu kesiti 80
Şekil 6.21 : P1 kolonu akma yüzeyi ve dizayn yükleri 81
Şekil 6.22 : P1 kolonu Mx-My etkileşim grafiği 81
Şekil 6.23 : P1 kolonu etriye düzeni 82
Şekil 6.24 : P1 kolonu Mü-Ma 83
Şekil 6.25 : Güçlü kolon-zayıf kiriş 85
Şekil 6.26 : P10 perdesi kesiti 87
Şekil 6.27 : P10 perdesi tasarım eğilme momenti diyagramı 88
Şekil 6.28 : P10 perdesi akma yüzeyi ve dizayn yükleri 90
Şekil 6.29 : P10 perdesi Mx-My etkileşim grafiği 90
Şekil 6.30 : Beton ve donat çeliği birim uzama ve kısalmaları 96
Şekil 6.31 : Mode 1 Y doğrultusunda (H2 doğrultusu) 99
Şekil 6.32 : Mode 2 X doğrultusunda (H1 doğrultusu) 100
Şekil 6.33 : Rayleigh sönüm oranı 101
Şekil 6.34 : X ve Y doğrultusundaki göreli kat ötelenmesi oranları 101
Şekil 6.35 : X (H1) doğrultusundaki taban kesme kuvvetinin zaman ile değişimi . 102
Şekil 6.36 : X (H1) ve Y (H2) doğrultularındaki kat kesme kuvvetleri (kN) 103
Şekil 6.37 : Düzce (1061) depreminde yutulan elastik ve inelastik enerji 104
Şekil 6.38 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun zaman-plastik dönme grafiği 105
Şekil 6.39 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun plastik mafsal dönmesi-moment ilişkisi 106
Şekil 6.40 : P1 kolonunun birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi 110
Şekil 6.41 : P10 perdesinin birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi 112
Şekil 6.42 : X ve Y doğrultusundaki göreli kat ötelenmesi oranları 115
Şekil 6.43 : X (H1) ve Y (H2) doğrultularındaki kat kesme kuvvetleri (kN) 115
Şekil 6.44 : X (H1) doğrultusundaki taban kesme kuvvetinin zamann ile değişimi 116
Şekil 6.45 : Hecto Mine (22170) depreminde yutulan elastik ve inelastik enerji 117
Şekil 6.46 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun zaman-plastik dönme grafiği 118
Şekil 6.47 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun plastik mafsal dönmesi-moment ilişkisi 119
Şekil 6.48 : P1 kolonunun birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi 124
Şekil 6.49 : P10 perdesinin birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi 125

Şekil A.1 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %50 Aşılma Olasılığı 133
Şekil A.2 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %50 Aşılma Olasılığı 135
Şekil A.3 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %10 Aşılma Olasılığı 137
Şekil A.4 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %10 Aşılma Olasılığı 139
Şekil A.5 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %2 Aşılma Olasılığı 141
Şekil A.6 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %2 Aşılma Olasılığı 143
Şekil A.7 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için) 145
Şekil A.8 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 146

Şekil A.9 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için) 147
Şekil A.10 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 148
Şekil A.11 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için)..... 149
Şekil A.12 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar..... 150
Şekil A.13 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için) 151
Şekil A.14 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 152
Şekil A.15 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için)..... 153
Şekil A.16 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 154
Şekil A.17 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için)..... 155
Şekil A.18 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar..... 156
Şekil A.19 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için) 157
Şekil A.20 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 158
Şekil A.21 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için)..... 159
Şekil A.22 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar 160
Şekil A.23 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için)..... 161
Şekil A.24 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar..... 162

BETONARME BİR YÜKSEK BİNANIN İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE İNCELENMESİ

ÖZET

İnsalar varolduğu andan itibaren, yeryüzündeki tüm canlılar gibi korunma ve barınma ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yapılar oluşturmuşlardır. Çeliğin yüksek sıcaklıktaki fırınlarda işlenmesi ve 19. yüzyılın sonlarında çimentoya kum, çakıl ve su karıştırılarak elde edilen betonun demir çubuklarla güçlendirilerek "betonarme" malzemenin elde edilmesiyle yapılar yükselmeye başlamıştır. İnşaat teknolojisinin, yüksek binaların projelendirilmesinde ve inşaasında karşılaşılabilecek sorunları karşılayabilecek kadar gelişmesi yüksek binaların inşa edilmesini hızlandırmıştır.

Artan nüfus yoğunluğu, daha yüksek bir şehirleşme düzeyi, barınma ve çalışma alanlarına duyulan gereksinim sonucunda, ülkemizde ve İstanbul'da artan bir hızla yüksek binalar inşa edilmektedir. Yapıların yükselerek yer çekimine ve deprem yer hareketine karşı meydan okuması, mevcut yönetmeliklerin bu bina türleri için yeterliliğinin sorgulanmasına ve yüksek binalara yönelik özel yönetmeliklerin teşkil edilmesine sebep olmuştur. Bu sebepten ötürü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yapılacak yüksek binaların deprem yer hareketine karşı tasarımı için, İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği hazırlanmıştır. Yönetmelik tamamı yer altında olan ve binayı tümü ile kuşatan yüksek yatay rijitlikli çevre perdelerine sahip bodrum katları hariç olmak üzere, en düşük yer seviyesinden itibaren yüksekliği en az 60 metre olan binaları kapsamaktadır. Bu yönetmelik taslak aşamasında olup yakın bir zamanda yürürlüğe girmesi öngörülmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul İl sınırları içerisinde yapılacak betonarme bir yüksek binanın Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'ine göre doğrusal analizi yapılıp, yapı elemanları boyutlandırıldıktan sonra, yapının deprem etkileri altındaki performansı İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmelik'ine göre incelenmiştir. Çalışma, belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında betonarme bir yüksek binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşabilecek hasarın sayısal olarak tahmin edilmesi ve bu hasarın her bir elemanda kabul edilebilir hasar limitlerinin altında kalıp kalmadığının kontrolunu kapsamaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, İstanbul İl sınırları içinde projelendirlecek betonarme bir yüksek binaya örnek teşkil edecektir.

EXAMINATION OF A REINFORCEMENT HIGH-RISE BUILDING ACCORDING TO ISTANBUL HIGH-RISE BUILDINGS EARTHQUAKE REGULATION OF ISTANBUL

SUMMARY

People formed structures to satisfy their protection and sheltering needs, like all living creatures, since they have existed. The structures started to be built higher as people began to process steel in high heat ovens. Another essential factor in the construction of higher buildings was the creation of reinforcement concrete. This material was prepared by strengthening concrete, made from the mixture of sand, cement and water at the end of the 19th century, with rebars. The developments in civil engineering to deal with the problems in planning and construction have also accelerated this process of making higher buildings.

In our country and in Istanbul higher buildings have been constructed with increasing speed due to growing population, higher urbanization and the need for sheltering and working spaces. The sufficiency of existing regulations has been questioned as these high buildings challenge gravity and the ground motions caused by earthquakes. This situation has also motivated the formation of special regulations for high rise buildings. For this reason, Istanbul High Buildings Earthquake Regulations have been prepared for the designing of high buildings against the ground motions caused by earthquakes, which are going to be built within the borders of Istanbul Metropolitan Municipality. This regulation includes all buildings that are at least 60 meters tall from the lowest ground level, without calculating the basements that are under the ground and those with high horizontal rigidity curtain walls surrounding the whole building. This regulation is still a draft and it is planned to be enforced in the near future.

In this thesis, a linear analysis of a building, which is going to be constructed within Istanbul's city borders, is done according to the Specifications for Buildings to Be Built in Seismic Zones. The structural elements are dimensioned. Then, the performance of the building under earthquake effects is examined according to the Istanbul High Buildings Earthquake Regulations. The thesis includes the quantitative estimation of the damage that can happen in structural elements of a high-rise reinforcement concrete building under certain levels of earthquake ground motions. The thesis also checks if this damage is under the acceptable damage limits for each element . The findings of this project are going to set a case study for high-rise reinforcement concrete buildings that are going to be designed within the Istanbul city borders.

1. GİRİŞ

İnsanlar yüksek yapılar inşa etmeye kutsal veya anıtsal yapılar yapmaya çalışarak başlamıştır. Tarihsel süreç içerisinde şartlar doğrultusunda bu yapılar gelişmiş ve son iki yüzyılda yüksek yapılar çağdaş sistemlerin gelişimiyle kendine özgü yerini bulmuştur. Yüksek kalitede çelik profillerin üretilmesi, yüksek dayanımlı beton teknolojisindeki ilerlemeler gibi yapı malzemesindeki gelişmeler; asansör, hidrofor ve havalandırma sistemlerinin gelişmesi gibi mekanik alandaki gelişmeler; kalıp teknolojisindeki gelişmeler gibi yapım teknolojisindeki gelişmeler; deprem yer hareketlerine göre analiz ve tasarım yöntemlerinin gelişmesi, bilgisayarların ve bilgisayar programlarının gelişmesi gibi teorik ve bilimsel gelişmeler yüksek yapıların düşeyde yükselmelerine olanak sağlamıştır. Büyük yerleşim merkezlerindeki nüfusün artması, konut ve iş yeri ihtiyacının artması, şehir arazilerinin değerlerindeki artışlar ve ekonomik büyüme yapı teknolojisindeki bilimsel ve teknik gelişmeleri beslemiştir.

Bu gelişmeler doğrultusunda, yüksek yapıların deprem etkileri altında davranışını tahmin etme ve performansını değerlendirme konusunda mevcut yönetmelikler yetersiz kaldığından yüksek yapılar için özel yönetmelikler hazırlanmıştır. Bu düşünceyle yola çıkılarak hazırlanmış yönetmelikler deprem etkileri altında temel ilke olarak performansa göre tasarımı esas alırlar. Bu tasarım yaklaşımında, belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında yüksek binaların taşıyıcı sistem elemanlarında oluşabilecek hasar sayısal olarak tahmin edilir ve bu hasarın her bir elemanda kabul edilebilir hasar limitlerinin altında olup olmadığı kontrol edilir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde yapılacak yüksek yapıların deprem yer hareketine karşı tasarımı için, İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmelikde tasarım ilkesi olarak performansa dayalı tasarımı esas almaktadır. Bu yönetmelik şuan da taslak aşamasında olup, ileri bir tarihde yürülüğe girmesi beklenmektedir.

2. YAPI SİSTEMLERİNİN DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ

Dış etkilerden meydana gelen kesit zorlarının (iç kuvvetler), şekil değiştirmeler ve yerdeğiştirmelerin bulunması, yapı sistemlerinin hesap amaçlarını oluşturur. Yapı sistemlerinin hesabının yapılabilmesi için iki teoriden yararlanılır.

1. Doğrusal (lineer) teori
2. Doğrusal olmayan (lineer olmayan) teori

2.1 Doğrusal Teori

Mekanik problemlerinin çözümünde izlenen yol üç aşamada özetlenebilir; (a) denge denklemlerinin sağlanması, (b) uygunluk koşullarının sağlanması, (c) bünye bağıntıları, yani malzeme için gerilme-şekildeğiştirme σ-ε ilişkisinin belirlenmesi. İlk iki aşama malzeme özelliklerinden bağımsızdır.

Doğrusal teoriyi esas alan analiz yöntemlerinin dayandığı kabuller izleyen şekilde sıralanır:

1. Malzeme doğrusal-elastiktir.
2. Birinci mertebe teorisi geçerlidir. Şöyle ki, yerdeğiştirmeler, denge ve geometrik süreklilik denklemlerine etkileri terk edilebilecek kadar küçüktür.
3. Sistemin boyutları yükleme ile değişmemektedir ve tepki kuvvetleri çift yönlüdür.

Bu kabuller sonucunda süperpozisyon prensibi geçerlidir.

Yapı sistemleri doğrusal teoriye göre iki farklı şekilde boyutlandırabilinir.

1. Güvenlik gerilmeleri esasına göre boyutlandırma (tasarım)

Sistem, dış yüklerden oluşan gerilmelerin, malzemenin doğrusal-elastik sınır gerilmesinin bir güvenlik katsayısına bölünmesi ile elde edilen emniyet gerilmesinden daha küçük olacak şekilde boyutlandırılır. Bu kabule göre;

σ_i : işletme yüklerinden oluşan gerilme

σ_s : doğrusal-elastik sınır gerilmesi

e : güvenlik katsayısı

σ_{em} : güvenlik gerilmesi

$\sigma_{em} = \sigma_s / e \; ve \; \sigma \leq \sigma_{em}$

olmak üzere koşulu sağlatılır.

2. Taşıma gücü esasına göre boyutlandırma (tasarım)

Tasarım yükleri, yapıya etki eden işletme yüklerinin yük güvenlik katsayıları ile çarpılmasından elde edilir. Yapı, bu tasarım yüklerinin, kesitlerin taşıma kapasitelerinin malzeme güvenlik katsayılarına bölünmesi suretiyle hesaplanan taşıma gücünden küçük olacak şekilde boyutlandırılır.

P_i : işletme yükleri

e_1 : yük güvenlik katsayısı

P_u : yapının taşıma gücü

e_2 : malzeme güvenlik katsayısı

$P_i e_1 = P_u / e_2$

olmak üzere koşulu sağlatılır.

2.2 Doğrusal Olmayan Teori

Genellikle, yapı sistemleri, işletme yükleri altında doğrusal olmayan davranış gösterirler. Yani hesaplanan yerdeğiştirmeler, şekildeğiştirme ve gerilmeler doğrusal teori için yapılan kabuller çerçevesindedir. Buna karşılık, dış etkiler işletme yükü sınırını aşarak yapının taşıma gücüne yaklaştıkça, şekildeğiştirme ve gerilmeler doğrusal-elastik sınırı aşmakta, yerdeğiştirmeler çok küçük kabul edilemeyecek değerler almaktadır. Böyle bir durumda doğrusal teoriden söz etmek doğru olmayacaktır ve bunun yerine doğrusal-elastik sınır ötesindeki davranışı göz önüne alan doğrusal olmayan teori geçerli olacaktır.

Bu teori üç şekilde ortaya çıkabilir.

1. Malzeme doğrusal elastik değildir (Malzeme bakımından doğrusal olmayan teori).
2. Yerdeğiştirmeler, denge denklemlerine etkileri terkedilebilecek kadar küçük değil (Geometri değişimleri bakımından doğrusal olmayan teori).
3. Malzeme doğrusal-elastik değil ve yerdeğiştirmeler çok küçük değil (Her iki bakımdan doğrusal olmayan teori).

Doğrusal olmayan teoride süperpozisyon prensibi geçerli olmadığından, yüklerin aralarındaki oran sabit kalacak şekilde, bir yük parametresine bağlı olarak değiştiği göz önünde tutulur.

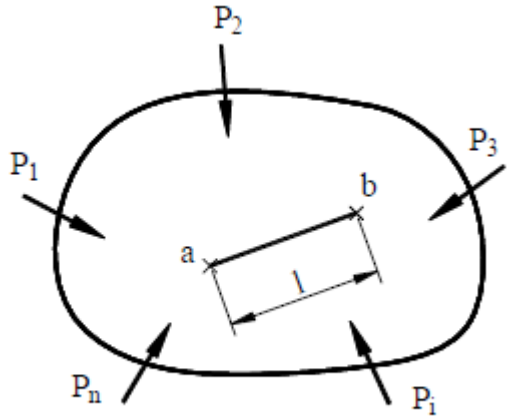
3. MALZEME BAKIMINDAN DOĞRUSAL OLMAYAN ELEMANLAR

3.1 Malzemenin Şekildeğiştirme Özellikleri

Aralarındaki oran sabit kalacak şekilde artan P_i dış kuvvetleri, Şekil 3.1'de görülen katı cisime etki etmektedir. Düşey eksen bu dış kuvvetlerin büyüklüğünü tanımlayan P yük parametresi, yatay eksen de bu kuvvetlerden dolayı katı cismin a ve b noktaları arasındaki l uzunluğunun Δl değişimi taşınırsa Şekil 3.2'de şematik olarak gösterilen $P-\Delta l$ diyagramı elde edilir.

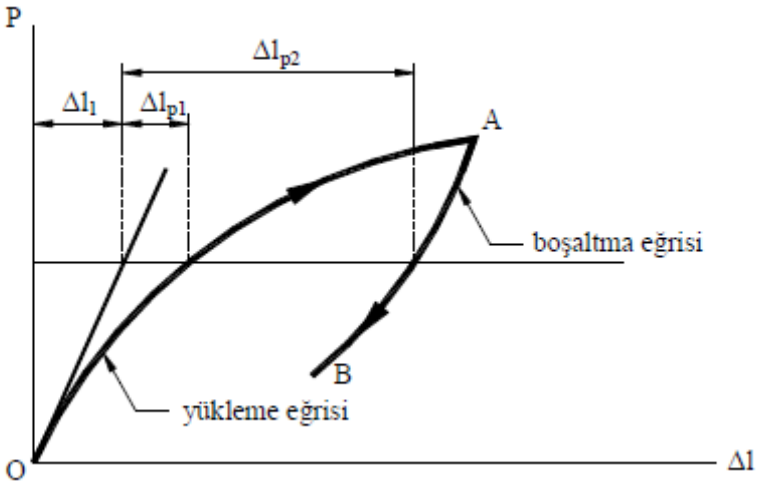
$P_i = p_i P$

P : yük parametresi

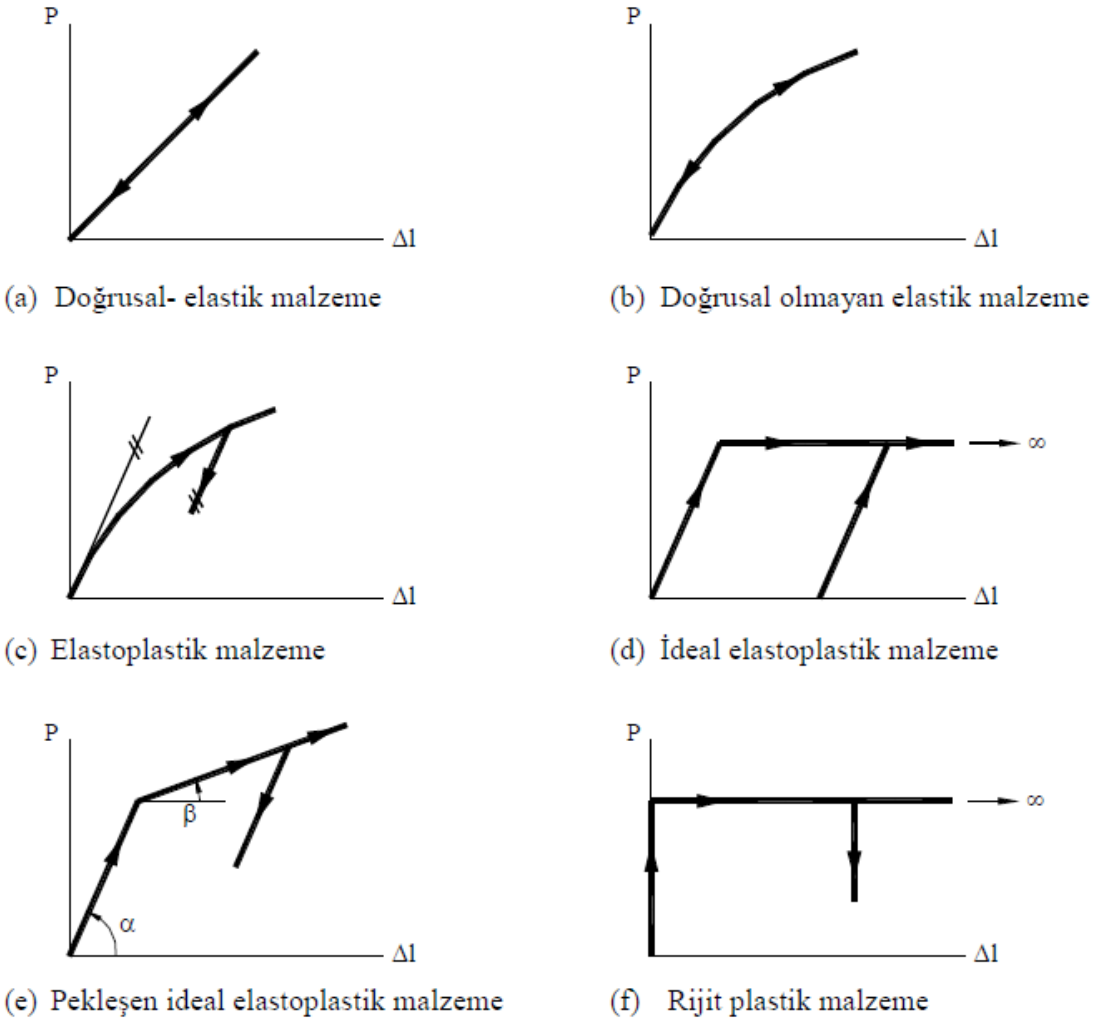


Şekil 3.1 : Dış kuvvetler etkisindeki katı cisim

Bu diyagramın, artan yük parametresi için elde edilen OA bölümüne yükleme eğrisi, kuvvetlerin kaldırılması durumuna karşı gelen AB bölümüne de boşaltma eğrisi denir (Şekil 3.2). Eğrinin başlangıç teğeti ile düşey eksen arasındaki Δl_1 şekildeğiştirmeleri doğrusal şekildeğiştirmeler, başlangıç teğeti ile yükleme ve boşaltma eğrileri arasındaki kalan Δl_{P1} ve Δl_{P2} şekildeğiştirmeleri ise doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler olarak tanımlanır.



Şekil 3.2 : Yük parametresi-şekildeğiştirme diyagramı



Şekil 3.3 : İdeal malzemeler

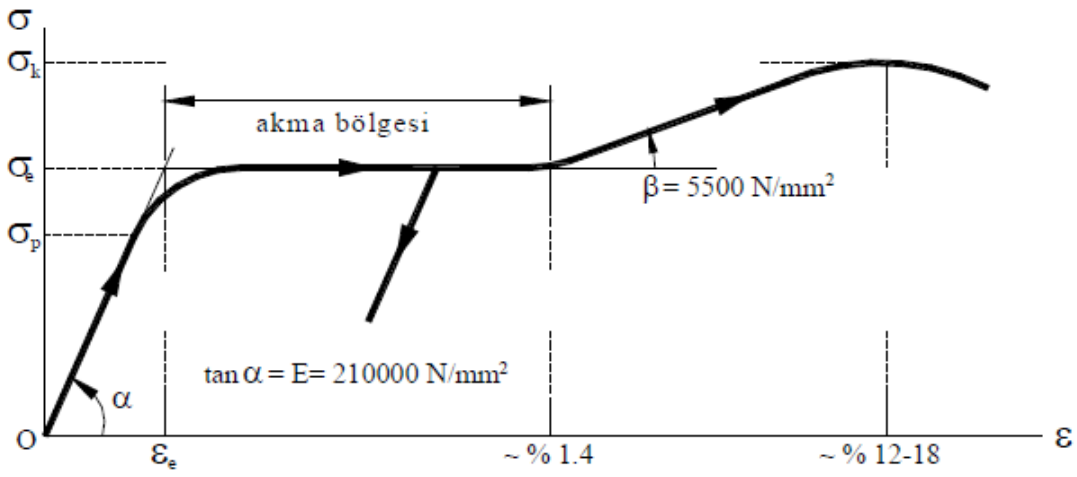
3.1.1 İdeal malzemeler

Yapı sistemlerinde kullanılan gerçek malzemelerin şekildeğiştirme özellikleri üzerinde bazı idealleştirmeler yapılır. Bu idealleştirmeler yapılarak tanımlanan ideal malzemelerin başlıcaları aşağıda yer almaktadır (Şekil 3.3).

3.1.2 Yapı malzemelerinin gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları

Beton çeliği gerilme- şekildeğiştirme (σ - ε) diyagramı ve bu diyagrama ait bazı sayısal değerler aşağıda yer almaktadır.

a)Beton çeliği

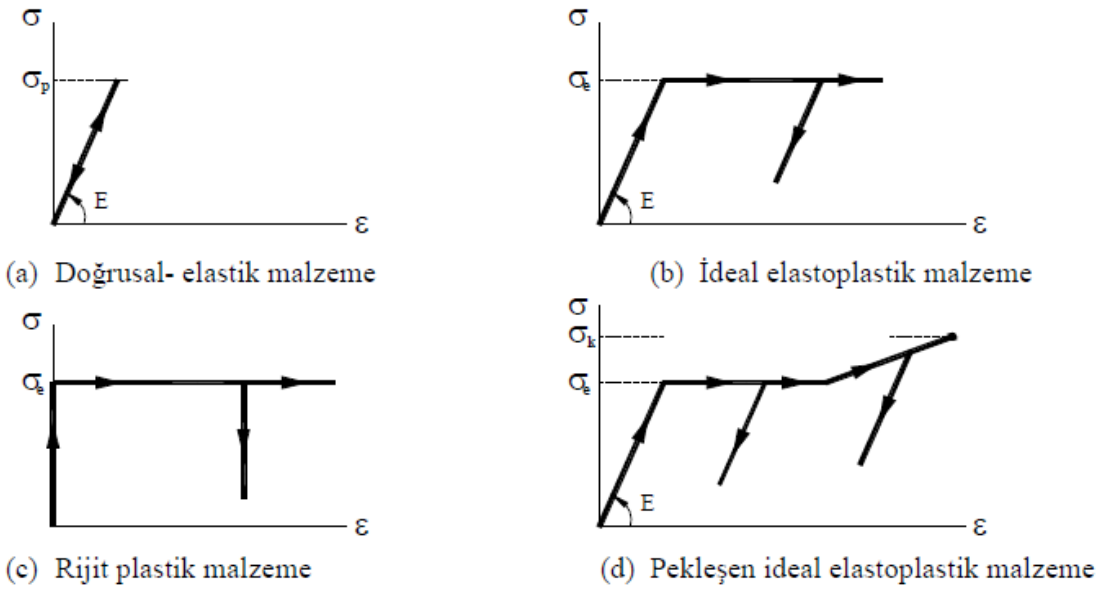


Şekil 3.4 : Yapı ve beton çeliğinde σ – ε diyagramı

S420 beton çeliği için σ_k kopma gerilmesi, σ_e akma gerilmesi ve ε_e akma şekil değiştirmesi değerleri;

$$\sigma_k = 550\,N/mm^2,\ \sigma_e = 420\,N/mm^2, \varepsilon_e = 0.0021$$

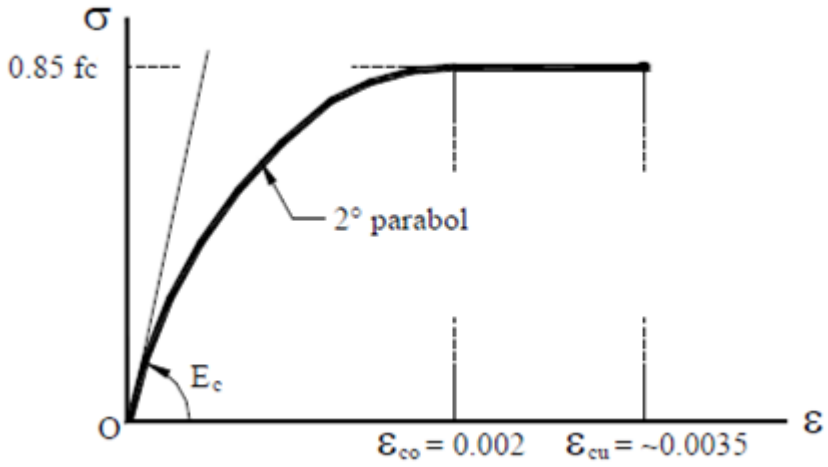
Yapı elemanlarının analizinde matematiksel zorlukları önlemek amacıyla yapı ve beton çeliklerinin σ – ε diyagramlarının bir bölümü veya tümü aşağıdaki şekilde idealleştirilebilinir.



Şekil 3.5 : Yapı ve beton çeliklerinin σ – ε diyagramlarının idealleştirilmesi

b) Beton

Eğilme etkisindeki betonun dış basınç lifinin gerilme-şekildeğiştirme (σ - ε) diyagramı ve bu diyagrama ait bazı sayısal değerler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.6 : Betonun σ_c – ε_c diyagramı

Bu diyagramda fck karakteristik basınç dayanımını, E ise;

$E_c = 14000 + 3250\sqrt{f_{ck}}\ (N/mm^2)$ formülü ile hesaplanan beton elastisite modülünü göstermektedir.

Betonun ezilerek kırılmasına neden olan ε_{cu} birim kısalması, kısa süreli yükler altında, sargısız betonda yaklaşık 0.0035 kabul edilebilinirken, sargı donatısı (etriye) miktarına bağlı olarak artmaktadır.

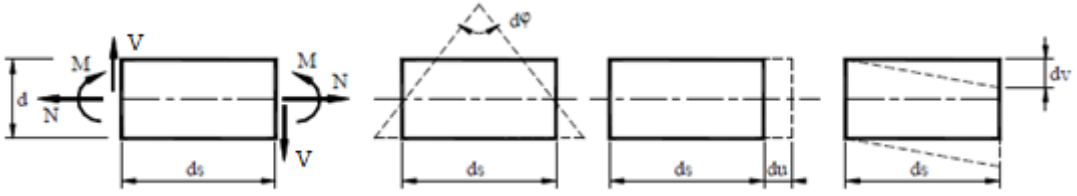
3.1.3 Düzlem çubuklarda iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları ve akma/kırılma koşulları

M eğilme momenti, N normal kuvvet ve V kesme kuvveti, düzlemi içindeki kuvvetlerin etkisi altında bulunan düzlem çubuk elemanlarda oluşan iç kuvvetlerdir . ds boyundaki bir çubuk elemanın bir yüzünün diğer yüzüne göre bağıl (rölatif) yerdeğiştirmelerinin kesit zorları doğrultularındaki yerdeğiştirmelerinin bileşenleri, ds elemanının şekildeğiştirmeleri olarak tanımlanır. Bunlar, φ kesitin dönmesini, u ve v kesitin çubuk ekseni ve ona dik doğrultudaki yerdeğiştirmelerini göstermek üzere;

$\chi = d\varphi / ds$ birim dönme eğrilik

$\varepsilon = du / ds$ birim boy değişmesi

$\gamma = dv / ds$ birim kayma adını alırlar.



Şekil 3.7 : Düzlem çubuk elemanda iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler

Düzlem çubuk elemanlarda iç kuvvetler ile şekildeğiştirmeler arasındaki bağıntılar (bünye denklemleri), genel olarak

$$\chi = d\varphi / ds = F_1(M, N, V) + \frac{\alpha_t \Delta t}{d}$$

$$\varepsilon = du / ds = F_2(M, N, V) + \alpha_t t$$

$$\gamma = dv / ds = F_3(M, N, V) \qquad \textbf{(3.1)}$$

Şeklindedir. Burada F1 , F2 , F3 malzeme karakteristiklerine ve en kesit özelliklerine bağlı olarak belirlenen doğrusal olmayan fonksiyonları, $\alpha_t t$ ve Δt kesite etkiyen düzgün ve farklı sıcaklık değişmelerini, α_t ise sıcaklık genleşme katsayısını göstermektedir.

Kesitin taşıma gücü, iç kuvvetlerin artarak belirli bir sınıra erişmesi halinde, kırılma, akma veya büyük şekildeğiştirmeler nedeniyle sona erer. Akma veya kırılma olarak tanımlanan bu durum kesitin daha büyük iç kuvvetleri taşıyamayacağını ifade eder. Bu duruma karşı gelen iç kuvvet durumuna da kesitin taşıma gücü adı verilir. Akma (kırılma) durumunu kesit zorlarına veya şekildeğiştirmelere bağlı olarak ifade eden durum $K_1=(M,N,V)=0$ veya $K_2=(\chi,\varepsilon,\gamma)=0$ bağıntılarına akma kırılma koşulları denilmektedir.

Uygulamada genellikle olduğu gibi, kayma şekildeğiştirmeleri eğilme ve uzama şekildeğiştirmelerinin yanında terkedilir ve kesme kuvvetinin birim dönme ve birim boy değişmesine etkisi ihmal edilirse, iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları (bünye denklemleri);

$$\chi = d\varphi / ds = F_1(M,N) + \frac{\alpha_t \Delta t}{d}$$

$\varepsilon = du/ds = F_2(M,N) + \alpha_t t$ ve akma kırılma koşuluda

$K_1=(M,N)=0$ veya $K_2=(\chi,\varepsilon)=0$ şeklini alır. **(3.2)**

3.1.4 Betonarme elemanlar

Eğilme momenti ve normal kuvvet (bileşik eğilme) etkisindeki betonarme çubuk elemanlarda iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları ve akma koşulları incelenecektir. Ayrıca, bu bağıntı ve koşulların nasıl idealleştirilebileceği açıklanacaktır.

3.1.4.1 Varsayımlar ve esaslar

Betonarme çubuk elemanların iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntılrının incelenmesinde şu temel varsayımlar ve esaslar gözönünde tutulmaktadır.

1. Dik kesit şekildeğiştirdikten sonra da düzlem kalmaktadır.
2. Beton ve donatı arasında tam aderans bulunmaktadır.
3. Çatlamış betonun çekme dayanımı terkedilmektedir.
4. Betonun σ – ε diyagramı için ideal elastoplastik malzeme varsayımı yapılmaktadır.

3.1.4.2 Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisindeki elemanlar

a) Eğilme momenti-birim dönme $(M-\chi)=0$ bağıntısı

Sabit normal kuvvet ($N=N_0$) altında, artan eğilme momenti ile zorlanan betonarme bir kesitte M eğilme momenti ile χ birim dönmesi (eğriliği) arasındaki bağıntı üç bölgeden oluşmaktadır.

L_0 : Beton kesitin dış çekme lifinde çatlakların başladığı durumdur. Dış çekme lifindeki normal gerilme eğilimindeki betonun çekme dayanımına eşit olunca betonda çatlaklar meydana geldiği kabul edilmektedir. Eğilmedeki betonun çekme dayanımı ise;

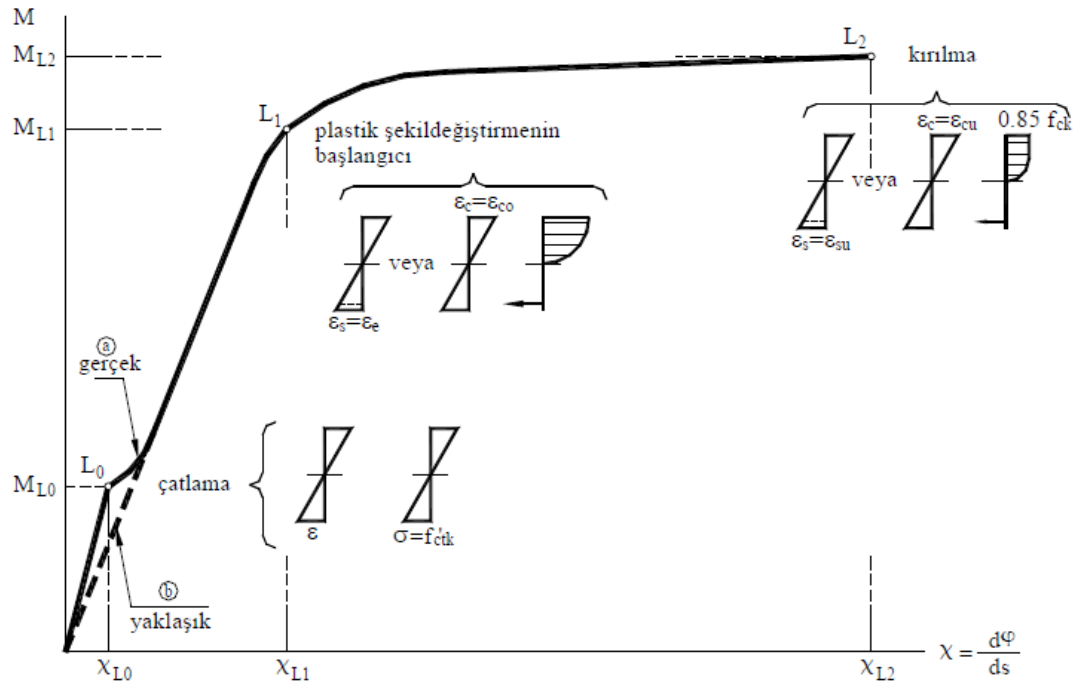
$f_{ctk}=0.70\sqrt{f_{ck}}\ \left(N/mm^2\right)$ bağıntısı ile hesaplanabilir.

L_0 çatlama noktasına karşı gelen M_{Lo} momentinin hesabında beton kesitin homojen olduğu varsayılmakta ve betonun $\sigma-\varepsilon$ bağıntısı doğrusal-elastik olarak anılmaktadır.

L_1 : Beton dış basınç lifinde veya çekme donatısında plastik şekildeğiştirmelerin başlamasına karşı gelen durumdur. Plastik şekildeğiştirmelerin betonda $\varepsilon_{co} = 0.002$ birim kısalmasında, çelikte ise ε_y akma sınırında başladığı gözönünde tutulmaktadır. M_{L1} eğilme momentinin hesabında betonun çekme dayanımı hesaba katılmaz.

L_2 : Eğilme momenti artarak kesitin taşıma gücü adı verilen $M_{L2} = M_p$ değerine eşit olunca basınç bölgesindeki beton ezilerek kırılır veya çekme donatısı kopar. Basınç bölgesindeki betonun ezilerek kırılması birim kısalmanın ε_{cu} sınır değerine ulaşması suretiyle meydana gelir. Sargısız betonda kısa süreli yükler için $\varepsilon_{cu} = 0.0035$ kabul edilen bu sınır değer, sargı donatısına bağlı olarak artmaktadır.

Betonarme kesitlerin boyutlandırılmasında, çekme donatısının kopması yerine, genellikle çelikte birim uzamanın $\varepsilon_{su} = 0.01$ değeri ile sınırlandırılması esas alınır.



Şekil 3.8 : Betonarme kesitlerde M – χ diyagramı

Betonun çekme dayanımının terkedildiği durumlarda, M – χ bağıntısının çatlamadan önceki bölümü yaklaşık olarak (b) eğrisi ile temsil edilmektedir.

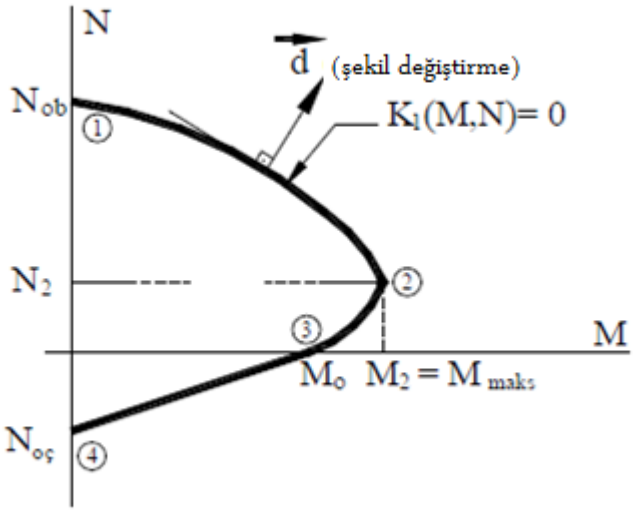
Betonarme kesitlerin taşıma gücüne göre boyutlandırılmasında, betonarme betonu ve beton çeliğinin karakteristik dayanımları malzeme güvenlik katsayılarına bölünerek küçültülür.

b) Akma eğrisi (karşılıklı etki diyagramı)

Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisindeki betonarme bir kesitte taşıma gücünü ifade eden karşılıklı etki diyagramı Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

Doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin, plastik kesit adı verilen belirli kesitlerde toplandığı varsayılan betonarme sistemlerde, iç kuvvet durumunun bu eğri üzerinde bulunması bir plastik kesitin oluştuğunu ve bu kesitte sonlu plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiğini (yani kesitin aktığını) ifade etmektedir. Bu nedenle, karşılıklı etki diyagramına akma eğriside denilmektedir.

$K_1(M,N)=0$ bağıntısı ile tanımlanan akma eğrisi N normal kuvvetinin çeşitli değerleri için hesaplanan $M_{L2} = M_p$ eğilme momentleri yardımı ile elde edilir.



Şekil 3.9 : Betonarme kesitlerde karşılıklı etki diyagramı

Akma eğrisi dört karakteristik noktası ile tanımlanmaktadır. Akma eğrisinin idealleştirilmesinde yararlanılabilecek olan bu noktalar eksenel basınç, basit eğilme ve eksenel çekme hallerine karşılık gelen (1), (3) ve (4) noktaları ile kesitin en büyük eğilme momenti taşıma gücüne sahip olduğu dengeli duruma karşı gelen (2) noktasıdır.

Bileşik eğilme etkisindeki betonarme kesitlerde, plastik şekildeğiştirme bileşenlerini içeren akma vektörünün bazı koşullar altında ve yaklaşık olarak akma eğrisine dik olduğu kanıtlanmaktadır.

3.1.4.3 Betonarme kesitlerin davranışının idealleştirilmesi

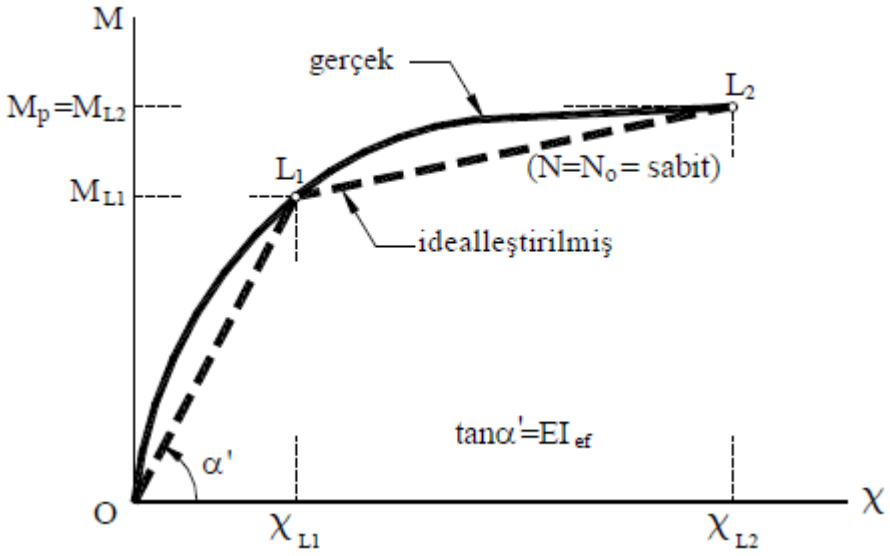
a) Eğilme momenti- eğrilik (M – χ) bağıntısı

Betonarme kesitlerde eğilme momenti-eğrilik bağıntısının idealleştirilmesi için önerilen iki model aşağıda açıklanmıştır.

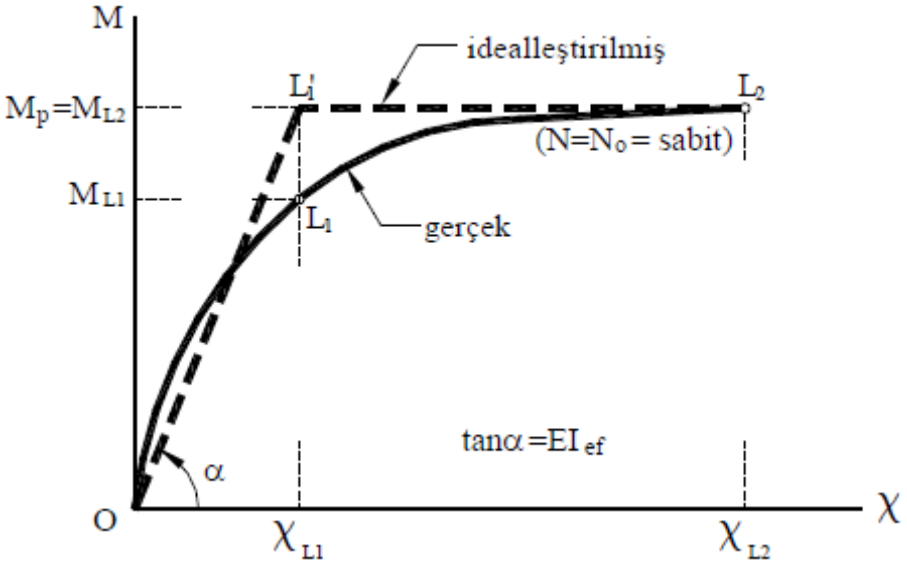
Şekil 3.10’ da gösterilen birinci tür idealleştirmede, M – χ bağıntısının O – L1 - L2 noktalarını birleştiren iki doğru parçasından oluştuğu varsayımı yapılmaktadır. Doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin sistem üzerinde sürekli olarak yayıldığının gözönüne alındığı hesap yöntemlerinde genellikle bu idealleştirmeden yararlanılmaktadır.

İkinci tür idealleştirmede, O başlangıç noktası ile, koordinatları χ_{L1}, M_{L2} olan L_1' noktasını ve L_2 noktasını birleştiren iki doğru parçası yaklaşık M – χ bağıntısını oluşturmaktadır. Bu idealleştirme, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin plastik

kesit (plastik mafsal) adı verilen belirli noktalarda toplandığı (yığıldığı) varsayımına dayanan hesap yöntemlerinde esas alınmaktadır.



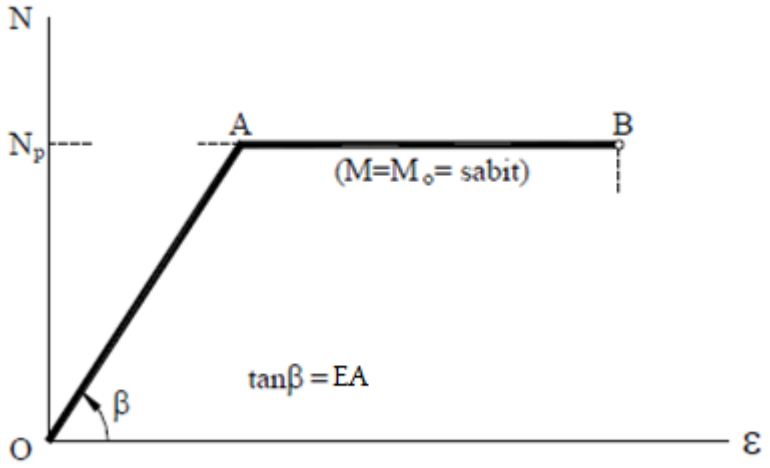
Şekil 3.10 : Betonarme kesitlerde idealleştirmiş M – χ diyagramı (Tip:1)



Şekil 3.11 : Betonarme kesitlerde idealleştirmiş M – χ diyagramı (Tip:2)

b) Normal kuvvet-birim boy değişmesi (N – ε) bağıntısı

Eğilme momenti-eğrilik bağıntısına benzer olarak, normal kuvvet-birim boy değişmesi diyagramı da iki doğru parçasından oluşacak şekilde idealleştirilebilinir.



Şekil 3.12 : Betonarme kesitlerde idealleştirilmiş N – ε diyagramı

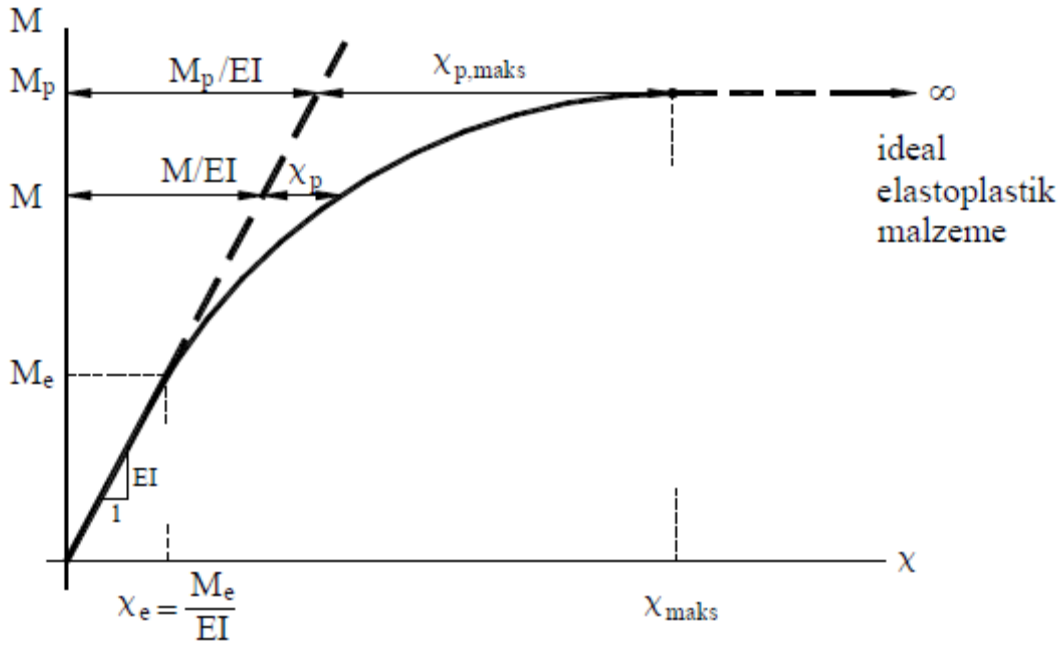
Bu diyagramda Np, sabit $M = M_0$ eğilme momenti altında betonarme kesitin normal kuvvet taşıma gücünü, EA ise kesit uzama rijitliğini göstermektedir. Uygulamada çok kere karşılaşıldığı gibi normal kuvvetin basınç olması halinde, EA rijitliği olarak brüt beton kesitin uzama rijitliği alınabilir. Normal kuvvetin çekme olması veya kesitte çekme gerilmesinin bulunması durumlarında ise, çatlamış kesit rijitliği kullanılmalıdır.

3.2 Plastik Mafsal Hipotezi

Yeterli düzetde sünek davranış gösteren yapı sistemlerinde (çelik yapılarda ve bazı koşullar altında betonarme yapılarda) plastik mafsal hipotezi yapılarak sistem hesapları önemli ölçüde kısaltılabilmektedir.

Toplam şekildeğiştirmelerin doğrusal şekildeğiştirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekildeğiştirmelerinin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılabilir. Bu hipoteze plastik mafsal hipotezi adı verilir.

Gerçek eğilme momenti-eğrilik bağıntısı Şekil 3.13'de verilen bir düzlem çubuk elemanın belirli bir bölgesine ait eğilme momenti diyagramı, toplam eğilme şekildeğiştirmeleri ve doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler Şekil 3.14'de görülmektedir.



Şekil 3.13 : Eğilme momenti-eğrilik diyagramı

Plastik mafsal hipotezinde, çubuk elemanı üzerinde l'_p uzunluğundaki bir bölgeye yayılan doğrusal olmayan (plastik) şekildeğiştirmelerin

$$\varphi_p = \int_{l'_p} \chi_p ds \qquad \textbf{(3.3)}$$

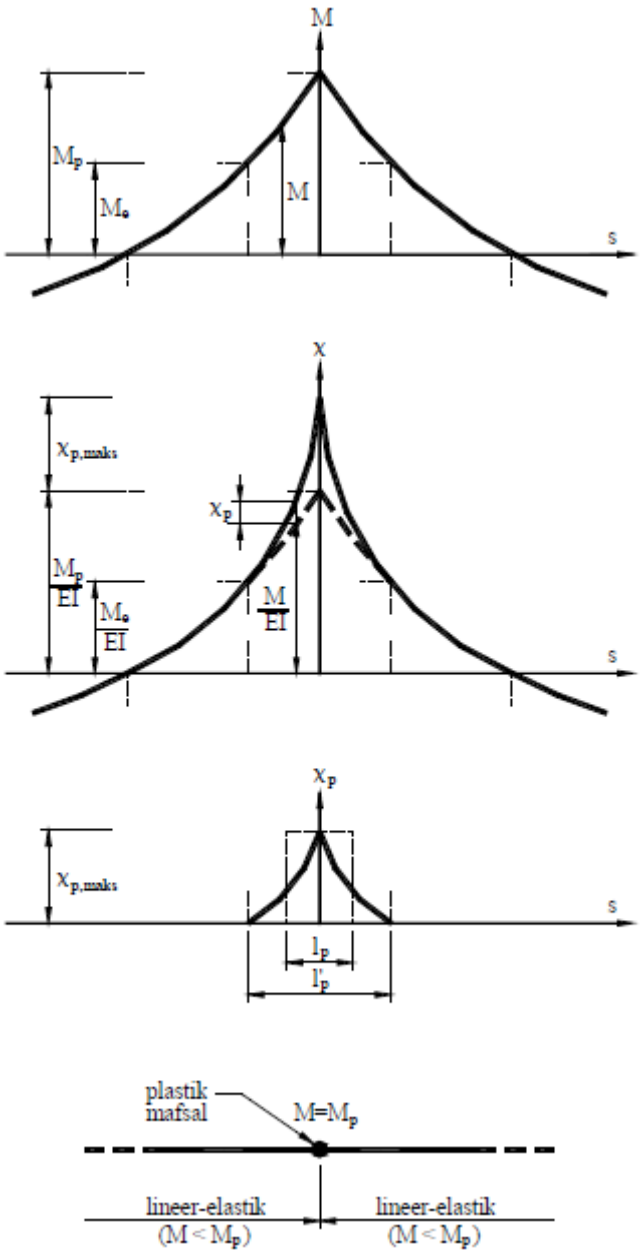
şeklinde, plastik mafsal olarak tanımlanan bir noktada toplandığı varsayılmaktadır. Burada, φ_p plastik mafsalın dönmesi olarak tanımlanır.

Plastik mafsal hipotezinin uygulaması, eğilme momenti-eğrilik bağıntısının

$$M \le M_p \text{ için } \chi = \frac{M}{EI} \qquad \textbf{(3.4)}$$

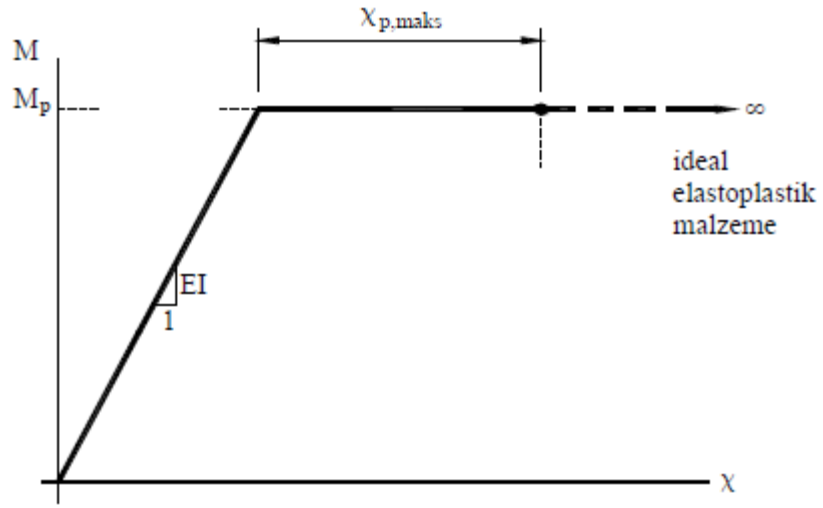
$$M = M_p \text{ için } \chi \to \chi_{p,maks} \qquad \textbf{(3.5)}$$

şeklinde iki doğru parçasından oluşacak şekilde idealleştirilmesine karşı gelmektedir, (şekil 3.15).



Şekil 3.14 : Doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler

Artan dış yükler altında plastik mafsalın dönmesi artarak dönme kapasitesi adı verilen bir sınır değere eşit oluna, oluşan büyük plastik şekildeğiştirmeler nedeniyle kesit kullanılmaz hale gelebilir. Yapı sisteminin bir veya daha çok kesitindeki plastik mafsal dönmelerinin dönme kapasitesine ulaşması ise, yapının tümünün kullanılamaz hale gelmesine (işletme dışı olmasına) diğer bir deyişle göçmesine neden olmaktadır.



Şekil 3.15 : İdealleştirilmiş eğilme momenti-eğrilik bağıntısı

Meydana gelen dönme

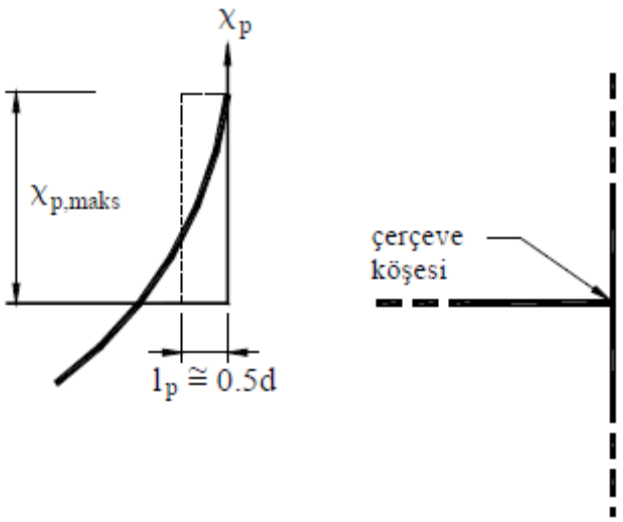
$$maks\varphi_p = \int_{l_p'} \chi_p ds \qquad (\chi_p \to \chi_{p,maks}) \tag{3.6}$$

şeklinde, eğilme momenti diyagramının şekline ve $M-\chi$ bağıntısına bağlı olarak belirlenir.

Dönme yaklaşık olarak hesabı;

$$maks\varphi_p = l_p \chi_{p,maks} \tag{3.7}$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada l_p, eşdeğer plastik bölge uzunluğunu (plastik mafsal boyu) göstermektedir ve yaklaşık olarak; $l_p \cong 0.5d$ (d: en kesit yüksekliği) formülü ile ifade edilir, (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 : Plastik mafsal boyu

Betonarme yapı sistemlerinde dönme kapasitesinin değeri aşağıdaki etkenlere bağlıdır.

1. betonarme betonu $\sigma_c - \varepsilon_c$ ve çeliğinin $\sigma_s - \varepsilon_s$ diyagramlarını belirleyen ε_{cu} ve ε_{su} sınır boy değişmeleri,
2. betonarme betonun ε_{cu} sınır boy değişmesini etkileyen, sargı donatısı miktarı, şekli ve yerleşim düzeni,
3. Plastik mafsal boyunu etkileyen enkesit boyutları,
4. Eğilme momenti diyagramının şekli.

Çelik yapı sistemlerinde ise, dönme kapasitesi genellikle büyük değerler alabilmektedir. Diğer taraftan, performansa dayanan tasarım ve değerlendirme yöntemlerinde, dönme kapasitesinin belirlenmesinde yapıdan beklenen performans düzeyi de etken olmaktadır.

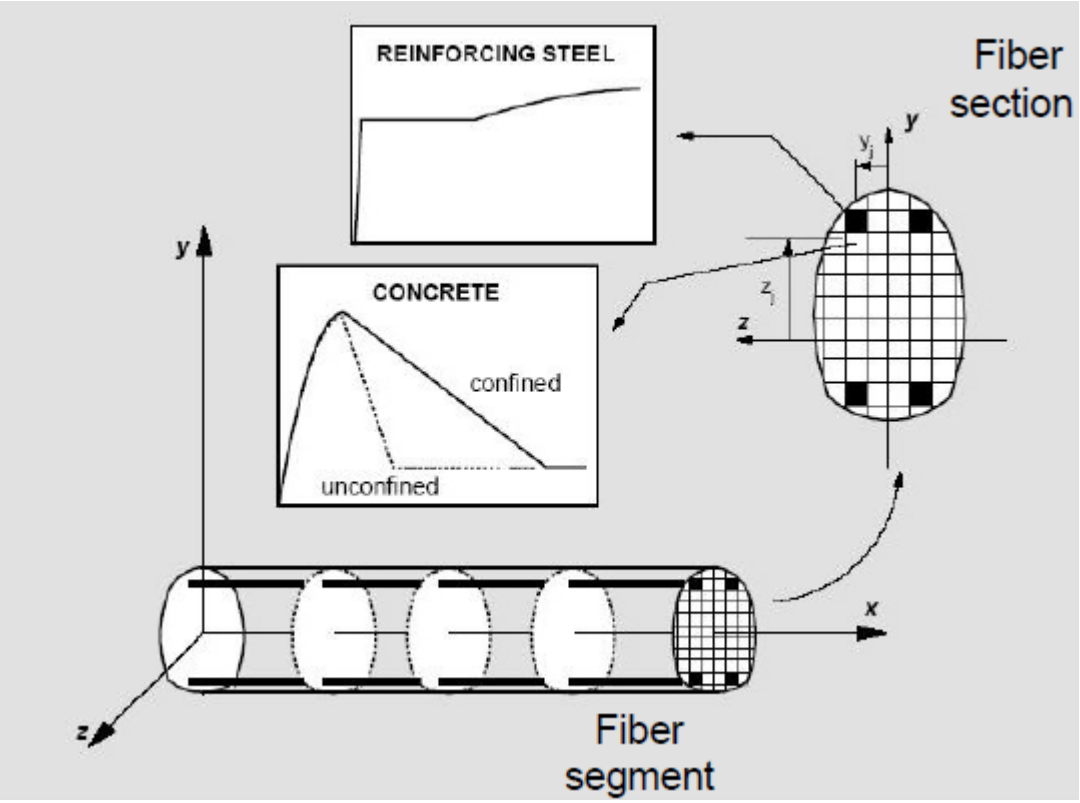
Plastik mafsal hipotezinin esasları:

a. Bir kesitte eğilme momenti artarak M_p plastik moment değerine eşit olunca, o kesitte bir plastik mafsal oluşur. Daha sonra, kesitteki eğilme momenti $M = M_p$ olarak sabit kalır ve kesit serbestçe döner. Plastik mafsaldaki φ_p plastik dönmesi artarak $maks\varphi_p$ dönme kapasitesine erişince, oluşan hasar nedeniyle kesit kullanılamaz duruma gelebilir.

b. Plastik mafsallar arasında sistem doğrusal-elastik olarak davranır.

c. Kesitte eğilme momenti ile birlikte normal kuvvetin de etkimesi halinde, M_p plastik momenti yerine, kesitte N normal kuvvetine bağlı olarak akma koşulundan bulunan indirgenmiş plastik moment (M'_p) değeri esas alınır.

3.3 Lifli (Fiber) Eleman Davranışı



Şekil 3.17 : Lifli eleman davranışı

Lifli mafsallarda, kesitteki her bir lif elemanının gerilme – şekil değiştirme ilişkisi tek doğrultuda alıp $\sigma - \varepsilon$ ile tanımlanmaktadır. Kesitteki her bir lif elemanın her adımdaki gerilme – şekil değiştirme ilişkisinden gerilmeler ve şekildeğiştirmeler toplanıp, plastik mafsal boyuyla çarpılarak kesittin eksenel kuvvet-eksenel deformasyon ve moment – dönme ilişkileri elde edilir.

4. YÜKSEK BİR BETONARME BİNANIN DBYYHY'İNE GÖRE DOĞRUSAL ANALİZİ VE TASARIMI

4.1 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

Eşdeğer deprem yüklemesinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_t, aşağıda gösterilen şekilde hesaplanır.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 IW \qquad \textbf{(4.1)}$$

$A(T)$ spektral ivme katsayısı;

$$A(T) = A_0\, I\, S(T) \qquad \textbf{(4.2)}$$

A_0 etkin yer ivme katsayısı, 1. deprem bölgesi için 0.4, 2.deprem bölgesi için 0.3, 3. deprem bölgesi için 0.2 ve 4. deprem bölgesi için 0.1 değerini almaktadır. I bina önem katsayısı, binanın kullanım amacına göre veya türüne göre 1.5 ile 1.0 arasında değerler almaktadır.

$S(T)$, %5 sönümlü elastik ivme spektrum eğrisinin ordinatı, T değerine karşı gelen, ivme değerini (g yer ivmesi cinsinden) göstermektedir.

$$S(T) = 1 + 1.5\frac{T}{T_A} \qquad (0 \leq T \leq T_A) \qquad \textbf{(4.3)}$$

$$S(T) = 2.5 \qquad (T_A < T \leq T_B) \qquad \textbf{(4.4)}$$

$$S(T) = 2.5\left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \qquad (T_B < T) \qquad \textbf{(4.5)}$$

Çizelge 4.1 : Bina önem katsayısı

Bina Kullanım Amacı veya Türü	*Bina Önem Katsayısı (I)*
1. ***Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar*** **a)** Deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar. **b)** Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. ***İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar*** **a)** Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. **b)** Müzeler	1.4
3. ***İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar*** Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. ***Diğer binalar*** Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

T_A, T_B spektrum karakteristik periyotları olup, yerel zemin sınıfına bağlı olarak değişimi aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 : Spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	T_A *(s)*	T_B*(s)*
Z1	0.10	0.3
Z2	0.15	0.4
Z3	0.15	0.6
Z4	0.20	0.9

R_a, deprem yükü azaltma katsayısı, taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönünde bulundurmak için kullanılır. R_a, deprem yükü azaltma katsayısı doğal titreşim periyodu T'ye ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı R'ye bağlı olarak aşağıda görüldüğü gibi değişmektedir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)\frac{T}{T_A} \qquad (0 \le T \le T_A) \qquad \textbf{(4.6)}$$

$$R_a(T) = R \qquad (T_A < T) \qquad \textbf{(4.7)}$$

Çizelge 4.3 :

Çizelge 4.4 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

Bina Taşıyıcı Sistemi (Yerinde dökme betonarme binalar)	R Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	R Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı	4	8
Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
Deprem yüklerinin tamamının boşluklusuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

$$W = \sum_{i=1}^{N} w_i = \sum_{i=1}^{N} g_i + n\, q_i \qquad \textbf{(4.8)}$$

W binanın deprem yüklerinin hesabında kullanılacak, bina toplam ağırlığını göstermektedir. w_i ise bina katlarının ağırlığını, N ise toplam kat adedini göstermektedir. w_i bina katlarının ağırlığının hesaplanmasında kullanılan g_i, zati yükleri, q_i hareketli yükleri, n ise hareketli yük katılım katsayısını göstermektedir.

Çizelge 4.5 : Hareketli yük katılım katsayısı

Bina Kullanım Amacı	***n***
Depo, antrepo, vb.	0.8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.6
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.3

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

$$F_i = \left(V_t - \Delta F_N\right) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \qquad \textbf{(4.9)}$$

ΔF_N, binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen eşdeğer deprem yükünü, H_i ise binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğini (binada rijit bodrum katları var ise zemin üstünden yüksekliğini) göstermektedir.

$$\Delta F_N = 0.0075\, N\, V_t \qquad \textbf{(4.10)}$$

T_1 binanın doğal titreşim periyodu, aşağıdaki denklemden elde edilen değerden daha büyük olmayacaktır.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \qquad \textbf{(4.11)}$$

i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi}, $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer konularak elde edilebilinir. d_{fi} ise binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştimeleri göstermektedir. T_1 binanın doğal titreşim periyodu, bodrum katlar hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda, $0.1N$'den daha büyük alınmayacaktır.

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta eşdeğer deprem yükleri ek dış merkezlik etkisinin hesaba katılması amacı ile, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır.

Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulama sınırları;

Çizelge 4.6 : Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	***Bina Türü***	***Toplam Yükseklik Sınırı***
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq$ 2.0 koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq$ 25m
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq$ 2.0 koşulunu sağladığı ve ayrıca **B2** türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq$ 40m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq$ 40m

4.2 Mod Birleştirme Yöntemi

Mod birleştirme yönteminde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve göreli kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eş zamanlı olmayan maksimum katkıların istatiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıdaki gibidir:

a) $T_m < T_n$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m / T_n < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için karelerin toplamının kare kökü (SRSS) kuralı uygulanabilir.

b) Yukarıdaki belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için tam karesel birleştirme (CQC) kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda mod birleştirme yöntemine göre elde edilen deprem yükünün, eşdeğer deprem yükü yöntemiyle elde edilen deprem yükünden küçük olması durumunda, mod birleştirme yöntemine göre elde edilen deprem yükü binada A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerinin en az birinin bulunması durumunda eşdeğer deprem yükünün %90'ına, bu düzensizliklerin hiçbirinin bulunmaması durumunda %80'ine eşit olacak şekilde büyütülmelidir.

4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan hesabı için, yapay yollarla üretilen, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir. Yapay yer hareketlerinin kullanılması durumunda, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç deprem yer hareketi üretilecektir.

a) Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.

b) Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması $A_0 g$ 'den daha küçük olmayacaktır.

c) Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1'e göre $0.2\,T_1$ ile $2\,T_1$ arasındaki periyodlar için, tasarım hedef spekturumunun ivme değerlerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabı için kaydedilmiş depremler veya kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılabilir. Bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşullarıda uygun biçimde gözönüne alınmalıdır. Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketlerinin kullanılması durumunda en az üç deprem yer hareketi üretilecek ve bunların tümü yukarıda belirtilen koşulların tümünü sağlamalıdır.

Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

4.4 Yapı Elemanlarının Tasarımı

Daha önceki bölümlerde belirtilen yöntemlerle yapılacak taşıyı sistem hesabında çatlamamış kesite ait kesit rijitlikleri kullanılacaktır. Ancak, kendi düzlemleri içindeki perdelere saplanan kirişlerde ve bağ kirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişlerinde çatlamış kesite ait değerler kullanılabilinir. Bütün deprem bölgelerinde, betonarme elemanların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında ve donatı hesaplarında TS-500'de verilen taşıma gücü yönteminin kullanılması zorunludur.

4.4.1 Kirişlerin tasarımı

Kolonlarla birlikte çerçeve oluşturan veya perdelerle kendi düzlemleri içinde bağlanan kirişlerin en kesit boyutlarına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir.

a. Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. Gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir.

b. Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmayacaktır.

c. Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4'ünden daha fazla olmamalıdır.

d. Kiriş genişliği ve yüksekliği ile ilgili olarak yukarıda belirtilen sınırlamalar, kolonlara mafsallı olarak bağlanan betonarme ya da öngerilmeli prefabrike kirişler, bağ kirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişleri ve çerçeve kirişlerine kolon-kiriş düğüm noktaları dışında saplanan ikincil kirişler için geçerli değildir.

Kiriş olarak boyutlandırılıp donatılacak taşıyıcı sistem elemanlarında, tasarım eksenel basınç kuvvetinin $N_d \le 0.1 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlaması zorunludur. Aksi durumda, bu elemanlar kolon olarak boyutlandırılmalıdır.

Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS-500'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olmayacaktır.

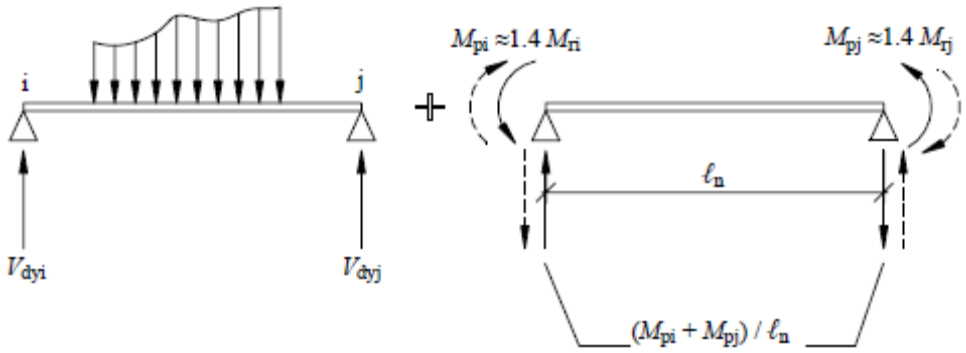
Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde aşağıda gösterildiği gibi hesaplanacaktır.

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n \qquad \textbf{(4.12)}$$

Kiriş uçlarındaki moment kapasiteleri daha net hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınabilir. V_e kesme kuvveti aşağıdaki iki koşuluda sağlamalıdır.

$$V_e \le V_r \qquad \textbf{(4.13)}$$

$$V_e \le 0.22 b_w d f_{cd} \qquad \textbf{(4.14)}$$



Şekil 4.1 : Kiriş tasarım kesme kuvveti

Kiriş enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c, TS-500'e göre belirlenecektir. Kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

4.4.2 Kolonların tasarımı

Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm'den ve enkesit alanı 75000 mm^2 den daha az olmayacaktır. Dairesel kolonların çapı en az 300 mm olacaktır. Kolonun brüt en kesit alanı, N_{dm} düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm} / (0.5\, f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

Etriyeli kolonlarda $N_d > 0.2\, A_c\, f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, aşağıdaki denklemlerden elverişsiz olanı sağlayacak şekilde seçilecektir.

$$A_{sh} \geq 0.30 s\, b_k \left[\left(A_c / A_{ck} \right) - 1 \right] \left(f_{ck} / f_{ywk} \right) \qquad \textbf{(4.15)}$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s\, b_k \left(f_{ck} / f_{ywk} \right) \qquad \textbf{(4.16)}$$

$N_d \leq 0.2\, A_c\, f_{ck}$ olması durumunda, etriyeli ve spiral donatılı kolonların sarılma bölgelerinde, yukarda seçilen etriye ve spiral donatı alanlarının 2/3'ü minimum enine donatı alanı olarak kullanılacaktır.

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerindeki taşıma gücü momentleri toplamından %20 daha büyük olacaktır.

$$(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj}) \qquad \textbf{(4.17)}$$

Ancak düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde $N_d \leq 0.10\, A_c\, f_{ck}$ olması durumunda, tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında ve kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda bu koşulun sağlanıp sağlanılmadığına bakılmayacaktır.

Kolonların enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e, aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$V_e = (M_a + M_ü) / l_n \qquad \textbf{(4.18)}$$

M_a ve $M_ü$, $(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2(M_{ri} + M_{rj})$ koşulunun sağlanmadığı durumlarda;

$M_{pa} \cong 1.4 M_{ra}$ ve $M_{pü} \cong 1.4 M_{rü}$ olarak alınabilir.

Kesme kuvveti, V_e, yük katsayılarıyla çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti, V_d'den daha küçük olmayacak ve aşağıdaki denklemi sağlayacaktır.

$$V_e \leq 0.22\, A_w\, f_{cd} \qquad \textbf{(4.19)}$$

Kolon enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c, TS-500'e göre belirlenecektir. Kolon sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması ve $N_d \leq 0.05\, A_c\, f_{ck}$ koşulunun sağlanması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

4.4.3 Perdelerin tasarımı

Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Özel durumlar dışında, perde gövde bölgesinin kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az, perde başlık bölgesi ise kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır.

H_w, temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20'den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren ölçülen perde yükseklğini, l_w perdenin plandaki uzunluğunu gösterdiği durumuda, $H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulur.

Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20'den fazla küçüldüğü seviyeden itibaren kritik perde yüksekliği, $2l_w$ değerini aşmamak üzere, aşağıda verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde seçilecektir.

$$H_{cr} \geq l_w \qquad \textbf{(4.20)}$$

$$H_{cr} \geq H_w / 6 \qquad \textbf{(4.21)}$$

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınacaktır. Bu tür binalarda kritik perde yüksekliği, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katının yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılacaktır.

Dikdörtgen kesitli perdelerde, yukarıda tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmaycaktır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10'undan ve perde kalınlığından az olmayacaktır.

Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt

enkesit alanının 0.0025'inden az olmayacaktır. $H_w / l_w < 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak gözönüne alınacaktır.

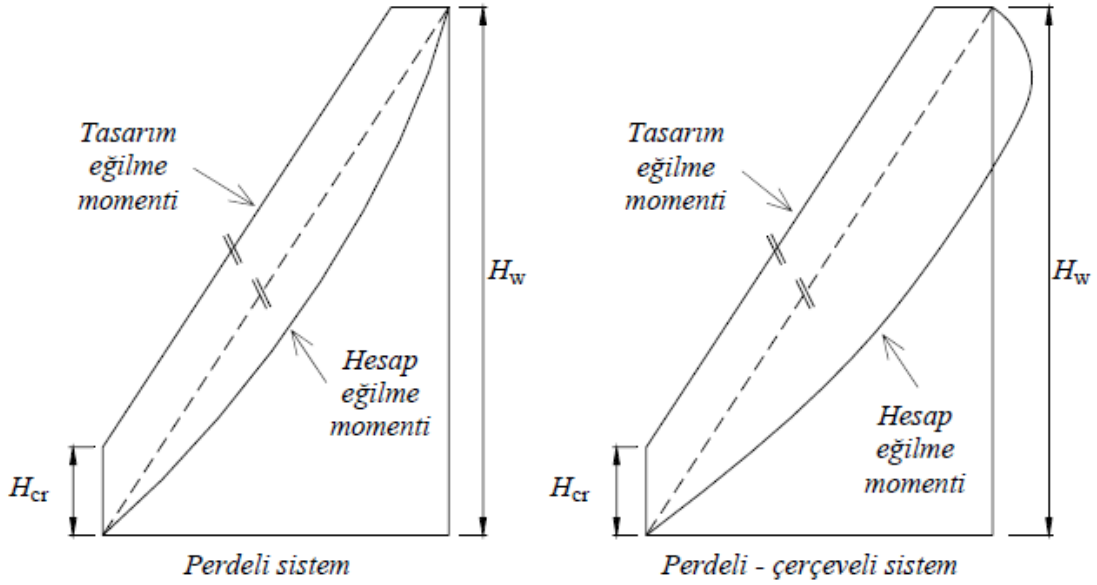
Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.001'den az olmayacaktır. Ancak kritik perde yüksekliği boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılacaktır. Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgelerine, kolonların sarılma bölgeleri için belirtilen, $A_{sh} \geq 0.075 s\, b_k \left(f_{ck} / f_{ywk} \right)$, enine donatının ez az 2/3'ü konulacaktır.

$H_w / l_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde tasarıma esas eğilme momentleri Şekil 4.2'deki gibi alınacaktır.

$H_w / l_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde, gözönüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e, aşağıdaki denklemle belirlenecektir.

$$V_e = \beta_v \frac{\left(M_p\right)_t}{\left(M_d\right)_t} V_d \qquad \textbf{(4.22)}$$

Bu bağıntıda yer alan kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v = 1.5$ alınacaktır. Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, perde tabanındaki pekleşmeli moment kapasitesi olarak $\left(M_p\right)_t \cong 1.4 \left(M_r\right)_t$ alınabilir.



Şekil 4.2 : Perde tasarım eğilme momenti

V_e, tasarım kesme kuvveti aşağıdaki koşulları sağlamak zorundadır.

$$V_e \le V_r \qquad \textbf{(4.23)}$$

$$V_e \le 0.22\, A_{ch}\, f_{cd} \qquad \textbf{(4.24)}$$

Perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r, aşağıda gösterildiği gibi hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch}\left(0.65\, f_{ctd} + \rho_{sh}\, f_{ywd}\right) \qquad \textbf{(4.25)}$$

Gözönüe alınan deprem doğrultusunda, herhangi bir bağ kirişli perde sistemini oluşturan perde parçalarında deprem yüklerinden oluşan taban momentlerinin toplamı, bağ kirişli perde sisteminde deprem yüklerinden oluşan toplam devrilme momentinin 2/3'ünden fazla olmayacaktır. Aksi durumda R katsayısı değiştirilecektir.

5. İSTANBUL YÜKSEK BİNALAR YÖNETMELİĞİNE GÖRE BETONARME YÜKSEK BİR BİNANIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ VE PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Deprem Etkisinin Tanımlanması

5.1.1 Deprem düzeyleri

Yüksek binaların performansa göre tasarımında esas alınacak deprem düzeyleri:

D1 deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilmesi olasılığı fazla olan, göreli olarak sık ancak şiddeti çok yüksek olmayan deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. D1 düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıldır.

D2 deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların servis ömürleri boyunca meydana gelebilmesi olasılığı fazla olmayan, seyrek ancak şiddetli deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. D2 düzeyindeki depremin 50 yılda aşılma olasığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıldır.

D3 deprem düzeyi, yönetmelik kapsamındaki yüksek binaların maruz kalabileceği en şiddetli deprem yer hareketini ifade etmektedir. D3 düzeyindeki bu çok seyrek depremin 50 yılda aşılma olasığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıldır.

5.1.2 Deprem tasarım spektrumları

Referans olarak alınan B ve C zemin sınıfları ara sınırı için, D1, D2 ve D3 deprem düzeyleri için kısa doğal titreşim periyodu (0.2 saniye) ve 1.0 saniyelik doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri S_s ve S_1 değerleri Ek A'da verilmiştir. Aynı doğal titreşim periyodlarına karşı gelen spektral ivme değerleri S_{MS} ve S_{M1}, diğer zemin sınıfları için aşağıda verilen denklemler kullanılarak belirlenecektir.

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad ; \quad S_{M1} = F_v \times S_1 \qquad \textbf{(5.1)}$$

Çizelge 5.1 : Kısa periyod zemin katsayısı F_a

Zemin Sınıfı	***Kısa Periyod Spektral İvmesi (g)[a]***				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s \leq 0.50$	$S_s \leq 0.75$	$S_s \leq 1.0$	$S_s \leq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	-	-	-	-	-

[a] S_s'in ara değerleri için lineer interpolasyon yapılacaktır.
F zemin sınıfı için özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranış analizi yapılacaktır.

Çizelge 5.2 : 1.0 s periyodu zemin katsayısı F_v

Zemin Sınıfı	***1.0 sn Periyodunda Spektral İvme (g)[a]***				
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 \leq 0.20$	$S_1 \leq 0.30$	$S_1 \leq 0.40$	$S_1 \leq 0.50$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	-	-	-	-	-

[a] S_1'in ara değerleri için lineer interpolasyon yapılacaktır.
F zemin sınıfı için özel geoteknik inceleme ve dinamik zemin davranış analizi yapılacaktır.

Deprem tasarım spektrumları;

$$S_{ae}(T) = 0.4 S_{MS} + 0.6 \frac{S_{MS}}{T_0} T \qquad (T_0 \leq T)$$

$$S_{ae}(T) = S_{MS} \qquad (T_0 \leq T \leq T_S)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1}}{T} \qquad (T_S \leq T \leq T_L)$$

$$S_{ae}(T)=\frac{S_{M1}T_L}{T^2} \qquad (T_L \le T) \qquad \textbf{(5.2)}$$

T_0 ve T_S spektrum köşe periyodları olup;

$T_S=\frac{S_{M1}}{S_{MS}}$, $T_0=0.2T_S$ ve uzun periyod bölgesine geçiş periyodu $T_L=12$ s'dir.

5.1.3 Zaman tanım alanında deprem etkisi

Zaman tanım alanında yapılacak analizlerde, aşağıda belirtilen koşullara sahip, her biri birbirine dik iki yatay bileşen ivme kayıdına sahip olmak üzere en az yedi deprem yer hareketi seçilecektir. Deprem yer hareketi simülasyonları ve tasarım spektrumu ile uyumlu olarak üretilmiş yapay deprem yer hareketleri, yeterli sayıda gerçek deprem kaydı bulunamadığı durumlarda kullanılabilinir. Aynı ivme kaydı her iki yatay doğrultu için kullanılamaz.

Her bir deprem yer hareketi takımı için senaryo depremi parametreleri ile uyumlu gerçek bir depremden elde edilmiş ivme kayıtları kullanılacaktır. Senaryo depreminin belirlenmesi için probabilistik deprem tehlikesi ayrıştırılacak ve verilen bir ortalama yinelenme periyodunda yapıyı en çok etkileyecek depremin büyüklüğü, uzaklığı ve standart sapma miktarı belirlenecektir. İstanbul ili için bu ivme kayıtlarının seçiminde yanal atılımlı deprem kaynak mekanizması, $7.0 < M_W < 7.5$ arası deprem moment büyüklüğü, deprem uzaklığı olarak bina konumu ile Ana Marmara Fay Hattı arasındaki en kısa mesafe ve B veya C zemin sınıfı esas alınacaktır.

Doğrusal olmayan analizler spektrum şekline ve yer hareketinin faz özelliklerine bağlı olmaktadır. Bu açıdan spektrum uyumlu olarak üretilmiş yapay deprem yer hareketlerinin faz spektrumunun senaryo depremi parametreleri ile uyumlu gerçek bir depremden elde edilmiş ivme kayıtlarının faz spektrumuna benzemesi gereklidir.

Yapılacak deprem yer hareketi simülasyonları faylanma mekanizması yırtılma özellikleri, deprem kaynağı ve kayıt istasyonu arasındaki ortamın jeolojik yapısını göz önüne alan fiziksel bir modele dayalı olmalıdır. Doğrultu etkilerinin gözönüne alınması amacıyla, bina konumu ile Ana Marmara Fay Hattı arasındaki en kısa mesafenin 15 km'den daha az olduğu durumlarda en az üç deprem yer hareketi takımı simülasyona dayalı olarak belirlenecektir.

Her bir yer hareketi takımından hesaplanan 0 saniye periyodundaki %5 sönümlü spektral genliklerin ortalaması tasarım spektrumunun 0 saniye periyodundaki spektral genliğinden $(0.4S_{MS})$ daha düşük olmamalıdır.

Bir deprem kaydının genliğinin $\pm 0.5g$ 'yi ilk ve son olarak aştığı iki nokta arasında kalan süre, yapının birinci doğal tireşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmamalıdır.

Herbir yatay deprem yer hareketi için, ölçeklendirilmiş yatay bileşenlerin %5 sönüm oranlı spektrumlarının kareleri toplamının kare kökü (SRSS) olarak elde edilen spektrumunun 0.2T ve 1.2T (T = Yapının hakim titreşim periyodu) periyotları arasındaki genlikleri, tasarım spektrumunun aynı periyod aralığındaki genliklerinin 1.3 katından daha az olmayacaktır. Bu kuralın sağlanması için her bir yatay deprem yer hareketi bileşeni aynı oranlarda ölçeklendirilecektir.

Gerekli görülen durumlarda, deprem yer hareketinin düşey bileşenine ilişkin parametreler, bağımsız kontroller kurulu tarafından onaylanmak üzere tanımlanabilir.

5.2 Yüksek Binalar için Tanımlanan Performans Düzeyleri, Performans Bölgeleri ve Performans Hedefleri

5.2.1 Minimum hasar/Kesintisiz kullanım performans düzeyi (MH-KK)

Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi ile hiç yapısal ve yapısal olmayan hasar meydana gelmemesi veya meydana gelecek hasarın çok sınırlı düzeyde olması durumunu tanımlayan performans düzeyidir. Yüksek bina kesintisiz kullanılmaya devam eder veya meydana gelebilecek aksamalar birkaç gün içinde kolayca giderilebilecek düzeyde kalır.

5.2.2 Kontrollu hasar/Can güvenliği performans düzeyi (KH-CG)

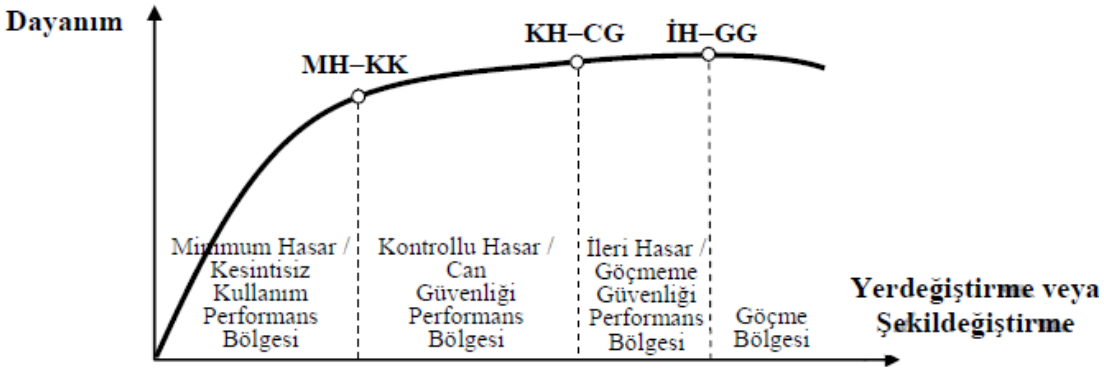
Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında sınırlı ve onarılabilinir düzeyde yapısal ve yapısal olmayan hasarın meydana gelmesine izin verilen performans düzeyidir. Yüksek binanın kullanımında kısa süreli (birkaç hafta veya ay) aksamaların meydana gelmesi normaldir.

5.2.3 İleri hasar/Göçmeme güvenliği performans düzeyi (İH-GG)

Yüksek binalarda ve bunları oluşturan elemanlarda deprem etkisi altında göçme öncesinde meydana gelen ileri derecedeki yaygın hasarı temsil etmektedir. Yüksek binanın kullanımında uzun süreli aksamaların meydana gelmesi, hatta binanın kullanımına son verilmesi mümkündür.

5.2.4 Performans Bölgeleri

Performans düzeyleri arasında "performans bölgeleri" tanımlanır.



Şekil 5.1 : Performans Bölgeleri

5.2.5 Yüksek binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Kullanım bakımından "Normal Sınıf"a giren yüksek binaların (konut, otel, ofis binaları, vb) performanslarının D1 depremi altında "Minimum Hasar/Kesintisiz Kullanım Performans Bölgesi"nde, D2 depremi altında"Kontrollu Hasar/Can Güvenliği Performans Bölgesi"nde ve D3 depremi altında "İleri Hasar/Göçmeme Güvenliği Performans Bölgesi"nde olması öngörülmektedir.

Kullanım bakımından "Özel Sınıf"a giren yüksek binaların (sağlık, eğitim, kamu yönetim binaları, vb) performanslarının ise D2 depremi altında "Minimum Hasar/Kesintisiz Kullanım Hasar Bölgesi"nde ve D3 depremi altında "Kontrollu Hasar/Can Güvenliği Performans Bölgesi"nde olması öngörülmektedir.

Çizelge 5.3 : Çeşitli deprem düzeylerinde yüksek binalar için hedeflenen minimum performans bölgeleri

Kullanım bakımından bina sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Normal sınıf binalar: Konut, otel, ofis binaları vb.	MH-KK	KH-CG	İH-GG
Özel sınıf binalar: Sağlık, eğitim, kamu, yönetim binaları vb.	-	MH-KK	KH-CG

5.3 Yüksek Binalarda için Analiz Yöntemleri ve Performansa Göre Deprem Tasarımı Aşamaları

5.3.1 Yüksek binalarda için analiz yöntemleri

Yüksek binalar için tasarım aşamalarında yapılması öngörülen doğrusal elastik analizlerde Mod Birleştirme Yöntemi kullanılacaktır. Sönüm oranının $\xi = 0.05$ olarak varsayılacağı bu analizlerde, ikinci mertebe (P - Δ) etkileri sistem rijitlik matrisinde gözönüne alınacaktır.

Her doğrultuda her bir kat için aşağıdaki şekilde hesaplanacak modal kat kesme kuvvetine göre, Mod Birleştirme Yöntemi'nde hesaba katılacak yeterli mod sayısı belirlenecektir.

$$V_{xin} = M_{xin} S_{aen} \qquad \textbf{(5.3)}$$

S_{aen}, n'inci moda ait spektral ivmeyi, M_{xin} ise gözönüne alınan x doğrultusundaki depremde n'inci modda i'inci katta aynı doğrultuda meydana gelen kat kesme kuvvetine ilişkin etkin kütleyi göstermektedir.

$$M_{xin} = \Gamma_{xn} \sum_{j=1}^{N} m_j \Phi_{xjn} \qquad \textbf{(5.4)}$$

Φ_{xjn} n'inci modda j'inci katın kütle merkezinin x doğrultusundaki mod şekli genliğini, m_j, j'inci katın kütlesini, N toplam kat sayısını, Γ_{xn} ise x doğrultusundaki deprem için n'inci moda ait modal katkı çarpanını göstermektedir.

$$\Gamma_{xn} = \frac{\sum_{j=1}^{N} m_j \Phi_{xjn}}{\sum_{j=1}^{N} m_j \Phi_{xjn}^2 + m_j \Phi_{yjn}^2 + m_{\theta j} \Phi_{\theta jn}^2} \qquad \textbf{(5.5)}$$

Tasarım aşamalarında yapılması öngörülen doğrusal olmayan analizlerde, Zaman Tanım Alanında Doğrudan Entegrasyon Yöntemi kullanılacaktır. Sönüm oranının $\xi = 0.05$ olarak varsayılacağı bu analizlerde, ikinci mertebe (P - Δ) etkileri sistem rijitlik matrisinde gözönüne alınacaktır.

Yüksek binaların doğrusal veya doğrusal olmayan dinamik analizlerinde kat kütlelerinin hesabı için, Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n, aşağıdaki şekilde tanımlanacaktır, ancak 0.3'den daha büyük alınmayacaktır.

$$n = 0.01(50 - n) \qquad N \le 40 \qquad \textbf{(5.6)}$$

$$n = 0.10 \qquad N > 40 \qquad \textbf{(5.7)}$$

Taşıyıcı sistemin özelliklerine bağlı olarak, bağımsız kotrol kurulu tarafından gerekli görülen durumlarda düşey doğrultudaki deprem etkiside gözönüne alınabilir.

Doğrusal olmayan analizlerde en az yedi deprem yer hareketi takımı kullanılacak, birbirine dik iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sisteme aynı anda (simültane olarak) etki ettirilecektir. Tasarıma esas deprem istemleri, analizlerden (en az yedi analiz) elde edilen sonuçların ortalaması olarak hesaplanacaktır.

Doğrusal analizde çubuk sonlu elemanlar ile, doğrusal olmayan (nonlineer) analizde ise yığılı plastisite yaklaşımı çerçevesinde plastik kesitlerin (plastik mafsallar) tanımlandığı çubuk sonlu elemanlar ile veya yayılı plastisite yaklaşımı çerçevesinde lif elemanları ile, çerçeve elemanları modellenebilir. Plastik mafsal boyunun belirlenmesi için literatürden belirlenecek veya bağımsız kontrol makamınca uygun görülecek bir ampirik bağıntıdan yararlanılabilinir.

Betonarme perde ve perde elemanlarının modellenmesi, doğrusal analizde kabuk sonlu elemanlar ile, doğrusal olmayan analizde ise yayılı plastisite yaklaşımı çerçevesinde lif elemanları veya bağımsız kontrol makamının onayı ile alternatif modelleme yaklaşımları kullanılabilinir.

Betonarme çubuk olarak idealleştirilen çerçeve elemanlarında çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılacaktır. Tasarım aşaması I-A 'da DBYBHY (2007) 'inde verilen;

Kirişlerde; $(EI)_e = 0.4(EI)_0$

Kolon ve perdelerde; $N_d /(A_c f_{cm}) \le 0.10$ olması durumunda, $(EI)_e = 0.4(EI)_0$

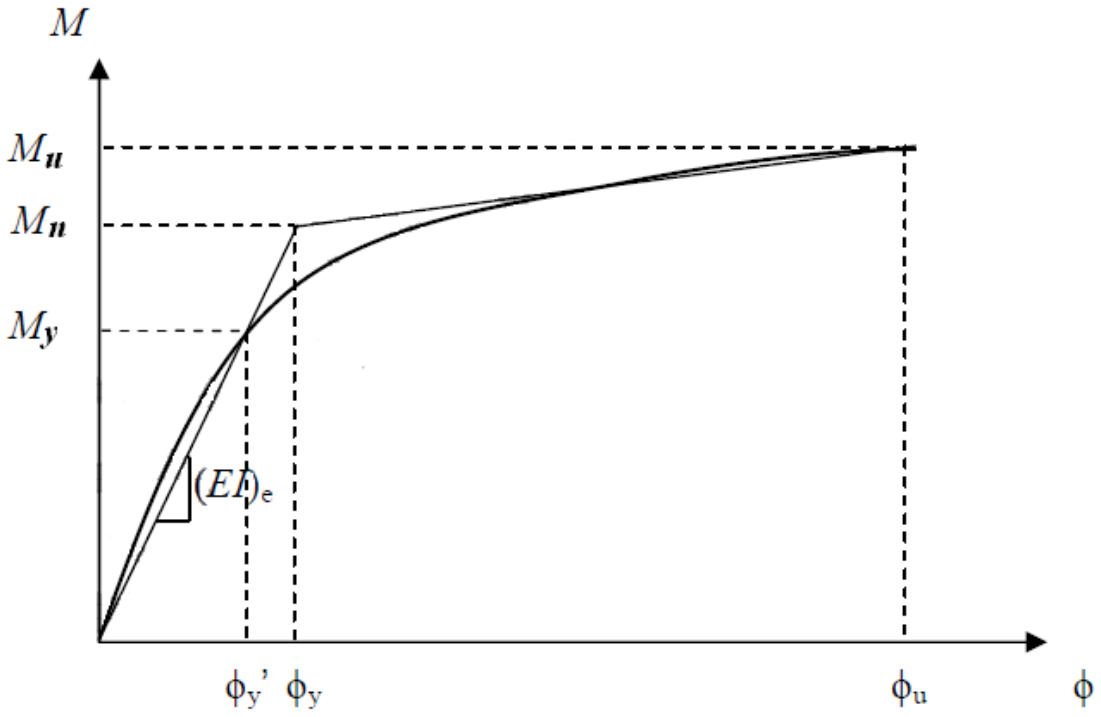
$N_d /(A_c f_{cm}) \ge 0.4$ olması durumunda, $(EI)_e = 0.8(EI)_0$

N_d, deprem hesabında ele alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin gözönüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_0$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabıyla belirlenecektir.

Diğer tasarım ve gerçelleme aşamalarında ise etkin eğilme rijitliği, kesidin moment-eğrilik bağıntısından aşağıdaki şekilde elde edilecektir.

$$(EI)_e = \frac{M_y}{\phi'_y} = \frac{M_N}{\phi_y} \qquad \textbf{(5.8)}$$

M_y, kesitteki ilk akma durumunu ifade etmektedir. Bu durumdaki eğrilik ϕ'_y, betonun birim şekildeğiştirmesinin 0.002 değerine veya donatının birim şekildeğiştirmesinin akma birim şekildeğiştirmesine (hangisi daha önce olursa) erişmesine karşı gelir. Etkin eğrilik ϕ_y'ye karşı gelen etkin plastik moment M_N, beton basınç birim şekildeğiştirmesi 0.004 ve donatı birim şekildeğiştirmesi 0.015 alınarak hesaplanır. Kolonların moment dayanımlarının hesabında, sadece düşey yüklerden meydana gelen eksenel kuvvetler kullanılabilir.



Şekil 5.2 : Etkin eğilme rijitliğinin alınacağı moment-eğrilik bağıntısı

Yüksek binalarda C70'den daha yüksek dayanımı olan betonlar kullanılması için bağımsız kontrol makamının onayı gereklidir.

Ön boyutlama aşamasında beton, donatı çeliği ve yapı çeliği için tasarım dayanımları, ilgili karakteristik dayanımların (f_k) malzeme güvenlik katsayılarına bölünmesi ile tanımlanır. Diğer gerçelleme ve tasarım aşamalarında ise, tasarım dayanımı olarak "ortalama dayanım- (f_c)" değerleri kullanılacak, malzeme güvenlik katsayıları gözönüne alınmayacaktır.

Beton için; $f_{ce} = 1.30 f_{ck}$ **(5.9)**

Donatı çeliği için; $f_{ye} = 1.17 f_{yk}$ **(5.10)**

Çubuk elemanlarda plastik kesitlerin (plastik mafsalların) doğrusal olmayan histeretik bağıntılarında iskelet eğrileri iki doğrulu alınabilir. Histeretik davranışta rijitlik ve dayanım azalması etkisi, yeni yapılan yüksek binalarda ihmal edilebilir.

Düşey taşıyıcı sistem elemanlarının yatay rijitliklerinde ani değişimlerin (özellikle aşağıya doğru ani artışların) bulunduğu kat yatay düzlemlerinde, yeterli düzlem içi

rijitliğe ve dayanıma sahip "aktarma (transfer) katları"nın oluşturulmasına özen gösterilecek.

Temel ve bodrum çevresindeki zemin ortamının rijitliği, bağımsız kontrol makamınca uygun görülen idealleştirme yöntemleriyle gözönüne alınacaktır. Tasarım Aşaması (I-B) ve Tasarım Aşaması (III)'de zemin-temel sisteminin doğrusal olmayan davranışı gözönüne alınabilir.

5.3.2 Tasarım aşaması I-A

Kontrollu Hasar/Can Güvenliği hedef performansı için ön boyutlama amaçlı bu tasarım aşamasında, D2 düzeyindeki deprem etkisi altında "Dayanıma Göre Tasarım" yaklaşımı ile DBYBHY 'inde belirtilen azaltılmış deprem yükleri altında doğrusal elastik analiz ve ön tasarım yapılacaktır.

Tüm binalarda, süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler kullanılacaktır. Bunlar betonarme sistemler için;

a. Deprem yüklerinin bağ kirişli betonarme perdelerle taşındığı bina taşıyıcı sistemleri,

b. Deprem yüklerinin tüp veya içiçe tüp şeklinde düzenlenen rijit düğüm noktalı betonarme çerçeveler tarafından taşındığı bina taşıyıcı sistemleri,

c. Deprem yüklerinin boşluksuz veya bağ kirişli betonarme perdelerle birlikte rijit düğüm noktalı betonarme çerçeveler tarafından birlikte taşındığı bina taşıyıcı sistemleri,

d. Deprem davranışının yukarıdakilere eşdeğer olduğu bağımsız kontrol makamı tarafından onaylanan diğer taşıyıcı bina sistemleri,

Yukarıda tanımlanan yüksek bina taşıyıcı sistemlerin ön tasarımında, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R \leq 7$ alınacaktır. d maddesinde yer alan taşıyıcı sistem için R katsayısı tasarım mühendisinin önerisi ile bağımsız kontrol makamı tarafından onaylanacaktır.

Kullanılan R katsayısından bağımsız olarak, ön tasarımda gözönüne alınacak taban kesme kuvveti, aşağıda belirtilen değerden daha az olamaz.

$$V_{t,\min} = 0.04 S_{MS(D2)} W \qquad \textbf{(5.11)}$$

$S_{MS(D2)}$, (D2) düzeyindeki deprem için tanımlanan kısa periyod spektral ivmesini, W ise binanın kütlesine karşı gelen ağırlığını göstermektedir.

Düşey konsol veya konsola yakın çalışan betonarme perdelerin kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı, $\beta_v = 2$ alınacaktır.

5.3.3 Tasarım aşaması I-B

Tasarım Aşaması (I – A)'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında "Dayanıma Göre Tasarım" yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin tasarımı, yine aynı depremin etkisi altında "Kontrollu Hasar/Can Güvenliği" hedef performansı için doğrusal olmayan analiz ile yapılacaktır. Bu analizde ek dış merkezlik etkileri gözönüne alınmayabilir.

Her katta, her bir düşey taşıyıcı elemanın göreli kat ötelemesi oranı (göreli kat ötelemesinin kat yüksekliğine oranı) 0.025 değerini aşamayacaktır.

Betonarme kesitler için, sargı donatısı içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesinin üst sınırları aşağıda verilmiştir.

$\varepsilon_{cg} = 0.0135 \quad ; \quad \varepsilon_s = 0.04$

Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesme kuvveti kapasiteleri, ortalama dayanımlar esas alınarak DBYBHY(2007)'ine göre hesaplanacaktır.

5.3.4 Tasarım aşaması II

Tasarım Aşaması (I – A)'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında "Dayanıma Göre Tasarım" yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan ve Tasarım Aşaması (I – B)'de yine aynı depremin etkisi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemi, (D1) düzeyindeki depremin etkisi altında "Minimum Hasar/Kesintisi Kullanım" hedef performansı için doğrusal analiz yapılacaktır. Bu analizde ek dış merkezlik etkileri gözönüne alınmayabilir.

Gerçellemeye esas iç kuvvetler, taşıyıcı sistemin türüne bakılmaksızın lineer elastik analizden elde edilen iç kuvvetlerin $R_a = 1.5$ katsayısına bölünmesi ile elde edilecektir. Her katta, her bir doğrultuda her bir düşey taşıyıcı elemanın göreli kat

ötelemesi oranı 0.01 değerini aşmayacaktır. Bu kuvvetlerin ortalama dayanımları esas alınarak hesaplanan kesit taşıma güçlerini aşıp aşmadığı kontrol edilecektir.

5.3.5 Tasarım aşaması III

Tasarım Aşaması (I – A)'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında "Dayanıma Göre Tasarım" yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan ve Tasarım Aşaması (I – B)'de yine aynı depremin etkisi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemi, (D3) düzeyindeki depremin etkisi altında "İleri Hasar/Göçmeme Güvenliği" hedef performansı için doğrusal olmayan analiz yapılacaktır. Bu analizde ek dış merkezlik etkileri gözönüne alınmayabilir.

Her katta, her bir düşey taşıyıcı elemanın göreli kat ötelemesi oranı (göreli kat ötelemesinin kat yüksekliğine oranı) 0.035 değerini aşamayacaktır.

Betonarme kesitler için, sargı donatısı içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesinin üst sınırları aşağıda verilmiştir.

$$\varepsilon_{cg} = 0.018 \quad ; \quad \varepsilon_s = 0.06$$

Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesme kuvveti kapasiteleri, ortalama dayanımlar esas alınarak DBYBHY(2007)'ine göre hesaplanacaktır.

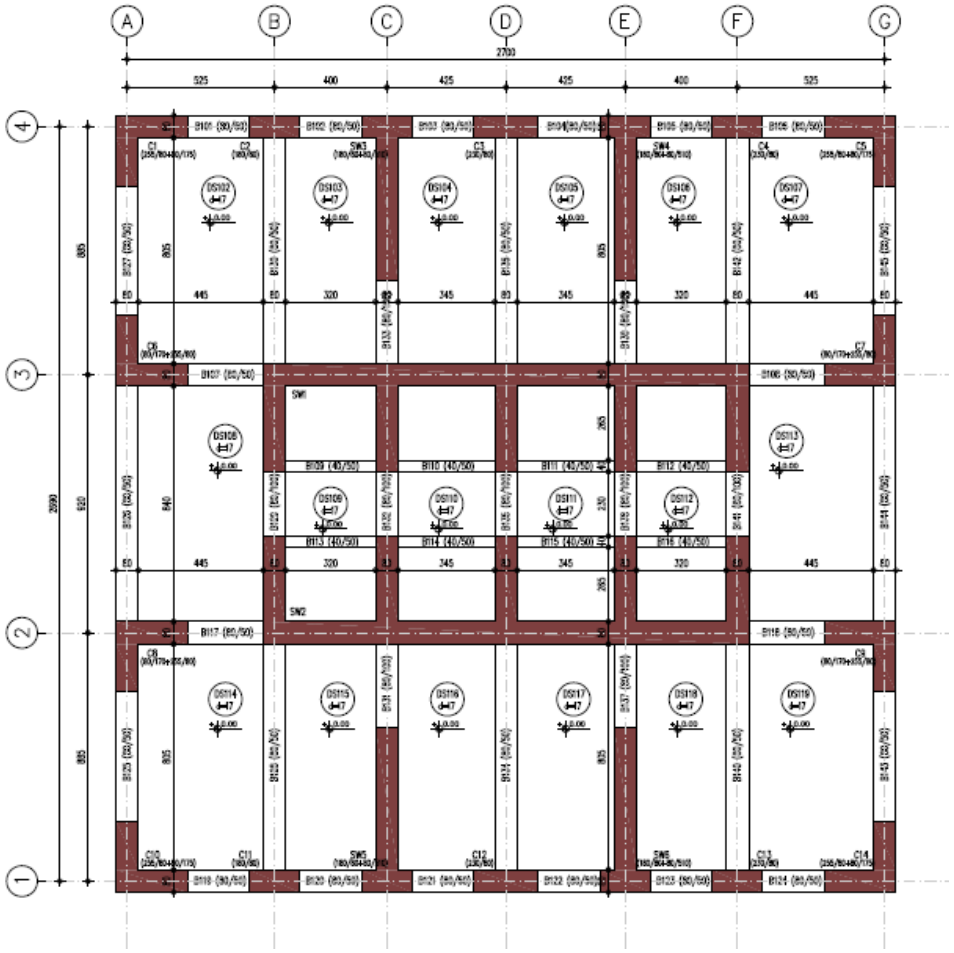
Çizelge 5.4 : Yüksek Binalar için Performansa göre tasarım aşamaları

Tasarım Aşaması	**Tasarım Aşaması I - A**	**Tasarım Aşaması I - B**	**Tasarım Aşaması II**	**Tasarım Aşaması III**
Tasarım Türü	Ön Tasarım (Boyutlama)	Tasarım	Gerçelleme*	Gerçelleme
Deprem Düzeyi	Normal Sınıf Binalarda (D2) Depremi	Normal Sınıf Binalarda (D2) Depremi	Normal Sınıf Binalarda (D1) Depremi	Normal Sınıf Binalarda (D3) Depremi
	Özel Sınıf Binalarda (D3) Depremi	Özel Sınıf Binalarda (D3) Depremi	Özel Sınıf Binalarda (D2) Depremi	
Hedef Performans	Can Güvenliği	Can Güvenliği	Kesintisiz Kullanım	Göçmeme Güvenliği
Analiz Türü	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz (2*7 çözüm ort.)	Mod Birleştirme Yöntemi ile Lineer Üç Boyutlu Analiz	Zaman Tanım Alanında Nonlineer Üç Boyutlu Analiz (2*7 çözüm ort.)
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	R≤7	-	R=1.5	-
Göreli Kat Ötelemesi Oranı Limiti	%2	%2.5	%1	%3.5
Çubuk Elemanlarda Kesit Rijitliği	Etkin rijitlik (DBYBHY 2007'den)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)	Etkin rijitlik (moment-eğrilik eğrisinden)
Dayanım Parametresi	Karakteristik Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım	Ortalama (Expected) Dayanım
Kabul Kriteri	Dayanım-Göreli kat ötelemesi oranı	Birim şekildeğiştirme-Göreli kat ötelemesi oranı	Dayanım-Göreli kat ötelemesi oranı	Birim şekildeğiştirme-Göreli kat ötelemesi oranı

6. ÖRNEK ÇALIŞMA

6.1 Genel Yapı Bilgileri

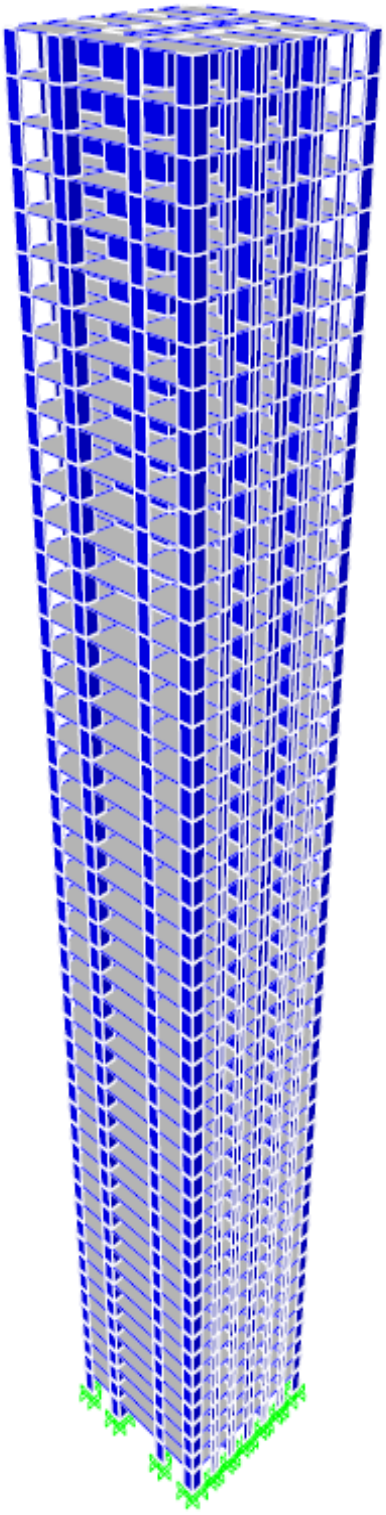
Bu örnek çalışmada ele alınacak yapı, betonarme yüksek bir yapıdır. Yapının yüksekliği 188.75 metre olup, 50 kattan meydana gelmektedir. Binanın kullanım amacı konut olarak düşünülmüştür. Kat yükseklikleri ilk katta 5metre olup, diğer katlarda 3.75 metredir. Yapının plandaki uzunlukları X doğrultusunda 27.8 metre, Y doğrultusunda ise 27.7 metredir.



Şekil 6.1 : Kalıp Planı

Yapı X-X ve Y-Y doğrultusunda simetriktir. Yapıda hesap kolaylığı düşünülerekden, asansör, merdiven veya yapısal boşluk bırakılmamıştır. Yapının modellenmesi 3

boyutlu yapılıp, elemanların betonarme hesapları yapılırken simetriden dolayı sistemin dörtte biri ile çalışılmıştır.

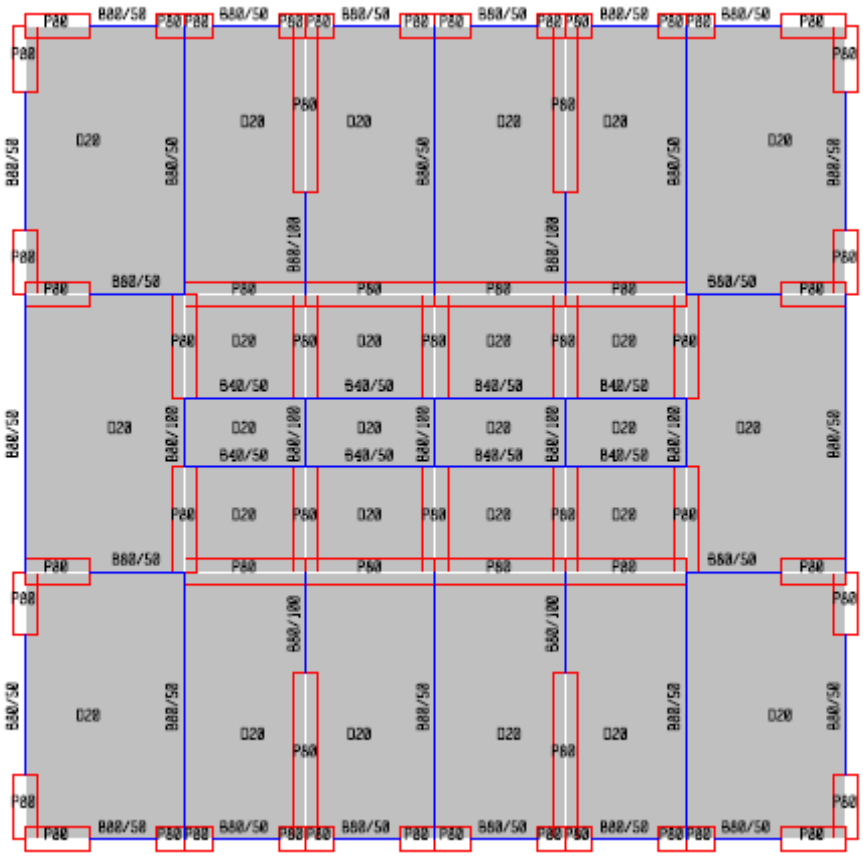


Şekil 6.2 : 3D Model

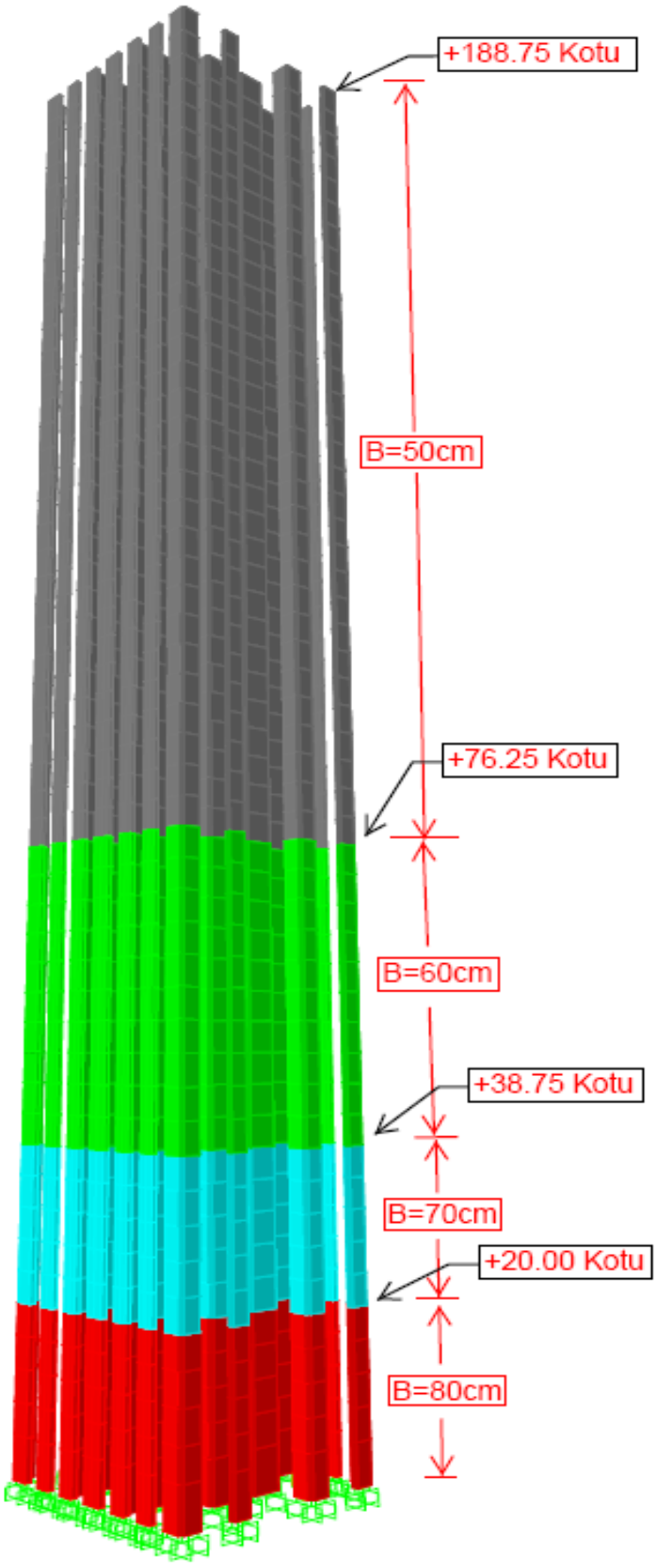
6.1.1 Yapı taşıyıcı sistemi

Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan elemanların her biri, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlilikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunacak şekilde dizayn edildi. Yapının düşey taşıyıcı sistemi, 2-3 ve B-F eksenleri arasındaki çekirdek perde sistemden ve 1 ve 4 akslarındaki sık yerleştirilmiş tüp kolon sistemden meydana gelmektedir. Yapının döşeme sistemi betonarme kirişli plak sistem olup döşeme kalınlığı 20 cm olarak tasarlanmıştır. Döşemeye gelen yüklerin binanın düşey taşıyıcı sistemlerine aktarımı betonarme kirişlerle sağlanmaktadır.

Düşey taşıyıcıların kalınlığı ilk beş katta 80 cm (+20.00m kotuna kadar), sonraki beş katta 70 cm (+38.75m kotuna kadar), sonraki 10 katta 60 cm (+76.25m kotuna kadar), geriya kalan 30 katta 50 cm (+188.75m kotuna kadar) olarak belirlenmiştir, Şekil 6.4. Kirişlerin genişlikleri bağlandıkları perdenin kalınlığına göre değişmekde olup, yükseklikleri 50 cm ve 100 cm olarak değişmektedir. Oluşturulan matematik modeldeki elemanların boyutları Şekil 6.3' de görülmektedir.



Şekil 6.3 : Eleman Boyutları



Şekil 6.4 : Perde Boyut

6.1.2 Malzeme karakteristikleri

Beton sınıfı (tüm elemanlarda), 28 günlük silindirik basınç dayını 50MPa olan beton seçilmiştir.

C50;

$f_{ck} = 50MPa$

$f_{ctk} = 0.35\sqrt{f_{ck}}\,(MPa) = 0.35\sqrt{50} = 2.5MPa$

E_c (Elastisite Modulü) = 37GPa

Beton güvenlik katsayısı $\gamma_{mc} = 1.50$ alınır ise dizayn değerleri;

$$f_{cd} = \frac{50MPa}{1.5} = 33.3MPa$$

$$f_{ctd} = \frac{2.5\,MPa}{1.5} = 1.6MPa$$

Donatı çeliği (yatay ve düşey tüm donatı çelikleri); minimum akma dayanımı 420 MPa, minimum kopma dayanımı 550 MPa ve minimum kopma uzaması %10 olan S420'dır.

S420;

$f_{yk} = 420MPa$

$f_{su} = 550MPa$

E_s (Elastisite Modulü) = 210GPa

Donatı çeliği güvenlik katsayısı $\gamma_{mc} = 1.15$ alınır ise dizayn değerleri;

$$f_{cd} = \frac{420MPa}{1.15} = 365\,MPa$$

6.1.2.1 Sargılı ve sargısız beton modelleri

Sargılı betonda beton basınç gerilmesi f_c, basınç birim şekildeğiştirmesi ε_c'nin fonksiyonu olarak aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir.

$$f_c = \frac{f_{cc}\, x\, r}{r - 1 + x^r} \qquad \textbf{(6.1)}$$

Sargılı beton dayanımı ile sargısız beton dayanımı (f_{co}) arasındaki ilişki;

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \qquad \textbf{(6.2)}$$

Etkili sargılama basıncı f_e, dikdörtgen kesitlerde birbirine dik iki doğrultunun ortalaması olarak alınmıştır.

$$f_{ex} = k_e\, \rho_x\, f_{yw} \;\; ; \;\; f_{ey} = k_e\, \rho_y\, f_{yw} \qquad \textbf{(6.3)}$$

$$\lambda_c = 2.254\sqrt{1 + 7.94\frac{f_e}{f_{co}}} - 2\frac{f_e}{f_{co}} - 1.254 \qquad \textbf{(6.4)}$$

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6 b_0 h_0}\right)\left(1 - \frac{s}{2b_0}\right)\left(1 - \frac{s}{2h_0}\right)\left(1 - \frac{A_s}{b_0 h_0}\right)^{-1} \qquad \textbf{(6.5)}$$

6.3 denkleminde f_{yw} enine donatının akma dayanımını, ρ_x, ρ_y ilgili doğrultulardaki enine donatıların hacımsal oranlarını, k_e sargılama etkinlik katsayısını göstermektedir.

6.5 denklemindeki a_i kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, b_0 ve h_0 göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını, s düşey doğrultuda etriyelerin eksenleri arasındaki aralığı, A_s ise boyuna donatı alanını göstermektedir.

6.1 denklemindeki normalize edilmiş beton birim şekildeğiştirmesi x ile r değişkenine ilişkin bağıntılar;

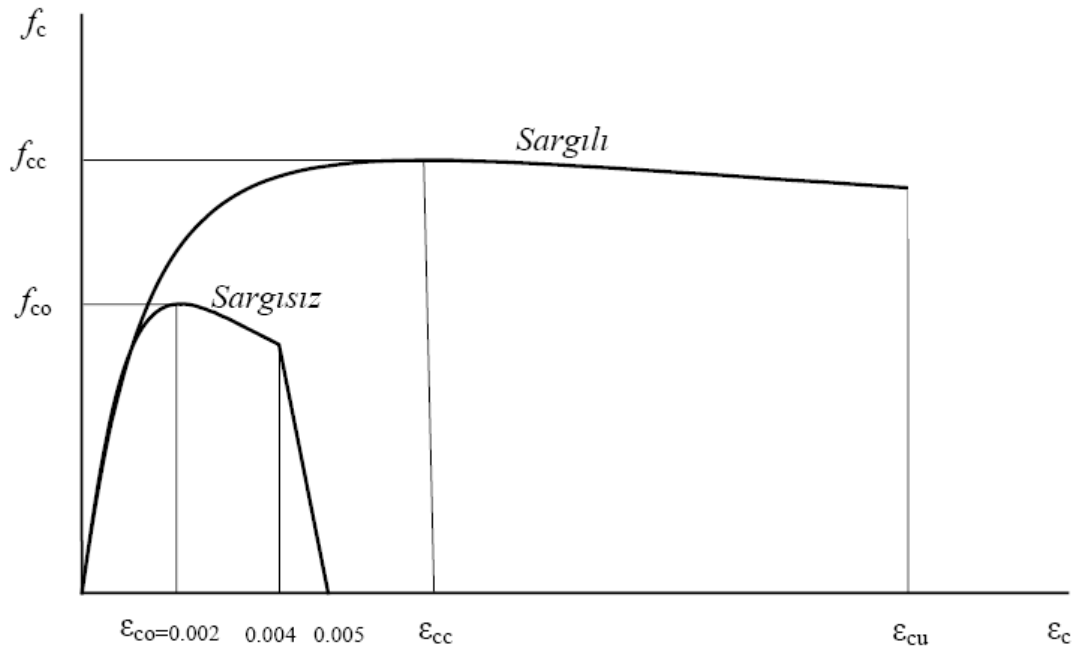
$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad ; \quad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co}\left[1 + 5\left(\lambda_c - 1\right)\right] \quad ; \quad \varepsilon_{co} \cong 0.002 \qquad \textbf{(6.6)}$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{\sec}} \quad ; \quad E_c \cong 5000\sqrt{f_{co}}\,[MPa] \quad ; \quad E_{\sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \qquad \textbf{(6.7)}$$

Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi ;

$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4\rho_s f_{yw} \varepsilon_{su}}{f_{cc}} \qquad \textbf{(6.8)}$$

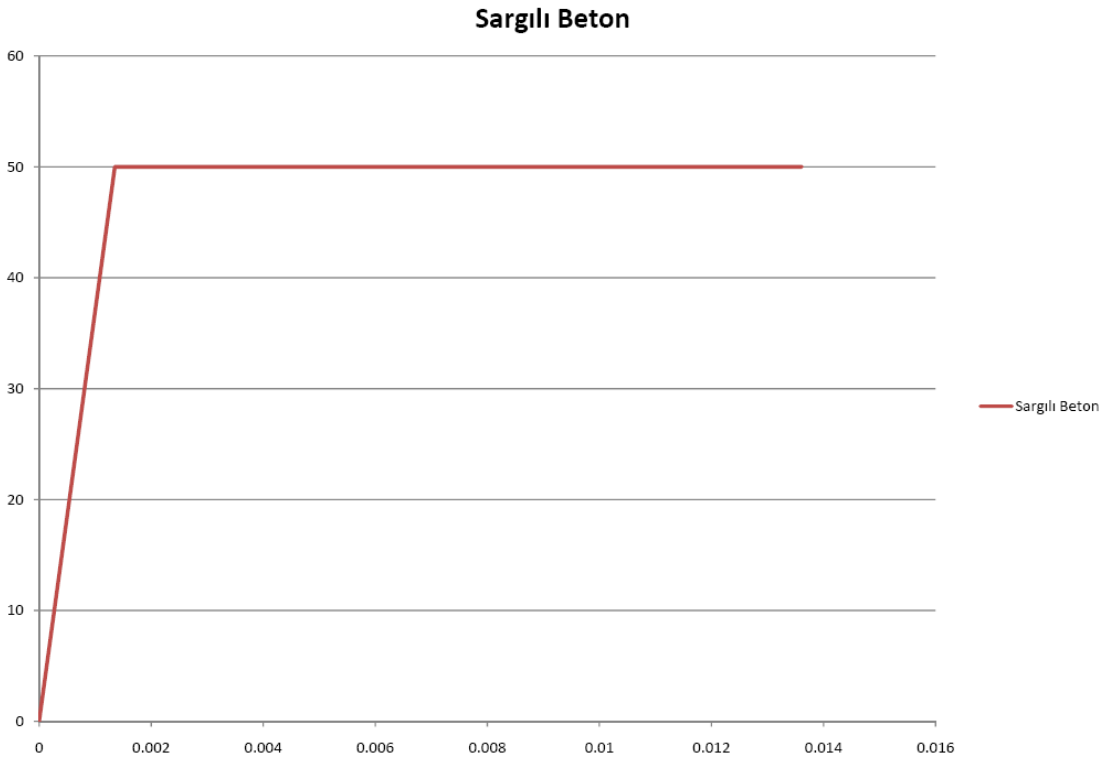
Toplam enine donatının hacımsal oranı ρ_s (dikdörtgen kesitlerde $\rho_s = \rho_x + \rho_y$), ε_{su} enine donatı çeliğinde maksimum gerilme altındaki birim uzama şekildeğiştrirmesini göstermektedir.



Şekil 6.5 : Beton modelleri

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda, sargı donatısının etkisiyle artan beton basınç dayanımını ihmal ederek sargının betona sağladığı ilave kısalma şekildeğiştirmeleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu kabulun sonucunda sargılı beton malzemesi Şekil 6.6' da gösterildiği gibi idealleştirilmiştir.

Sargısız betonunun idealleştirilmesi, sargılı beton gibi olmakla beraber sargısız betonun maksimum kısalma şekildeğiştirmesi $\varepsilon_{cu} \cong 0.004$ ile sınırlandırılmaktadır.



Şekil 6.6 : İdealleştirilmiş Beton Modeli

6.1.2.2 Donatı çeliği modeli

Doğrusal olmayan hesap yöntemlerinde kullanılacak donatı çeliği modeli aşağıdaki fonksiyonlarla ifade edilmektedir.

$$f_s = E_s\,\varepsilon_s \qquad (\varepsilon_s \le \varepsilon_{sy})$$

$$f_s = f_{sy} \qquad (\varepsilon_{sy} < \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh}) \qquad \textbf{(6.9)}$$

$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy})\frac{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_s)^2}{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh})^2} \qquad (\varepsilon_{sh} < \varepsilon_s \le \varepsilon_{su})$$

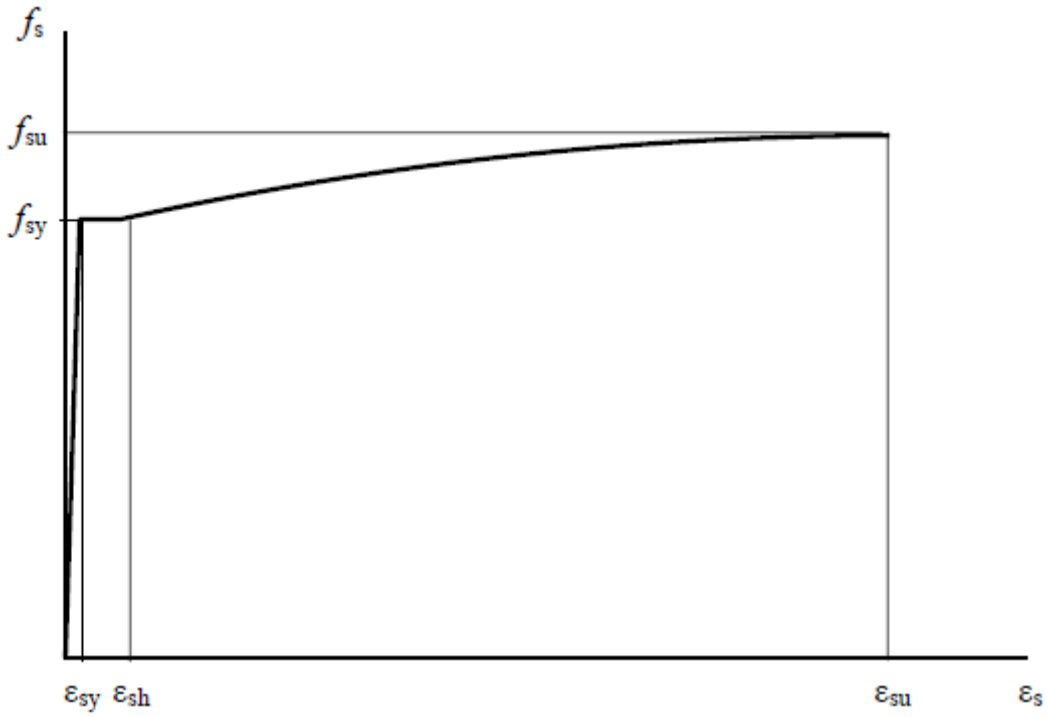
S420 kalitesindeki donatı çeliği için;

$\varepsilon_{sy} = 0.0021$

$\varepsilon_{sh} = 0.008$

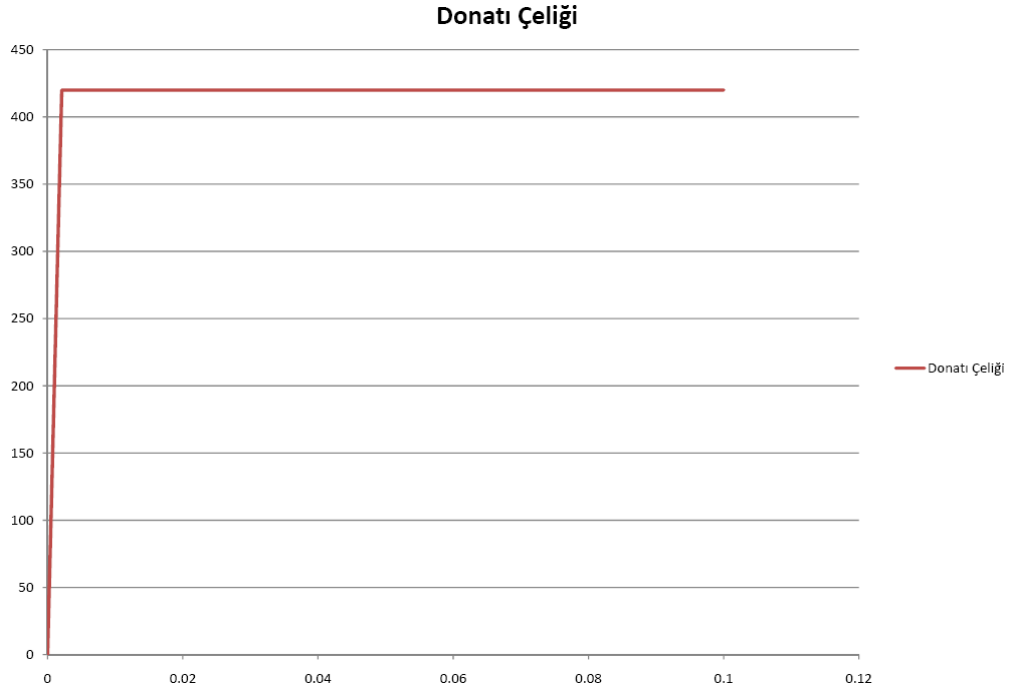
$\varepsilon_{su} = 0.10$

$f_{sy} = 420MPa \qquad ; \qquad f_{su} = 550MPa$



Şekil 6.7 : Donatı Çeliği Modeli

Doğrusal olmayan hesap yöntemlerinde kullanılan programların analiz esnasında sorun çıkarmamasını sağlamak ve analiz sonuçlarını basitleştirmek için donatı çeliği modeli aşağıda gösterildiği gibi basitleştirilmiştir.



Şekil 6.8 : İdealleştirilmiş Donatı Çeliği Modeli

6.1.3 Zemin karakteristikleri

Yapının inşa edileceği zemin killi bir yapı içermektedir. Zeminin karakteristik değerleri aşağıdaki gibidir.

Standart penetrasyon değeri= 10 (N/30)

Serbest basınç değeri =125 kPa

Kayma dalgası hızı= 245 m/s

Yukarıda belirtilen zemin karakteristik değerleri doğrultusunda, DBYYHY'nin 6.2. bölümünün 6.1 nolu tablosuna göre zemin grubu "C" zemin grubudur.

6.1.4 Deprem parametreleri

IYBDY'inde tanımlanan D1,D2 ve D3 deprem düzeyleri için kısa doğal titreşim periyodu (0.2 saniye) ve 1.0 saniyelik doğal titreşim periyoduna karşılık gelen yatay deprem spektral ivme değerleri (sırasıy ile S_s ve S_1), referans olarak alınan B ve C zemin sınıfları için Ekler bölümünde renk skalası olarak verilmiştir. Bu tablolardan yola çıkarak bulunan değerler Çizelge 6.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1 : D1,D2 ve D3 deprem düzeyleri için spektral ivme değerleri

Tasarım Depremi	***Ortalama Dönüş Periyotu-Aşılma Olasılığı***	***S_s=0.2 s Spektral İvme***	***S_s=1.0 s Spektral İvme***
D1-Depremi	72yıl - 50 yılda %50	0.35	0.16
D2-Depremi	475yıl - 50 yılda %10	0.95	0.40
D3-Depremi	2475yıl - 50 yılda %2	1.35	0.65

D1, D2 ve D3 deprem düzeyleri için, yapının inşa edileceği zeminin "C" zemin grubuna girdiğini göz önünde bulundurularak elde edilen S_{MS} ve S_{M1} değerleri Çizelge 6.2'de gösterilmiştir.

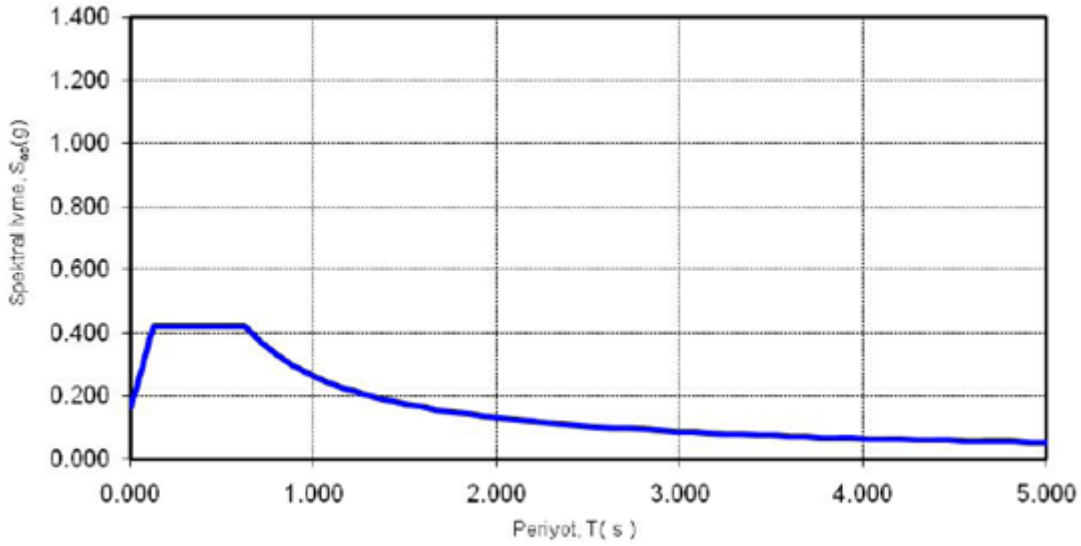
Çizelge 6.2 : S_{MS} ve S_{M1} Spektral İvme Değerleri

Tasarım Depremi	*"C" Zemin Grubu için Spektral İvme Değerleri*					
	F_a	F_v	S_s	S_1	S_{Ms}	S_{M1}
D1-Depremi	1.20	1.64	0.35	0.16	0.42	0.26
D2-Depremi	1.02	1.40	0.95	0.40	0.97	0.56
D3-Depremi	1.00	1.30	1.35	0.65	1.35	0.85

Bu tablolardan elde edilen Spektrum grafikleri;

D1

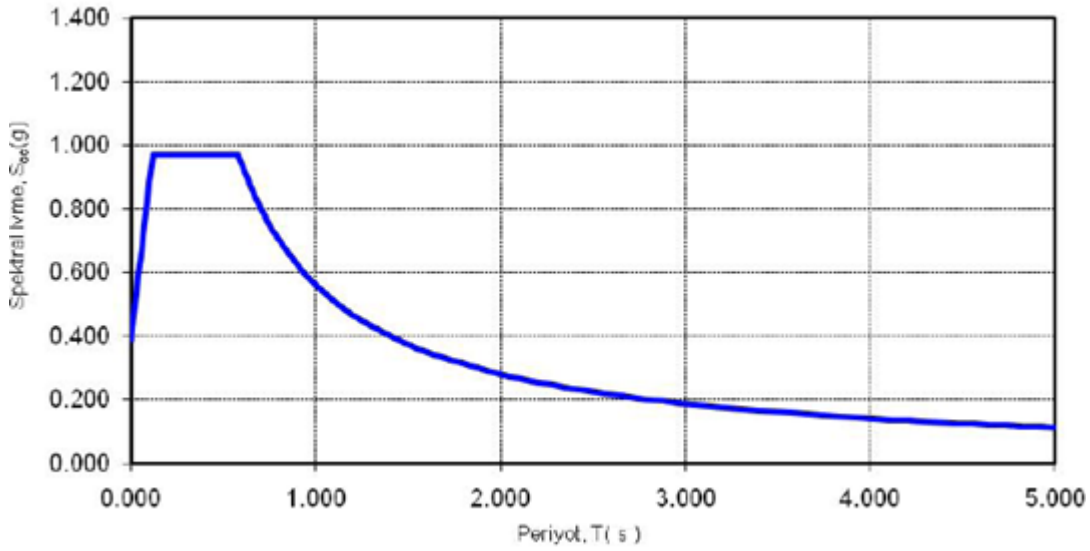
$$T_s = \frac{S_{MS}}{S_{MS}} = \frac{0.26}{0.42} = 0.62s \quad ; \quad T_0 = 0.2T_s = 0.2 \times 0.62 = 0.124s \qquad \textbf{(6.10)}$$



Şekil 6.9 : D1-Depremi Spektrumu

D2

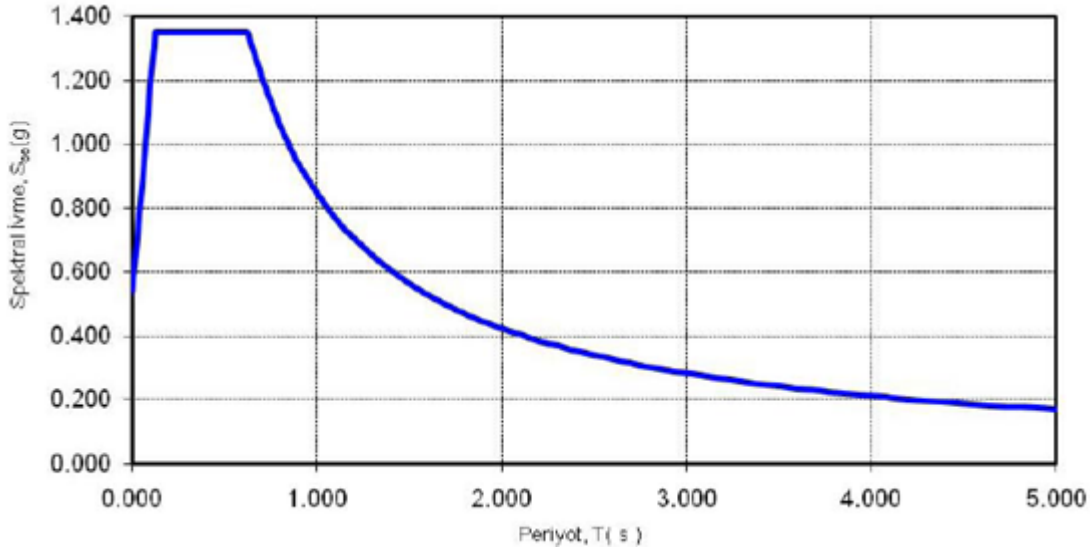
$$T_s = \frac{S_{MS}}{S_{MS}} = \frac{0.56}{0.97} = 0.58\,s \qquad ; \qquad T_0 = 0.2T_s = 0.2 \times 0.58 = 0.116s \qquad \textbf{(6.11)}$$



Şekil 6.10 : D2-Depremi Spektrumu

D3

$$T_s = \frac{S_{MS}}{S_{MS}} = \frac{0.85}{1.35} = 0.63 \qquad ; \qquad T_0 = 0.2T_s = 0.2x0.63 = 0.126 \qquad \textbf{(6.12)}$$



Şekil 6.11 : D3-Depremi Spektrumu

Spektrum uyumlu deprem yer hareketleri seçilirken, İYBDY'de zaman tanım alanında analiz yapılırken deprem yer hareketlerinin içermesi gereken şartları

gerçekleştirecek şekilde depremler ele alınmış ve bu depremlerin sayısı yönetmelikde belirtildiği gibi 7 adettir.

Ele alınan bu 7 depremin özellikleri Çizelge 6.3'de gösterilmiştir. Ancak örnek çalışmada ele alınan yapının çok sayıda lifli eleman içermesinden dolayı analiz çözümlerinin uzmasından ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesindeki güçlükden dolayı ortalamaya en yakın 3 deprem ele alınmıştır. Bu 3 depremin analiz sonuçlarının maksimumu ele alınmıştır. Bu depremler Lamont 1061 istasyonundan alınan Düzce depremi kayıdı, Jashua Tree istasyonundan alınan Hector Mine depremi kaydı ve Abbar istasyonundan alınan Manjil, İran depremi kaydıdır.

Bu depremlerin D1,D2 ve D3 deprem düzeyi spektrumlarına ölçeklendirilmiş ivme-zaman kayıtları, bu kayıtlardan elde edilen ivme spektrumları ve orijinal ivme deprem kayıtları Ekler bölümünde Şekil A.7 ile Şekil A.24 arasında gösterilmiştir. Depremlerin orijinal kayıtları Peer NGA veri bankasından temin edilmiştir.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerde yapının sönüm oranı $\xi = 0.05$ kabul edilmiştir. Mod birleştime yöntemiyle lineer üç boyutlu analizde, gerekli mod sayısı, toplam taban kesme kuvvetine katılan kütle miktarı depremde harekete geçen toplam kütle miktarının en az % 95'i olacak şekilde seçilmiştir.

Çizelge 6.3 : Seçilen Depremlerin Nitelikleri

Deprem	*Moment Büyüklüğü*	*Fay Mekanizması*	*İstasyon*	*Bileşen (H1)*	*Bileşen (H2)*	*Epicentral Uzaklık (km)*	*En Kısa Uzaklık (km)*	*Zemin (NEHRP)*
Hector Mine 16.10.1999	7.1	Yanal Atımlı	Hector	HEC000.AT2	HEC090.AT2	26.5	11.7	C
Manjil, İran 20.06.1990	7.4	Yanal Atımlı	Abbar	ABBAR--L.AT2	ABBAR--T.AT2	40.4	12.6	C
Duzce 12.11.1999	7.1	Yanal Atımlı	Lamont 362	362-N.AT2	362-E.AT2	43.5	23.4	C
Duzce 12.11.1999	7.1	Yanal Atımlı	Lamont 1060	1060-N.AT2	1060-E.AT2	44.4	25.9	B
Duzce 12.11.1999	7.1	Yanal Atımlı	Lamont 1061	1061-N.AT2	1061-E.AT2	31.6	11.5	C
Landers 28.06.1992	7.3	Yanal Atımlı	Barstow	BRS000.AT2	BRS090.AT2	94.8	34.9	C
Hector Mine 16.10.1999	7.1	Yanal Atımlı	Jashua Tree	22170090.AT2	22170360.AT2	52.3	31.1	C

6.1.5 Yükleme süperpozisyon katsayıları

Dizaynda kullanılacak yük kombinasyonları aşağıdaki gibidir:

1.4 G + 1.6 Q

1.0 G + 1.0 Q ± 1.0 E ± 0.3F

1.0 G + 1.0 Q ± 1.0 F ± 0.3E

0.9 G ± 1.0 E ± 0.30F

0.9 G ± 1.0 F ±0.30E

G : Zati ve kaplama yükü

Q : Hareketli yük

E : X-X doğrultusu depremi

F : Y-Y doğrultusu depremi

Yükleme kombinasyonlarında, binada toprak perdeleri yer almadığından toprak ve binanın boyutları sıcaklık yüklemesi gerektirmediğinden sıcaklık yükleri yer almamaktadır. Deprem yükleri yapıya %5 dışmerkezlik göz önünde bulundurulurak etkitilmiştir.

İşlem kolaylığı için her katta kaplama yükü 2.0kN/m^2 ve hareketli yük 2.5 kN/m^2 kabul edilmiştir.Yapının doğrusal veya doğrusal olmayan dinamik analizlerinde, kat kütlelerinin hesabı için bilinmesi gereken hareketli yük katılım katsayısı, n, aşağıdaki gibi alınacaktır. Bu değer 0.30'dan daha büyük alınmayacaktır.

$$n = 0.01(50 - N) \qquad N \le 40$$

$$n = 0.10 \qquad N > 40 \qquad \textbf{(6.13)}$$

Yapı 50 katlı olduğundan hareketli yük katılım katsayısı $n = 0.10$ 'dir.

Yapı DBYBHY'e göre herhangi bir düzensizlik içermeyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yüzden yapının düzensizlikleri irdelenmeyecektir.

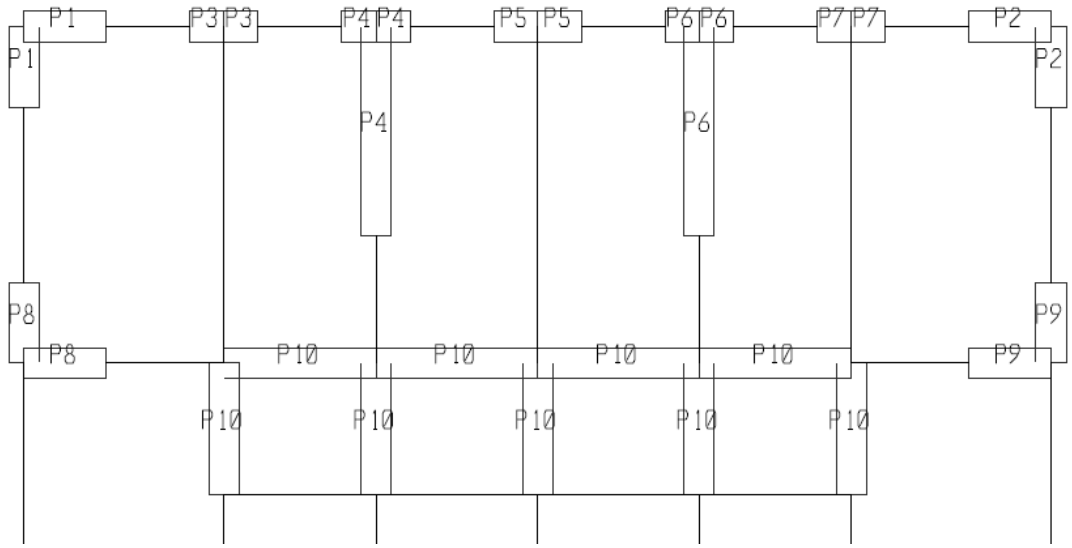
Yapının taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R, yapının dinamik davranışına göre belirlenecektir.

6.2 Analiz Aşaması

6.2.1 Tasarım aşaması I-A

Kontrollu Hasar / Can Güvenliği hedef performansı için ön boyutlama amaçlı bu tasarım aşamasında D2 deprem düzeyünde DBYBHY'e göre dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile azaltılmış deprem yükleri altında doğrusal elastik analiz yapılarak yapının elemanlarının ön tasarımı gerçekleştirilecektir.

Gerek bu aşamada, gerekse diğer aşamalarda işlem kolaylığı ve takip edebilme kolaylığını sağlamak amacıyla elemanlar gruplandırılıp isimlendirilecektir. Perdeler ve kolonlar Şekil 6.12'de gösterildiği gibi isimlendirilmiştir. Burada P1 ve P2 kolonları, P3 ve P7 kolonları, P4 ve P6 perdesi ve P8 ve P9 kolonları planda simetriktir. Yapı her iki doğrultuda simetrik olduğundan, bu perde ve kolonların analiz sonucundaki kesit değerleri aynı olduğundan tasarımlarıda aynı olacak şekilde gerçekleştirilecektir. Bundan dolayı P1/P3/P4/P5/P8 ve P10 perde ve kolonlarıyla işlem yapılacaktır.



Şekil 6.12 : Perde Tipleri

Kiriş elemanları ise doğrusal analiz sonucunda elde edilen kesit tesirleri ve dizayn değerlerine göre daha sonra tiplendirilecektir.

Tasarım aşaması I-A'da yapı elemanlarının kesit rijitlikleri DBYBHY'de bölüm 7.4.13'de belirtildiği gibi alınacaktır.

Kirişlerde; $(EI)_e = 0.4(EI)_0$

Kolon ve perdelerde; $N_D/(A_c f_{cm}) \le 0.10\, olması\, durumunda: (EI)_e = 0.4(EI)_0$

$$N_D/(A_c f_{cm}) \ge 0.40\, olması\, durumunda: (EI)_e = 0.8(EI)_0$$

Eksenel basınç kuvveti N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır. Perdelerin üzerine etki eden G (zati+kaplama), Q(hareketli yük), E (X-X doğ. depremi) ve F (Y-Y doğ. depremi) yüklerinden dolayı N_D değerleri hesaplanmış ve etkin rijitlik değerleri perdeler ve kolonlar için aşağıdaki Çizelge 6.4'de belirtildiği gibi alınmıştır.

Çizelge 6.4 : Perde ve Kolonların Etkin Rijitlik Değerleri

Kat	***Brüt Rijitlik (%)***					
	P1	***P3***	***P4***	***P5***	***P8***	***P10***
35-50	40	40	40	40	40	40
25-34	44	44	44	44	44	44
10-24	50	50	50	50	50	50
1-9	55	55	55	55	55	55

Çizelge 6.5'de hareletli yük katılım katsayısı $n = 0.10$ alınarak hesaplanmış olan kat kütleleri ve kat ağırlıklarıyla beraber, toplam kütle miktarı ve toplam bina ağırlığı gösterilmiştir. Her katta rijit diyafram kabulu yapılarak, serbestlik derecesi her kat için X ve Y doğrultularında yanal ötelenmeler ve Z ekseni etrafında dönme olmak üzere 3'dür.

Yukarıdaki kabuller doğrultusunda yapının hesaplanan periyod, frekans, açısal frekans ve etkin kütle katılım oranları Çizelge 6.6' da verilmiştir. Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve göreli kat ötelenmesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere her titreşim modu için hesaplanan ve eş zamanlı olmayan maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) kuralı uygulanmıştır.

Çizelge 6.5 : Kat kütleleri ve kat ağırlığı

Kat	*Kat Kütlesi*			*Kat Ağırlığı*
	m_x (kNs^2/m)	m_y (kNs^2/m)	m_Θ (kNs^2)	W (kN)
50	1179	1179	102300	11571
49	1350	1350	115200	13250
48	1350	1350	115200	13250
47	1350	1350	115200	13250
46	1350	1350	115200	13250
45	1350	1350	115200	13250
44	1350	1350	115200	13250
43	1350	1350	115200	13250
42	1350	1350	115200	13250
41	1350	1350	115200	13250
40	1350	1350	115200	13250
39	1350	1350	115200	13250
38	1350	1350	115200	13250
37	1350	1350	115200	13250
36	1350	1350	115200	13250
35	1350	1350	115200	13250
34	1350	1350	115200	13250
33	1350	1350	115200	13250
32	1350	1350	115200	13250
31	1350	1350	115200	13250
30	1350	1350	115200	13250
29	1350	1350	115200	13250
28	1350	1350	115200	13250
27	1350	1350	115200	13250
26	1350	1350	115200	13250
25	1350	1350	115200	13250
24	1350	1350	115200	13250
23	1350	1350	115200	13250
22	1350	1350	115200	13250
21	1350	1350	115200	13250
20	1475	1475	121000	14476
19	1509	1509	123600	14810
18	1509	1509	123600	14810
17	1509	1509	123600	14810
16	1509	1509	123600	14810
15	1509	1509	123600	14810
14	1509	1509	123600	14810
13	1509	1509	123600	14810
12	1509	1509	123600	14810
11	1509	1509	123600	14810
10	1634	1634	129500	16037
9	1668	1668	132100	16371
8	1668	1668	132100	16371
7	1668	1668	132100	16371
6	1668	1668	132100	16371
5	1793	1793	137900	17597
4	1827	1827	140500	17931
3	1827	1827	140500	17931
2	1827	1827	140500	17931
1	2221	2221	140400	21798
Σ	73186	73186	6034200	718284

Çizelge 6.6 : Yapının periyodu, frekansı, açısal frekansı ve etkin kütle katılım oranları

Mode	*Periyod (s)*	*Frekans (Çevrim/s)*	*Açısal Frekans (Rad/s)*	*Etkin Kütle Katılım Oranları*			
				X (%)	*Y (%)*	*ΣX (%)*	*ΣY (%)*
Mode 1	4.453	0.2246	1.411	59	0	59	0.00
Mode 2	4.325	0.2312	1.453	0	61	59	61
Mode 3	2.114	0.4731	2.972	0	0	59	61
Mode 4	1.153	0.8676	5.451	0	19	59	80
Mode 5	1.054	0.9485	5.960	19	0	78	80
Mode 6	0.728	1.3731	8.627	0	0	78	80
Mode 7	0.568	1.7597	11.056	0	6	78	86
Mode 8	0.464	2.1533	13.530	7	0	85	86
Mode 9	0.427	2.3415	14.712	0	0	85	86
Mode 10	0.362	2.7615	17.351	0	4	85	90
Mode 11	0.293	3.4107	21.430	0	0	85	90
Mode 12	0.269	3.7107	23.315	4	0	89	90
Mode 13	0.260	3.8455	24.162	0	2	89	92
Mode 14	0.221	4.5171	28.382	0	0	89	92
Mode 15	0.198	5.0600	31.793	0	1	89	93
Mode 16	0.179	5.5835	35.082	3	0	92	93
Mode 17	0.173	5.7794	36.313	0	0	92	93
Mode 18	0.156	6.3964	40.190	0	1	92	94
Mode 19	0.141	7.1158	44.710	0	0	92	94
Mode 20	0.131	7.6505	48.069	2	0	94	94
Mode 21	0.128	7.8135	49.093	0	1	94	95
Mode 22	0.118	8.4881	53.332	0	0	94	95
Mode 23	0.107	9.3900	58.999	0	1	94	96
Mode 24	0.101	9.9024	62.219	1	0	95	96
Mode 25	0.100	9.9863	62.746	0	0	95	96
Mode 26	0.091	11.0477	69.414	0	1	95	97
Mode 27	0.087	11.4995	72.253	0	0	95	97
Mode 28	0.082	12.1943	76.619	1	0	96	97
Mode 29	0.078	12.8886	80.981	0	0	96	97
Mode 30	0.076	13.1499	82.623	0	0	96	97

D2 spektrumu kullanılarak elde edilen taban kesme kuvveti;

$$T_x = 4.453s \qquad S_{ae}(T_x) = \frac{S_{M1}}{T_x} = \frac{0.56}{4.453} = 0.125$$

$$T_y = 4.325s \qquad S_{ae}(T_y) = \frac{S_{M1}}{T_y} = \frac{0.56}{4.325} = 0.129 \qquad \textbf{(6.14)}$$

$$V_{t,\min} = 0.04 S_{MS(D2)} W = 0.04 \times 1 \times 718284 = 28730kN \qquad \textbf{(6.15)}$$

Minimum taban kesme kuvvetine karşılık gelen, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_x ve R_y değerleri aşağıdaki gibidir.

$$R_x = \frac{S_{ae}(T_x)}{C_{\min}} = \frac{0.12576}{0.04} = 3.15\,;\; R_y = \frac{S_{ae}(T_y)}{C_{\min}} = \frac{0.12948}{0.04} = 3.24 \qquad \textbf{(6.16)}$$

Ancak oluşturulan matematik modelde, aynı taban kesme kuvvetinin mod birleştirme yöntemiyle elde edilmesi için girilen katsayılar sırasıyla X ve Y için 2.535 ve 2.684'dür. Bu değerler doğrultusunda minimum taban kesme kuvvetine karşılık gelen, mod birleştirme yöntemine göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_x ve R_y değerleri aşağıdaki gibidir.

$$R_x = \frac{9.8145}{2.535} = 3.87 \qquad ; \qquad R_y = \frac{9.8145}{2.684} = 3.66 \qquad \textbf{(6.17)}$$

Yukarıdaki işlemlerden de görüleceği üzere $R_x = 3.87$ ve $R_y = 3.66$ 'dir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın her katında etkin göreli kat ötelemesi δ_i hesaplanarak, δ_i oranlarının kat yüksekliklerine bölünmesiyle elde edilen oranların izin verilen göreli kat ötelemesi oranı 0.02'yı geçip geçmediği kontrol edilmiştir. Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8'de bu değerler görülmektedir.

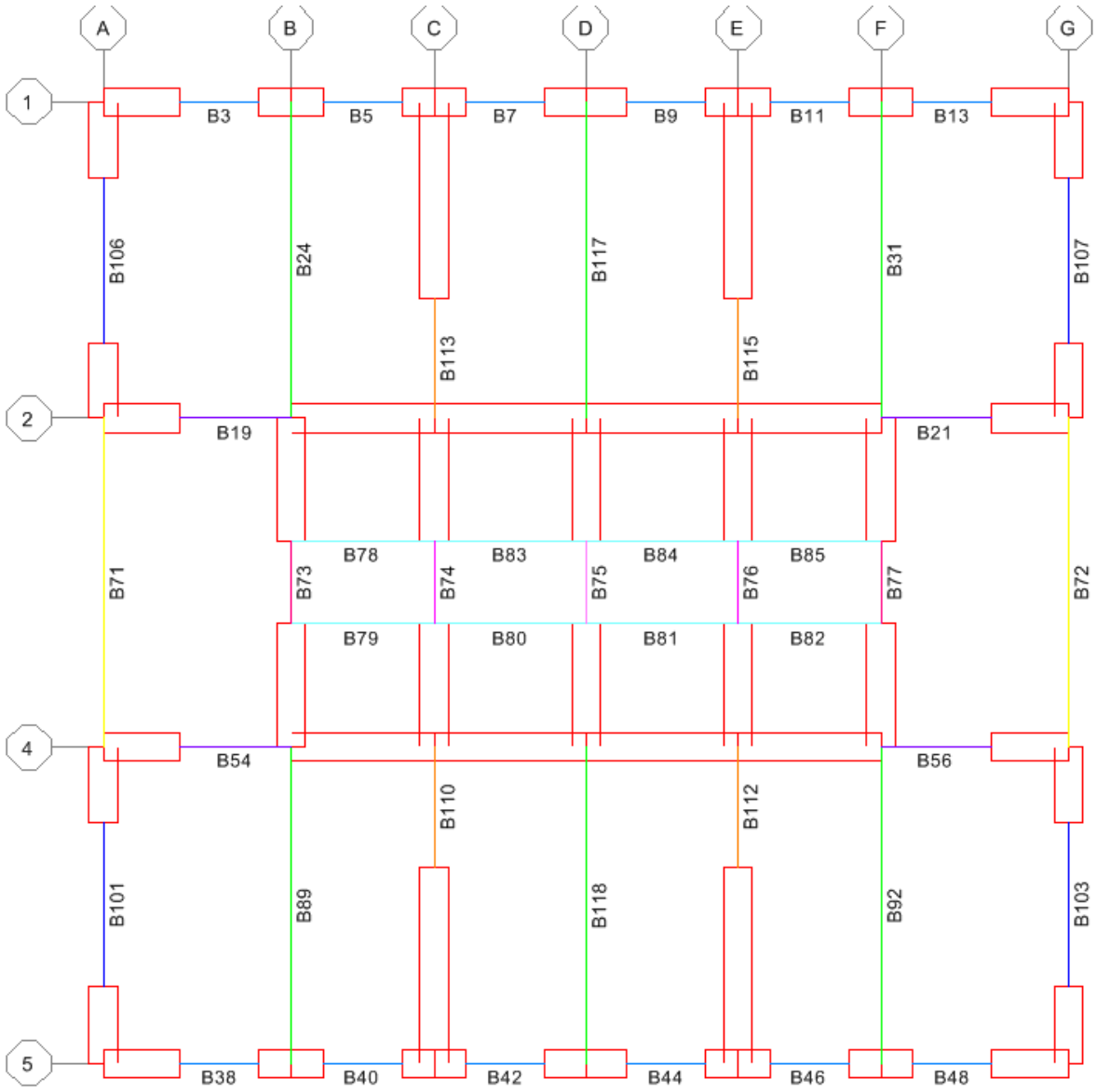
Çizelge 6.7 : X-X doğrultusu göreli kat ötelenmesi oranları

Kat	h_i *(m)*	$d_{i\text{-}max}$ *(m)*	$(\Delta_i)_{max}$ *(m)*	$(\delta_i)_{max} = R\Delta_i$ *(m)*	$(\delta_i)_{max} / h_i$
50	3.75	0.2645	0.0065	0.0252	0.00671
49	3.75	0.2580	0.0065	0.0252	0.00671
48	3.75	0.2515	0.0065	0.0252	0.00671
47	3.75	0.2450	0.0065	0.0252	0.00671
46	3.75	0.2385	0.0066	0.0255	0.00681
45	3.75	0.2319	0.0066	0.0255	0.00681
44	3.75	0.2253	0.0066	0.0255	0.00681
43	3.75	0.2187	0.0066	0.0255	0.00681
42	3.75	0.2121	0.0066	0.0255	0.00681
41	3.75	0.2055	0.0067	0.0259	0.00691
40	3.75	0.1988	0.0066	0.0255	0.00681
39	3.75	0.1922	0.0066	0.0255	0.00681
38	3.75	0.1856	0.0067	0.0259	0.00691
37	3.75	0.1789	0.0066	0.0255	0.00681
36	3.75	0.1723	0.0066	0.0255	0.00681
35	3.75	0.1657	0.0066	0.0255	0.00681
34	3.75	0.1591	0.0065	0.0252	0.00671
33	3.75	0.1526	0.0065	0.0252	0.00671
32	3.75	0.1461	0.0065	0.0252	0.00671
31	3.75	0.1396	0.0064	0.0248	0.00660
30	3.75	0.1332	0.0064	0.0248	0.00660
29	3.75	0.1268	0.0063	0.0244	0.00650
28	3.75	0.1205	0.0062	0.0240	0.00640
27	3.75	0.1143	0.0062	0.0240	0.00640
26	3.75	0.1081	0.0061	0.0236	0.00630
25	3.75	0.1020	0.0061	0.0236	0.00630
24	3.75	0.0959	0.0059	0.0228	0.00609
23	3.75	0.0900	0.0058	0.0224	0.00599
22	3.75	0.0842	0.0058	0.0224	0.00599
21	3.75	0.0784	0.0056	0.0217	0.00578
20	3.75	0.0728	0.0054	0.0209	0.00557
19	3.75	0.0674	0.0054	0.0209	0.00557
18	3.75	0.0620	0.0052	0.0201	0.00537
17	3.75	0.0568	0.0051	0.0197	0.00526
16	3.75	0.0517	0.0049	0.0190	0.00506
15	3.75	0.0468	0.0048	0.0186	0.00495
14	3.75	0.0420	0.0047	0.0182	0.00485
13	3.75	0.0373	0.0044	0.0170	0.00454
12	3.75	0.0329	0.0043	0.0166	0.00444
11	3.75	0.0286	0.0040	0.0155	0.00413
10	3.75	0.0246	0.0038	0.0147	0.00392
9	3.75	0.0208	0.0035	0.0135	0.00361
8	3.75	0.0173	0.0033	0.0128	0.00341
7	3.75	0.0140	0.0030	0.0116	0.00310
6	3.75	0.0110	0.0027	0.0104	0.00279
5	3.75	0.0083	0.0024	0.0093	0.00248
4	3.75	0.0059	0.0020	0.0077	0.00206
3	3.75	0.0039	0.0017	0.0066	0.00175
2	3.75	0.0022	0.0013	0.0050	0.00134
1	5	0.0009	0.0009	0.0035	0.00070

Çizelge 6.8 : Y-Y doğrultusu göreli kat ötelenmesi oranları

Kat	h_i *(m)*	$d_{i\text{-}max}$ *(m)*	$(\Delta_i)_{max}$ *(m)*	$(\delta_i)_{max} = R\Delta_i$ *(m)*	$(\delta_i)_{max} / h_i$
50	3.75	0.2688	0.0059	0.0228	0.00609
49	3.75	0.2629	0.0059	0.0228	0.00609
48	3.75	0.2570	0.0060	0.0232	0.00619
47	3.75	0.2510	0.0060	0.0232	0.00619
46	3.75	0.2450	0.0062	0.0240	0.00640
45	3.75	0.2388	0.0062	0.0240	0.00640
44	3.75	0.2326	0.0062	0.0240	0.00640
43	3.75	0.2264	0.0064	0.0248	0.00660
42	3.75	0.2200	0.0063	0.0244	0.00650
41	3.75	0.2137	0.0064	0.0248	0.00660
40	3.75	0.2073	0.0064	0.0248	0.00660
39	3.75	0.2009	0.0065	0.0252	0.00671
38	3.75	0.1944	0.0065	0.0252	0.00671
37	3.75	0.1879	0.0064	0.0248	0.00660
36	3.75	0.1815	0.0065	0.0252	0.00671
35	3.75	0.1750	0.0065	0.0252	0.00671
34	3.75	0.1685	0.0064	0.0248	0.00660
33	3.75	0.1621	0.0065	0.0252	0.00671
32	3.75	0.1556	0.0064	0.0248	0.00660
31	3.75	0.1492	0.0063	0.0244	0.00650
30	3.75	0.1429	0.0064	0.0248	0.00660
29	3.75	0.1365	0.0063	0.0244	0.00650
28	3.75	0.1302	0.0063	0.0244	0.00650
27	3.75	0.1239	0.0062	0.0240	0.00640
26	3.75	0.1177	0.0062	0.0240	0.00640
25	3.75	0.1115	0.0061	0.0236	0.00630
24	3.75	0.1054	0.0060	0.0232	0.00619
23	3.75	0.0994	0.0059	0.0228	0.00609
22	3.75	0.0935	0.0058	0.0224	0.00599
21	3.75	0.0877	0.0057	0.0221	0.00588
20	3.75	0.0820	0.0055	0.0213	0.00568
19	3.75	0.0765	0.0055	0.0213	0.00568
18	3.75	0.0710	0.0053	0.0205	0.00547
17	3.75	0.0657	0.0053	0.0205	0.00547
16	3.75	0.0604	0.0051	0.0197	0.00526
15	3.75	0.0553	0.0051	0.0197	0.00526
14	3.75	0.0502	0.0050	0.0194	0.00516
13	3.75	0.0452	0.0048	0.0186	0.00495
12	3.75	0.0404	0.0047	0.0182	0.00485
11	3.75	0.0357	0.0045	0.0174	0.00464
10	3.75	0.0312	0.0043	0.0166	0.00444
9	3.75	0.0269	0.0042	0.0163	0.00433
8	3.75	0.0227	0.0039	0.0151	0.00402
7	3.75	0.0188	0.0037	0.0143	0.00382
6	3.75	0.0151	0.0035	0.0135	0.00361
5	3.75	0.0116	0.0032	0.0124	0.00330
4	3.75	0.0084	0.0028	0.0108	0.00289
3	3.75	0.0056	0.0025	0.0097	0.00258
2	3.75	0.0031	0.0019	0.0074	0.00196
1	5	0.0012	0.0012	0.0046	0.00093

Şekil 6.13'de kiriş tipleri gösterilmektedir. C-E aksı üzerindeki turuncu renkli kirişlerin yükseklikleri 100 cm kalınlıkları ise bağlandıkları perdelere göre değişmektedir. B-C-D-E-F akslarındaki pembe renkli kirişlerin yükseklikleri 100 cm kalınlıkları bağlandıkları perdeye göre değimektedir. 1ve 5 aklarındaki tüp kolonları birbirine bağlayan mavi renkli kirişlerin yüksekliği 50 cm'dir. 2 ve 4 akslarındaki mor renkli kirişlerin yüksekliği 50 cm'dir. İçerideki B-D-F akslarındaki ve A-G çevre aklardaki kirişlerin yüksekliği de 50 cm'dir. Renklere göre kirişler turuncu, mavi, mor,pembe,yeşil, lacivert ve sarı olmak üzere 7 gruba ayrılmışlardır.



Şekil 6.13 : Kiriş Tipleri

Her kirişin betonarme tasarımı tek tek gösterilmeyip, bir elemanın betonarme tasarımı gösterilecektir. Diğer elemanların eğilme donatısı matematik modelden alınarak, kirişler için seçilen donatılar çizelgelerle gösterilecektir. Kirişlerin kesme donatısı tasarımı kapasitelerinden hesaplanmıştır.

Eleman no: Modelde B113 5.kat C-C aksı (Turuncu renk) Kalıpda B133 nolu kiriş;

Eğilme tasarımı;

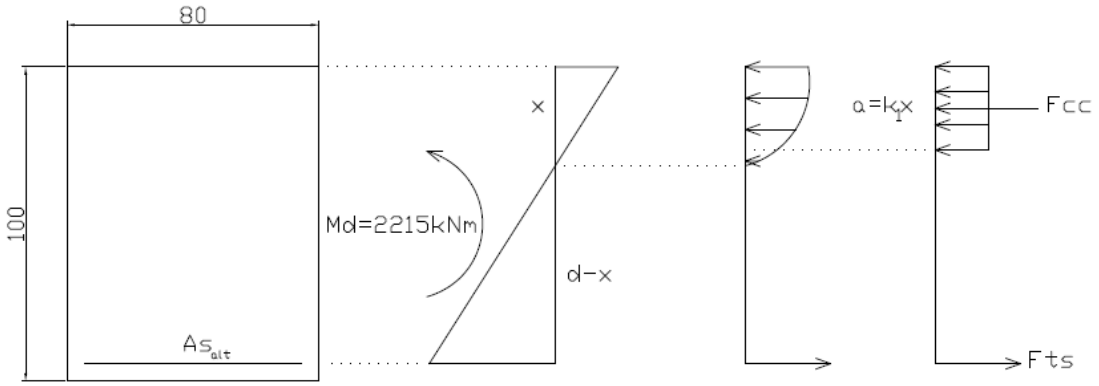
Kirişin boyu kısa olduğundan, kirişin sağ ve sol mesnetinindeki en büyük kesit tesirlerine göre tüm kiriş donatılacaktır.Kirişin sağ mesnetinin üstünde analiz sonucunda elde edilen hesap momenti, $M_{d_{üst}} = 2215kNm$, sağ mesnetinin altında ise $M_{d_{alt}} = 2155.5kNm$'dir. Moment değerleri çok yakın olduğundan en büyük değer olan $M_{d_{üst}} = 2215kNm$ göre alt ve üst kiriş donatıları seçilecektir.

Kiriş boyutları $b_w = 80cm$; $h = 100cm$

S420 donatısı için basınç donatısının akma koşulu;

$$\rho - \rho' \geq 4.11 \frac{d'}{d} \rho_b \qquad \textbf{(6.18)}$$

ρ, çekme donatısının pursantajı, ρ', basınç donatısının pursantajı, ρ_b, dengeli donatı pursantajını göstermektedir. Kesitte alt ve üst donatı miktarı aynı seçildiğinden $\rho - \rho' = 0$, denklemin sağ tarafı her zaman pozitif olacağından basınç donatısı akmamalıdır. Alt donatı hesabı yaparken üst donatının basınç etkisi göz önünde bulundurulmaz ise;



Şekil 6.14 : Kiriş alt donatı hesabı

$$d' = 0.055m$$

$$M_d = 0.85 f_{cd} b_w a \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$221.5 = 0.85(5000/1.5)0.8a \left(0.945 - \frac{a}{2} \right)$$

$$1133.334a^2 - 2142a + 221.5 = 0$$

$$a = 0.1098m$$

$$F_{cc} = F_{ts} \quad \Rightarrow \quad A_s f_{yd} = 0.85 f_{cd} b_w a$$

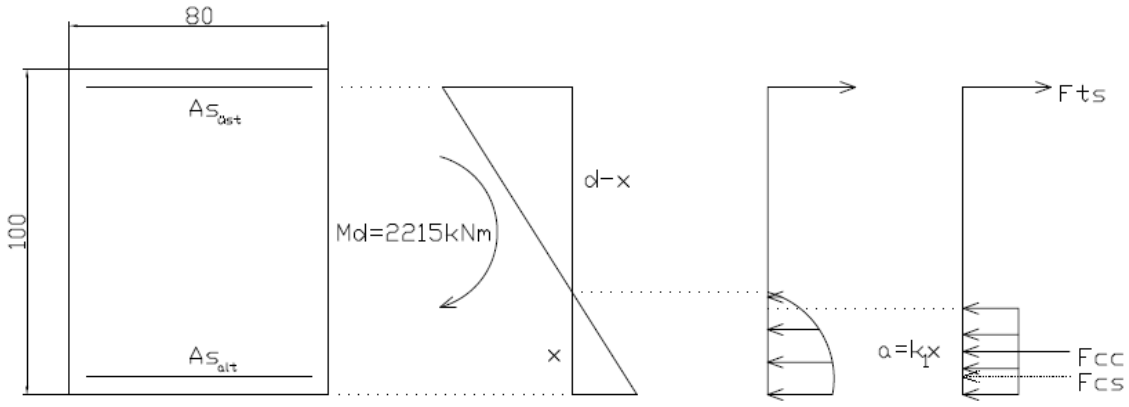
$$A_s \times (42000/1.15) = 0.85 \times (5000/1.5) \times 0.8 \times 0.1098$$

$$A_s = 68.2cm^2 \quad \Rightarrow \quad Seçilen\, 9\phi 32 = 72.36cm^2$$

$$\rho_{\min} = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8 \frac{1.6MPa}{365MPa} = 4.521 \times 10^{-3} \Rightarrow A_{s,\min} = 36.2\,cm^2 < 72.36\,cm^2$$

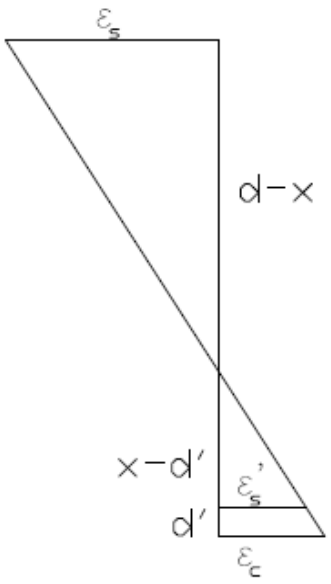
$$A_{s,\max} = 0.02 \times b_w \times h = 0.02 \times 80 \times 100 = 160cm^2$$

$$A_{s,\min} = 36.2cm^2 < 72.36cm^2 < A_{s,\max} = 160cm^2 \qquad \textbf{(6.19)}$$



Şekil 6.15 : Kiriş üst donatı hesabı

Basınç donatısı (alt donatı) 6.16 denklemine göre akmayacağından, Şekil 6.16'da görüldüğü gibi basınç donatısı birim şekildeğiştirmesi ε_s' benzer üçgenlerden, $A_s' = A_s$ kabulunden ve denge deklemlerinden yararlanılarak bulunabilir.



Şekil 6.16 : Basınç donatısı birim uzaması

$d' = 0.055m$ ve C50 beton sınıfı için $k_1 = 0.7$ kabul edilirse;

$$\frac{\varepsilon_s'}{0.003} = \frac{x - d'}{x} \qquad \Rightarrow \qquad \varepsilon_s' = 0.003\left(1 - \frac{d'}{x}\right)$$

$$a = k_1 x \qquad \Rightarrow \qquad \varepsilon_s' = 0.003\left(1 - k_1 \frac{d'}{a}\right) < \varepsilon_y$$

$$E_s \varepsilon_s' = 0.003\left(1 - k_1 \frac{d'}{a}\right) E_s < f_{yd}$$

$$F_{cs} = A_s' E_s \varepsilon_s' = 0.003\left(1 - k_1 \frac{d'}{a}\right) E_s A_s' < f_{yd} A_s'$$

$$\sum F = 0 \Rightarrow 0.85 f_{cd} b_w a + E_s 0.003 A_s'\left(1 - k_1 \frac{d'}{a}\right) - A_s f_{yd} = 0$$

$$2266.667a^2 + 180.73a - 16.54191 = 0 \Rightarrow a = 0.005441m$$

$$\varepsilon_s' = 0.003\left(1 - 0.7\frac{0.055}{0.05441}\right) = 8.772\times10^{-4} < \varepsilon_y = 0.0021 \qquad \textbf{(6.20)}$$

Denklem 6.18'den de görüleceği gibi basınç donatısı akmamıştır. Basınç donatısındaki birim kısalmalar çok küçük olduğundan sistemin taşıma kapasitesine katkısı oldukça azdır, Denklem 6.19. Basınç donatısını göz önünde bulundurmama kabulumuzun yanlış olmadığı görülmektedir.

$$M_d = 0.85 f_{cd} b_w a\left(d - \frac{a}{2}\right) + E_s\, 0.003 A_s'\left(1 - k_1\frac{d'}{a}\right)(d - d')$$

$$M_d = 2250.1 kNm \qquad \textbf{(6.21)}$$

Kesme tasarımı;

Seçilen donatılar Sap2000 V14.1 programında, "Section Designer" programı yardımıyla kesitin içine yönetmelik doğrultusunda yerleştirilip plastik moment değerleri hesaplanmıştır.

Şekil 6.17'de kesitin içine yerleştirilen alt, üst ve gövde donatıları gösterilmektedir. Şekil 6.18'de ise kesitin moment-eğrilik bağıntısı görülmektedir. Moment-eğrilik grafiği bilineer hale getirilerek akma momenti, akma eğriliği, plastik moment, idealize edilmiş akma eğriliği ve kesitin çatlama rijitlikleri elde edilebilmektedir.

Bu değerler;

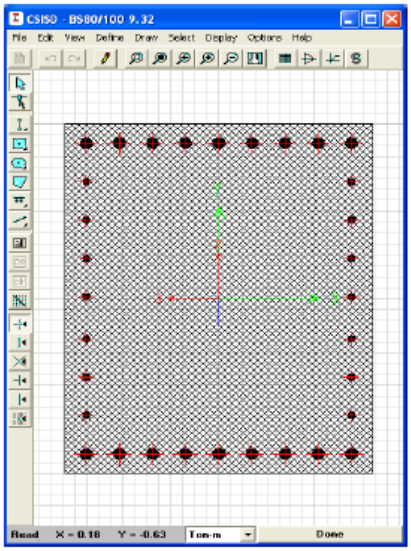
$M_y = 3138.8 kNm$

$\phi_{y(initial)} = 3.784E-03\ 1/m$

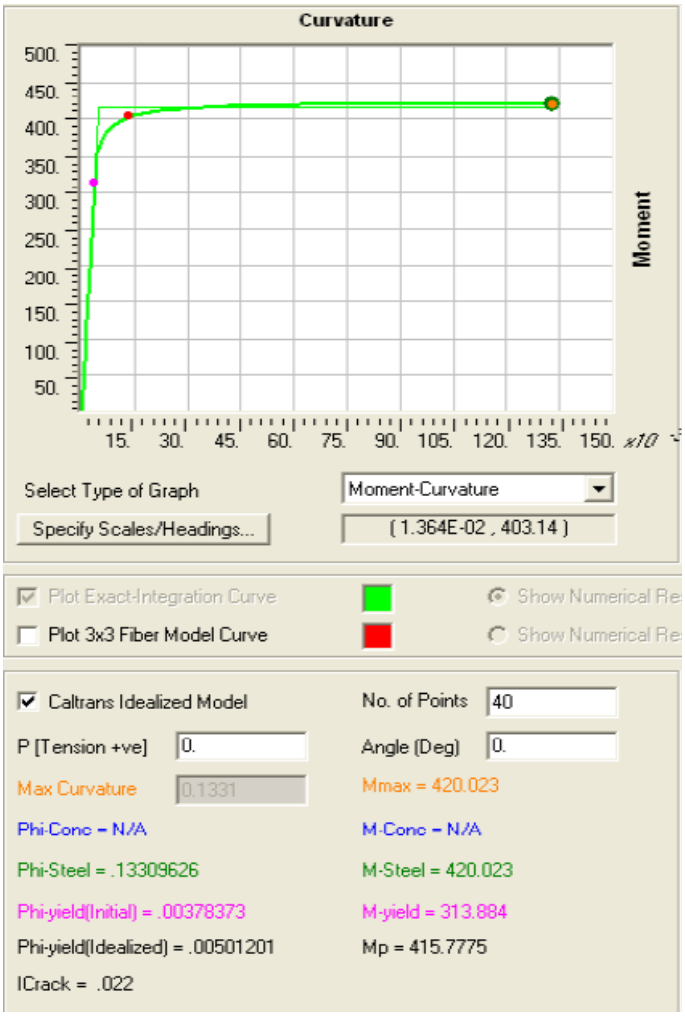
$M_p = 4157.8 kNm$

$\phi_{y(idealized)} = 5.012E-03\ 1/m$

$I_{crack} = 0.0224 m^4$



Şekil 6.17 : Kesit donatı yerleşimi

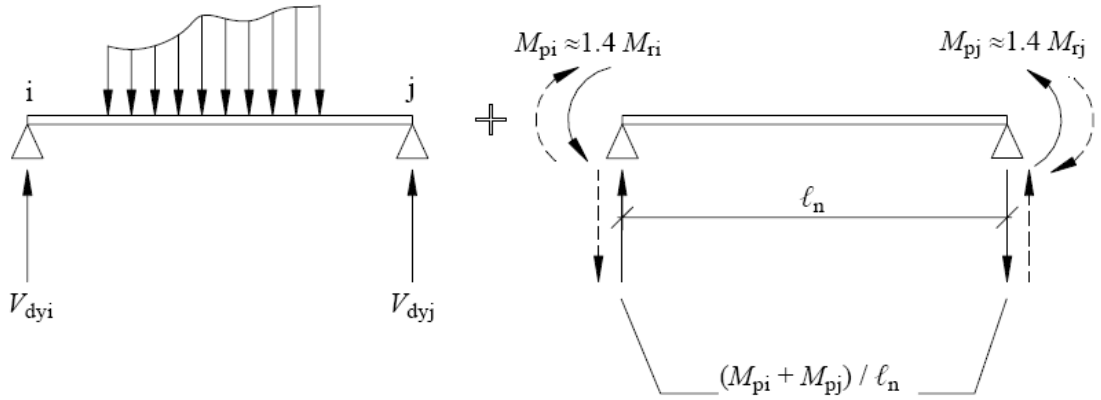


Şekil 6.18 : Moment&Eğrilik grafiği

$$V_e = V_{dy} \mp \left(M_{pi} + M_{pj} \right) / l_n$$

$$V_e \le V_r$$

$$V_e \le 0.22 b_w d \, f_{cd} \qquad \textbf{(6.22)}$$



Şekil 6.19 : Kiriş kesme tasarımı

$$V_{dyi} = -60.0kN \; ; \; V_{dyj} = 97.8kN \; ; \; M_{pi} = M_{pj} = 4157.8\,kNm \; ; \; l_n = 3.35m$$

$$V_e = 9.78 + (415.78 + 415.78) / 3.35 = 258.01t$$

DBYBHY'in 3.4.5.1 maddesine göre düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak kesme kuvveti hesaplanarak, V_e değerinden hangisi küçük ise kirişin kesme tasarımında o değer kullanılmıştır.

$R_a = 2$ için $V_{e,R_2} = 2426.6kN \Rightarrow \quad V = \min(V_e ; V_{e,R_2}) = 2426.6kN$

$$V_e = 2426.6kN \le V_{\max} = 0.22 \times 0.8 \times 1 \times \left(500 / 1.5 \right) = 58701kN$$

Kiriş sarılma bölgesinde enine donatının hesabında , sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından büyük olduğu için betonun kesme dayanımı katkısı, V_{cr} hesaba katılmayacaktır.

$$A_s = \left(\frac{V_e}{f_{yd}} \right) / h = \left(\frac{242.66t}{3.65t / cm^2} \right) / 1 = 66.44\,cm^2 / m \qquad \textbf{(6.23)}$$

s=10 ve n=4 etriye kolu için gerekli olan minimum donatı çapı;

$$\phi = \frac{A_s}{n} \times \frac{s}{100} = \frac{66.44}{4} \times \frac{10}{100} = 1.66\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 16/10$$

$$\rho_{w.\min} = 0.30\frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} = 0.30\frac{(165)}{(36500)} = 0.00136$$

$$\rho_{w.\min} = 0.00136 \;\Rightarrow\; A_{s,\min} = 0.00136 \times 80 \times 100 = 10.9\,cm^2 < 66.44\,cm^2$$

$$V_r = \frac{\phi n}{s} f_{yd} d = \frac{2.01 \times 4}{0.10}(42kN/cm^2/1.15) \times 1 = 2940kN$$

$$V_e = 2426.6kN < V_r = 2940kN \qquad \textbf{(6.24)}$$

Çizelge 6.9 : Kiriş eğilme donatısı seçimleri

	Üst/Alt	Üst/Alt	Üst/Alt	Üst/Alt	Üst/Alt	Üst/Alt	Sol Üst/Alt Sağ	Sol Üst/Alt Sağ	Sol Üst/Alt Sağ
46-50	6ϕ26 6ϕ26	7ϕ26 7ϕ26	7ϕ26 7ϕ26	6ϕ20 6ϕ20	6ϕ20 6ϕ20	6ϕ20 6ϕ20	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ20 5ϕ12 4ϕ20 5ϕ20	4ϕ20 5ϕ14 4ϕ20 5ϕ22
41-45	5ϕ32 5ϕ32	7ϕ26 7ϕ26	7ϕ26 7ϕ26	6ϕ22 6ϕ22	6ϕ22 6ϕ22	5ϕ22 5ϕ22	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ20 5ϕ12 4ϕ20 5ϕ20	4ϕ20 5ϕ14 4ϕ20 5ϕ22
31-40	6ϕ32 6ϕ32	6ϕ32 6ϕ32	7ϕ26 7ϕ26	6ϕ26 6ϕ26	5ϕ26 5ϕ26	6ϕ22 6ϕ22	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22	4ϕ20 5ϕ14 4ϕ20 5ϕ22
21-30	7ϕ32 7ϕ32	6ϕ32 6ϕ32	7ϕ26 7ϕ26	5ϕ32 5ϕ32	7ϕ26 7ϕ26	6ϕ26 6ϕ26	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22
11-20	8ϕ32 8ϕ32	8ϕ26 8ϕ26	8ϕ26 8ϕ26	7ϕ32 7ϕ32	6ϕ32 6ϕ32	7ϕ26 7ϕ26	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22
6-10	9ϕ32 9ϕ32	8ϕ26 8ϕ26	8ϕ26 8ϕ26	8ϕ32 8ϕ32	7ϕ32 7ϕ32	6ϕ32 6ϕ32	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22
1-5	9ϕ32 9ϕ32	6ϕ26 6ϕ26	6ϕ26 6ϕ26	9ϕ32 9ϕ32	7ϕ32 7ϕ32	6ϕ32 6ϕ32	4ϕ26 5ϕ16 4ϕ26 5ϕ26	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22	4ϕ22 5ϕ14 4ϕ22 5ϕ22
	B113	B5	B19	B73	B74	B75	B24	B106	B71

Çizelge 6.9'da kirişlerin dinamik davranışına göre belirli katlar aralığında eğilme donatıları gösterilmiştir. Çizelgenin alt satırında kirişlerin matematik modeldeki numaraları gözükmektedir. Şekil 6.13'den bu kirişlerin yerleri ve tipleri görülebilmektedir.

Ekler bölümünde Çizelge A.1'den Çizelge A.9'a kadar her katta tipik kiriş elemanların kesme hesap değerleri ve sonuçları gösterilmektedir.

Düşey taşıyıcıların betonarme tasarımı;

Süneklik düzeyi yüksek kolonların betonarme tasarımı kapsamında enkesit koşulları, boyuna donatı oranları, enine kesit koşulları, kolonların kirişlerden kuvvetli olması koşulu ve kesme güvenliği hesapları için DBYBHY'in 3.3'te verilen kurallar esas alınmıştır.

Kolon ve perde elemanların eğilme ve kesme hesabında sadece 1. kat elemanlarından P1 kolonu ve P10 perdesine yer verilecektir. Diğer elemanlar için seçilen eğilme ve kesme donatıları çizelgeler halinde verilecektir.

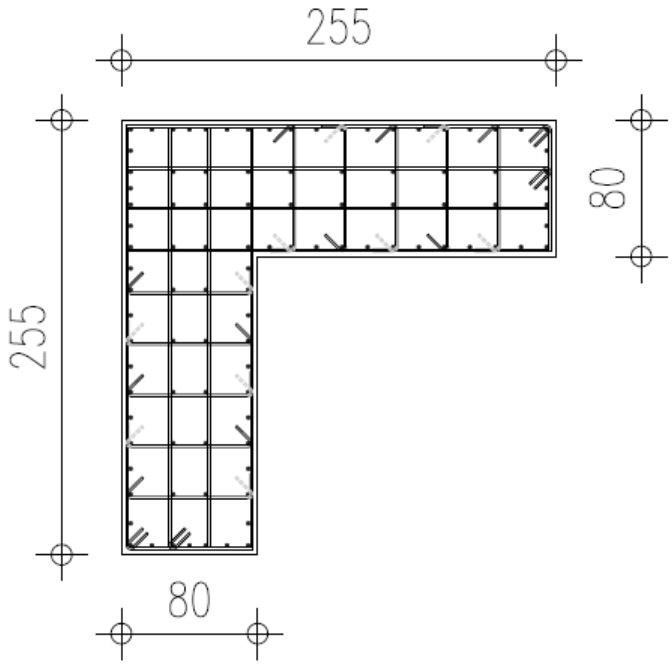
Çizelge 6.10'da kolon ve perde düşey elemanlardaki düşey yüklerden ve deprem yüklerinden gelen eksenel basınç kuvvetlerinin, kesitlerin taşıyabileceği maksimum eksenel basınç kuvvetlerine oranları görülmektedir.

Çizelge 6.10 : Kolon ve perde eksenel basınç kuvvetleri

Kat	*Tip*	*Alan (m^2)*	*fck (kN/m^2)*	*G (kN)*	*Q (kN)*	*E (kN)*	*F (kN)*	*1.4G+1.6Q (kN)*	$N_{dm}/A_c f_{ck}$	*G+Q+E+0.3F (kN)*	*G+Q+0.3E+F (kN)*	$N_{dm}/A_c f_{ck}$
1	P1	3.440	50000	-20703	-2546	10537	8796	33057	0.19 < 0.6	36425	35206	0.21 < 0.5
1	P3	1.440	50000	-9275	-1217	2459	4791	14932	0.21 < 0.6	14388	16021	0.22 < 0.5
1	P4	7.664	50000	-35763	-4526	6836	19314	57311	0.15 < 0.6	52919	61654	0.16 < 0.5
1	P5	1.840	50000	-11730	-1532	0	7240	18873	0.21 < 0.6	15434	20502	0.22 < 0.5
1	P8	3.400	50000	-21999	-2911	10615	3260	35456	0.21 < 0.6	36503	31354	0.21 < 0.5
1	P10	27.000	50000	-168236	-21460	0	52033	269867	0.20 < 0.6	205306	241729	0.18 < 0.5

Eleman no: Modelde P1 elemanı, 1.kat A aksı ve 1 akslarının kesişiminde (Kalıpda C1(255/80+80/175) nolu eleman;

Gereken boyuna donatının bulunmasında, kesite konstrüktif olarak yerleştirilen donatı adedine göre minimum donatı oranını verecek donatı çapından maksimum donatı pursantajını verecek donatı çapı aralığında akma yüzeyleri çizilecektir. Tüm kombinasyon değerleri için elemanda meydana gelen normal kuvvet ve her iki doğrultudaki moment değerleri, oluşturulan akma yüzeylerinin içinde kaldığı ilk durumda kullanılan donatı çapı seçilen eğilme donatısı çapını verecektir.



Şekil 6.20 : P1 kolonu kesiti

Şekil 6.20'den görüldüğü üzere kesitin için 100 adet donatı yerleşmektedir. Kolon elemanlarda DBYBHY'e göre minimum düşey donatı oranı $\rho_{\min} = 0.01$'dir.

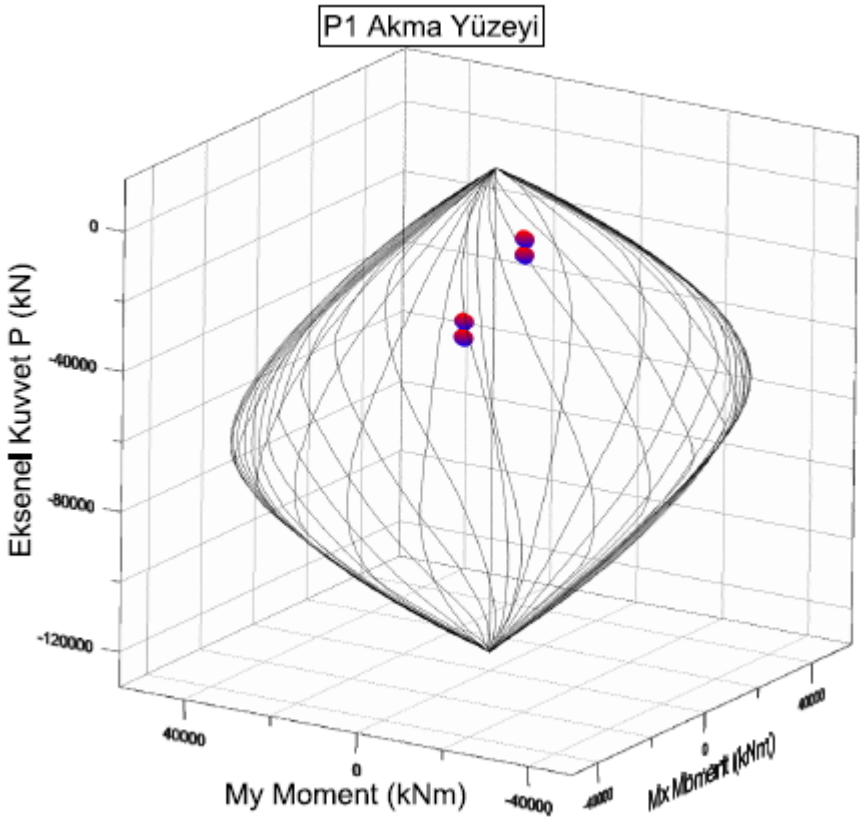
$$\rho_{\min} = 0.01 \quad \Rightarrow \quad A_{s,\min} = 0.01 \times (255 \times 80 + 175 \times 80) = 344\,cm^2$$

$$A_{s,\min} = 344\,cm^2 \quad \Rightarrow \quad \phi = 344/100 = 3.44\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 22$$

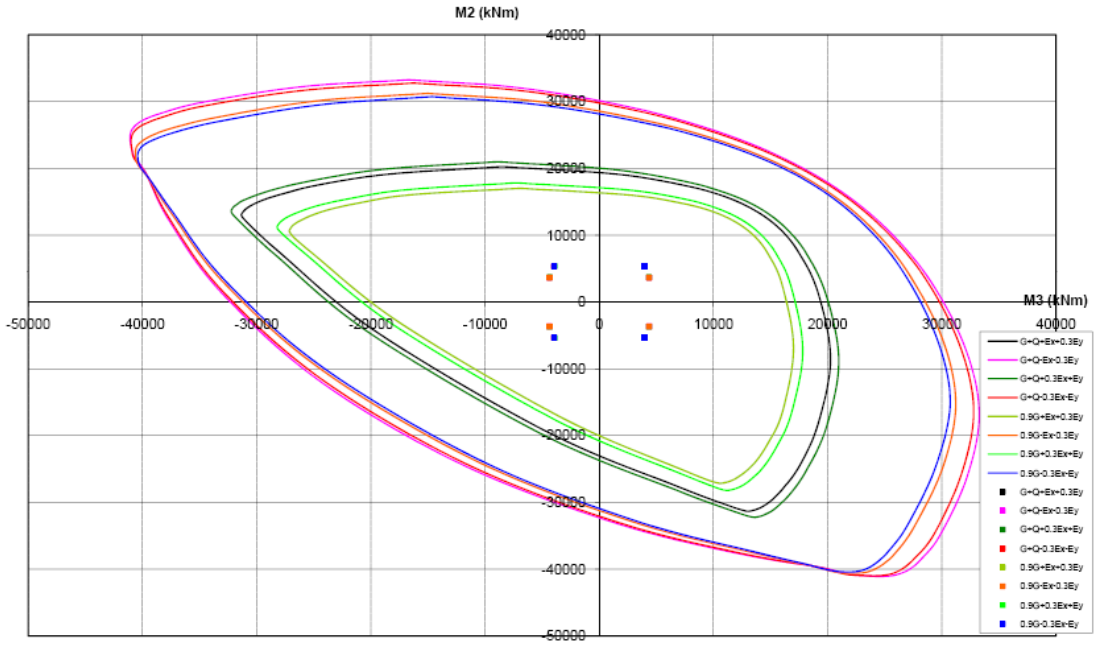
$$Seçilen\,\phi 22 \quad \Rightarrow A_s = 3.80\,cm^2 \times 100 = 380\,cm^2 \quad \rho = 0.011$$

Çizelge 6.11 : P1 kolonu yük kombinasyonları

G	P (kN)	-20650	***G+Q+E+0.3F***	P (kN)	-11483	***0.9G+E+0.3F***	P (kN)	-6887
	Mx (kNm)	-11		Mx (kNm)	4344		Mx (kNm)	4348
	My (kNm)	20		My (kNm)	3691		My (kNm)	3684
Q	P (kN)	-2531	***G+Q-E-0.3F***	P (kN)	-34878	***0.9G-E-0.3F***	P (kN)	-30282
	Mx (kNm)	-3		Mx (kNm)	-4371		Mx (kNm)	-4367
	My (kNm)	5		My (kNm)	-3642		My (kNm)	-3649
E	P (kN)	9360	***G+Q+0.3E+F***	P (kN)	-12580	***0.9G+0.3E+F***	P (kN)	-7985
	Mx (kNm)	3485		Mx (kNm)	3939		Mx (kNm)	3943
	My (kNm)	2262		My (kNm)	5384		My (kNm)	5377
F	P (kN)	7792	***G+Q-0.3E-F***	P (kN)	-33780	***0.9G-0.3E-F***	P (kN)	-29185
	Mx (kNm)	2907		Mx (kNm)	-3966		Mx (kNm)	-3962
	My (kNm)	4681		My (kNm)	-5335		My (kNm)	-5342



Şekil 6.21 : P1 kolonu akma yüzeyi ve dizayn yükleri



Şekil 6.22 : P1 kolonu Mx-My etkileşim grafiği

Şekil 6.21'de P1 kolonunun akma yüzeyi görülmektedir. 8 kombinasyon değeri için elde edilen $P-M_x-M_y$ değerleri, bu oluşturulan akma yüzeyinin içinde kaldığı ve böylelikle P1 kolonunun eğilme kapasitesinin yeterli olduğu görülmektedir. Şekil 6.22'de ise 8 kombinasyon için elde edilen P değerlerine karşı gelen M_x-M_y eğrilerinin plandaki iz düşümü görülmektedir. Buradan da açıkca görüldüğü gibi her kombinasyondan elde edilen iç kuvvetler akma eğrisinin içinde kalmaktadır.

P1 kolonunun enine donatısının belirlenmesinde $N_{dm}/A_c f_{ck}=0.21>0.20$ olduğundan, gerekli enine donatı miktarı DBYBHY 3.3.4.1'e göre belirlenecektir.

$s=10\,cm$ seçilirse;

Y doğrultusunda:

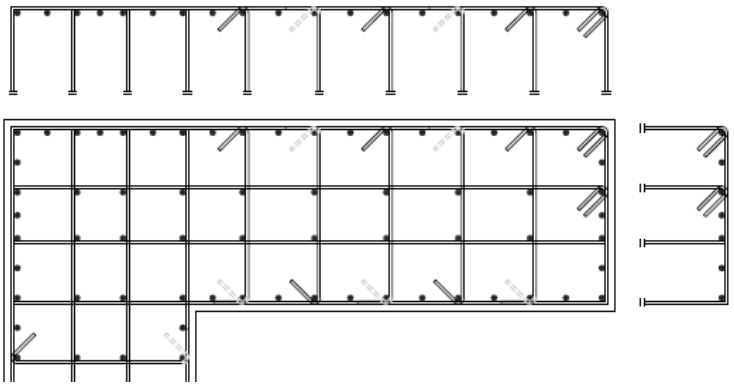
$$A_{sh}\geq 0.30\times 10\times 247.8\times\left[\left(20400/18426\right)-1\right](5000/42000)=9.48\,cm^2$$

$$A_{sh}\geq 0.075\times 10\times 247.8\times(5000/42000)=22.13\,cm^2$$

X doğrultusunda:

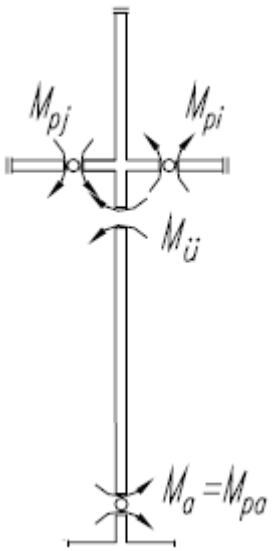
$$A_{sh}\geq 0.30\times 10\times 72.8\times\left[\left(20400/18426\right)-1\right](5000/42000)=2.79\,cm^2$$

$$A_{sh}\geq 0.075\times 10\times 72.8\times(5000/42000)=6.5\,cm^2$$



Şekil 6.23 : P1 kolonu etriye düzeni

$$Seçilen\,\phi 18/10\ \Rightarrow A_{shx}=2.54\times 4=10.16\,cm^2,\ A_{shy}=2.54\times 10=25.4\,cm^2$$



Şekil 6.24 : P1 kolonu Mü-Ma

X doğrultusunda;

$$M_{pj} = 0; M_{pi} = 672.0\,kNm$$

$$M_{ü} = \sum M_p \frac{M_{d,üst}}{M_{d,üst} + M_{d,alt}} = 675\frac{1203}{1203+3485} = 173.2\,kNm$$

$$M_a = M_{pa} = 61650\,kNm$$

$$V_e = \frac{M_a + M_{ü}}{l_n} = \frac{61650+172}{5} = 12360kN$$

Y doğrultusunda;

$$M_{pj} = 4996\,kNm; M_{pi} = 0\,kNm$$

$$M_{ü} = \sum M_p \frac{M_{d,üst}}{M_{d,üst} + M_{d,alt}} = 499.6\frac{1979}{1979+4681} = 148.5\,kNm$$

$$M_a = M_{pa} = 61650\,kNm$$

$$V_e = \frac{M_a + M_{ü}}{l_n} = \frac{61650+148.5}{5} = 12350kN$$

DBYBHY'in 3.3.7.1 maddesine göre düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak kesme kuvveti hesaplanarak, V_e değerinden hangisi küçük ise kolonun kesme tasarımında o değer kullanılmıştır.

$R_a = 2$ için; $V_{ex,R_2} = 723.2\,kN \Rightarrow \quad V = \min(V_{ex}; V_{ex,R_2}) = 723.2\,kN$

$$V_{ey,R_2} = 1184\,kN \Rightarrow \quad V = \min(V_{ey}; V_{ey,R_2}) = 1188.4\,kN$$

Kolon sarılma bölgesinde enine donatının hesabında , sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından büyük olduğu için betonun kesme dayanımı katkısı, V_{cr} hesaba katılmayacaktır.

$$V_{rx,y} = \frac{A_s n}{s} f_{ywd} l = \frac{2.54cm^2 \times 4}{0.1m} 36.5kN/cm^2 \times 2.15m = 7978\,kN$$

$V_e \le V_r$

$V_e \le 0.22 b_w d\, f_{cd}$

$V_{ex} = 723.2\,kN \le V_{rx} = 7978\,kN$

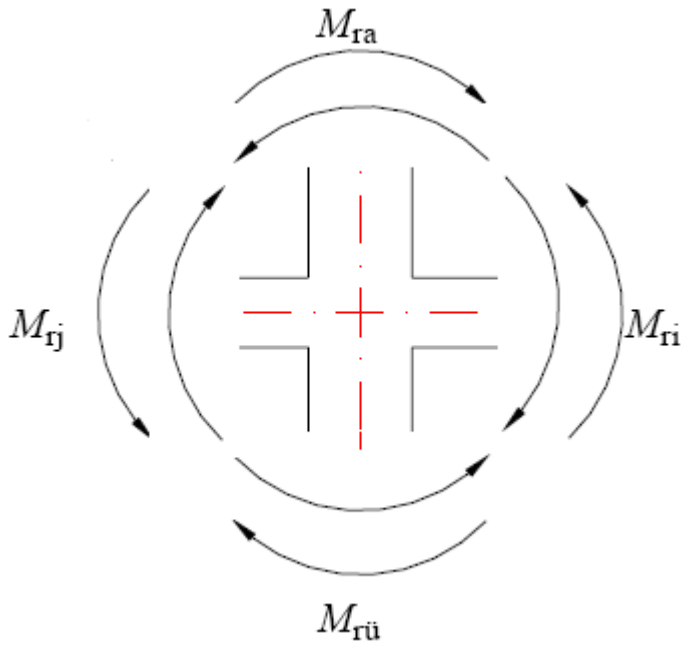
$V_{ey} = 1188.4\,kN \le V_{ry} = 7978\,kN$

$V_{ex} = 723.2\,kN \le V_{\max} = 0.22 \times 0.8 \times 2.55 \times (500/1.5) = 14960\,kN$

$V_{ey} = 1188.4\,kN \le V_{\max} = 0.22 \times 0.8 \times 2.55 \times (500/1.5) = 14960\,kN$

P1 kolonunun üst ucundaki düğüm noktasında DBYBHY 3.3.5.1'e göre kolonların kirişlerden kuvvetli olması koşulu irdelenecektir, Şekil 6.25.

Diğer P3, P5 ve P8 kolonların tüm katlar için kesme betonarme tasarımları çizelgeler halinde sunulmuştur. P3 ve P5 kolonlarının tek doğtultuda (x doğrultusu) sonuçları irdelenmiş olup, P1 ve P8 kolonlarının plandaki geometrik yapısından dolayı her iki doğrultuda (x ve y doğrultuları) irdelenmiştir, Ekler Çizelge A.10, Çizelge A.11, Çizelge A.12, Çizelge A.13, Çizelge A.14 ve Çizelge A.15.



Şekil 6.25 : Güçlü kolon-zayıf kiriş

$$\left(M_{ra}+M_{rü}\right)\geq\left(M_{ri}+M_{rj}\right)$$

X deprem doğrultusu için;

$$\frac{M_{ra}+M_{rü}}{M_{ri}+M_{rj}}=\frac{40000+40000}{672+0}\geq 1.2$$

Y deprem doğrultusu için;

$$\frac{M_{ra}+M_{rü}}{M_{ri}+M_{rj}}=\frac{40000+40000}{499.6+0}\geq 1.2$$

Çizelge 6.12 : P1,P3,P5 ve P8 kolonları eğilme donatıları

Kat	P1	P3	P5	P8
	Donatı / Oran	Donatı / Oran	Donatı / Oran	Donatı / Oran
46-50	87ϕ18 / 0.01	37ϕ18 / 0.010	47ϕ18 / 0.010	87ϕ18 / 0.01
41-45	87ϕ18 / 0.01	37ϕ18 / 0.010	47ϕ18 / 0.010	87ϕ18 / 0.01
31-40	87ϕ18 / 0.01	37ϕ18 / 0.010	47ϕ18 / 0.010	87ϕ18 / 0.01
21-30	87ϕ18 / 0.01	37ϕ18 / 0.010	47ϕ18 / 0.010	87ϕ18 / 0.01
11-20	100ϕ18 / 0.01	46ϕ18 / 0.010	58ϕ18 / 0.010	100ϕ18 / 0.01
6-10	100ϕ20 / 0.010	46ϕ20 / 0.011	58ϕ20 / 0.011	100ϕ20 / 0.010
1-5	100ϕ22 / 0.011	46ϕ20 / 0.010	58ϕ20 / 0.010	100ϕ22 / 0.011

Süneklik düzeyi yüksek perdelerin betonarme tasarımı kapsamında enkesit koşulları, boyuna donatı oranları, enine donatı koşulları ve kesme güvenliği hesapları için DBYBHY 3.6'da verilen kurallar esas alınmıştır. Bu bölümde 3 aksı üzerindeki P10 perdesinin örnek betonarme tasarımı gösterilmiştir.

Eleman no: Modelde P10 elemanı, 1.kat 3 aksı üzerinde (Kalıpta SW1);

$H_w / l_w = 188.75 / 17.3 = 10.91 > 2.0$ olduğundan perdenin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulmuştur.

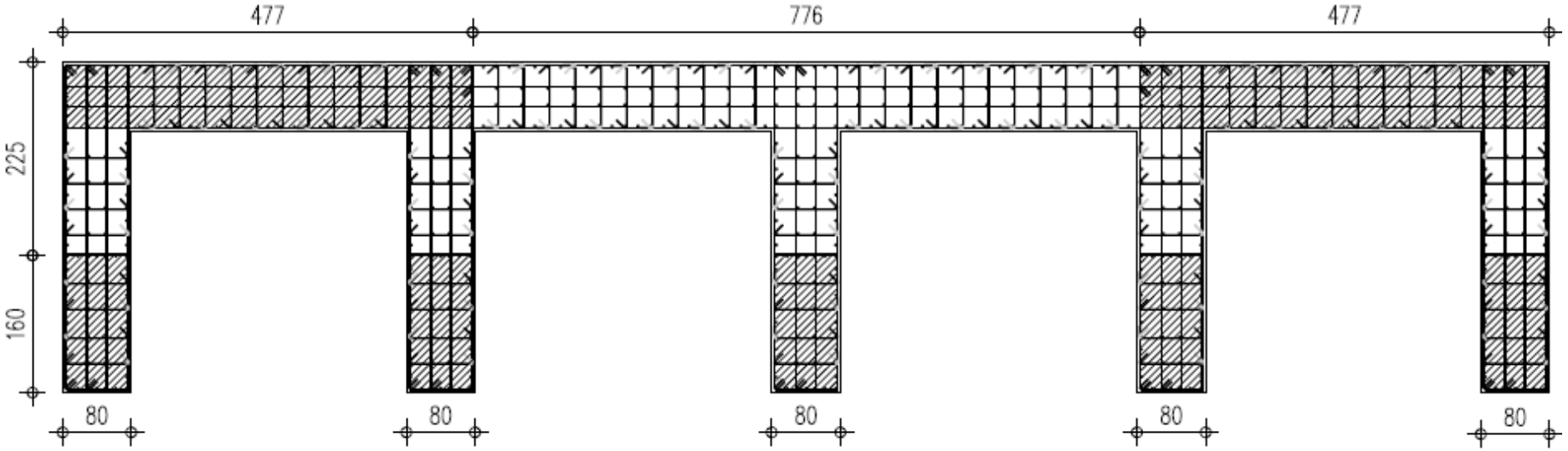
$H_{cr} \geq l_w = 17.3\,m$

$H_{cr} \geq H_w / 6 = 188.75\,m / 6 = 31.5\,m$

$H_{cr} = 38.75\,m\,(10.kat)$

DBYBHY 3.6.2.3'e göre perde uç bölgelerinin plandaki uzunluğu kiritik perde yüksekliği boyunca, perdenin plandaki uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının 2 katından daha az olmayacaktır. Bu kurala göre kritik perde yüksekliği boyunca, perdenin 17.30 m uzunluğundaki kolunda en az 3.46 m'lık, 3.85 m'lık kollarında en az 1.60 m'lık başlık bölgeleri teşkil edilmelidir. Kritik perde yüksekliğinin üzerinde bu uzunluklar perdenin plandaki uzunluğunun %10'nundan ve perde kalınlığının 2 katından daha az olmayacaktır. Şekil 6.26'da P10 perdesinin donatı yerleşimi ve başlık bölgeleri görülmektedir.

Kritik perde yüksekliği boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekare perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılmıştır. Çirozların çapı en az yatay donatının çapı kadardır.

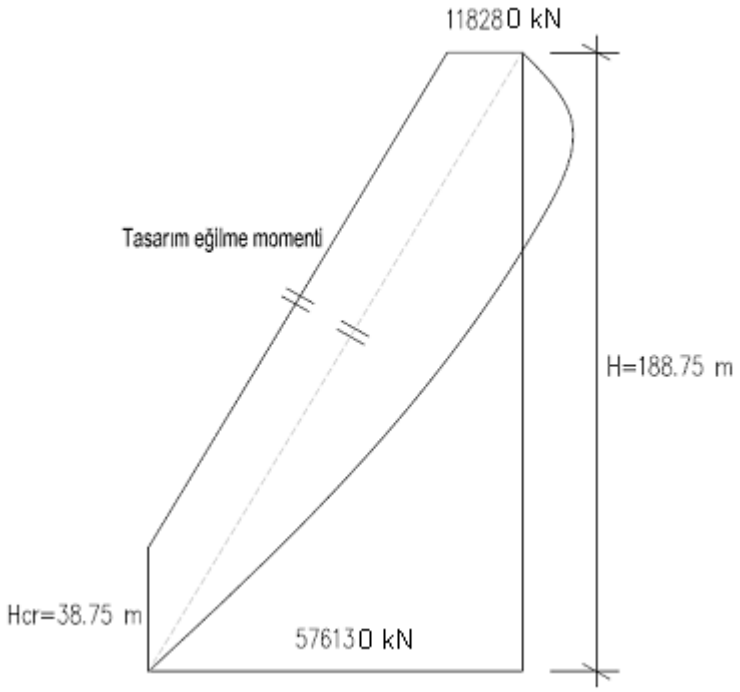


Şekil 6.26 : P10 perdesi kesiti

Çizelge 6.13 : P10 perde yük kombinasyonları

G	P (kN)	-168025	***G+Q+E+0.3F***	P (kN)	-173710	***0.9G+E+0.3F***	P (kN)	-135498
	Mx (kNm)	0		Mx (kNm)	576130		Mx (kNm)	576130
	My (kNm)	1352		My (kNm)	20816		My (kNm)	20523
Q	P (kN)	-21410	***G+Q-E-0.3F***	P (kN)	-205159	***0.9G-E-0.3F***	P (kN)	-166947
	Mx (kNm)	0		Mx (kNm)	-576130		Mx (kNm)	-576130
	My (kNm)	157		My (kNm)	-17798		My (kNm)	-18090
E	P (kN)	0	***G+Q+0.3E+F***	P (kN)	-137020	***0.9G+0.3E+F***	P (kN)	-98807
	Mx (kNm)	564508		Mx (kNm)	208091		Mx (kNm)	208091
	My (kNm)	0		My (kNm)	65865		My (kNm)	65572
F	P (kN)	52415	***G+Q-0.3E-F***	P (kN)	-241850	***0.9G-0.3E-F***	P (kN)	-203637
	Mx (kNm)	38739		Mx (kNm)	-208091		Mx (kNm)	-208091
	My (kNm)	64356		My (kNm)	-62847		My (kNm)	-63139

Çizelge 6.13'de P10 perdesine 1. katta etkiyen yükler ve bu yüklerin kombinasyonları görülmektedir. P10 perdesine etkiyen X ve Y doğrultusundaki eğilme momentleri Şekil 6.27 de gösterildiği gibi kiritik perde yüksekliği boyunca sabit olacak şekilde alınıp, kritik perde yüksekliği üzerinde ise analiz sonucunda elde edilen en alt kat ve en üst kattaki moment değerlerini birleştiren doğruya paralel olacak şekilde azalım gösterecektir.



Şekil 6.27 : P10 perdesi tasarım eğilme momenti diyagramı

Şekil 6.27'de G+Q+E+0.3F kombinasyonu için Mx tasarım eğilme momentinin DBYBHY'e göre katlar arasında nasıl değişmesi gerektiği görülmektedir.

Kolon elemanlarında yapıldığı gibi perde elemanlarında da gereken boyuna donatının bulunmasında, kesite konstrüktif olarak yerleştirilen donatı adedine göre minimum donatı oranı verecek donatı çapından maksimum donatı pursantajını verecek donatı çapı aralığında akma yüzeyleri çizilecektir. Tüm kombinasyon değerleri için elemanda meydana gelen normal kuvvet ve her iki doğrultudaki moment değerleri, oluşturulan akma yüzeylerinin içinde kaldığı ilk durumda kullanılan donatı çapı seçilen eğilme donatısı çapını verecektir.

Perde gövde donatısı, perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam en kesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt enkesit alanının 0.0025'inden az olmayacak şekilde seçilmiştir.

$$l_w = 17.3\,m\,için\,\rho_{gövde} = 0.0025 \Rightarrow A_{s,gövde} = 0.0025 \times 80 \times (1730 - 477 \times 2) = 155.2\,cm^2$$

$$l_w = 3.85\,m\,için\,\rho_{gövde} = 0.0025 \Rightarrow A_{s,gövde} = 0.0025 \times 80 \times (385 - 160) = 45\,cm^2$$

$$\phi_{gövde} = \max(155.2/150; 45/44) = 1.03\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 14$$

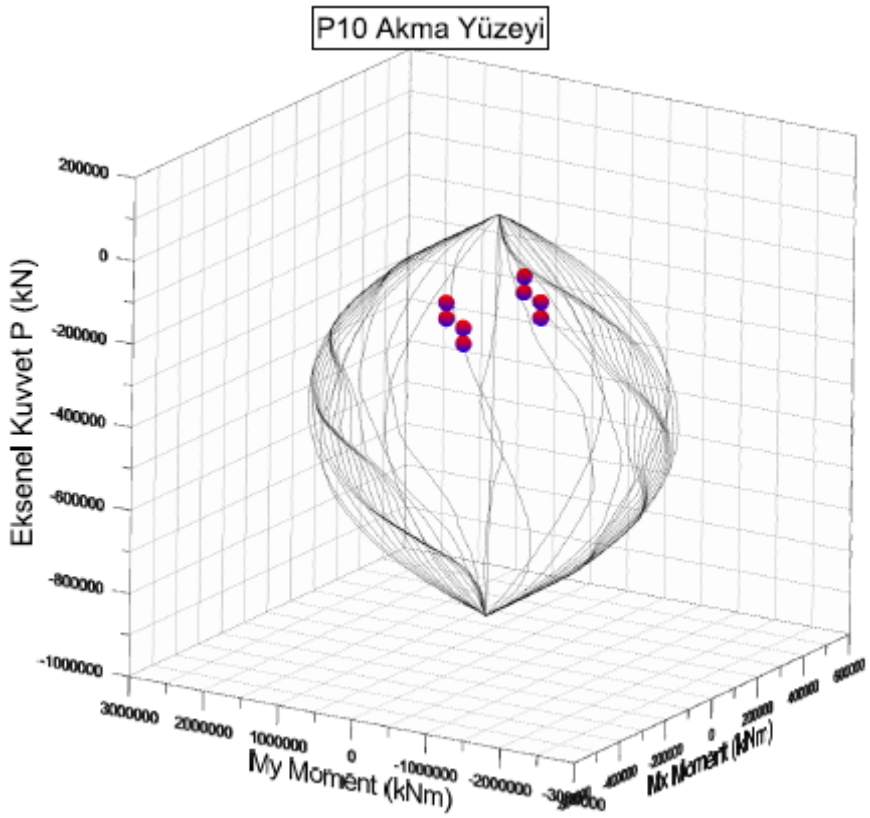
Perde uç bölgelerinin her birinde, kritik perde yüksekliği boyunca, düşey donatı toplam alanının perde enkesit alanına oranı 0.002'den az olmayacak şekilde donatı yerleştirilmiştir. Kritik perde yüksekliğinin üzzerinde bu oran 0.001'den az olmayacaktır.

$$l_w = 17.3\,m\,için\,\rho_{başlık} = 0.002 \Rightarrow A_{s,gövde} = 0.002 \times 80 \times 1730 = 276.8\,cm^2$$

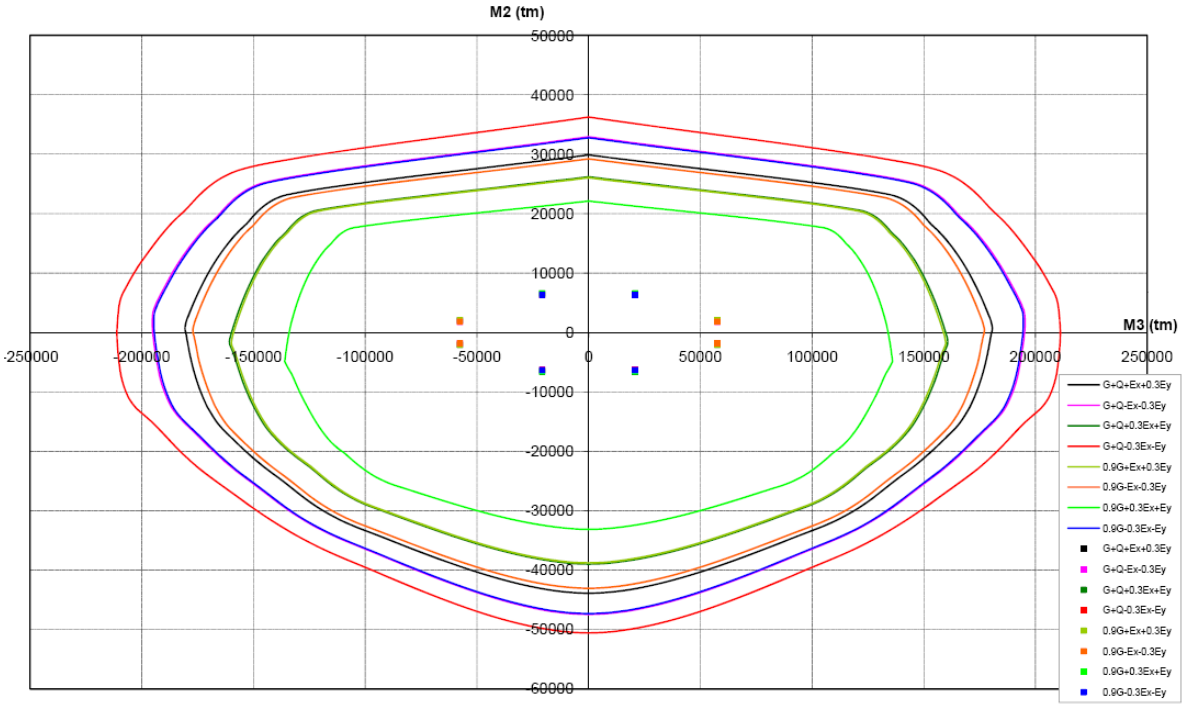
$$l_w = 3.85\,m\,için\,\rho_{başlık} = 0.002 \Rightarrow A_{s,gövde} = 0.002 \times 80 \times 385 = 61.6\,cm^2$$

$$\phi_{başlık} = \max(276.8/100; 61.6/40) = 2.77\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 20$$

Seçilen gövde ve başlık donatıları doğrultusunda elde edilen akma yüzeyi Şekil 6.28'de görülmektedir. 1. kat için elde edilen 8 kombinasyon değerinin bu akma yüzeyi içinde kaldığı gene Şekil 6.29 'da görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere yaptığımız gövde ve başlık donatısı seçimleri yeterlidir.



Şekil 6.28 : P10 perdesi akma yüzeyi ve dizayn yükleri



Şekil 6.29 : P10 perdesi Mx-My etkileşim grafiği

P10 perdesinin uç bölgesinin sarılma donatısı;

X doğrultusunda:

$$A_{sh} \geq 2/3 \times 0.30 \times 10 \times 72.8 \times \left[(138400/127576) - 1 \right] (5000/42000) = 1.47\, cm^2$$

$$A_{sh} \geq 2/3 \times 0.075 \times 10 \times 72.8 \times (5000/42000) = 4.3\, cm^2$$

Y doğrultusunda:

$$A_{sh} \geq 2/3 \times 0.30 \times 10 \times 72.8 \times \left[(30800/28046) - 1 \right] (5000/42000) = 1.7\, cm^2$$

$$A_{sh} \geq 2/3 \times 0.075 \times 10 \times 72.8 \times (5000/42000) = 4.3\, cm^2$$

$$Seçilen\, \phi 14/10 \;\Rightarrow A_{shx} = 1.54 \times 4 = 6.16\, cm^2,\; A_{shy} = 1.54 \times 4 = 6.16\, cm^2$$

P10 perdesinin kesme güvenliği;

İYBDY'ne göre perdelerin kesme güvenliğinde hesaba katılacak perde kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v = 2$ alınacaktır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d$$

$$V_{ex} = 53950kN \quad ; \quad V_{ey} = 26400kN$$

DBYBHY'in 3.6.6.3 maddesine göre düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak kesme kuvveti hesaplanarak, V_e değerinden hangisi küçük ise perdenin kesme tasarımında da o değer kullanılmıştır.

$R_a = 2$ için; $V_{ex,R_2} = 29770kN \Rightarrow \quad V = \min(V_{ex}; V_{ex,R_2}) = 29770\, kN$

$$V_{ey,R_2} = 13800\, kN \Rightarrow \quad V = \min(V_{ey}; V_{ey,R_2}) = 13800\, kN$$

X doğrultusunda;

$$A_s = \left(\frac{V_e}{f_{yd}} \right) / l = \left(\frac{29770kN}{36.5kN/cm^2} \right) / 16.5 = 49.44\, cm^2/m$$

s=15 ve n=4 etriye kolu için gerekli olan minimum donatı çapı;

$$\phi = \frac{A_s}{n} \times \frac{s}{100} = \frac{49.44}{4} \times \frac{15}{100} = 1.85\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 18/15$$

$$V_{rx,y} = \frac{A_s n}{s} f_{ywd} l = \frac{2.54 \times 4}{0.15} 36.5 \times 16.5 = 40800\,kN$$

Y doğrultusunda;

$$A_s = \left(\frac{V_e}{f_{yd}} \right) / l = \left(\frac{13800kN}{36.5\,kN/cm^2} \right) / 17.25 = 22\,cm^2/m$$

s=15 ve n=4 etriye kolu için gerekli olan minimum donatı çapı;

$$\phi = \frac{A_s}{n} \times \frac{s}{100} = \frac{22}{4} \times \frac{15}{100} = 0.825\,cm^2 \quad Seçilen\,\phi 12/15$$

$$V_{rx,y} = \frac{A_s n}{s} f_{ywd} l = \frac{1.13 \times 4}{0.15} 36.5 \times 17.25 = 18970\,kN$$

$$V_e \le V_r$$

$$V_e \le 0.22 b_w d\, f_{cd}$$

$$V_{ex} = 29770\,kN \le V_{rx} = 40800\,kN$$

$$V_{ey} = 13800\,kN \le V_{ry} = 18970\,kN$$

$$V_{ex} = 29770\,kN \le V_{\max} = 0.22 \times 0.8 \times 16.5 \times \left(50000/1.5\right) = 96800\,kN$$

$$V_{ey} = 13800\,kN \le V_{\max} = 0.22 \times 0.8 \times 17.25 \times \left(50000/1.5\right) = 101200\,kN$$

P10 ve P4 perdelerinin tüm katlar için eğilme ve kesme betonarme tasarımları çizelgeler halinde sunulmuştur, Çizelge 6.14, Çizelge 6.15 ve Çizelge 6.16.

Çizelge 6.14 : P10 ve P4 perde eğilme donatısı seçimleri

Eleman		***Katlar***				
		1-5	***6-10***	***11-20***	***21-30***	***31-50***
P4	***Başlık***	ϕ20	ϕ18	ϕ16	ϕ16	ϕ16
	Gövde	ϕ16	ϕ14	ϕ14	ϕ12	ϕ12
P10	***Başlık***	ϕ20	ϕ18	ϕ16	ϕ16	ϕ16
	Gövde	ϕ14	ϕ14	ϕ14	ϕ12	ϕ12

Çizelge 6.15 : P10 perdesi kesme donatısı seçimleri

Kat	Eleman	GQ		E		F		E		F		B (m)	ΣLx (m)	ΣLy (m)	Mp/Md	β_v	Ve X (kN)	Ve Y (kN)	Vmax X (kN)	Vmax Y (kN)	As X (cm^2/m)	As Y (cm^2/m)	s (m)	kol	Etr. Alanı X (cm^2)	Etr. Alanı Y (cm^2)	Seçilen (cm^2)	
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vdx (kN)	Vdy (kN)	Vdx (kN)	Vdy (kN)	Vx (R=2) (kN)	Vy (R=2) (kN)	Vx (R=2)	Vy (R=2)																X	Y
50	P10	0	-39.7	1203.4	0	55.6	656.2	2329.8	0.1	101.7	1199.9	0.5	16.5	17.25	1.8	2	2360.3	1239.6	60500	63250	3.9	2.0	0.2	3	0.26	0.13	1.13	0.79
49	P10	0	15.8	1710.3	0	145	1240.2	3311.2	0.1	265.2	2267.8	0.5	16.5	17.25	1.8	2	3390.8	2283.6	60500	63250	5.6	3.6	0.2	3	0.38	0.24	1.13	0.79
48	P10	0	-3.6	2590.7	0	228.5	1807.8	5015.9	0.1	417.9	3305.9	0.5	16.5	17.25	1.8	2	5141.3	3309.5	60500	63250	8.5	5.3	0.2	3	0.57	0.35	1.13	0.79
47	P10	0	-3.3	3329.8	0	300.2	2301.9	6446.8	0	548.9	4209.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	6611.5	4212.6	60500	63250	11.0	6.7	0.2	3	0.73	0.45	1.13	0.79
46	P10	0	-3.8	3877.2	0	361	2713.9	7506.6	0	660.2	4962.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	7704.7	4966.4	60500	63250	12.8	7.9	0.2	3	0.85	0.53	1.13	0.79
45	P10	0	-4	4283	0	414.2	3047.3	8292.2	0.1	757.3	5572.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	8519.4	5576.3	60500	63250	14.1	8.9	0.2	3	0.94	0.59	1.13	0.79
44	P10	0	-4.2	4582.4	0	462.5	3307.5	8872	0.1	845.8	6048.2	0.5	16.5	17.25	1.8	2	9125.7	6052.4	60500	63250	15.1	9.6	0.2	3	1.01	0.64	1.13	0.79
43	P10	0	-4.3	4805.4	0	508.8	3502.8	9303.7	0.1	930.5	6405.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	9582.9	6409.6	60500	63250	15.9	10.2	0.2	3	1.06	0.68	1.13	0.79
42	P10	0	-4.4	4971.1	0	555.5	3643.6	9624.6	0.1	1015.7	6662.8	0.5	16.5	17.25	1.8	2	9929.3	6667.2	60500	63250	16.5	10.6	0.2	3	1.10	0.71	1.13	0.79
41	P10	0	-4.6	5093.6	0	603.7	3741.6	9861.7	0	1104	6842	0.5	16.5	17.25	1.8	2	10192.9	6846.6	60500	63250	16.9	10.9	0.2	3	1.13	0.72	1.13	0.79
40	P10	0	-4.7	5186.1	0	654.2	3808	10040.8	0	1196.3	6963.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	10399.7	6968.0	60500	63250	17.3	11.1	0.2	3	1.15	0.74	1.54	1.13
39	P10	0	-4.8	5262.9	0	707.1	3853	10189.4	0.1	1293.1	7045.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	10577.3	7050.4	60500	63250	17.6	11.2	0.2	3	1.17	0.75	1.54	1.13
38	P10	0	-4.9	5336.9	0	762.5	3886.2	10332.8	0.1	1394.3	7106.4	0.5	16.5	17.25	1.8	2	10751.1	7111.3	60500	63250	17.8	11.3	0.2	3	1.19	0.75	1.54	1.13
37	P10	0	-5	5418.4	0	819.9	3915.5	10490.4	0.1	1499.2	7160	0.5	16.5	17.25	1.8	2	10940.2	7165.0	60500	63250	18.2	11.4	0.2	3	1.21	0.76	1.54	1.13
36	P10	0	-5	5509.2	0	878.7	3946.8	10666.4	0.1	1606.8	7217.1	0.5	16.5	17.25	1.8	2	11148.4	7222.1	60500	63250	18.5	11.5	0.2	3	1.23	0.76	1.54	1.13
35	P10	0	-6.3	5629.5	0	938.9	3982.8	10899.2	0	1717	7282.9	0.5	16.5	17.25	1.8	2	11414.3	7289.2	60500	63250	18.9	11.6	0.2	3	1.26	0.77	1.54	1.13
34	P10	0	-5.5	5710.4	0	994.1	4054.6	11055.9	0	1817.7	7414.2	0.5	16.5	17.25	1.8	2	11601.2	7419.7	60500	63250	19.3	11.8	0.2	3	1.28	0.79	1.54	1.13
33	P10	0	-4.5	5858.5	0	1055.6	4110.8	11342.6	0.1	1930.4	7517.1	0.5	16.5	17.25	1.8	2	11921.7	7521.6	60500	63250	19.8	11.9	0.2	3	1.32	0.80	1.54	1.13
32	P10	0	-5.2	6008.7	0	1118.1	4182.1	11633.4	0.1	2044.6	7647.5	0.5	16.5	17.25	1.8	2	12246.8	7652.7	60500	63250	20.3	12.1	0.2	3	1.35	0.81	1.54	1.13
31	P10	0	-5.3	6174.7	0	1180.9	4265.3	11954.8	0.1	2159.5	7799.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	12602.7	7804.9	60500	63250	20.9	12.4	0.2	3	1.39	0.83	1.54	1.13
30	P10	0	-5.4	6349.1	0	1243.9	4358.3	12292.6	0	2274.6	7969.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	12975.0	7975.0	60500	63250	21.5	12.7	0.15	3	1.08	0.63	1.54	1.13
29	P10	0	-5.6	6528.3	0	1307.2	4458.3	12639.4	0	2390.4	8152.4	0.5	16.5	17.25	1.8	2	13356.5	8158.0	60500	63250	22.2	12.9	0.15	3	1.11	0.65	1.54	1.13
28	P10	0	-5.7	6709.7	0	1371	4562.1	12990.6	0.1	2507	8342.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	13742.7	8348.0	60500	63250	22.8	13.3	0.15	3	1.14	0.66	1.54	1.13
27	P10	0	-5.8	6894.3	0	1435.3	4665.5	13348	0.1	2624.7	8531.3	0.5	16.5	17.25	1.8	2	14135.4	8537.1	60500	63250	23.5	13.6	0.15	3	1.17	0.68	1.54	1.13
26	P10	0	-5.5	7079.3	0	1500.6	4764.8	13706.1	0.1	2743.9	8713	0.5	16.5	17.25	1.8	2	14529.3	8718.5	60500	63250	24.1	13.8	0.15	3	1.21	0.69	1.54	1.13
25	P10	0	-8.1	7291.6	0	1567.7	4854.7	14117.2	0	2866.8	8877.4	0.5	16.5	17.25	1.8	2	14977.2	8885.5	60500	63250	24.9	14.1	0.15	3	1.24	0.71	1.54	1.13
24	P10	0	-7.1	7428.1	0	1623.7	4976.5	14381.5	0	2969.1	9100.1	0.5	16.5	17.25	1.8	2	15272.2	9107.2	60500	63250	25.3	14.5	0.15	3	1.27	0.72	1.54	1.13
23	P10	0	-4.9	7637.2	0	1687.5	5040.2	14786.3	0	3085.7	9216.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	15712.0	9221.5	60500	63250	26.1	14.6	0.15	3	1.30	0.73	1.54	1.13
22	P10	0	-10.8	7834	0	1736.3	5091	15167.4	0	3175	9309.6	0.5	16.5	17.25	1.8	2	16119.9	9320.4	60500	63250	26.8	14.8	0.15	3	1.34	0.74	1.54	1.13
21	P10	0	-4.4	7758	0	1711.7	5141.2	15020.3	0.1	3130.1	9401.2	0.5	16.5	17.25	1.8	2	15959.3	9405.6	60500	63250	26.5	14.9	0.15	3	1.32	0.75	1.54	1.13
20	P10	0	-7.9	7944.7	0	1868.2	5401.5	15381.8	0.1	3416.3	9877.2	0.6	16.5	17.25	1.8	2	16406.7	9885.1	72600	75900	27.2	15.7	0.15	4	1.02	0.59	1.54	1.13
19	P10	0	-10.6	8171.4	0	1889.5	5439.1	15820.5	0	3455.1	9946	0.6	16.5	17.25	1.8	2	16857.0	9956.6	72600	75900	28.0	15.8	0.15	4	1.05	0.59	1.54	1.13
18	P10	0	-7.7	8470.7	0	1951.9	5563.7	16400.1	0	3569.2	10173.9	0.6	16.5	17.25	1.8	2	17470.9	10181.6	72600	75900	29.0	16.2	0.15	4	1.09	0.61	1.54	1.13
17	P10	0	-7.8	8823.8	0	2027.8	5716.9	17083.7	0	3708	10453.9	0.6	16.5	17.25	1.8	2	18196.1	10461.7	72600	75900	30.2	16.6	0.15	4	1.13	0.62	1.54	1.13
16	P10	0	-7.7	9212.5	0	2108.3	5898.1	17836.3	0	3855.3	10785.3	0.6	16.5	17.25	1.8	2	18992.9	10793.0	72600	75900	31.5	17.1	0.15	4	1.18	0.64	1.54	1.13
15	P10	0	-7.6	9636.8	0	2191.8	6101.7	18657.7	0	4008	11157.7	0.6	16.5	17.25	1.8	2	19860.1	11165.3	72600	75900	33.0	17.7	0.15	4	1.24	0.66	1.54	1.13
14	P10	0	-7.4	10097.7	0	2277.4	6322.6	19550.2	0.1	4164.5	11561.6	0.6	16.5	17.25	1.8	2	20799.6	11569.0	72600	75900	34.5	18.4	0.15	4	1.29	0.69	1.54	1.13
13	P10	0	-7.1	10586.7	0	2361.1	6551	20496.9	0.1	4317.5	11979.3	0.6	16.5	17.25	1.8	2	21792.2	11986.4	72600	75900	36.2	19.0	0.15	4	1.36	0.71	1.54	1.13
12	P10	0	-13	11108	0	2428.5	6779.6	21506.1	0.1	4440.7	12397.3	0.6	16.5	17.25	1.8	2	22838.3	12410.3	72600	75900	37.9	19.7	0.15	4	1.42	0.74	1.54	1.13
11	P10	0	-2.1	11336.2	0	2412.7	7026.8	21947.9	0	4411.8	12849.2	0.6	16.5	17.25	1.8	2	23271.4	12851.3	72600	75900	38.6	20.4	0.15	4	1.45	0.76	1.54	1.13
10	P10	0	-9.5	12014.3	0	2619.3	7562.5	23260.9	0	4789.7	13828.9	0.7	16.5	17.25	1.8	2	24697.8	13838.4	84700	88550	41.0	22.0	0.15	4	1.54	0.82	2.01	1.13
9	P10	0	-14.4	12505.7	0	2651.3	7827.9	24212.2	0.1	4848.2	14314.1	0.7	16.5	17.25	1.8	2	25666.7	14328.5	84700	88550	42.6	22.7	0.15	4	1.60	0.85	2.01	1.13
8	P10	0	-4.9	13134.7	0	2742.4	8107	25430.1	0.1	5014.8	14824.5	0.7	16.5	17.25	1.8	2	26934.5	14829.4	84700	88550	44.7	23.5	0.15	4	1.68	0.88	2.01	1.13
7	P10	0	-13.7	13777.3	0	2837.1	8369.5	26674.1	0.1	5187.9	15304.6	0.7	16.5	17.25	1.8	2	28230.5	15318.3	84700	88550	46.8	24.3	0.15	4	1.76	0.91	2.01	1.13
6	P10	0	-2.3	14137	0	2865.4	8620.8	27370.5	0	5239.8	15764.1	0.7	16.5	17.25	1.8	2	28942.4	15766.4	84700	88550	48.0	25.0	0.15	4	1.80	0.94	2.01	1.13
5	P10	0	-7.3	15030.1	0	3145.5	9121.7	29099.6	0	5751.8	16680	0.8	16.5	17.25	1.8	2	30825.1	16687.3	96800	1E+05	51.2	26.5	0.15	4	1.92	0.99	2.54	1.13
4	P10	0	-15.1	15600.5	0	3239.6	9136	30204	0	5923.9	16706.3	0.8	16.5	17.25	1.8	2	31981.2	16721.4	96800	1E+05	53.1	26.5	0.15	4	1.99	1.00	2.54	1.13
3	P10	0	-23.7	16184.4	0	3351.6	9007.7	31334.6	0.1	6128.7	16471.6	0.8	16.5	17.25	1.8	2	33173.2	16495.3	96800	1E+05	55.0	26.2	0.15	4	2.06	0.98	2.54	1.13
2	P10	0	37.2	16799.6	0	3332.5	8721.3	32525.5	0.1	6093.9	15947.9	0.8	16.5	17.25	1.8	2	34353.7	15985.1	96800	1E+05	57.0	25.4	0.15	4	2.14	0.95	2.54	1.13
1	P10	0	0.9	14715.3	0	2329.6	7541.4	28490.3	0.1	4259.9	13790.4	0.8	16.5	17.25	1.8	2	29768.3	13791.3	96800	1E+05	49.4	21.9	0.15	4	1.85	0.82	2.54	1.13

Çizelge 6.16 : P4 perdesi kesme donatısı seçimleri

Kat	Eleman	GQ	E	F	E	F	B (m)	ΣLy (m)	Mp/Md	β_v	Ve Y (kN)	Vmax Y (kN)	As Y (cm^2/m)	s (m)	kol	Etr. Alanı Y (cm^2)	Seçilen
		Vy (kN)	Vdy (kN)	Vdy (kN)	Vy (R=2) (kN)	Vy (R=2) (kN)											Y
50	P4	103.7	386.3	311.9	747.9	570.4	0.5	5.5	1.8	2	898.5	20166.7	4.5	0.2	3	0.30	0.79
49	P4	77.6	330.5	509.9	639.9	932.4	0.5	5.5	1.8	2	1202.0	20166.7	6.0	0.2	3	0.40	0.79
48	P4	75	328.3	671.7	635.6	1228.3	0.5	5.5	1.8	2	1494.0	20166.7	7.4	0.2	3	0.50	0.79
47	P4	74.7	336.9	795.4	652.2	1454.6	0.5	5.5	1.8	2	1725.0	20166.7	8.6	0.2	3	0.57	0.79
46	P4	74.7	346	889.9	669.8	1627.2	0.5	5.5	1.8	2	1902.8	20166.7	9.5	0.2	3	0.63	0.79
45	P4	74.6	354.7	963	686.7	1761	0.5	5.5	1.8	2	2041.6	20166.7	10.2	0.2	3	0.68	0.79
44	P4	74.4	362.9	1019.4	702.6	1864.1	0.5	5.5	1.8	2	2149.3	20166.7	10.7	0.2	3	0.71	0.79
43	P4	74.2	370.5	1062.2	717.2	1942.4	0.5	5.5	1.8	2	2231.8	20166.7	11.1	0.2	3	0.74	0.79
42	P4	74.1	377.2	1094.3	730.4	2001	0.5	5.5	1.8	2	2294.2	20166.7	11.4	0.2	3	0.76	0.79
41	P4	73.8	383.3	1118.3	742.1	2045	0.5	5.5	1.8	2	2341.4	20166.7	11.7	0.2	3	0.78	0.79
40	P4	73.6	388.7	1136.6	752.6	2078.4	0.5	5.5	1.8	2	2377.8	20166.7	11.8	0.2	3	0.79	1.13
39	P4	73.4	393.7	1151.1	762.3	2105	0.5	5.5	1.8	2	2407.1	20166.7	12.0	0.2	3	0.80	1.13
38	P4	73.1	398.5	1163.9	771.4	2128.4	0.5	5.5	1.8	2	2432.9	20166.7	12.1	0.2	3	0.81	1.13
37	P4	72.9	403.1	1176.8	780.5	2151.9	0.5	5.5	1.8	2	2459.0	20166.7	12.2	0.2	3	0.82	1.13
36	P4	72.7	407.7	1191.1	789.4	2178	0.5	5.5	1.8	2	2487.5	20166.7	12.4	0.2	3	0.83	1.13
35	P4	71.4	411.9	1206.2	797.5	2205.7	0.5	5.5	1.8	2	2516.4	20166.7	12.5	0.2	3	0.84	1.13
34	P4	72.2	423.1	1217.1	819.3	2225.6	0.5	5.5	1.8	2	2543.6	20166.7	12.7	0.2	3	0.84	1.13
33	P4	72	427.8	1236.6	828.2	2261.2	0.5	5.5	1.8	2	2581.7	20166.7	12.9	0.2	3	0.86	1.13
32	P4	71.5	433	1258.5	838.3	2301.4	0.5	5.5	1.8	2	2624.4	20166.7	13.1	0.2	3	0.87	1.13
31	P4	71.2	438.3	1281.8	848.7	2343.8	0.5	5.5	1.8	2	2669.6	20166.7	13.3	0.2	3	0.89	1.13
30	P4	70.9	443.8	1306.1	859.2	2388.4	0.5	5.5	1.8	2	2717.1	20166.7	13.5	0.2	3	0.90	1.13
29	P4	70.6	449.3	1331.6	869.8	2435	0.5	5.5	1.8	2	2766.5	20166.7	13.8	0.2	3	0.92	1.13
28	P4	70.3	454.7	1358.2	880.3	2483.7	0.5	5.5	1.8	2	2818.1	20166.7	14.0	0.2	3	0.94	1.13
27	P4	70.1	460.1	1386	890.8	2534.4	0.5	5.5	1.8	2	2871.7	20166.7	14.3	0.2	3	0.95	1.13
26	P4	70.2	465.3	1415	900.8	2587.5	0.5	5.5	1.8	2	2927.9	20166.7	14.6	0.2	3	0.97	1.13
25	P4	68.2	469.4	1444.2	908.7	2640.9	0.5	5.5	1.8	2	2981.7	20166.7	14.8	0.2	3	0.99	1.13
24	P4	69.3	482.4	1465.9	934	2680.6	0.5	5.5	1.8	2	3030.1	20166.7	15.1	0.2	3	1.01	1.13
23	P4	69.4	486.8	1503.3	942.6	2749	0.5	5.5	1.8	2	3101.2	20166.7	15.4	0.2	3	1.03	1.13
22	P4	67.7	494.3	1550.4	957.1	2835.1	0.5	5.5	1.8	2	3189.9	20166.7	15.9	0.2	3	1.06	1.13
21	P4	65.5	513.9	1573.8	994.9	2877.8	0.5	5.5	1.8	2	3241.8	20166.7	16.1	0.2	3	1.08	1.13
20	P4	72.8	584.4	1565.4	1131.5	2862.5	0.6	5.5	1.8	2	3274.8	24200.0	16.3	0.2	4	0.82	1.13
19	P4	65.8	579.7	1614.1	1122.4	2951.5	0.6	5.5	1.8	2	3354.0	24200.0	16.7	0.2	4	0.83	1.13
18	P4	66.6	580.3	1658.6	1123.5	3032.9	0.6	5.5	1.8	2	3436.6	24200.0	17.1	0.2	4	0.86	1.13
17	P4	67.1	580	1695.7	1122.9	3100.8	0.6	5.5	1.8	2	3504.8	24200.0	17.4	0.2	4	0.87	1.13
16	P4	67.4	577.7	1730.5	1118.5	3164.4	0.6	5.5	1.8	2	3567.4	24200.0	17.8	0.2	4	0.89	1.13
15	P4	67.8	573.5	1766.1	1110.4	3229.5	0.6	5.5	1.8	2	3630.4	24200.0	18.1	0.2	4	0.90	1.13
14	P4	68.3	567.4	1805.6	1098.5	3301.7	0.6	5.5	1.8	2	3699.6	24200.0	18.4	0.2	4	0.92	1.13
13	P4	68.6	559.5	1852.2	1083.2	3387	0.6	5.5	1.8	2	3780.6	24200.0	18.8	0.2	4	0.94	1.13
12	P4	68.2	551.9	1910.3	1068.5	3493.1	0.6	5.5	1.8	2	3881.9	24200.0	19.3	0.2	4	0.97	1.13
11	P4	68.9	550.7	1939.5	1066.1	3546.6	0.6	5.5	1.8	2	3935.3	24200.0	19.6	0.2	4	0.98	1.13
10	P4	75.6	581.8	1920.2	1126.4	3511.3	0.7	5.5	1.8	2	3924.8	28233.3	19.5	0.2	4	0.98	1.54
9	P4	69.6	559.8	1976.2	1083.9	3613.7	0.7	5.5	1.8	2	4008.5	28233.3	20.0	0.2	4	1.00	1.54
8	P4	74.2	533.8	2043.7	1033.6	3737.1	0.7	5.5	1.8	2	4121.4	28233.3	20.5	0.2	4	1.03	1.54
7	P4	74.6	505	2112.3	977.7	3862.6	0.7	5.5	1.8	2	4230.5	28233.3	21.1	0.2	4	1.05	1.54
6	P4	77	474.9	2140.3	919.4	3913.8	0.7	5.5	1.8	2	4266.6	28233.3	21.2	0.2	4	1.06	1.54
5	P4	90.7	458.3	2124.6	887.2	3885	0.8	5.5	1.8	2	4241.9	32266.7	21.1	0.2	4	1.06	1.54
4	P4	95.2	406	2242.1	786.1	4099.9	0.8	5.5	1.8	2	4430.9	32266.7	22.1	0.2	4	1.10	1.54
3	P4	129.8	362.5	2418.9	701.9	4423.2	0.8	5.5	1.8	2	4763.6	32266.7	23.7	0.2	4	1.19	1.54
2	P4	-34.1	315.3	2713.3	610.4	4961.5	0.8	5.5	1.8	2	5178.7	32266.7	25.8	0.2	4	1.29	1.54
1	P4	44.3	277.3	2907	536.8	5315.8	0.8	5.5	1.8	2	5521.1	32266.7	27.5	0.2	4	1.37	1.54

6.2.2 Tasarım aşaması I-B

Bu bölümde, tasarım aşaması I-A'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin, yine aynı depremin etkisi altında Kontrollu Hasar/ Can Güvenliği hedef performansı doğrusal olmayan analiz ile gösterilecektir.

İYBDY'ne göre en az 2x7=14 analizden hesaplanan sonuçların ortalaması olarak elde edilen deprem istemleri, analiz süresinin uzun olmasından dolayı 2x3=6 analiz sonucun maksimum olarak ele alınacaktır. Bu deprem istemine karşın eleman kapasitelerinin yeterliliği araştırılacaktır.

Doğrusal olmayan analizde kirişlerde plastik mafsal, düşey taşıyıcılar kolon ve perdede lifli elemanlar kullanılmıştır. Doğrusal olmayan analiz için matematiksel model Perform 3D programında hazırlanmıştır. Gerek kirişlerin plastik mafsal tanımlamalarında, gerekse lifli elemanlarda malzemelerin dayanımları ortalama dayanım olarak alınmıştır.

C50;

$$f_{ce} = 50000\,kN/m^2 \times 1.3 = 65000\,kN/m^2$$

E_c (Elastisite Modulü) = 37GPa

$$f_{cted} = 25\,kN/m^2 \times 1.3 = 32.2\,kN/m^2$$

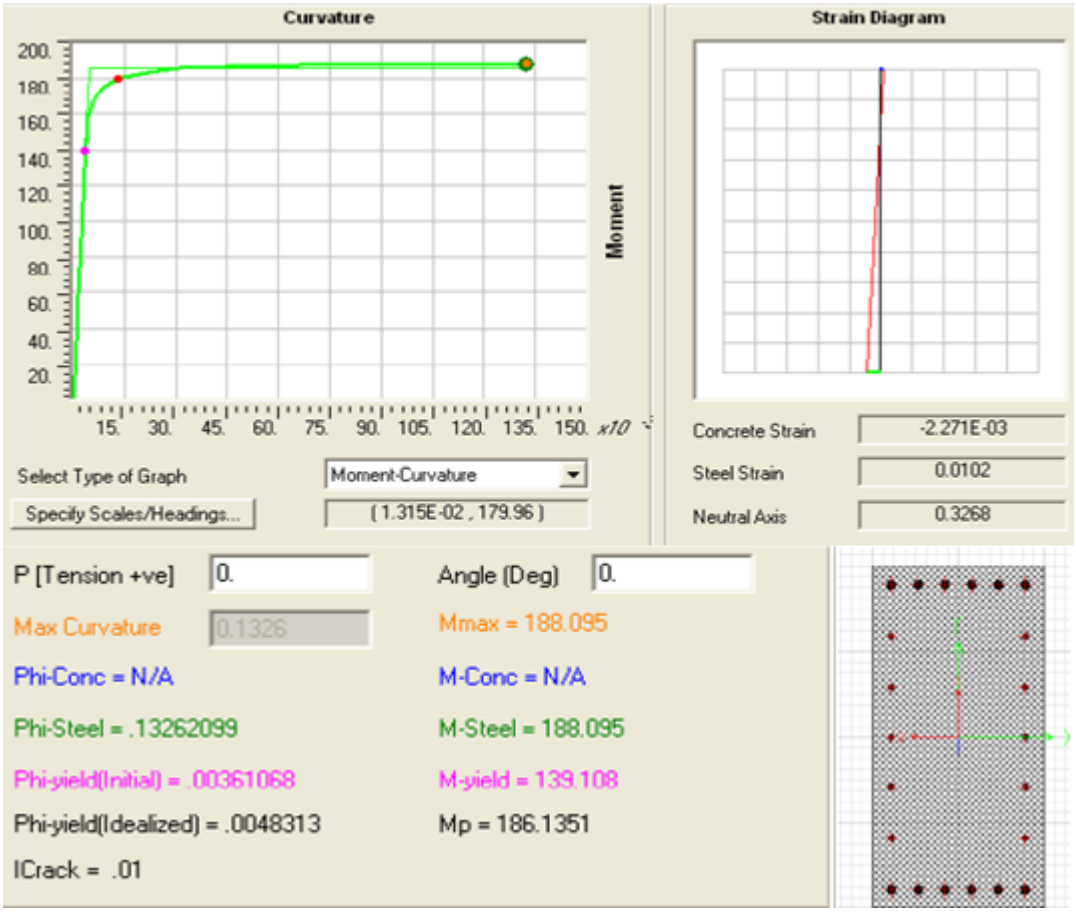
S420;

$$f_{ye} = 420000\,kN/m^2 \times 1.17 = 491400\,kN/m^2$$

E_s (Elastisite Modulü) = 210 GPa

Taşıyıcı elemanlardan kirişlerin etkin rijitlikleri, Sap2000 programının "section designer" bölümünde kesit modellenerek elde edilen moment- eğrilik eğrisin alınmıştır. Lifli elemanlar zaman tanım alanında yapılan analizlerde moment-eğrilik eğrisini takiben davranış gösterdiğinden, bu elemanlara analizde çatlamış kesit rijitliği atamaya ayrıca gerek yoktur. Çizelge 6.17'de kiriş tiplerinin çatlamış kesit rijitliklerini ve kesit hasar sınırlarına göre dönme kapasiteleri gösterilmiştir. Bu bölümde kiriş, kolon ve perde elemanlarından sadece bir grup ele alınıp doğrusal

olmayan davranışı açıkca irdelenecek geri kalan elemanlar çizelgeler veya şekillerle ifade edilecektir.

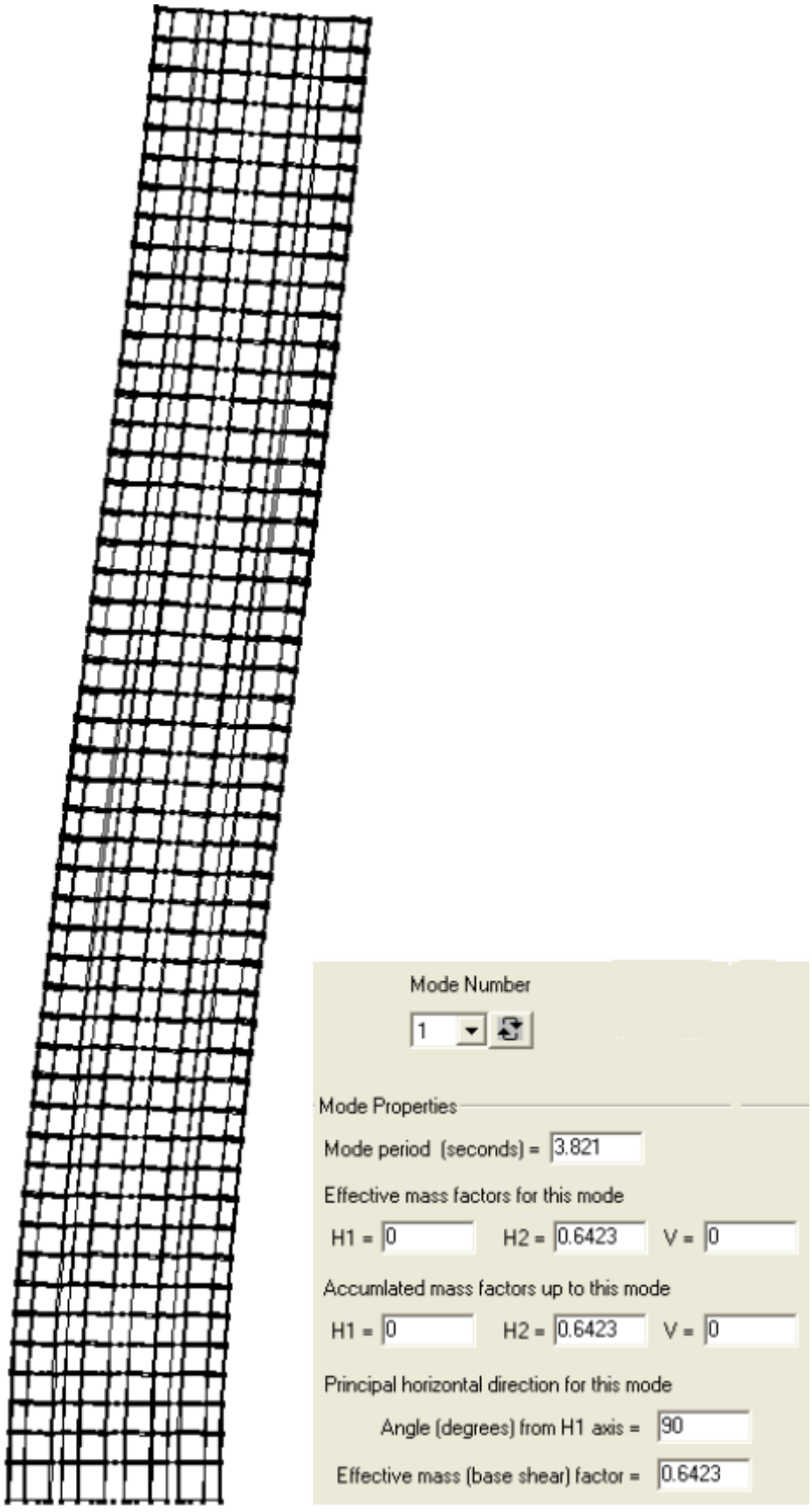


Şekil 6.30 : Beton ve donat çeliği birim uzama ve kısalmaları

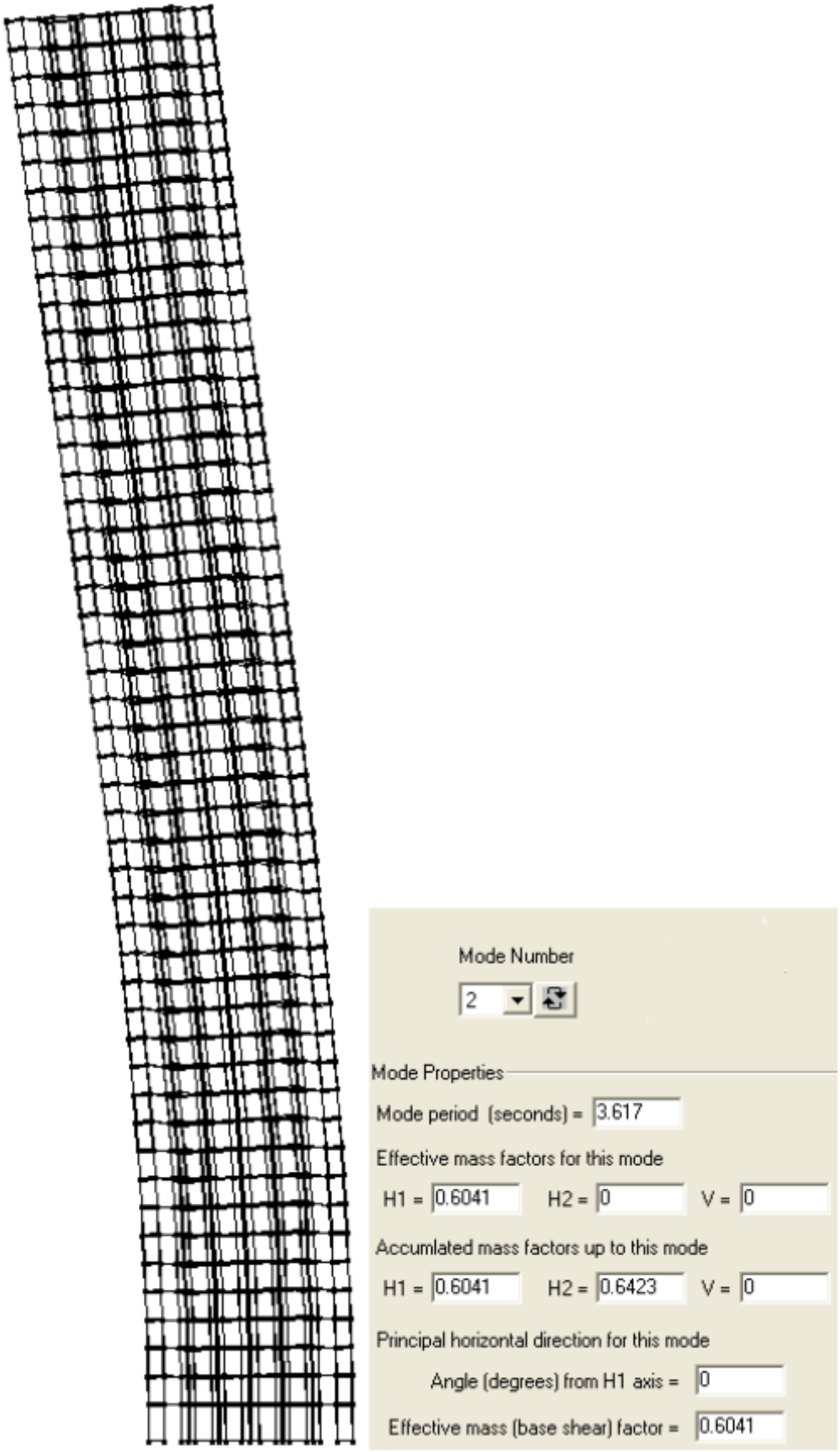
Çizelge 6.17 oluşturulurken, Şekil 6.30'da gösterildiği gibi beton birim kısalmaları ve donatı çeliği birim uzamalarına bakılır. Hangisi daha önce kesit hasar sınırına ulaşmış ise o andaki toplam eğrilik elde edilir. Toplam eğrilikden akma eğriliği çıkarılarak plastik eğrilik elde edilir. Bulunun plastik eğrilik plastik mafsal boyu ile çarpılarak, betonun ve donatı çeliğinin birim uzama veya kısalmalarına karşı gelen kesit hasar sınırı için plastik dönmeler elde edilir.

Çizelge 6.17 : Kirişlerin kesit hasar sınırları

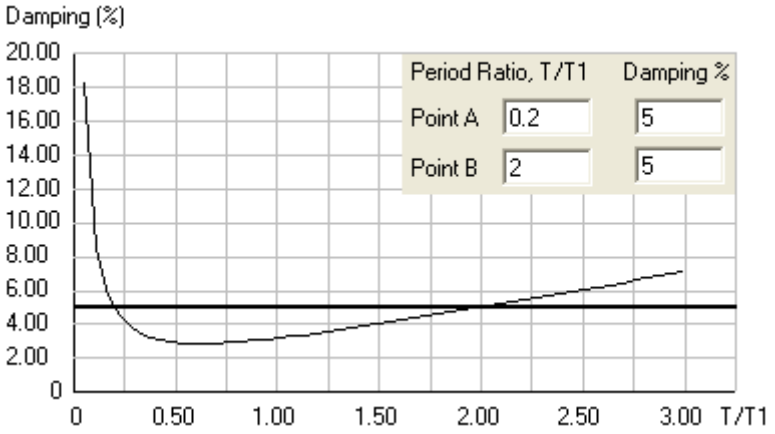
Kesit	İşaret	M (kNm)	b (m)	h (m)	$I_{initial}$ (m^4)	I_{crack} (m^4)	%I	χ_y (1/m)	l_p (m)	Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN)					Kesit Güvenlik Sınırı (GV)					Kesit Göçme Sınırı (GÇ)				
										ε_c	ε_s	χ_t	χ_n	Θ_n	ε_c	ε_s	χ_t	χ_n	Θ_n	ε_c	ε_s	χ_t	χ_n	Θ_n
BS50/50 6.32	M (-)	949	0.5	0.5	0.005208	0.002502	0.48	0.010400	0.25	-0.002988	0.01	0.02922	0.01882	0.0047	-0.006849	0.04	0.1055	0.09510	0.02378	-0.009558	0.06	0.1567	0.14630	0.0366
	M (+)	949	0.5	0.5	0.005208	0.002502	0.48	0.010400	0.25	-0.002988	0.01	0.02922	0.01882	0.0047	-0.006849	0.04	0.1055	0.09510	0.02378	-0.009558	0.06	0.1567	0.14630	0.0366
BS50/50 7.26	M (-)	740	0.5	0.5	0.005208	0.002044	0.39	0.009969	0.25	-0.002805	0.01	0.02922	0.01925	0.0048	-0.006454	0.04	0.1042	0.09423	0.02356	-0.009072	0.06	0.1549	0.14493	0.0362
	M (+)	740	0.5	0.5	0.005208	0.002044	0.39	0.009969	0.25	-0.002805	0.01	0.02922	0.01925	0.0048	-0.006454	0.04	0.1042	0.09423	0.02356	-0.009072	0.06	0.1549	0.14493	0.0362
BS60/50 8.26	M (-)	846	0.6	0.5	0.006250	0.002371	0.38	0.009829	0.25	-0.002770	0.01	0.02922	0.01939	0.0048	-0.006338	0.04	0.1042	0.09437	0.02359	-0.008993	0.06	0.1549	0.14507	0.0363
	M (+)	846	0.6	0.5	0.006250	0.002371	0.38	0.009829	0.25	-0.002770	0.01	0.02922	0.01939	0.0048	-0.006338	0.04	0.1042	0.09437	0.02359	-0.008993	0.06	0.1549	0.14507	0.0363
BS70/50 8.26	M (-)	854	0.7	0.5	0.007292	0.002478	0.34	0.009488	0.25	-0.002659	0.01	0.02922	0.01973	0.0049	-0.006126	0.04	0.1032	0.09371	0.02343	-0.008678	0.06	0.1539	0.14441	0.0361
	M (+)	854	0.7	0.5	0.007292	0.002478	0.34	0.009488	0.25	-0.002659	0.01	0.02922	0.01973	0.0049	-0.006126	0.04	0.1032	0.09371	0.02343	-0.008678	0.06	0.1539	0.14441	0.0361
BS80/50 6.26	M (-)	660	0.8	0.5	0.008333	0.001913	0.23	0.009489	0.25	-0.002306	0.01	0.02825	0.01876	0.0047	-0.005464	0.04	0.1023	0.09281	0.02320	-0.007798	0.06	0.1519	0.14241	0.0356
	M (+)	660	0.8	0.5	0.008333	0.001913	0.23	0.009489	0.25	-0.002306	0.01	0.02825	0.01876	0.0047	-0.005464	0.04	0.1023	0.09281	0.02320	-0.007798	0.06	0.1519	0.14241	0.0356
BS50/100 5.26	M (-)	1429	0.5	1	0.041667	0.008688	0.21	0.004530	0.5	-0.002039	0.01	0.01315	0.00862	0.0043	-0.003907	0.04	0.0463	0.04174	0.02087	-0.004962	0.06	0.0687	0.06414	0.0321
	M (+)	1429	0.5	1	0.041667	0.008688	0.21	0.004530	0.5	-0.002039	0.01	0.01315	0.00862	0.0043	-0.003907	0.04	0.0463	0.04174	0.02087	-0.004962	0.06	0.0687	0.06414	0.0321
BS50/100 5.32	M (-)	2288	0.5	1	0.041667	0.012600	0.30	0.004992	0.5	-0.002483	0.01	0.01364	0.00865	0.0043	-0.004640	0.04	0.0472	0.04225	0.02112	-0.005845	0.06	0.0696	0.06465	0.0323
	M (+)	2288	0.5	1	0.041667	0.012600	0.30	0.004992	0.5	-0.002483	0.01	0.01364	0.00865	0.0043	-0.004640	0.04	0.0472	0.04225	0.02112	-0.005845	0.06	0.0696	0.06465	0.0323
BS50/100 6.20	M (-)	1096	0.5	1	0.041667	0.006736	0.16	0.004480	0.5	-0.001885	0.01	0.01266	0.00818	0.0041	-0.003716	0.04	0.0463	0.04179	0.02090	-0.004708	0.06	0.0687	0.06419	0.0321
	M (+)	1096	0.5	1	0.041667	0.006737	0.16	0.004480	0.5	-0.001885	0.01	0.01266	0.00818	0.0041	-0.003716	0.04	0.0463	0.04179	0.02090	-0.004708	0.06	0.0687	0.06419	0.0321
BS50/100 6.22	M (-)	1354	0.5	1	0.041667	0.008016	0.19	0.004651	0.5	-0.002071	0.01	0.01315	0.00850	0.0042	-0.004033	0.04	0.0468	0.04210	0.02105	-0.005069	0.06	0.0687	0.06402	0.0320
	M (+)	1354	0.5	1	0.041667	0.008016	0.19	0.004651	0.5	-0.002071	0.01	0.01315	0.00850	0.0042	-0.004033	0.04	0.0468	0.04210	0.02105	-0.005069	0.06	0.0687	0.06402	0.0320
BS50/100 6.26	M (-)	1650	0.5	1	0.041667	0.010400	0.25	0.004831	0.5	-0.002271	0.01	0.01315	0.00832	0.0042	-0.004348	0.04	0.0468	0.04192	0.02096	-0.005495	0.06	0.0692	0.06433	0.0322
	M (+)	1650	0.5	1	0.041667	0.010400	0.25	0.004831	0.5	-0.002271	0.01	0.01315	0.00832	0.0042	-0.004348	0.04	0.0468	0.04192	0.02096	-0.005495	0.06	0.0692	0.06433	0.0322
BS50/100 6.32	M (-)	2763	0.5	1	0.041667	0.014800	0.36	0.005144	0.5	-0.002640	0.01	0.01364	0.00850	0.0042	-0.004921	0.04	0.0477	0.04259	0.02129	-0.006171	0.06	0.0701	0.06499	0.0325
	M (+)	2763	0.5	1	0.041667	0.014800	0.36	0.005144	0.5	-0.002640	0.01	0.01364	0.00850	0.0042	-0.004921	0.04	0.0477	0.04259	0.02129	-0.006171	0.06	0.0701	0.06499	0.0325
BS50/100 7.26	M (-)	2159	0.5	1	0.041667	0.011900	0.29	0.004993	0.5	-0.002417	0.01	0.01315	0.00816	0.0041	-0.004614	0.04	0.0472	0.04225	0.02112	-0.005814	0.06	0.0696	0.06465	0.0323
	M (+)	2159	0.5	1	0.041667	0.011900	0.29	0.004993	0.5	-0.002417	0.01	0.01315	0.00816	0.0041	-0.004614	0.04	0.0472	0.04225	0.02112	-0.005814	0.06	0.0696	0.06465	0.0323
BS50/100 7.32	M (-)	3234	0.5	1	0.041667	0.017000	0.41	0.005249	0.5	-0.002756	0.01	0.01364	0.00839	0.0042	-0.005223	0.04	0.0477	0.04248	0.02124	-0.006731	0.06	0.0706	0.06537	0.0327
	M (+)	3234	0.5	1	0.041667	0.017000	0.41	0.005249	0.5	-0.002756	0.01	0.01364	0.00839	0.0042	-0.005223	0.04	0.0477	0.04248	0.02124	-0.006731	0.06	0.0706	0.06537	0.0327
BS60/100 6.32	M (-)	2771	0.6	1	0.050000	0.015200	0.30	0.005019	0.5	-0.002502	0.01	0.01364	0.00862	0.0043	-0.004675	0.04	0.0472	0.04222	0.02111	-0.005889	0.06	0.0696	0.06462	0.0323
	M (+)	2771	0.6	1	0.050000	0.015200	0.30	0.005019	0.5	-0.002502	0.01	0.01364	0.00862	0.0043	-0.004675	0.04	0.0472	0.04222	0.02111	-0.005889	0.06	0.0696	0.06462	0.0323
BS60/100 7.26	M (-)	2168	0.6	1	0.050000	0.012300	0.25	0.004858	0.5	-0.002280	0.01	0.01315	0.00829	0.0041	-0.004393	0.04	0.0472	0.04238	0.02119	-0.005519	0.06	0.0692	0.06430	0.0322
	M (+)	2168	0.6	1	0.050000	0.012300	0.25	0.004858	0.5	-0.002280	0.01	0.01315	0.00829	0.0041	-0.004393	0.04	0.0472	0.04238	0.02119	-0.005519	0.06	0.0692	0.06430	0.0322
BS60/100 7.32	M (-)	3246	0.6	1	0.050000	0.017400	0.35	0.005135	0.5	-0.002620	0.01	0.01364	0.00851	0.0043	-0.004888	0.04	0.0472	0.04211	0.02105	-0.006166	0.06	0.0701	0.06500	0.0325
	M (+)	3246	0.6	1	0.050000	0.017400	0.35	0.005135	0.5	-0.002620	0.01	0.01364	0.00851	0.0043	-0.004888	0.04	0.0472	0.04211	0.02105	-0.006166	0.06	0.0701	0.06500	0.0325
BS60/100 8.32	M (-)	3377	0.6	1	0.050000	0.017800	0.36	0.005230	0.5	-0.002685	0.01	0.01364	0.00841	0.0042	-0.005084	0.04	0.0477	0.04250	0.02125	-0.006491	0.06	0.0706	0.06539	0.0327
	M (+)	3377	0.6	1	0.050000	0.017800	0.36	0.005230	0.5	-0.002685	0.01	0.01364	0.00841	0.0042	-0.005084	0.04	0.0477	0.04250	0.02125	-0.006491	0.06	0.0706	0.06539	0.0327
BS70/100 6.32	M (-)	2780	0.7	1	0.058333	0.015600	0.27	0.004909	0.5	-0.002342	0.01	0.01315	0.00824	0.0041	-0.004491	0.04	0.0472	0.04233	0.02117	-0.005666	0.06	0.0696	0.06473	0.0324
	M (+)	2780	0.7	1	0.058333	0.015600	0.27	0.004909	0.5	-0.002342	0.01	0.01315	0.00824	0.0041	-0.004491	0.04	0.0472	0.04233	0.02117	-0.005666	0.06	0.0696	0.06473	0.0324
BS70/100 7.32	M (-)	3255	0.7	1	0.058333	0.017800	0.31	0.005028	0.5	-0.002460	0.01	0.01315	0.00812	0.0041	-0.004703	0.04	0.0472	0.04221	0.02111	-0.005920	0.06	0.0696	0.06461	0.0323
	M (+)	3255	0.7	1	0.058333	0.017800	0.31	0.005028	0.5	-0.002460	0.01	0.01315	0.00812	0.0041	-0.004703	0.04	0.0472	0.04221	0.02111	-0.005920	0.06	0.0696	0.06461	0.0323
BS70/100 8.32	M (-)	3598	0.7	1	0.058333	0.019700	0.34	0.005022	0.5	-0.002545	0.01	0.01364	0.00862	0.0043	-0.004739	0.04	0.0472	0.04222	0.02111	-0.005966	0.06	0.0696	0.06462	0.0323
	M (+)	3598	0.7	1	0.058333	0.019700	0.34	0.005022	0.5	-0.002545	0.01	0.01364	0.00862	0.0043	-0.004739	0.04	0.0471	0.04212	0.02106	-0.005966	0.06	0.0696	0.06462	0.0323
BS70/100 9.32	M (-)	4075	0.7	1	0.058333	0.022000	0.38	0.005099	0.5	-0.002636	0.01	0.01364	0.00854	0.0043	-0.004935	0.04	0.0477	0.04263	0.02132	-0.006187	0.06	0.0701	0.06503	0.0325
	M (+)	4075	0.7	1	0.058333	0.022000	0.38	0.005099	0.5	-0.002636	0.01	0.01364	0.00854	0.0043	-0.004935	0.04	0.0477	0.04263	0.02132	-0.006187	0.06	0.0701	0.06503	0.0325
BS80/100 6.32	M (-)	2790	0.8	1	0.066667	0.016000	0.24	0.004812	0.5	-0.002246	0.01	0.01315	0.00834	0.0042	-0.004307	0.04	0.0468	0.04194	0.02097	-0.005442	0.06	0.0692	0.06435	0.0322
	M (+)	2790	0.8	1	0.066667	0.016000	0.24	0.004812	0.5	-0.002246	0.01	0.01315	0.00834	0.0042	-0.004307	0.04	0.0468	0.04194	0.02097	-0.005442	0.06	0.0692	0.06435	0.0322
BS80/100 7.32	M (-)	3265	0.8	1	0.066667	0.018200	0.27	0.004934	0.5	-0.002360	0.01	0.01315	0.00822	0.0041	-0.004540	0.04	0.0472	0.04231	0.02115	-0.005725	0.06	0.0696	0.06471	0.0324
	M (+)	3265	0.8	1	0.066667	0.018200	0.27	0.004934	0.5	-0.002360	0.01	0.01315	0.00822	0.0041	-0.004540	0.04	0.0472	0.04231	0.02115	-0.005725	0.06	0.0696	0.06471	0.0324
BS80/100 9.32	M (-)	4081	0.8	1	0.066667	0.022400	0.34	0.005012	0.5	-0.002539	0.01	0.01364	0.00863	0.0043	-0.004753	0.04	0.0472	0.04223	0.02111	-0.005982	0.06	0.0696	0.06463	0.0323
	M (+)	4081	0.8	1	0.066667	0.022400	0.34	0.005012	0.5	-0.002539	0.01	0.01364	0.00863	0.0043	-0.004753	0.04	0.0472	0.04223	0.02111	-0.005982	0.06	0.0696	0.06463	0.0323
BS50/50 M	M (-)	379	0.5	0.5	0.005208	0.001101	0.21	0.009468	0.25	-0.002277	0.01	0.02825	0.01878	0.0047	-0.005271	0.04	0.1013	0.09183	0.02296	-0.007551	0.06	0.1519	0.14243	0.0356
5.12+4.20/5.20	M (+)	331	0.5	0.5	0.005208	0.001000	0.19	0.009114	0.25	-0.002063	0.01	0.02727	0.01816	0.0045	-0.005113	0.04	0.1013	0.09219	0.02305	-0.007362	0.06	0.1510	0.14189	0.0355
BS50/50 M	M (-)	419	0.5	0.5	0.005208	0.001209	0.23	0.009536	0.25	-0.002338	0.01	0.02825	0.01871	0.0047	-0.005484	0.04	0.1023	0.09276	0.02319	-0.007857	0.06	0.1529	0.14336	0.0358
5.14+4.20/5.22	M (+)	395	0.5	0.5	0.005208	0.001154	0.22	0.009424	0.25	-0.002254	0.01	0.02825	0.01883	0.0047	-0.005404	0.04	0.1023	0.09288	0.02322	-0.007732	0.06	0.1519	0.14248	0.0356
BS50/50 M	M (-)	468	0.5	0.5	0.005208	0.001341	0.26	0.009619	0.25	-0.002468	0.01	0.02825	0.01863	0.0047	-0.005676	0.04	0.1023	0.09268	0.02317	-0.008076	0.06	0.1529	0.14328	0.0358
5.14+4.22/5.22	M (+)	394	0.5	0.5	0.005208	0.001164	0.22	0.009310	0.25	-0.002220	0.01	0.02825	0.01894	0.0047	-0.005419	0.04	0.1023	0.09299	0.02325	-0.007829	0.06	0.1529	0.14359	0.0359
BS50/50 M	M (-)	629	0.5	0.5	0.005208	0.001774	0.34	0.009759	0.25	-0.002761	0.01	0.02922	0.01946	0.0049	-0.006271	0.04	0.1042	0.09444	0.02361	-0.008816	0.06	0.1549	0.14514	0.0363
5.16+4.26/5.26	M (+)	538	0.5	0.5	0.005208	0.001589	0.31	0.009324	0.25	-0.002445	0.01	0.02825	0.01893	0.0047	-0.005909	0.04	0.1032	0.09388	0.02347	-0.008438	0.06	0.1539	0.14458	0.0361
BS60/50 M	M (-)	476	0.6	0.5	0.006250	0.001368	0.22	0.009571	0.25	-0.002324	0.01	0.02825	0.01868	0.0047	-0.005381	0.04	0.1023	0.09273	0.02318	-0.007636	0.06	0.1519	0.14233	0.0356
5.14+4.22/5.22	M (+)	400	0.6	0.5	0.006250	0.001212	0.19	0.009092	0.25	-0.002060	0.01	0.02727	0.01818	0.0045	-0.005134	0.04	0.1013	0.09221	0.02305	-0.007447	0.06	0.1519	0.14281	0.0357
BS60/50 M	M (-)	635	0.6	0.5	0.006250	0.001841	0.29	0.009504	0.25	-0.002565	0.01	0.02825	0.01875	0.0047	-0.005931	0.04	0.1032	0.09370	0.02342	-0.008395	0.06	0.1539	0.14440	0.0361
5.16+4.26/5.26	M (+)	545	0.6	0.5	0.006250	0.001596	0.26	0.009401	0.25	-0.002327	0.01	0.02825	0.01885	0.0047	-0.005620	0.04	0.1023	0.09290	0.02322	-0.008087	0.06	0.1529	0.14350	0.0359
BS70/50 M	M (-)	481	0.7	0.5	0.007292	0.001412	0.19	0.009391	0.25	-0.002204	0.01	0.02825	0.01886	0.0047	-0.005096	0.04	0.1013	0.09191	0.02298	-0.007250	0.06	0.1510	0.14161	0.0354
5.14+4.22/5.22	M (+)	406	0.7	0.5	0.007292	0.001249	0.17	0.008954	0.25	-0.001964	0.01	0.02727	0.01832	0.0046	-0.004926	0.04	0.1013	0.09235	0.02309	-0.007106	0.06	0.1510	0.14205	0.0355
BS70/50 M	M (-)	646	0.7	0.5	0.007292	0.001837	0.25	0.009614	0.25	-0.002442	0.01	0.02825	0.01864	0.0047	-0.005635	0.04	0.1023	0.09269	0.02317	-0.008030	0.06	0.1529	0.14329	0.0358
5.16+4.26/5.26	M (+)	550	0.7	0.5	0.007292	0.001625	0.22	0.009323	0.25	-0.002225	0.01	0.02825	0.01893	0.0047	-0.005413	0.04	0.1023	0.09298	0.02324	-0.007769	0.06	0.1519	0.14258	0.0356
BS80/50 M	M (-)	486	0.8	0.5	0.008333	0.001452	0.17	0.009225	0.25	-0.002061	0.01	0.02727	0.01805	0.0045	-0.004888	0.04	0.1013	0.09208	0.02302	-0.006907	0.06	0.1500	0.14078	0.0352
5.14+4.22/5.22	M (+)	412	0.8	0.5	0.008333	0.001284	0.15	0.008828	0.25	-0.001881	0.01	0.02727	0.01844	0.0046	-0.004707	0.04	0.1003	0.09147	0.02287	-0.006799	0.06	0.1500	0.14117	0.0353
BS80/50 M	M (-)	648	0.8	0.5	0.008333	0.001864	0.22	0.009578	0.25	-0.002337	0.01	0.02825	0.01867	0.0047	-0.005422	0.04	0.1023	0.09272	0.02318	-0.007699	0.06	0.1519	0.14232	0.0356
5.16+4.26/5.26	M (+)	558	0.8	0.5	0.008333	0.001675	0.20	0.009181	0.25	-0.002095	0.01	0.02727	0.01809	0.0045	-0.005192	0.04	0.1013	0.09212	0.02303	-0.007523	0.06	0.1519	0.14272	0.0357



Şekil 6.31 : Mode 1 Y doğrultusunda (H2 doğrultusu)



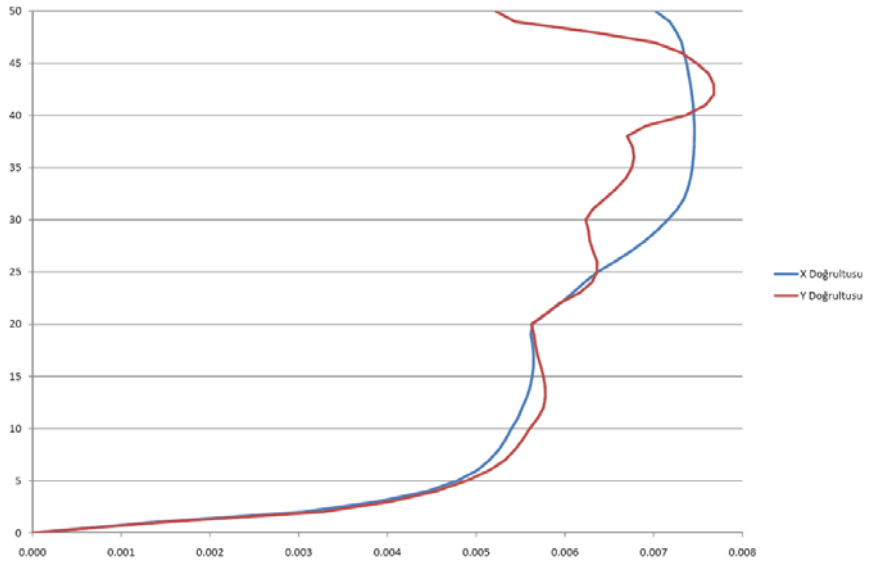
Şekil 6.32 : Mode 2 X doğrultusunda (H1 doğrultusu)



Şekil 6.33 : Rayleigh sönüm oranı

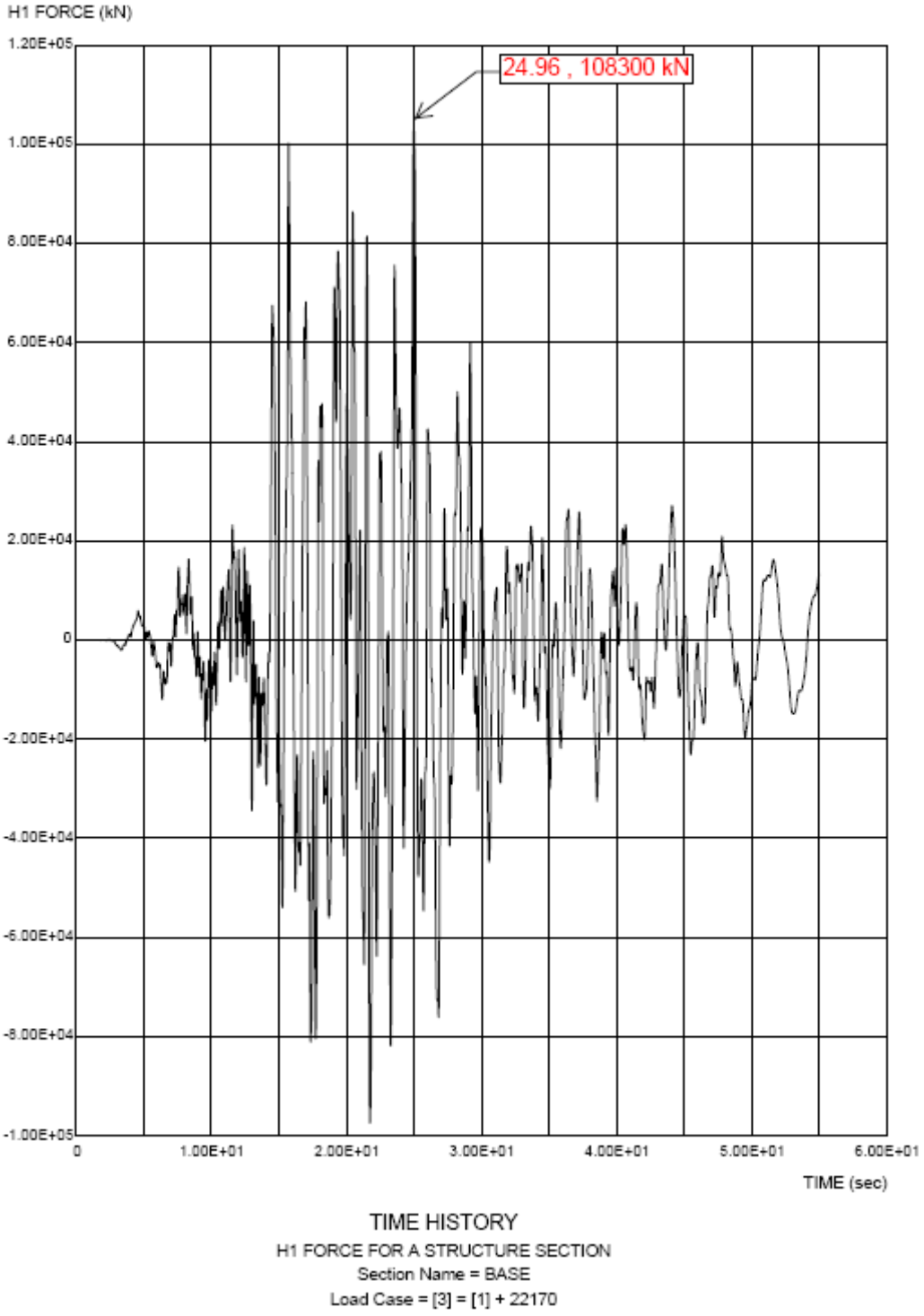
Yapının tasarımın Rayleigh sönümü kullanılmıştır. Buradaki kabulde yapının doğrusal olmayan analizde, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerden dolayı hiperstatisiklik derecesinde meydana gelecek azalma göz önünde bulundurularak grafiğin %5 sönüm değerini kestiği en son nokta yapının hakim periyodunun 2 katı olacak şekilde seçilmiştir. Yüksek modların etkisini göz önünde bulundurmak için ise grafiğin %5 sönümü kestiği ilk nokta hakim periyodun 0.2 katı olacak şekilde seçilmiştir. Bu sebepten analiz süresince ortalama %5 sönümün elde edilebileceği öngörülmüştür.

Şekil 6.31 ve 32'de yapının 1. modu ve 2. modu ile birlikte bu doğrultulardaki kütle katılım miktarları görülmektedir. Perform 3D programında H1 doğrultusu X doğrultusuna, H2 doğrultusu Y doğrultusuna ve V doğrultusu Z doğrultusuna karşılık gelmektedir.

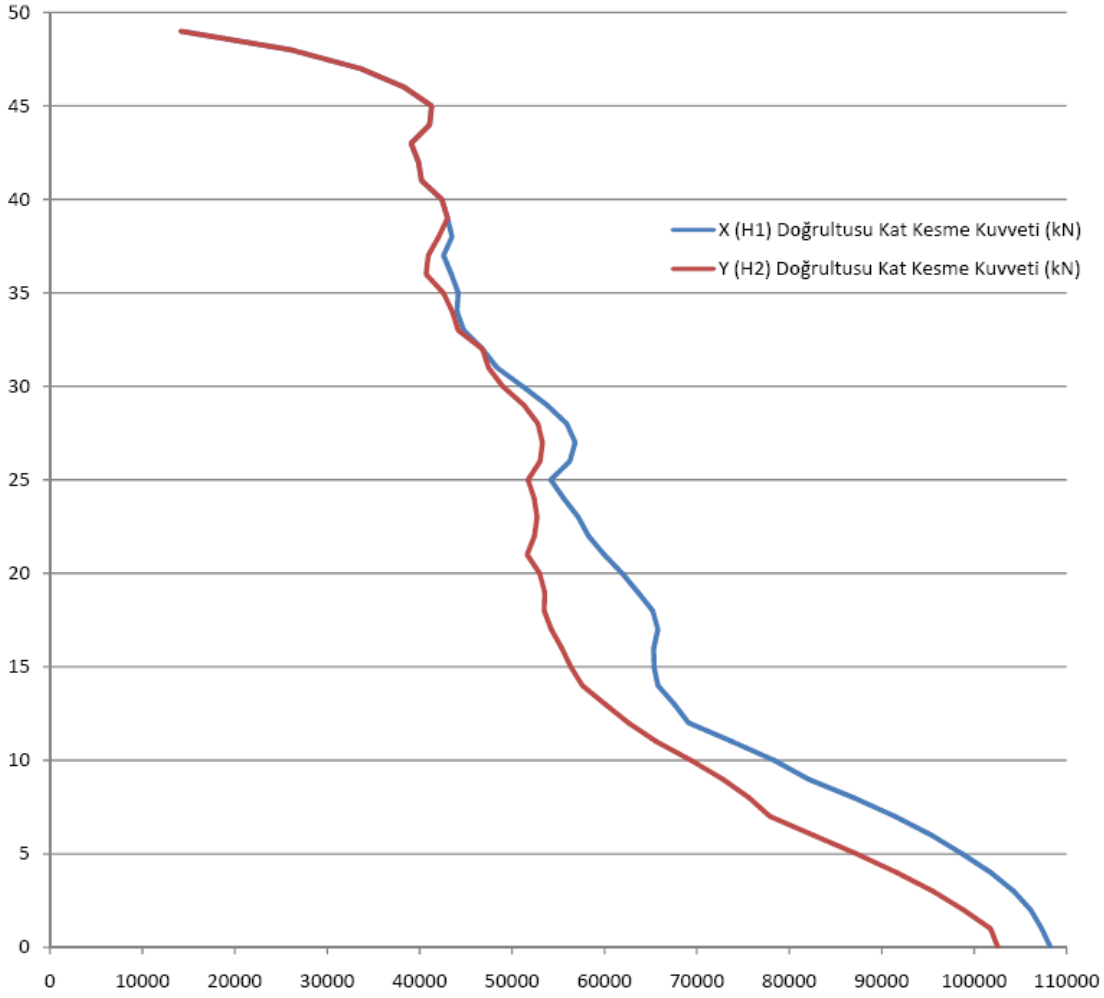


Şekil 6.34 : X ve Y doğrultusundaki göreli kat ötelenmesi oranları

Yapının X ve Y doğrultusundaki tüm katlardaki göreli kat ötelemeleri, toplam 6 analizden elde edilen maksimum değerler Şekil 6.34'de gösterilmiştir.



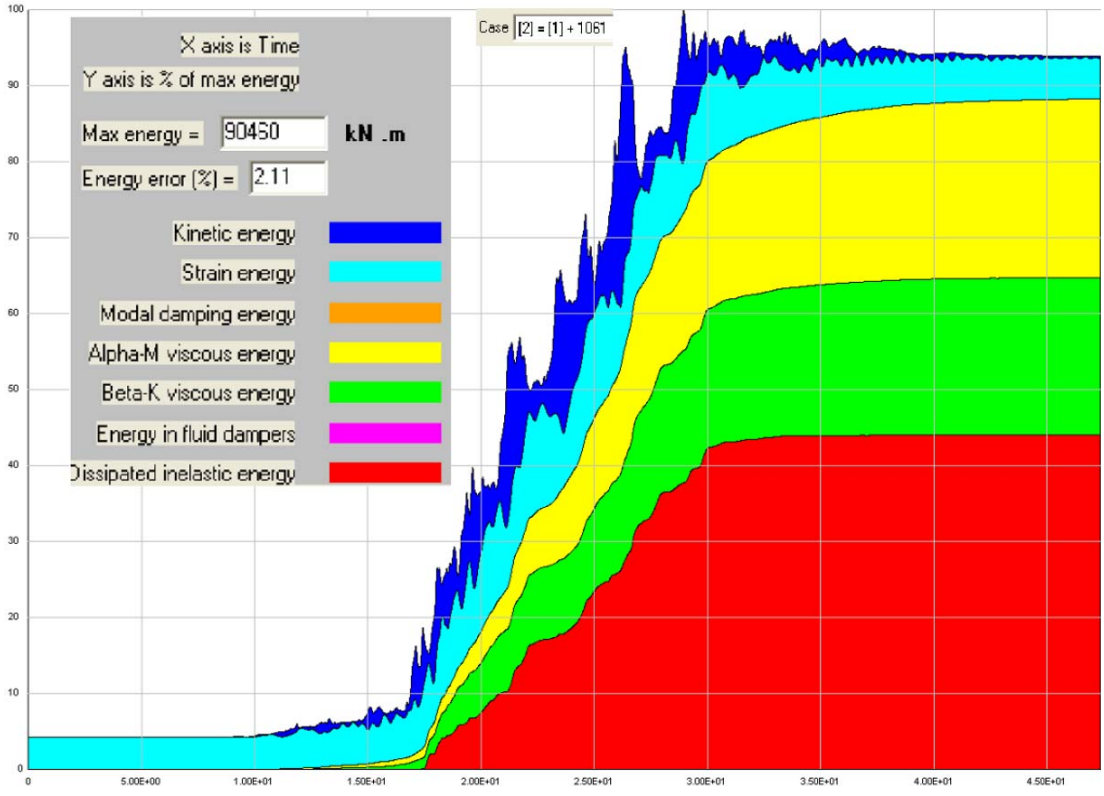
Şekil 6.35 : X (H1) doğrultusundaki taban kesme kuvvetinin zaman ile değişimi



Şekil 6.36 : X (H1) ve Y (H2) doğrultularındaki kat kesme kuvvetleri (kN)

Yapının X ve Y doğrultusundaki kat kesme kuvvetlerinin, toplam 6 analizden elde edilen maksimum değerleri Şekil 6.35'de gösterilmiştir. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizde (D2) depreminden elde edilen maksimum taban kesme kuvvetinin zaman ile değişimi Şekil 6.35'de gösterilmektedir.

Şekil 6.37'de Düzce (1061) deprem kayıdından elde edilen yapının elastik ve elastik olmayan enerji yutumlarını ve toplam enerji görülmktedir. Kırmızı renk yapı tarafından yutulan elastik olmayan toplam enerjiyi, sarı ve yeşil renkdeki Alpha-M ve Beta-K viskos enerjileri sönüm tarafından yutulan enerjiyi, lacivert renk kütledeki kinetik enerjiyi ve çiyan rengi histerik çevrimde yükün tersinir hareketinden dolayı yeniden kazanılan uzamadan dolayı elde edilen enerjiyi göstermektedir.

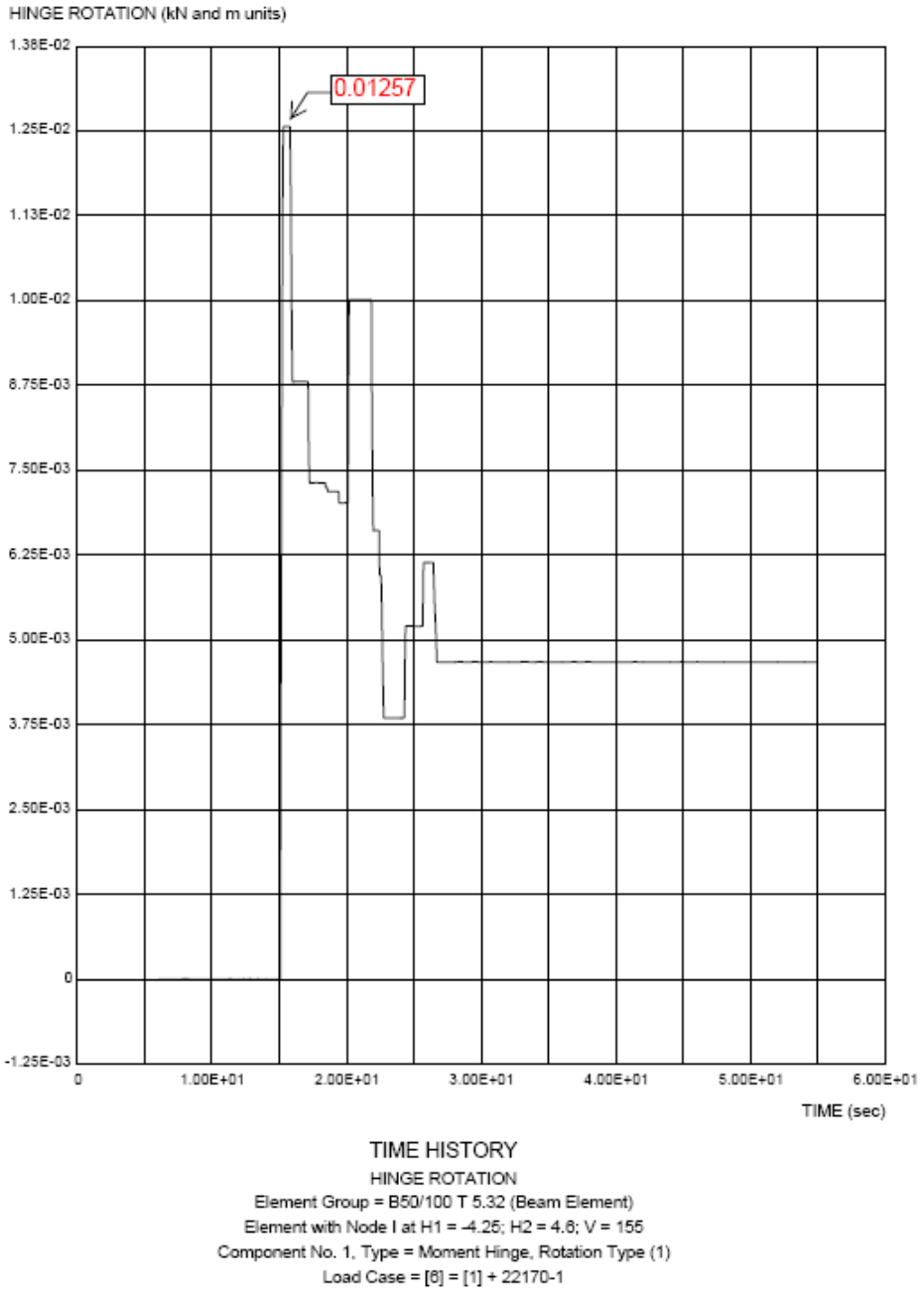


Şekil 6.37 : Düzce (1061) depreminde yutulan elastik ve inelastik enerji

Perform 3D programında kirişler ve perdeler gruplar halinde oluşturulmuştur. Burdaki amaç analiz sonuçlarını karmaşıklaştırmamak ve her grubu kendi içinde sınıflandırarak değerlendirilmelerini davranışlarına göre yapabilmek. Bu amaçla daha önce belirtildiği gibi kolonlar P1, P3, P5 ve P8, perdeler P4 ve P10 isimleriyle gruplandırılmıştır. Kirişler içindeki donatı miktarı ve atanan renklere göre sınıflandırılmıştır, Çizelge 6.9. Kiriş isimlendirilmesinde önce kiriş ismi, boyutu, içerdiği renk ve donatı miktarlarını belirten bir sınıflandırılma kullanılmıştır. Örneğin BS 50/100T6.32 kirişi, 50cm genişliğinde 100cm yüksekliğinde turuncu renk atanması yapılmış ve içinde alt/üst 6 adet 32mm çapında donatı içermektedir.

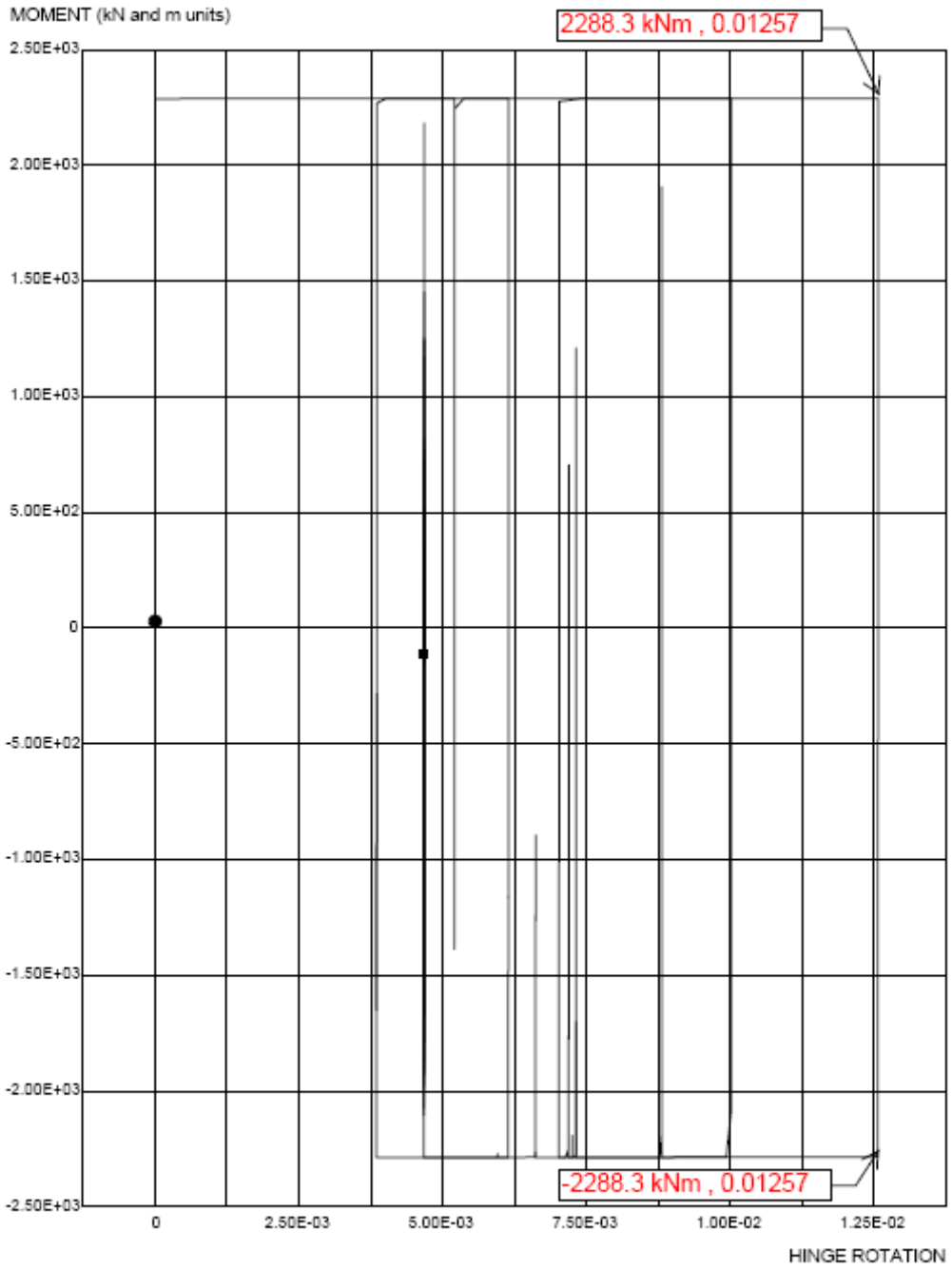
Bu bölümde kirişlerden, kolonlardan ve perdelerden sadece bir grubun analiz sonuçları detaylı verilip, geri kalan elemanlar çizelgler ve şekillerle sunulacaktır.

Kirişi gurubundan BS 50/100T5.32'i grubunun davranışı detaylı olarak ele alınacaktır.



Şekil 6.38 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun zaman-plastik dönme grafiği

Şekil 6.38'de (D2) deprem düzeyi için, 6 analiz sonucunda kirişde meydana en büyük plastik mafsal dönme değeri görülmektedir. Çizelge 6.17'den de görüleceği gibi bu kirişin plastikleşme momenti $M_p = 2331.5\,kNm$, kesit güvenlik hasar sınır içinse maksimum plastik dönme kapasitesi $\theta_{p(GV)} = 0.02112\,rad$ 'dır. Kirişin plastik dönme kapasitesi kesit güvenlik sınırını geçmemektedir. Kirişdeki plastik dönme kesit güvenlik sınırının %59.5'i kadardır.



Şekil 6.39 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun plastik mafsal dönmesi-moment ilişkisi

Şekil 6.39'de kirişin plastik mafsal dönmesinin üzerindeki moment ile değişimi görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi kiriş moment kapasitesi olan $M_p = 2288.3kNm$ 'den daha fazla moment taşıyamamaktadır.

Çizelge 6.18 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum plastik dönmelerinin kesit güvenlik sınırı plastik dönme sınırlarına oranı

Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin Boyutu*	*Renk*	*İçerdiği Donatı*
0.3649	0.2453	0.2555	0.1694	0.3649	0.1405	0.1917	B80/100	T	9.32
0.4172	0.2585	0.3332	0.2692	0.4172	0.1971	0.2956	B70/100	T	9.32
0.4398	0.2582	0.3363	0.3208	0.4398	0.3359	0.4344	B60/100	T	8.32
0.4394	0.3404	0.4394	0.3812	0.4048	0.4357	0.4247	B50/100	T	7.32
0.5634	0.3846	0.4661	0.4489	0.4635	0.5634	0.4266	B50/100	T	6.32
0.5987	0.3595	0.4812	0.3583	0.4272	0.5987	0.3263	B50/100	T	5.32
0.5817	0.3655	0.4539	0.3549	0.4387	0.5817	0.3208	B50/100	T	6.26
0.9914	0.5851	0.9914	0.6393	0.6485	0.4006	0.8174	B80/50	M	6.26
0.9718	0.6005	0.9718	0.6564	0.5941	0.3513	0.7700	B70/50	M	8.26
0.6968	0.4826	0.6968	0.6400	0.5587	0.3669	0.5445	B60/50	M	8.26
0.4915	0.3544	0.4308	0.4915	0.3134	0.3315	0.3292	B50/50	M	6.32
0.3806	0.3806	0.3024	0.3649	0.1926	0.2809	0.2031	B50/50	M	7.26
0.3710	0.3710	0.2775	0.3628	0.1807	0.2498	0.1814	B50/50	M	7.26
0.8270	0.6140	0.5808	0.8270	0.4258	0.2726	0.4606	B80/50	MR	6.26
0.8941	0.6435	0.6313	0.8941	0.4618	0.3570	0.5222	B70/50	MR	8.26
0.8741	0.5745	0.6082	0.8741	0.4377	0.5603	0.5069	B60/50	MR	8.26
0.7372	0.5907	0.6296	0.7372	0.5352	0.5581	0.4504	B50/50	MR	7.26
0.5934	0.5829	0.5934	0.5328	0.4769	0.4082	0.4381	B50/50	MR	7.26
0.2337	0.1789	0.1604	0.0883	0.2337	0.1329	0.1449	B80/100	P1	9.32
0.2652	0.1768	0.1967	0.0834	0.2652	0.1535	0.1707	B70/100	P1	8.32
0.2212	0.1487	0.1513	0.0279	0.2099	0.1357	0.2212	B60/100	P1	7.32
0.3407	0.2452	0.3067	0.3407	0.2522	0.2395	0.2386	B50/100	P1	5.32
0.5305	0.4009	0.5305	0.4643	0.3765	0.4872	0.2975	B50/100	P1	6.26
0.5487	0.3792	0.5487	0.3022	0.3844	0.5220	0.1889	B50/100	P1	6.22
0.5488	0.3531	0.5488	0.1421	0.3005	0.4638	0.0994	B50/100	P1	6.20
0.2419	0.1705	0.1631	0.0838	0.2419	0.1799	0.1970	B80/100	P2	7.32
0.2576	0.1738	0.1870	0.0728	0.2576	0.1870	0.2152	B70/100	P2	7.32
0.2326	0.1808	0.1699	0.0584	0.2238	0.1406	0.2326	B60/100	P2	6.32
0.2820	0.2346	0.2695	0.2820	0.1872	0.2400	0.2253	B50/100	P2	7.26
0.5285	0.3700	0.3880	0.3762	0.2912	0.5285	0.2746	B50/100	P2	5.26
0.5342	0.3329	0.3826	0.2330	0.2900	0.5342	0.1811	B50/100	P2	6.22
0.4738	0.2769	0.3669	0.1105	0.2234	0.4738	0.0973	B50/100	P2	6.20
0.1902	0.0848	0.1165	0.0461	0.1902	0.1578	0.1760	B80/100	P3	6.32
0.1955	0.1351	0.1223	0.0338	0.1920	0.1575	0.1955	B70/100	P3	6.32
0.1893	0.1507	0.1268	0.0420	0.1823	0.1206	0.1893	B60/100	P3	7.26
0.2133	0.1984	0.1802	0.1686	0.1481	0.2015	0.2133	B50/100	P3	6.26
0.4901	0.2898	0.1910	0.2098	0.1605	0.4901	0.2323	B50/100	P3	6.22
0.5238	0.3102	0.1877	0.1267	0.1790	0.5238	0.1398	B50/100	P3	5.22
0.4422	0.2278	0.1447	0.0500	0.1303	0.4422	0.0631	B50/100	P3	6.20
0.0602	2.80E-04	2.79E-04	2.43E-04	0.06017	2.17E-04	2.38E-04	B80/50	L	5.14+4.22/5.22
0.0772	2.79E-04	2.94E-04	2.77E-04	0.07718	2.21E-04	2.87E-04	B70/50	L	5.14+4.26/5.26
0.0618	2.69E-04	2.80E-04	2.97E-04	0.06177	0.02109	0.03945	B60/50	L	5.14+4.26/5.26
0.0837	3.10E-04	0.07647	0.02055	3.09E-04	0.08367	0.03882	B50/50	L	5.14+4.26/5.26
0.1554	0.06095	0.1394	0.09579	0.09671	0.1554	0.1188	B50/50	L	5.14+4.22/5.22
0.1725	0.01669	0.1411	0.02036	0.1016	0.1725	0.06521	B50/50	L	5.12+4.20/5.20
4.06E-04	3.59E-04	3.45E-04	3.17E-04	4.06E-04	2.98E-04	3.17E-04	B80/50	S	5.14+4.22/5.22
4.33E-04	3.73E-04	3.79E-04	3.50E-04	4.33E-04	3.15E-04	3.58E-04	B70/50	S	5.14+4.22/5.22
4.27E-04	3.66E-04	3.77E-04	3.90E-04	4.27E-04	4.11E-04	4.27E-04	B60/50	S	5.14+4.22/5.22
4.95E-04	4.18E-04	4.95E-04	4.35E-04	4.52E-04	4.54E-04	4.38E-04	B50/50	S	5.14+4.22/5.22
5.23E-04	4.59E-04	5.23E-04	4.61E-04	4.93E-04	4.76E-04	4.40E-04	B50/50	S	5.14+4.20/5.22
5.16E-04	4.85E-04	4.77E-04	5.16E-04	4.64E-04	4.00E-04	4.57E-04	B80/50	Y	5.16+4.26/5.26
5.50E-04	4.97E-04	4.77E-04	5.50E-04	4.68E-04	4.22E-04	4.54E-04	B70/50	Y	5.16+4.26/5.26
5.47E-04	4.73E-04	4.82E-04	5.47E-04	4.86E-04	4.50E-04	4.82E-04	B60/50	Y	5.16+4.26/5.26
5.40E-04	5.40E-04	4.97E-04	4.81E-04	5.07E-04	5.33E-04	4.68E-04	B50/50	Y	5.16+4.26/5.26

Çizelge 6.18'de tüm kiriş gruplarının (D2) deprem düzeyi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analizden elde maksimum plastik dönmelerinin kesit güvenlik sınırı için hesaplanmış olan maksimum dönme sınırına oranları gösterilmektedir. Çizelgede ilk satır yapılan bu 6 analizden elde edilen en büyük oranı göstermektedir. 1061,22170 ve Abbar daha önce tanımlanan depremleri, 1061-1,22170-1 ve Abbar-1 ise X ve Y doğrultularındaki depremlerin yer değiştirlmesiyle elde edilmiş depremleri göstermektedir. Son satır ise kiriş kesitlerinin içerdiği donatı miktarlarını göstermektedir. Alt üst tek tip donatı konulan kirişlerde noktadan önceki sayı adedi, noktadan sonraki sayı donatının çapını göstermektedir. Montaj donatısı ayrıca seçilen kirişlerde ise kodlama ilk hane montaj donatısının adedini ve çapını, ikinci hane mesnet ilave donatısının adedini ve çapını, son hane ise açıklık donatısının adedini ve çapını göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi BS 80/50M6.26 kiriş grubunun plastik dönme oranının kesit güvenlik sınırına oranı 0.991'dir. (D2) deprem düzeyi için en büyük plastik dönme bu kiriş grubunda meydana gelmiştir. Bütün kirişlerin plastik dönme değeri kesit güvenlik hasar sınırlarının altındadır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her kiriş grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu kiriş gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.19'da gösterilmiştir. Çizelge 6.19'dan de görüldüğü gibi her kiriş grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D2) deprem düzeyi için yapının her kiriş elemanında yukarıdaki plastik mafsal dönmeleri sağlanırken, bu kiriş gruplarının kesme kuvveti altında gevrek göçmeleri engellenmiştir.

Kolon grubundan P1 kolonunun davranışı detaylı olarak ele alınacaktır. Şekil 6.40'da P1 kolonunun Düzce (1061) depremi altında, donatı çeliği ve betondaki birim uzama ve kısalmanın zamanla değişimi görülmektedir. Depremin 27.1'inci saniyesinde maksimum birim uzama 0.002913 gerçekleşmiştir. Kesit güvenlik sınırı için maksimum birim uzama değeri 0.04 olduğundan kolon (D2) deprem düzeyi için kesit güvenlik sınırını doğrulamaktadır.

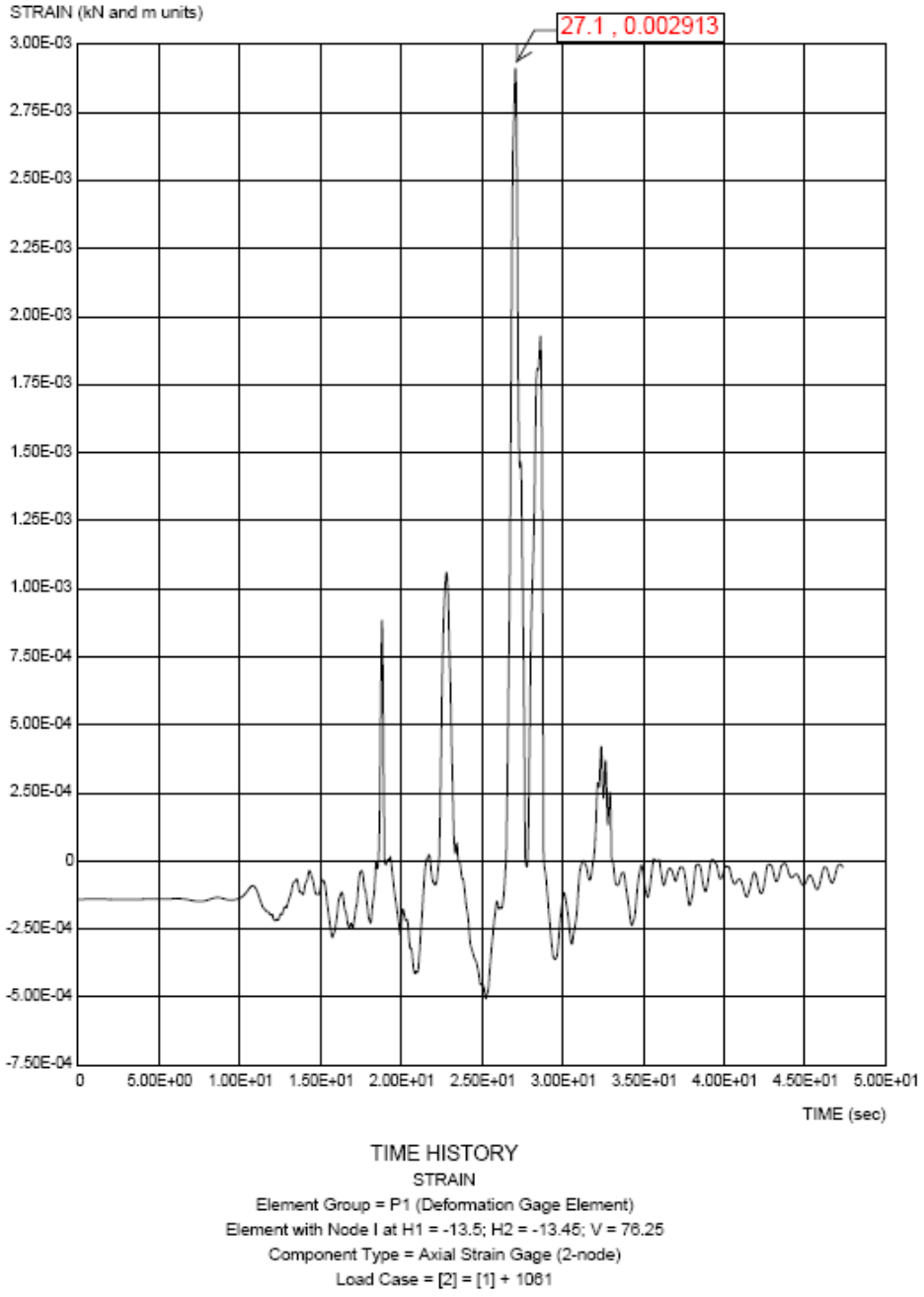
Çizelge 6.19 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Kiriş Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
B80/100 T 9.32	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	3314
B70/100 T 9.32	2479	-2388	2479	-2388	2479	-2388	2479	-2388	2479	-2388	2479	-2388	2479	3314
B60/100 T 8.32	2062	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2062	2539
B50/100 T 7.32	1977	-1886	1977	-1886	1977	-1886	1977	-1886	1977	-1886	1977	-1886	1977	2539
B50/100 T 6.32	1695	-1604	1696	-1604	1695	-1604	1696	-1604	1696	-1605	1696	-1604	1696	1863
B50/100 T 5.32	1412	-1321	1412	-1321	1412	-1321	1412	-1321	1412	-1321	1412	-1321	1412	1863
B50/100 T 6.26	1031	-940	1031	-940	1031	-940	1031	-940	1031	-940	1031	-940	1031	1303
B80/50 M 6.26	613	-589	613	-590	613	-589	611	-589	611	-589	613	-589	613	1270
B70/50 M 8.26	790	-766	790	-766	790	-766	787	-766	787	-766	787	-766	790	1270
B60/50 M 8.26	783	-759	783	-759	783	-759	780	-759	783	-759	780	-759	783	1270
B50/50 M 6.32	877	-852	877	-853	877	-852	873	-852	876	-852	873	-852	877	932
B50/50 M 7.26	687	-662	687	-662	687	-662	686	-662	686	-662	686	-662	687	932
B80/50 MR 6.26	464	-387	464	-387	464	-387	464	-387	464	-387	464	-387	464	932
B70/50 MR 8.26	590	-512	590	-512	590	-512	590	-512	590	-512	590	-512	590	932
B60/50 MR 8.26	585	-508	585	-508	585	-508	585	-508	585	-508	585	-508	585	932
B50/50 MR 7.26	516	-439	516	-439	516	-439	516	-439	516	-439	516	-439	516	651
B80/100 P1 9.32	3574	-3524	3574	-3524	3574	-3523	3574	-3524	3574	-3524	3574	-3524	3574	4188
B70/100 P1 8.32	3154	-3104	3154	-3104	3154	-3103	3154	-3104	3154	-3104	3154	-3104	3154	4188
B60/100 P1 7.32	2849	-2798	2848	-2798	2848	-2798	2849	-2798	2848	-2798	2849	-2798	2849	3314
B50/100 P1 5.32	2015	-1965	2016	-1965	2015	-1966	2016	-1965	2015	-1965	2015	-1965	2016	2539
B50/100 P1 6.26	1460	-1411	1461	-1410	1460	-1411	1461	-1411	1461	-1411	1461	-1410	1461	1863
B50/100 P1 6.22	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1153	1203	1863
B50/100 P1 6.20	978	-928	979	-928	978	-928	978	-928	978	-928	978	-928	979	1303
B80/100 P2 7.32	2852	-2827	2852	-2827	2852	-2827	2852	-2827	2852	-2827	2852	-2827	2852	3314
B70/100 P2 7.32	2843	-2818	2843	-2818	2843	-2818	2843	-2818	2843	-2818	2843	-2818	2843	2539
B60/100 P2 6.32	2422	-2397	2422	-2397	2422	-2397	2422	-2397	2422	-2397	2422	-2397	2422	2539
B50/100 P2 7.26	1890	-1865	1890	-1865	1890	-1865	1890	-1865	1890	-1865	1890	-1865	1890	2539
B50/100 P2 5.26	1256	-1231	1256	-1231	1255	-1231	1256	-1231	1256	-1231	1256	-1231	1256	1863
B50/100 P2 6.22	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1166	1190	-1165	1190	1303
B50/100 P2 6.20	965	-941	966	-941	965	-941	966	-941	966	-941	965	-940	966	1303
B80/100 P3 6.32	2439	-2414	2439	-2414	2439	-2414	2439	-2414	2439	-2414	2439	-2414	2439	3314
B70/100 P3 6.32	2431	-2405	2430	-2406	2430	-2405	2431	-2405	2430	-2406	2431	-2406	2431	3314
B60/100 P3 7.26	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	2539
B50/100 P3 6.26	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	1863
B50/100 P3 6.22	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1165	1190	-1166	1190	-1165	1190	1303
B50/100 P3 5.22	971	-946	971	-946	971	-946	971	-946	971	-947	971	-946	971	1303
B50/100 P3 6.20	965	-941	966	-940	965	-940	965	-941	965	-941	965	-940	966	1303
B80/50 L 5.14+4.22/5.22	200	-107	184	-123	177	-82	233	-122	159	-85	174	-94	233	651
B70/50 L 5.14+4.26/5.26	247	-139	240	-183	246	-144	298	-169	194	-125	253	-143	298	651
B60/50 L 5.14+4.26/5.26	238	-107	239	-170	260	-154	293	-176	288	-139	290	-164	293	651
B50/50 L 5.14+4.26/5.26	221	-195	291	-173	285	-169	271	-155	292	-129	287	-142	292	651
B50/50 L 5.14+4.22/5.22	203	-149	225	-140	225	-128	225	-110	225	-149	225	-115	225	651
B50/50 L 5.12+4.20/5.20	185	-116	192	-116	192	-98	192	-89	192	-116	192	-77	192	651
B80/50 S 5.14+4.22/5.22	104	46	99	49	101	54	114	48	93	56	100	53	114	651
B70/50 S 5.14+4.22/5.22	105	46	104	45	104	49	116	45	95	54	105	50	116	651
B60/50 S 5.14+4.22/5.22	105	48	107	46	109	49	114	43	112	45	114	52	114	651
B50/50 S 5.14+4.22/5.22	106	43	121	43	108	40	115	43	116	46	113	44	121	651
B50/50 S 5.14+4.20/5.22	106	37	125	42	105	37	121	34	118	35	113	42	125	651
B80/50 Y 5.16+4.26/5.26	184	70	192	80	201	77	189	77	175	91	183	76	201	651
B70/50 Y 5.16+4.26/5.26	182	71	189	76	204	79	189	78	177	91	181	79	204	651
B60/50 Y 5.16+4.26/5.26	186	77	192	76	203	83	193	83	185	80	192	86	203	651
B50/50 Y 5.16+4.26/5.26	189	59	195	74	190	71	198	70	203	66	189	74	203	651

Çizelge 6.20 : Kolonların her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı

Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin Boyutu*
0.07283	0.07283	0.07094	0.06746	0.06179	0.05978	0.05808	P1
0.075	0.075	0.06757	0.0644	0.0627	0.05393	0.05463	P3
0.1109	0.06345	0.07435	0.0573	0.1109	0.04967	0.06155	P5
0.0868	0.06912	0.07603	0.05917	0.0868	0.06032	0.06435	P8

Çizelge 6.35'den görüldüğü gibi kolonlar arasında kesit güvenlik sınırına yaklaşan kolon P5 kolonudur.



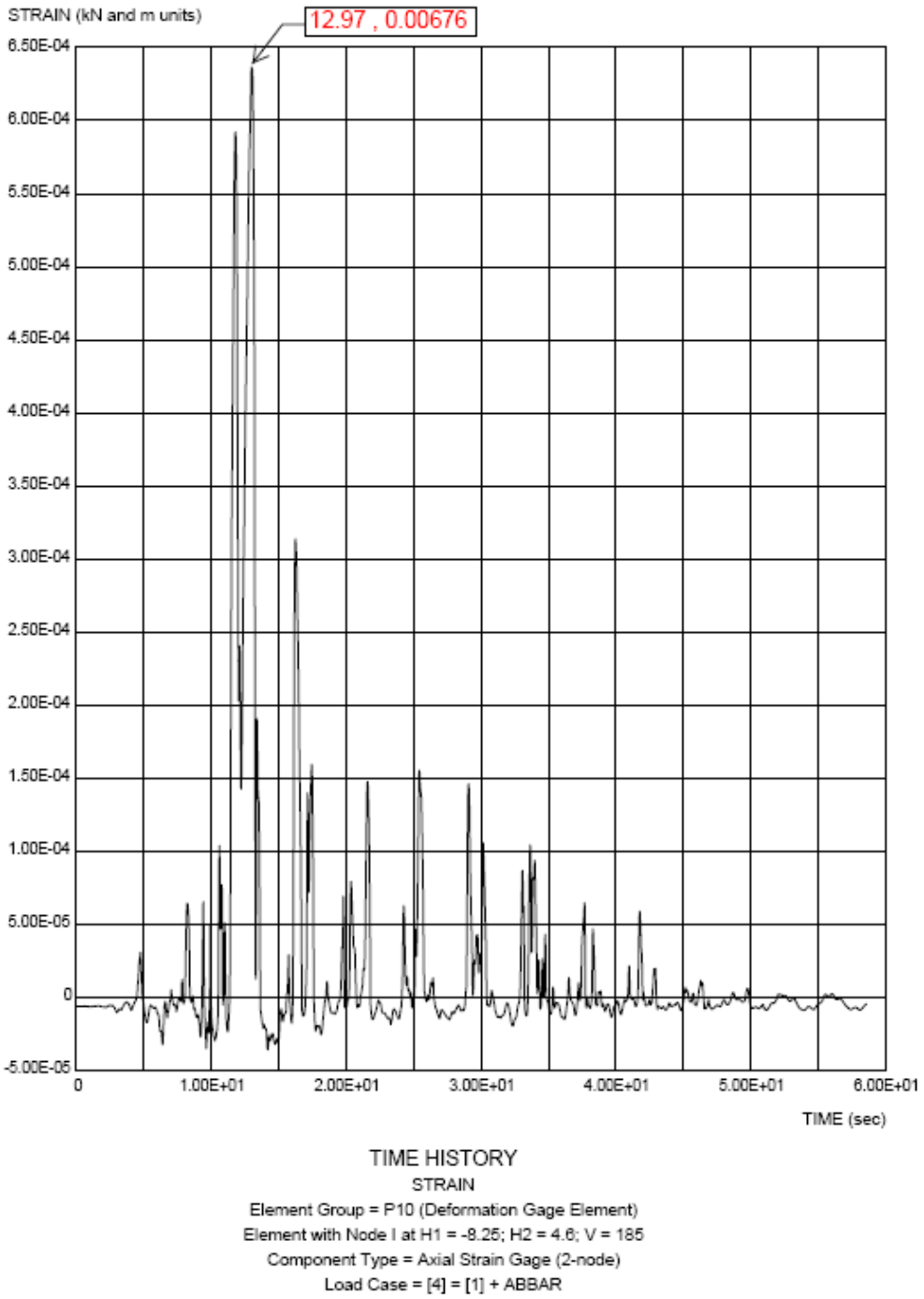
Şekil 6.40 : P1 kolonunun birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her kolon grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu kiriş gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.21'de gösterilmiştir. Çizelge 6.21'dan de görüldüğü gibi her kolon grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D2) deprem düzeyi için yapının her kolon elemanında izin verilen birim şekildeğiştirmeler sağlanırken, bu kolon gruplarının kesme kuvveti altında gervrek göçmeleri engellenmiştir.

Perde grubundan P10 perdesinin davranışı detaylı olarak ele alınacaktır. Şekil 6.41'de P10 kolonunun Abbar depremi altında, donatı çeliği ve betondaki birim uzama ve kısalmanın zamanla değişimi görülmektedir. Depremin 12.97'inci saniyesinde maksimum birim uzama 0.00676 gerçekleşmiştir. Kesit güvenlik sınırı için maksimum birim uzama değeri 0.04 olduğundan kolon (D2) deprem düzeyi için kesit güvenlik sınırını doğrulamaktadır.

Çizelge 6.21 : Tüm kolon gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Kolon Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
P1 80	1737	-1466	1528	-1279	1374	-1402	1247	-1552	1484	-1356	1350	-1531	1737	7830
P1 70	611	-693	775	-614	649	-666	580	-634	532	-643	525	-616	775	7830
P1 60	623	-587	677	-600	665	-626	546	-599	570	-592	576	-613	677	7830
P1 50	975	-871	935	-1045	998	-1031	944	-945	1089	-1124	764	-1020	1124	5872
P3 80	1222	-1082	1036	-1123	1179	-1113	922	-1062	1086	-937	1017	-954	1222	6555
P3 70	746	-743	757	-781	760	-743	749	-773	754	-751	766	-761	781	6555
P3 60	844	-842	844	-878	888	-845	827	-840	823	-843	841	-853	888	6555
P3 50	1604	-1583	1596	-1575	1571	-1574	1545	-1523	1559	-1550	1566	-1569	1604	4916
P5 80	707	-1095	889	-965	716	-1140	776	-1027	947	-859	823	-996	1140	8376
P5 70	644	-735	612	-650	697	-651	667	-659	643	-571	576	-526	735	8376
P5 60	734	-738	732	-724	784	-738	723	-732	702	-720	683	-648	784	8376
P5 50	945	-1261	1098	-1164	918	-1131	1091	-1047	965	-911	1010	-1030	1261	6282
P8 80	1593	-1711	1646	-2018	1383	-1578	2098	-1680	1584	-1642	1580	-1716	2098	7830
P8 70	534	-517	549	-566	680	-525	537	-501	488	-516	552	-565	680	7830
P8 60	534	-539	565	-633	599	-551	539	-542	519	-545	583	-551	633	7830
P8 50	788	-798	806	-807	806	-789	824	-787	850	-883	806	-797	883	5872



Şekil 6.41 : P10 perdesinin birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi

Çizelge 6.22 : Perdelerin her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı

Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin Boyutu*
0.1387	0.1057	0.09881	0.08414	0.1387	0.05754	0.0973	P4
0.1691	0.136	0.1297	0.1691	0.1237	0.08389	0.1188	P10

Çizelge 6.22'den görüldüğü gibi kolonlar arasında kesit güvenlik sınırına yaklaşan kolon P10 kolonudur.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her perde grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu perde gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.23'de gösterilmiştir. Çizelge 6.23'den de görüldüğü gibi her perde grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D2) deprem düzeyi için yapının her perde elemanında izin verilen birim şekildeğiştirmeler sağlanırken, bu perde gruplarının kesme kuvveti altında gervrek göçmeleri engellenmiştir.

Çizelge 6.23 : Tüm perde gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Perde Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
P4 80	2461	-2201	2502	-2249	2109	-2573	2148	-2441	2010	-2246	2127	-2505	2573	8170
P4 70	1674	-1827	1774	-1701	1652	-1668	1773	-2182	1792	-1632	1724	-1758	2182	8170
P4 60	1605	-1771	1707	-1707	1521	-1549	1531	-1733	1651	-1544	1746	-1870	1870	5995
P4 50	1920	-1666	1969	-2222	2090	-1600	1888	-1623	1772	-2296	1950	-1814	2296	4496
P10 80	7331	-8699	6823	-8628	7442	-7861	5897	-7286	7156	-6725	6822	-8647	8699	25069
P10 70	5338	-4943	4431	-5934	5570	-5180	4324	-5011	4595	-4009	4978	-5220	5934	25069
P10 60	4580	-4189	4129	-4466	5237	-4043	3993	-4219	3730	-3196	3760	-4101	5237	25069
P10 50	3425	-3734	4794	-4267	3936	-3463	3992	-4480	3585	-4056	3814	-4183	4794	18802

6.2.3 Tasarım aşaması II

Bu bölümde, tasarım aşaması I-A'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin ve tasarım aşaması I-B'de yine aynı deprem düzeyi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemin, (D1) düzeyi depremin etkisi altında Minimum Hasar/ Kesintisiz Kullanım hedef performansı doğrusal analiz ile gösterilecektir.

Mod birleştirme yöntemi ile doğrusal üç boyutlu yapılacak analizde gerçellemeye esas iç kuvvetler taşıyıcı sistemin türüne bakılmaksızın $R_a = 1.5$ katsayısına bölünmesiyle elde edilecektir. Beton ve donatı çeliğinin ortalama dayanımları göz önünde bulundurularak, bu kuvvetlerin kesit taşıma güçlerini aşmadığı gösterilecektir.

D1 spektrumu kullanılarak elde edilen taban kesme kuvveti;

$$T_x = 4.453s \qquad S_{ae}(T_x) = \frac{S_{M1}}{T_x} = \frac{0.2624}{4.453} = 0.0590$$

$$T_y = 4.325s \qquad S_{ae}(T_y) = \frac{S_{M1}}{T_y} = \frac{0.2624}{4.325} = 0.0607 \qquad \textbf{(6.14)}$$

$$V_{t_{x,y}} = \frac{S(T)_{x,y}}{R} xW \Rightarrow R = 1.5 \;\; V_{t_x} = 28253kN ; V_{t_y} = 29067kN \qquad \textbf{(6.15)}$$

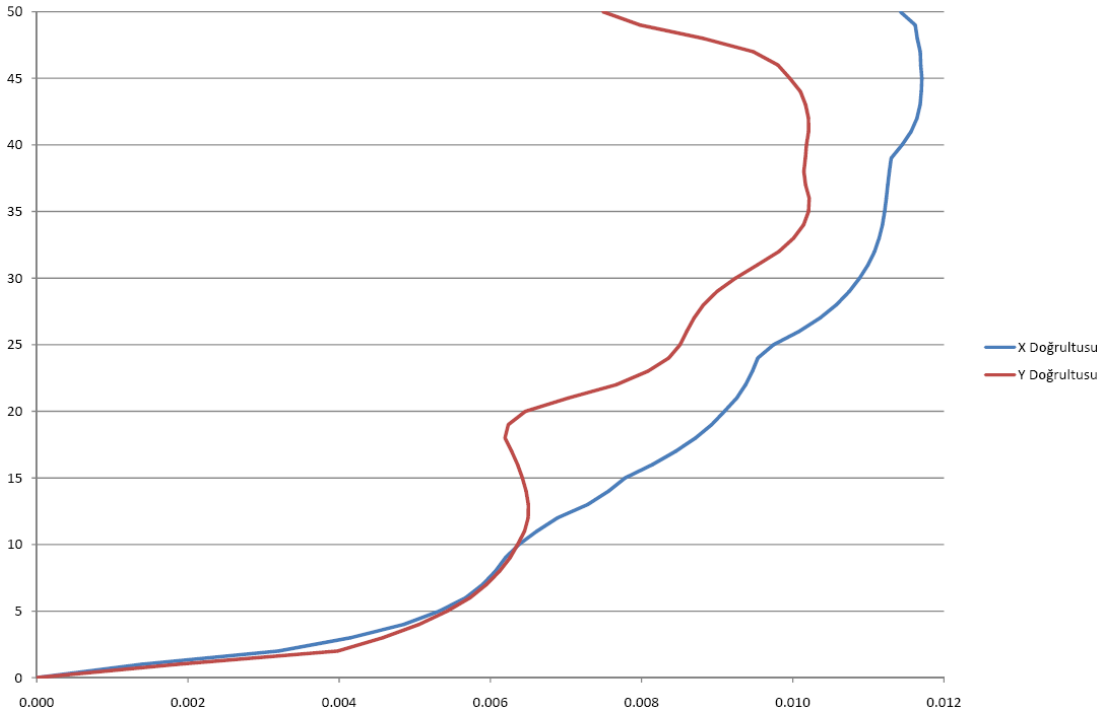
Tasarım aşaması I-A'da hesaplanan taban kesme kuvveti 28730 kN'dur. Malzemelerin ortalama dayanımlarını gözönünde bulundurursak, bu aşamada yapılan dizayn değerleri tasarım aşaması I-A'dan daha küçük olacağı açıktır. Bundan dolayı tasarım aşaması II'nın yapılmasına gerek görülmemiştir.

6.2.4 Tasarım aşaması III

Bu bölümde, tasarım aşaması I-A'da (D2) düzeyindeki depremin etkisi altında dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile ön tasarımı yapılarak ön boyutları saptanan yüksek bina taşıyıcı sisteminin ve tasarım aşaması I-B'de yine aynı deprem düzeyi altında tasarımı yapılan yüksek bina taşıyıcı sistemin, (D3) düzeyi depremin etkisi altında İleri Hasar/ Göçmeme Güvenliği hedef performansı doğrusal olmayan analiz ile gösterilecektir.

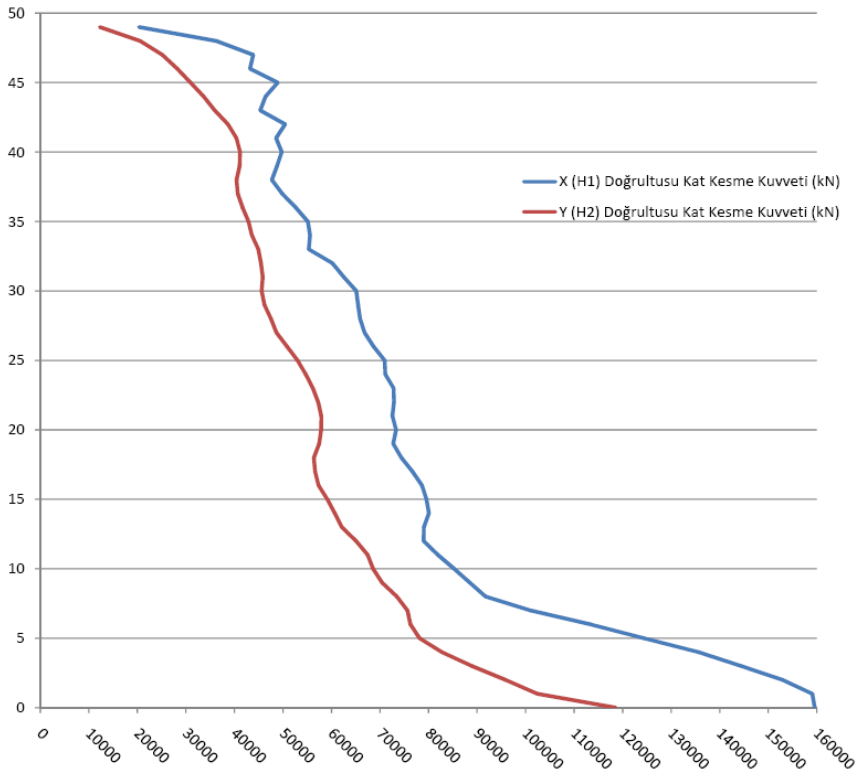
İYBDY'ne göre en az 2x7=14 analizden hesaplanan sonuçların ortalaması olarak elde edilen deprem istemleri, analiz süresinden dolayı 2x3=6 analiz sonucun maksimum olarak ele alınacaktır. Bu deprem istemine karşın eleman kapasitelerinin yeterliliği araştırılacaktır.

Tararım aşaması I-A yapılan malzeme kabulleri ve modelleme kabulleri bu bölüm içinde geçerlidir. Sadece zaman tanım alanında kullanılacak deprem ivme kayıtları (D3) düzeyi deprem için hazırlanmıştır. Bu bölümdede aynı taşıyıcı sistem eleman grupları detaylı olarak incelenecek, diğer taşıyıcı sistem elemanlarının sonuçları çizelgeler ve şekillerle sunulacaktır. Bu tasarım aşamasında taşıyıcı sistem elemanlarının göçmeme güvenliği sınırının altında kalması gerekmektedir.



Şekil 6.42 : X ve Y doğrultusundaki göreli kat ötelenmesi oranları

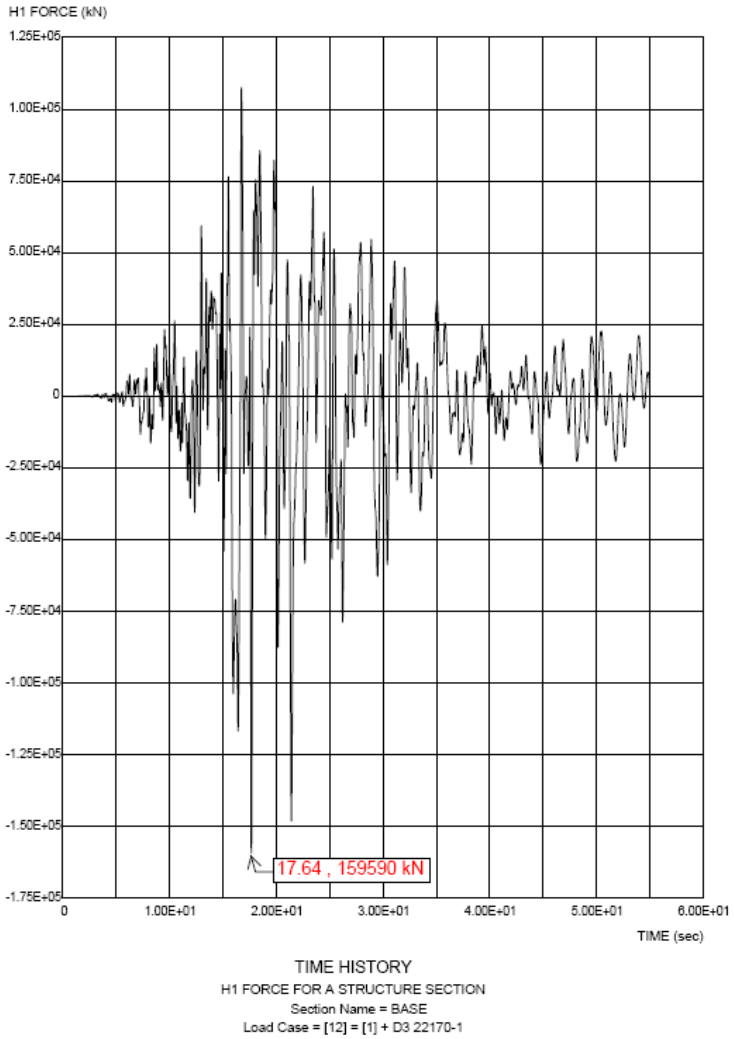
Yapının X ve Y doğrultusundaki tüm katlardaki göreli kat ötelemeleri, toplam 6 analizden elde edilen maksimum değerler Şekil 6.42'de gösterilmiştir.



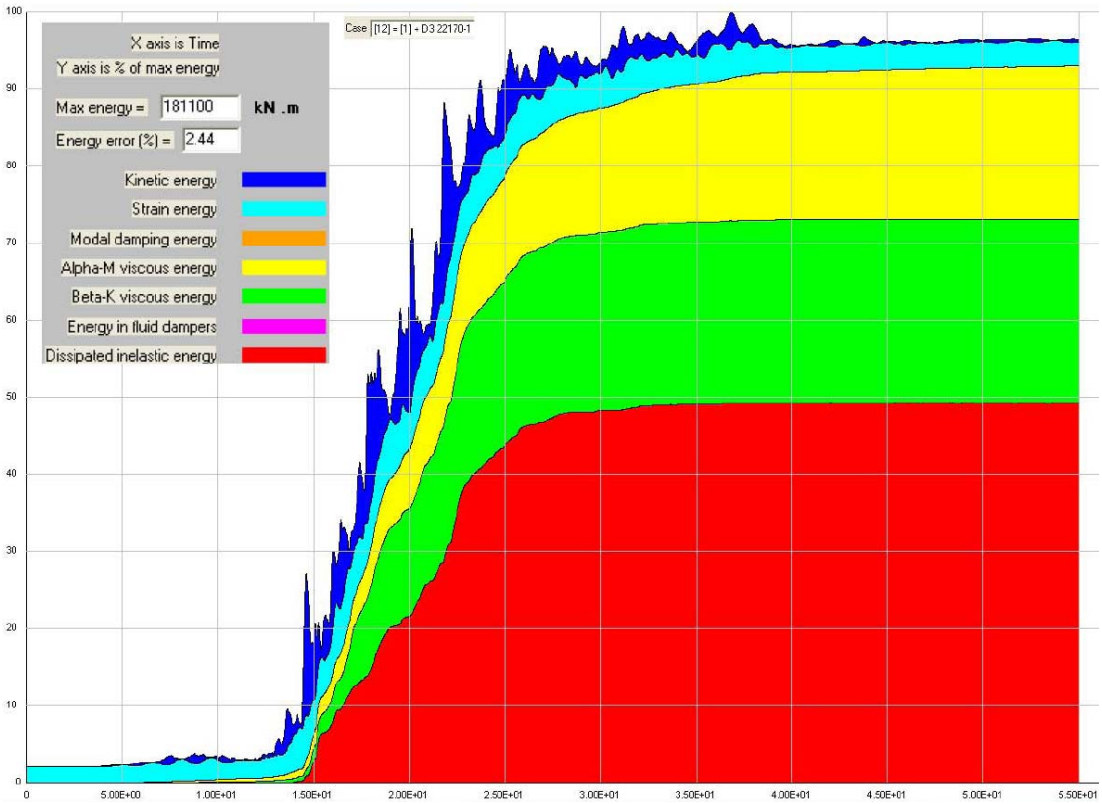
Şekil 6.43 : X (H1) ve Y (H2) doğrultularındaki kat kesme kuvvetleri (kN)

Yapının X ve Y doğrultusundaki kat kesme kuvvetlerinin, toplam 6 analizden elde edilen maksimum değerleri Şekil 6.43'de gösterilmiştir. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizde (D3) depreminden elde edilen maksimum taban kesme kuvvetinin zaman ile değişimi Şekil 6.44'de gösterilmektedir.

Şekil 6.45'de Hecto Mine (22170) deprem kayıdından elde edilen yapının elastik ve elastik olmayan enerji yutumlarını ve toplam enerji görülmektedir. Kırmızı renk yapı tarafından yutulan elastik olmayan toplam enerjiyi, sarı ve yeşil renkdeki Alpha-M ve Beta-K viskos enerjileri sönüm tarafından yutulan enerjiyi, lacivert renk kütledeki kinetik enerjiyi ve çiyan rengi histerik çevrimde yükün tersinir hareketinden dolayı yeniden kazanılan uzamadan dolayı elde edilen enerjiyi göstermektedir.



Şekil 6.44 : X (H1) doğrultusundaki taban kesme kuvvetinin zamann ile değişimi

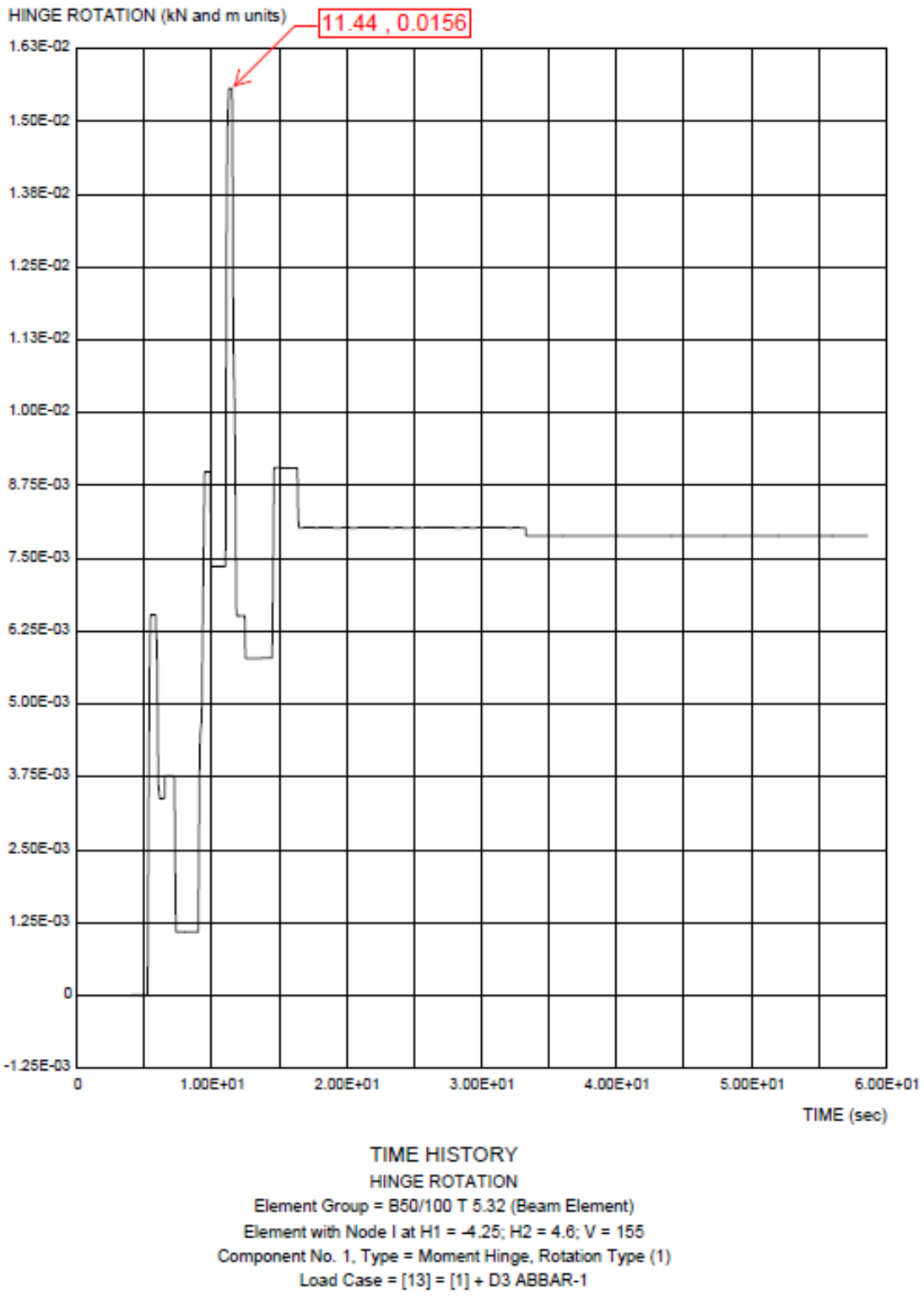


Şekil 6.45 : Hecto Mine (22170) depreminde yutulan elastik ve inelastik enerji

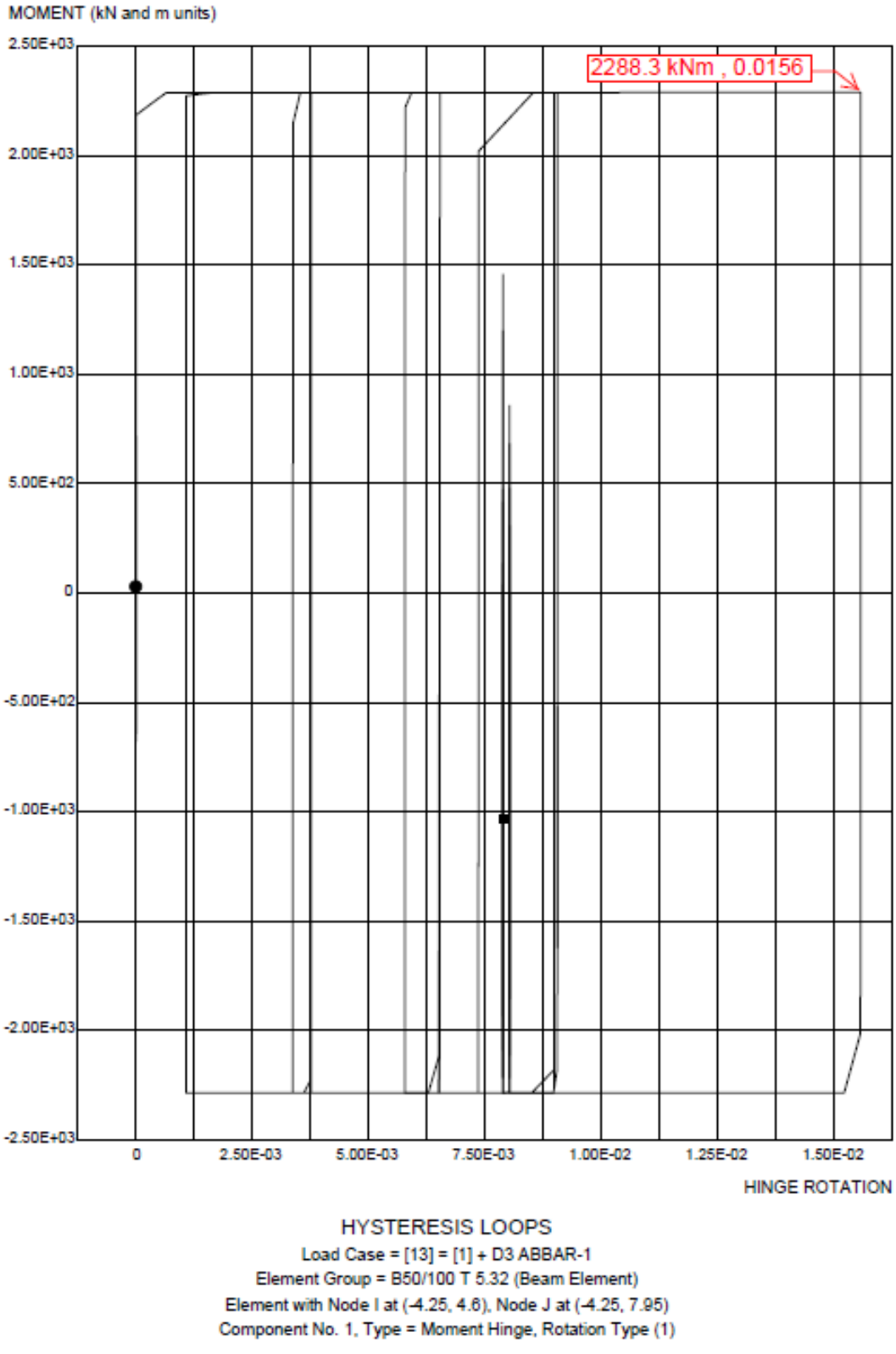
Bu bölümde tsarım aşaması I-B'de olduğu gibi kirişlerden, kolonlardan ve perdelerden sadece bir grubun analiz sonuçları detaylı verilip, geri kalan elemanlar çizelgler ve şekillerle sunulacaktır.

Kiriş gurubundan BS 50/100T5.32'i grubunun davranışı detaylı olarak ele alınacaktır.

Şekil 6.64'de (D3) deprem düzeyi için, 6 analiz sonucunda kirişde meydana gelen en büyük plastik mafsal dönme değeri görülmektedir. Çizelge 6.17'den de görüleceği gibi bu kirişin plastikleşme momenti $M_p = 2331.5\,kNm$, kesit göçme sınırı içinse maksimum plastik dönme kapasitesi $\theta_{p(GV)} = 0.0323\,rad$'dır. Kirişin plastik dönme kapasitesi kesit göçme sınırını geçmemektedir. Kirişdeki plastik dönme kesit göçme sınırının %48.3'ü kadardır.



Şekil 6.46 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun zaman-plastik dönme grafiği



Şekil 6.47 : BS 50/100T5.32 kiriş grubunun plastik mafsal dönmesi-moment ilişkisi

Şekil 6.47'de kirişin plastik mafsal dönmesinin üzerindeki moment ile değişimi görülmektedir. Şekilden de görüleceği gibi kiriş moment kapasitesi olan $M_p = 2288.3kNm$ 'den daha fazla moment taşıyamamaktadır.

Çizelge 6.24 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum plastik dönmelerinin kesit göçme sınırı plastik dönme sınırlarına oranı

Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin*	*Renk*	*İçerdiği Donatı*
0.3109	0.2943	0.2866	0.2551	0.2949	0.1732	0.3109	B80/100	T	9.32
0.3517	0.2925	0.3476	0.3355	0.3517	0.1916	0.3189	B70/100	T	9.32
0.3631	0.2979	0.3529	0.3548	0.3521	0.3118	0.3631	B60/100	T	8.32
0.5431	0.5431	0.4438	0.3502	0.4302	0.4620	0.4766	B50/100	T	7.32
0.6519	0.6233	0.5215	0.5811	0.5697	0.5749	0.6519	B50/100	T	6.32
0.6624	0.6197	0.4589	0.5882	0.5516	0.5901	0.6624	B50/100	T	5.32
0.6205	0.5964	0.4235	0.5354	0.5041	0.5950	0.6205	B50/100	T	6.26
0.7170	0.6557	0.5714	0.7095	0.6859	0.3132	0.7170	B80/50	M	6.26
0.7348	0.7348	0.5740	0.6263	0.6311	0.3167	0.6396	B70/50	M	7.26
0.7817	0.7817	0.5250	0.6566	0.4269	0.3934	0.6408	B60/50	M	7.26
0.5822	0.5175	0.3661	0.5822	0.4314	0.5174	0.3655	B50/50	M	6.26
0.5810	0.5586	0.4568	0.5390	0.2514	0.5810	0.3868	B50/50	M	5.26
0.5595	0.5595	0.4098	0.5372	0.2489	0.4762	0.3734	B50/50	M	6.22
0.6772	0.4957	0.3724	0.6772	0.3846	0.3918	0.4403	B80/50	MR	6.26
0.6751	0.5254	0.3785	0.6751	0.3773	0.4204	0.4221	B70/50	MR	8.26
0.6296	0.5546	0.3890	0.6296	0.3498	0.4120	0.4250	B60/50	MR	8.26
0.7834	0.7834	0.5654	0.6050	0.4822	0.6600	0.5746	B50/50	MR	7.26
0.7879	0.7879	0.5582	0.6014	0.4002	0.6783	0.5687	B50/50	MR	6.26
0.2868	0.2698	0.1975	0.2407	0.2001	0.1018	0.2868	B80/100	P1	9.32
0.2844	0.2584	0.2088	0.2619	0.1968	0.1368	0.2844	B70/100	P1	8.32
0.2533	0.1823	0.2105	0.2533	0.1591	0.1943	0.1885	B60/100	P1	7.32
0.4449	0.4449	0.3197	0.3166	0.3457	0.3319	0.3596	B50/100	P1	5.32
0.6253	0.5674	0.4904	0.4715	0.4985	0.5238	0.6253	B50/100	P1	6.26
0.5662	0.5286	0.3857	0.4795	0.5146	0.5662	0.4825	B50/100	P1	6.22
0.5603	0.5101	0.3486	0.3994	0.3488	0.5603	0.4783	B50/100	P1	6.20
0.2761	0.2495	0.2338	0.2389	0.1880	0.0989	0.2761	B80/100	P2	7.32
0.2703	0.2347	0.2353	0.2526	0.1788	0.1288	0.2703	B70/100	P2	7.32
0.2380	0.1638	0.2344	0.2380	0.1484	0.1710	0.1926	B60/100	P2	6.32
0.3477	0.3477	0.3087	0.2527	0.3051	0.2974	0.2727	B50/100	P2	7.26
0.5378	0.4621	0.4388	0.4078	0.4145	0.5378	0.5273	B50/100	P2	5.26
0.5623	0.4904	0.3208	0.4031	0.4135	0.5623	0.4541	B50/100	P2	6.22
0.5428	0.4623	0.3050	0.2984	0.3061	0.5428	0.4389	B50/100	P2	6.20
0.2266	0.1779	0.2266	0.1999	0.1233	0.0756	0.2140	B80/100	P3	6.32
0.2247	0.1642	0.2247	0.2037	0.1140	0.0886	0.2104	B70/100	P3	6.32
0.2233	0.1070	0.2233	0.1982	0.1161	0.1338	0.1606	B60/100	P3	7.26
0.2847	0.2230	0.2847	0.2080	0.2456	0.2396	0.1850	B50/100	P3	6.26
0.5044	0.4079	0.3679	0.2972	0.3061	0.5044	0.4170	B50/100	P3	6.22
0.5499	0.4378	0.2585	0.3010	0.3192	0.5499	0.4346	B50/100	P3	5.22
0.5119	0.4000	0.2409	0.2275	0.2546	0.5119	0.3918	B50/100	P3	6.20
0.0656	5.27E-02	3.67E-02	4.87E-02	0.06559	1.76E-04	6.30E-02	B80/50	L	5.14+4.20/5.20
0.0850	3.17E-02	5.93E-02	8.50E-02	0.08143	1.76E-04	5.18E-02	B70/50	L	5.14+4.22/5.22
0.0813	7.65E-03	5.89E-02	8.13E-02	0.07288	0.0615	0.05956	B60/50	L	5.14+4.22/5.22
0.2161	1.89E-01	0.1372	0.06486	1.07E-01	0.2161	0.1436	B50/50	L	5.14+4.22/5.22
0.2977	0.2506	0.2037	0.1981	0.2248	0.2977	0.2571	B50/50	L	5.14+4.20/5.22
0.3014	0.2129	0.147	0.1943	0.2083	0.3014	0.2574	B50/50	L	5.12+4.20/5.20
2.97E-04	2.89E-04	2.74E-04	2.71E-04	2.97E-04	2.11E-04	2.89E-04	B80/50	S	5.14+4.22/5.22
3.27E-04	2.92E-04	3.01E-04	3.03E-04	3.27E-04	2.50E-04	2.93E-04	B70/50	S	5.14+4.22/5.22
3.30E-04	3.19E-04	3.07E-04	3.04E-04	3.30E-04	2.89E-04	3.04E-04	B60/50	S	5.14+4.22/5.22
4.31E-04	4.31E-04	3.90E-04	3.19E-04	3.65E-04	3.89E-04	4.17E-04	B50/50	S	5.14+4.22/5.22
9.12E-02	6.78E-02	2.64E-02	3.92E-04	1.15E-02	4.03E-04	9.12E-02	B50/50	S	5.14+4.20/5.22
3.95E-04	3.86E-04	3.58E-04	3.95E-04	3.64E-04	3.34E-04	3.86E-04	B80/50	Y	5.16+4.26/5.26
3.89E-04	3.85E-04	3.80E-04	3.89E-04	3.60E-04	3.46E-04	3.87E-04	B70/50	Y	5.16+4.26/5.26
4.11E-04	4.11E-04	3.79E-04	3.65E-04	3.53E-04	3.41E-04	3.59E-04	B60/50	Y	5.16+4.26/5.26
1.22E-01	4.28E-02	3.99E-04	4.45E-03	4.17E-04	4.01E-04	1.22E-01	B50/50	Y	5.16+4.26/5.26

Çizelge 6.24'de tüm kiriş gruplarının (D3) deprem düzeyi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analizden elde maksimum plastik dönmelerinin kesit göçme sınırı için hesaplanmış olan maksimum dönme sınırına oranları gösterilmektedir. Çizelgede ilk satır yapılan bu 6 analizden elde edilen en büyük oranı göstermektedir. 1061,22170 ve Abbar daha önce tanımlanan depremleri, 1061-1,22170-1 ve Abbar-1 ise X ve Y doğrultularındaki depremlerin yer değiştirlmesiyle elde edilmiş depremleri göstermektedir. Son satır ise kiriş kesitlerinin içerdiği donatı miktarlarını göstermektedir. Alt üst tek tip donatı konulan kirişlerde noktadan önceki sayı adedi, noktadan sonraki sayı donatının çapını göstermektedir. Montaj donatısı ayrıca seçilen kirişlerde ise kodlama ilk hane montaj donatısının adedini ve çapını, ikinci hane mesnet ilave donatısının adedini ve çapını, son hane ise açıklık donatısının adedini ve çapını göstermektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi BS 50/50MR 6.26 kiriş grubunun plastik dönme oranının kesit güvenlik sınırına oranı 0.788'dır. (D3) deprem düzeyi için en büyük plastik dönme bu kiriş grubunda meydana gelmiştir. Bütün kirişlerin plastik dönme değeri kesit güvenlik hasar sınırlarının altındadır.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her kiriş grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu kiriş gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.25'de gösterilmiştir. Çizelge 6.25'den de görüldüğü gibi her kiriş grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D3) deprem düzeyi için yapının her kiriş elemanında yukarıdaki plastik mafsal dönmeleri sağlanırken, bu kiriş gruplarının kesme kuvveti altında gervrek göçmeleri engellenmiştir.

Kolon grubundan P1 kolonunun davranışı detaylı olarak ele alınacaktır. Şekil 6.48'de P1 kolonunun Manjil, İran (ABBAR) depremi altında, donatı çeliği ve betondaki birim uzama ve kısalmanın zamanla değişimi görülmektedir. Depremin 10.77'inci saniyesinde maksimum birim uzama 0.004941 gerçekleşmiştir. Kesit göçme sınırı için maksimum birim uzama değeri 0.06 olduğundan kolon (D3) deprem düzeyi için kesit göçme sınırını doğrulamaktadır.

Çizelge 6.25 : Tüm kirişler gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Kiriş Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
B80/100 T 9.32	2482	-2391	2483	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2391	2482	-2392	2483	3314
B70/100 T 9.32	2479	-2388	2480	-2388	2479	-2388	2479	-2389	2479	-2388	2479	-2388	2480	3314
B60/100 T 8.32	2062	-1971	2063	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2062	-1971	2063	-1971	2063	2539
B50/100 T 7.32	1977	-1887	1978	-1886	1977	-1886	1977	-1886	1978	-1886	1977	-1887	1978	2539
B50/100 T 6.32	1695	-1605	1696	-1604	1695	-1605	1696	-1605	1696	-1605	1696	-1605	1696	1863
B50/100 T 5.32	1412	-1322	1412	-1321	1412	-1322	1412	-1321	1413	-1322	1412	-1322	1413	1863
B50/100 T 6.26	1031	-940.4	1031	-940.1	1031	-940.3	1031	-940.3	1031	-940.4	1031	-940.4	1031	1303
B80/50 M 6.26	613.3	-589.4	613.3	-589.5	613.4	-589.5	613.3	-589.4	613.3	-589.3	613.3	-589.5	613	1270
B70/50 M 8.26	790.1	-766.2	790	-766.3	790.2	-766.4	790	-766.2	790.1	-766.1	790.1	-766.2	790	1270
B60/50 M 8.26	783.3	-759.2	783.3	-759.4	783.4	-759.4	783.2	-759.4	783.3	-759.3	783.3	-759.3	783	1270
B50/50 M 6.32	876.7	-852.5	876.7	-852.6	876.6	-852.5	876.6	-852.7	876.8	-852.5	876.6	-852.6	877	932
B50/50 M 7.26	686.7	-662.5	686.7	-662.6	686.6	-662.5	686.6	-662.5	686.7	-662.4	686.6	-662.6	687	932
B80/50 MR 6.26	464.3	-387	464.2	-387	464.3	-386.9	464.2	-387	464.2	-386.9	464.3	-387	464	932
B70/50 MR 8.26	589.8	-512.4	589.7	-512.4	589.8	-512.4	589.7	-512.4	589.7	-512.4	589.7	-512.4	590	932
B60/50 MR 8.26	584.9	-507.5	584.9	-507.6	584.9	-507.6	584.8	-507.6	584.9	-507.5	584.9	-507.6	585	932
B50/50 MR 7.26	516.3	-438.9	516.2	-438.9	516.3	-438.9	516.2	-438.9	516.2	-438.9	516.2	-438.9	516	651
B80/100 P1 9.32	3574	-3525	3575	-3524	3574	-3525	3574	-3525	3574	-3524	3574	-3525	3575	4188
B70/100 P1 8.32	3154	-3105	3155	-3103	3154	-3105	3154	-3104	3154	-3104	3154	-3105	3155	4188
B60/100 P1 7.32	2849	-2799	2849	-2798	2848	-2799	2849	-2799	2849	-2799	2849	-2799	2849	3314
B50/100 P1 5.32	2016	-1966	2016	-1965	2015	-1966	2016	-1966	2016	-1966	2016	-1966	2016	2539
B50/100 P1 6.26	1461	-1412	1461	-1411	1460	-1411	1461	-1411	1461	-1411	1461	-1412	1461	1863
B50/100 P1 6.22	1203	-1154	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1153	1203	-1154	1203	-1153	1203	1863
B50/100 P1 6.20	978.2	-928.7	978.5	-928.4	978.3	-928.5	978.3	-928.4	978.6	-928.8	978.2	-928.7	979	1303
B80/100 P2 7.32	2852	-2828	2853	-2827	2852	-2828	2852	-2827	2852	-2827	2852	-2828	2853	3314
B70/100 P2 7.32	2843	-2819	2844	-2818	2843	-2819	2843	-2818	2843	-2818	2843	-2819	2844	2539
B60/100 P2 6.32	2422	-2398	2423	-2397	2422	-2398	2422	-2397	2422	-2398	2423	-2398	2423	2539
B50/100 P2 7.26	1890	-1866	1891	-1865	1890	-1865	1890	-1866	1890	-1866	1890	-1866	1891	2539
B50/100 P2 5.26	1256	-1231	1256	-1231	1255	-1231	1256	-1231	1256	-1232	1256	-1232	1256	1863
B50/100 P2 6.22	1190	-1166	1191	-1166	1190	-1166	1190	-1166	1191	-1166	1190	-1166	1191	1303
B50/100 P2 6.20	965.6	-941.2	965.8	-940.9	965.7	-940.9	965.7	-940.9	965.8	-941.4	965.6	-941.2	966	1303
B80/100 P3 6.32	2439	-2415	2440	-2414	2439	-2415	2439	-2414	2439	-2414	2439	-2415	2440	3314
B70/100 P3 6.32	2430	-2406	2431	-2405	2430	-2406	2431	-2406	2431	-2406	2431	-2406	2431	3314
B60/100 P3 7.26	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	-1873	1898	2539
B50/100 P3 6.26	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	-1423	1448	1863
B50/100 P3 6.22	1190	-1166	1191	-1165	1190	-1166	1190	-1166	1190	-1166	1190	-1166	1191	1303
B50/100 P3 5.22	971.3	-946.9	971.6	-946.6	971.4	-946.7	971.4	-946.7	971.5	-947.1	971.4	-946.9	972	1303
B50/100 P3 6.20	965.6	-941.1	965.7	-940.8	965.6	-940.8	965.6	-940.8	965.6	-941.3	965.5	-941.1	966	1303
B80/50 L 5.14+4.22/5.22	233.2	-157.3	233.2	-143.3	233.2	-141.3	231.5	-157.3	193.5	-90.43	233.2	-157.3	233	651
B70/50 L 5.14+4.26/5.26	294.3	-208.2	298	-217.5	298	-190.6	294.8	-222.1	233.2	-165.5	298	-216	298	651
B60/50 L 5.14+4.26/5.26	286.9	-168	294.5	-214.4	294.5	-192	294.5	-218.6	294.5	-202	294.5	-205.4	295	651
B50/50 L 5.14+4.26/5.26	291.6	-215.7	291.6	-197.5	291.6	-196.8	291.6	-212.8	291.6	-215.6	291.6	-212.2	292	651
B50/50 L 5.14+4.22/5.22	225.4	-149.5	225.4	-146.7	225.4	-149.5	225.4	-149.5	225.4	-149.5	225.4	-149.5	225	651
B50/50 L 5.12+4.20/5.20	192.2	-116.3	192.2	-116.3	192.2	-116.3	192.2	-116.3	192.2	-116.3	192.2	-116.3	192	651
B80/50 S 5.14+4.22/5.22	100.2	33.45	116.5	60.41	97.78	37.67	102.5	31.6	101.3	52.06	101.8	33.53	116	651
B70/50 S 5.14+4.22/5.22	107.8	34.27	121.3	54.03	102	31.73	110.5	26.04	101.4	43.91	108.3	33.93	121	651
B60/50 S 5.14+4.22/5.22	124.4	38.28	121.5	44.99	117.2	32.59	113.6	26.72	116.6	36.1	120.6	35.43	124	651
B50/50 S 5.14+4.22/5.22	128.4	7.509	136.7	42.37	116.3	32.53	118.8	22.07	136.2	28.8	126.1	10.62	137	651
B50/50 S 5.14+4.20/5.22	120.5	8.374	143.5	39.01	112.6	16.86	123.5	10.47	138.6	19.4	131.8	7.554	144	651
B80/50 Y 5.16+4.26/5.26	202.2	46.17	208	75.92	186.1	42.36	186.1	53.7	185.9	63.57	196.3	46.37	208	651
B70/50 Y 5.16+4.26/5.26	203.3	49.78	212	76.25	187.6	47.74	196.1	58.04	185.9	62.48	191.4	49.2	212	651
B60/50 Y 5.16+4.26/5.26	224.1	63.55	210.4	75.82	202.6	57.01	200.3	61.63	199.1	65.1	203.8	59.72	224	651
B50/50 Y 5.16+4.26/5.26	232.3	29.25	220.2	72.27	202.9	31.32	221.4	37.15	218.8	42.83	211.4	24.9	232	651

Çizelge 6.26 : Kolonların her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı

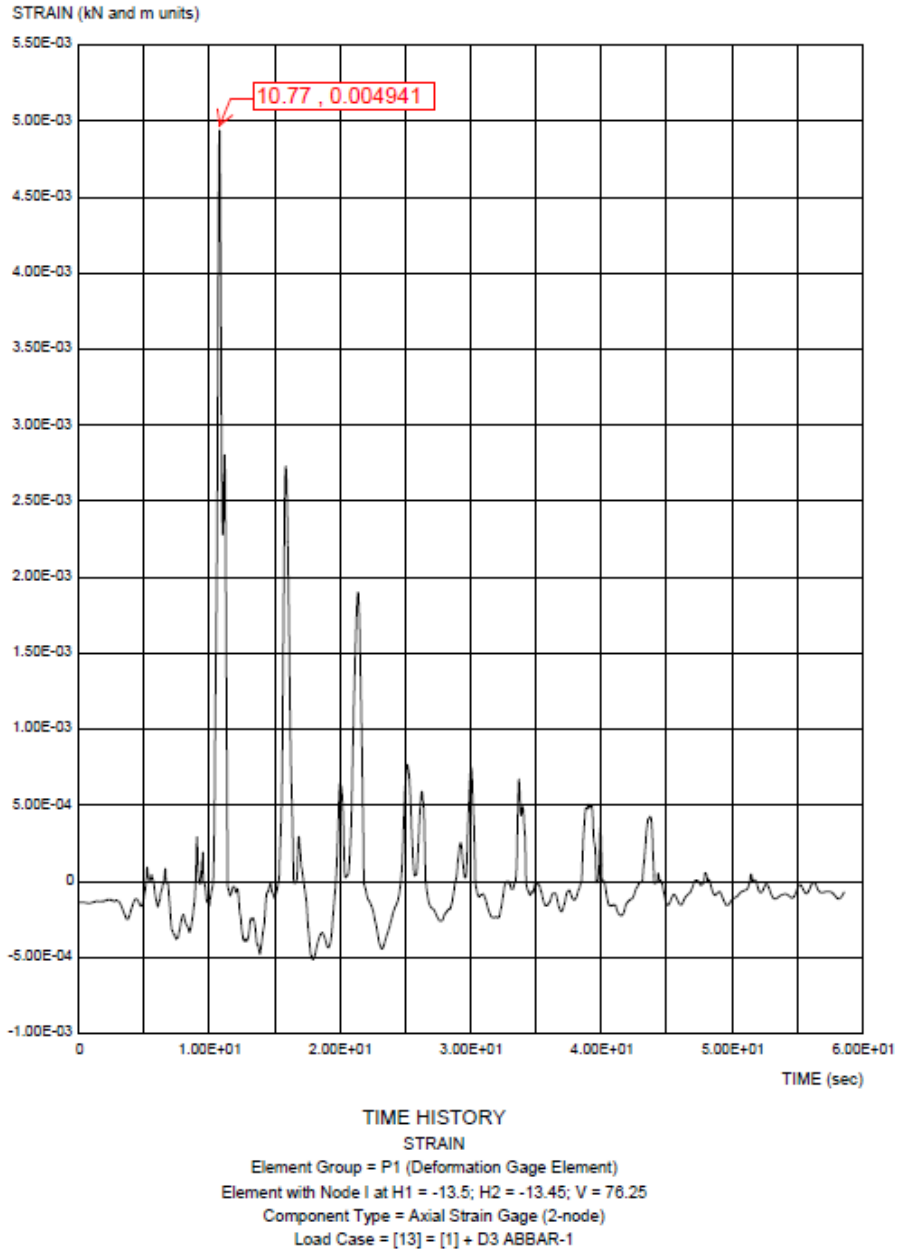
Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin Boyutu*
0.08237	0.0822	0.06762	0.06294	0.06784	0.07334	0.08237	P1
0.07898	0.07873	0.06032	0.05634	0.07415	0.06419	0.07898	P3
0.09113	0.05338	0.04789	0.04687	0.09113	0.05337	0.0608	P5
0.07463	0.07291	0.05607	0.06519	0.06175	0.06176	0.07463	P8

Çizelge 6.26'dan görüldüğü gibi kolonlar arasında kesit güvenlik sınırına yaklaşan kolon P5 kolonudur.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her kolon grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu kiriş gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.27'de gösterilmiştir. Çizelge 6.27'dan de görüldüğü gibi her kolon grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D3) deprem düzeyi için yapının her kolon elemanında izin verilen birim şekildeğiştirmeler sağlanırken, bu kolon gruplarının kesme kuvveti altında gervrek göçmeleri engellenmiştir.

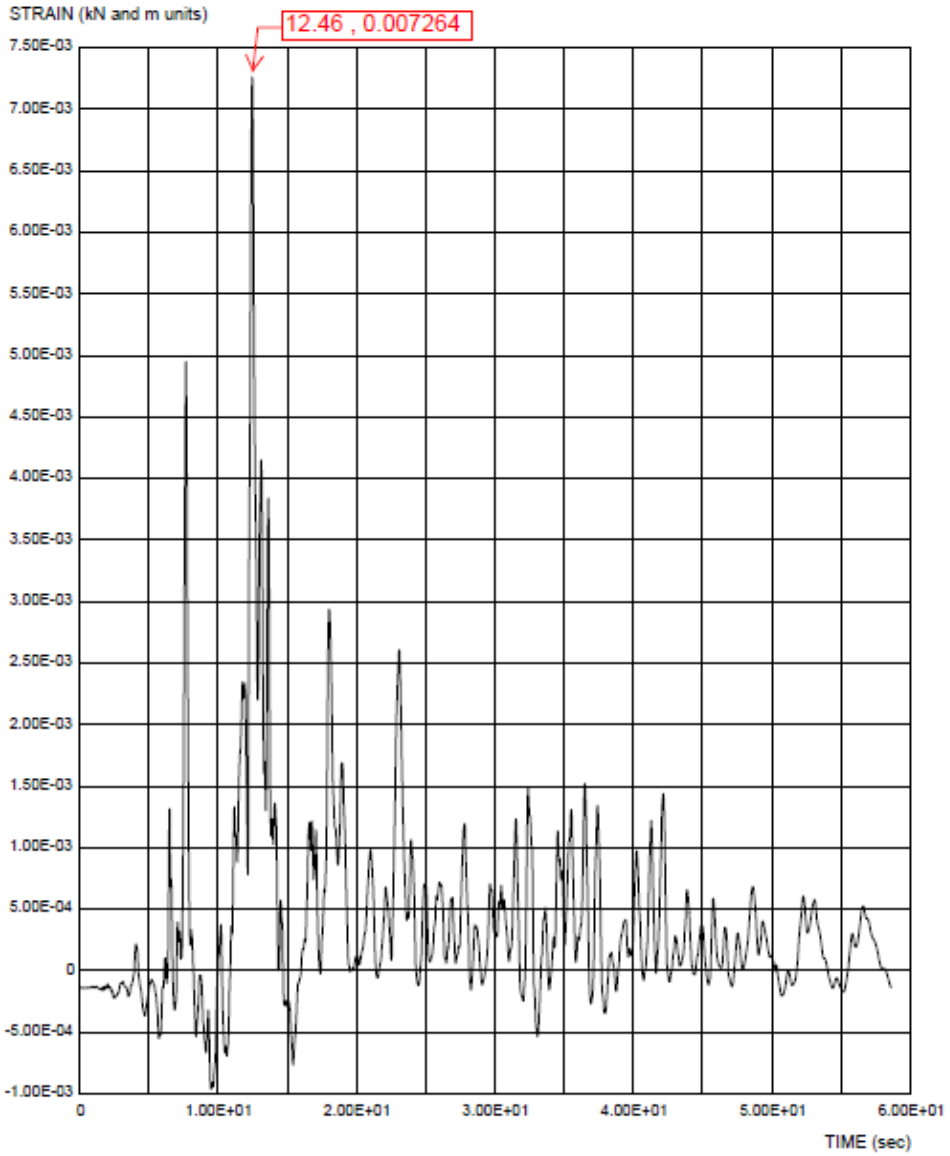
Çizelge 6.27 : Tüm kolon gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Kolon Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
P1 80	1640.3	-1886	1888.6	-1477	1855.4	-2131	1653.5	-1778	1899.5	-1491	1422.2	-1568	2131	7830
P1 70	776.95	-698.4	698.42	-639.8	793.12	-659.5	628.21	-693.8	711.01	-661.2	701.03	-650.8	793	7830
P1 60	721.88	-686.4	741.18	-792	996.11	-706.9	611.29	-621.4	680.94	-738.5	646.56	-669.8	996	7830
P1 50	1055.7	-1275	1113.1	-1047	1115.1	-1171	924.92	-957.6	1246.2	-1124	1014.3	-1148	1275	5872
P3 80	1319.8	-1204	1276.8	-1345	1330.9	-1230	1189.1	-1175	1603.4	-1050	1089.1	-1412	1603	6555
P3 70	773.59	-785.2	756.84	-751.4	822.94	-791.2	756.29	-770.1	742.53	-754.6	778.42	-789.2	823	6555
P3 60	881.43	-915.4	912.39	-893	985.14	-965.3	909.96	-940.7	901.47	-930.1	861.44	-1033	1033	6555
P3 50	1629.2	-1695	1629.9	-1662	1677.8	-1552	1712.1	-1602	1649.7	-1728	1620.2	-1625	1728	4916
P5 80	1059.2	-1281	1213.8	-1180	1446.5	-1303	1289.8	-1227	1313.9	-996.7	955.09	-938.2	1447	8376
P5 70	718.18	-687.4	676.77	-673.4	742.2	-680.9	632.51	-709.5	672.4	-671.9	601.25	-717.2	742	8376
P5 60	788.48	-766.2	779.02	-738.8	870.28	-771.3	748.82	-744	736.59	-765.1	711.27	-753.9	870	8376
P5 50	1385.8	-1402	1334.4	-1319	1223.5	-1376	1296.9	-1351	1188.6	-1222	907.9	-1409	1409	6282
P8 80	1656.1	-2219	2085	-1705	1655	-2367	1710.3	-1885	2317.6	-1792	1667	-2434	2434	7830
P8 70	635.4	-562.8	585.22	-591.5	749.98	-601.6	590.2	-613.1	577.14	-591.6	599.56	-604.1	750	7830
P8 60	637.23	-654.8	595.64	-694.4	857.25	-645.4	594.05	-599.5	692.42	-846.6	630.36	-607.4	857	7830
P8 50	1032.6	-1117	1014	-1113	938.94	-984.7	816.45	-1048	1073.5	-1006	952.82	-909.3	1117	5872



Şekil 6.48 : P1 kolonunun birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi

Perde grubundan P10 perdesinin davranışı detaylı olarak ele alınacaktır. Şekil 6.49'da P10 kolonunun Abbar depremi altında, donatı çeliği ve betondaki birim uzama ve kısalmanın zamanla değişimi görülmektedir. Depremin 12.97'inci saniyesinde maksimum birim uzama 0.00676 gerçekleşmiştir. Kesit göçme sınırı için maksimum birim uzama değeri 0.06 olduğundan kolon (D3) deprem düzeyi için kesit göçme sınırını doğrulamaktadır.



Şekil 6.49 : P10 perdesinin birim kısalma ve uzamasının zaman ile değişimi

Çizelge 6.28 : Perdelerin her deprem altındaki maksimum birim uzama ve kısalmalarının kesit güvenlik sınırlarına oranı

Max Oran	*1061*	*22170*	*ABBAR*	*1061-1*	*22170-1*	*ABBAR-1*	*Kesitin Boyutu*
0.1097	0.0828	0.07324	0.06894	0.1097	0.05528	0.09683	P4
0.1211	0.115	0.09944	0.1211	0.1138	0.1033	0.1026	P10

Çizelge 6.28'den görüldüğü gibi kolonlar arasında kesit güvenlik sınırına yaklaşan kolon P10 kolonudur.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan 6 analiz sonucunda her perde grubunda oluşan maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ile bu perde gruplarının içerdiği yatay donatıdan dolayı sahip olduğu kesme kuvveti kapasiteleri Çizelge 6.29'da gösterilmiştir. Çizelge 6.29'dan de görüldüğü gibi her perde grubunda meydana gelen en büyük kesme kuvveti, sahip olduğu kesme kuvveti kapasitesinden daha küçüktür. Buradan da anlaşılacağı üzere (D3) deprem düzeyi için yapının her perde elemanında izin verilen birim şekildeğiştirmeler sağlanırken, bu perde gruplarının kesme kuvveti altında gevrek göçmeleri engellenmiştir.

Çizelge 6.29 : Tüm perde gruplarının her deprem altındaki maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri ve kesme kuvveti kapasiteleri

Perde Grubu	*1061*		*22170*		*ABBAR*		*1061-1*		*22170-1*		*ABBAR-1*		*Ve (kN)*	*Vr (kN)*
	V maks. (kN)	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*	*V maks. (kN)*	*V min. (kN)*		
P4 80	3297.7	-2347	2828.6	-2726	2650.7	-2400	2252.6	-2565	2680.8	-3138	2586.2	-2368	3298	8170
P4 70	1907.9	-1589	1624	-1979	1937.4	-1593	2065.9	-1825	1711.6	-1896	2049.8	-1753	2066	8170
P4 60	1814.8	-1797	1821.7	-1739	1762.3	-1554	1684.9	-1922	2014.9	-1696	1857.2	-1882	2015	5995
P4 50	2151.8	-2153	2342.9	-2401	2178.9	-1814	2193.8	-2100	2065.2	-2987	2288.9	-2654	2987	4496
P10 80	8390.5	-9692	8110.5	-9184	10427	-8075	8159.4	-9886	12554	-6783	8187.2	-11078	12554	25069
P10 70	5939.9	-5446	5789.6	-6168	5782.1	-4884	5475	-5649	6741	-5080	6087.4	-6731	6741	25069
P10 60	5282.5	-5036	5351.5	-5623	6848.4	-3855	4420.3	-4933	5366.2	-4998	5269.3	-4249	6848	25069
P10 50	5705	-5849	4283.2	-4792	6057.9	-3695	4718.1	-5769	5037.9	-4590	4262.9	-4586	6058	18802

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada, İstanbul İl sınırları içerisinde yapılacak betonarme bir yüksek binanın Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'ine göre doğrusal analizi yapılıp, yapı elemanları boyutlandırıldıktan sonra, yapının deprem etkileri altındaki performansı İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmelik'ine göre incelenmiştir. İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliğinde belirtildiği gibi yüksek binalar dört aşamada ele alınıyorlar. Tasarım aşaması I-A olarak nitelendirilen ilk aşama doğrusal analiz aşaması olup, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğe göre birkaç noktada ayrılmaktadır. Bunlardan bir tanesi hareketli yük katılım katsayısının (n) İYBDY'inde 0.1 olarak belirtilirken bu değer DBYYHY'e göre 0.3'dür. Bu farklılık düşey taşıyıcı elemanlarda, düşey yüklerden ve depremden gelen normal kuvvetlerin kısmen azalmasına sebep olmaktadır. Bir diğer farklılık ise kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı β'nın İYBDY'inde 2 olarak belirtilirken bu değer DBYYHY'e göre 1.5'dir. Yüksek binalarda her iki doğrultuda yapının birinci hakim periyodları çok yüksek olduğundan, yapının her iki doğrultuda taban kesme kuvveti hesabında minimum taban kesme kuvveti baskın gelmektedir. Mod birleştirme yöntemiyle yapılan doğrulsal analizde yapının her iki doğrultudaki taban kesme kuvvetleri minimum taban kesme kuvvetine göre ölçeklendirildiğinde, yapının Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R, çok küçük değerler almaktadır. Dayanım fazlalığını göz önünde bulundurduğumuzda yapının doğrusal olmayan analizlerinde göstereceği doğrusal olmayan davranış miktarı azalmaktadır. Buna ilaveten yapı elemanlarında kesme kuvveti hesabında, yapı elemanlarının eğilme kapasitelerinden dolayı maruz kalabileceği maksimum kesme kuvvetinden ziyade, genellikle yapı elemanlarının kesme kuvveti tasarımları Ra=2 katsayısına bölünerek elde edilen kesme kuvvetlerince yapılmıştır.

Bir dikkat edilmesi gerekn husus ise, yapının zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerinde yapı elemanlarının doğrusal olmayan davranışlarını

modelleyebilmek için kullanılan lifli elemanların yapının rijitlik matrisini çok büyüterek yapının analiz süresinin uzamasında çok etkili olmasıdır. Bundan kaçınabilmek için yapının düşey elemanlarının yatay doğrultuda ve düşey doğrultuda eleman sayılarını azaltarak, bu elemanlara atanan fiber miktarlarını düşürmektir. Bu uygulamada yapının sonlu elemanlarının her iki doğrultudaki boyutları birbirinden çok farklı olduğundan dolayı yapı davranışı tam olarak modellenemese de bu işlemden dolayı kazanılan süre azımsanamayacak kadar uzundur.

KAYNAKLAR

[1] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,** 2007: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Resmi Gazete, Ankara.

[2] **TS 500 Betonarme Yapıların Yapım ve Hesap Kuralları,** 2000: Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

[3] **Özgen, A. , Sev A.** , 2000: Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul

[4] **Celep, Z.** 2007: Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.

[5] **İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği (Taslak),** 2008: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul

[6] **TS498,** 1984. Betonarme Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

[7] **Sap2000**. *Three Dimensional Static and Dynamic Finite Element Analysis and Design of Structure, Computers and Structures Inc.2000. Berkeley, California*

[8] **ETABS.** *Extended 3d Analysis of Building Systems, Computers and Structures Inc.2000. Berkeley, California*

[9] **Ersoy, U., Özcebe, G.,** 2001: Betonarme, Evrim Yayınevi, İstanbul

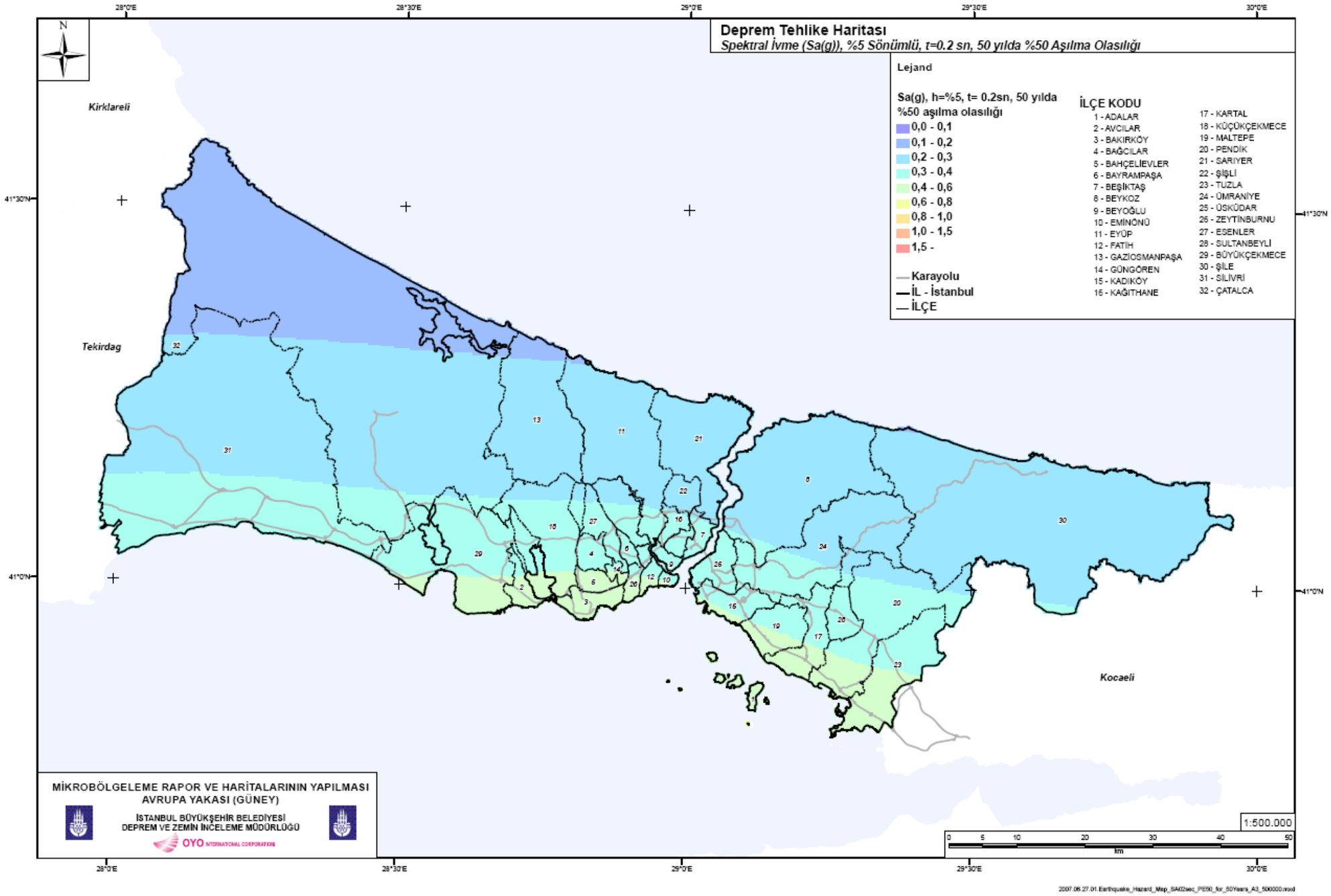
[10] **Ozer, E.,** 2009: Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmayan Analizi Ders Notları, *http://www.ins.itu.edu.tr/eozer*

[11] **ACI318 Building Code Requirements for Reinforced Concerete and Commentary,** 1999: American Concrete Institute, Detroit

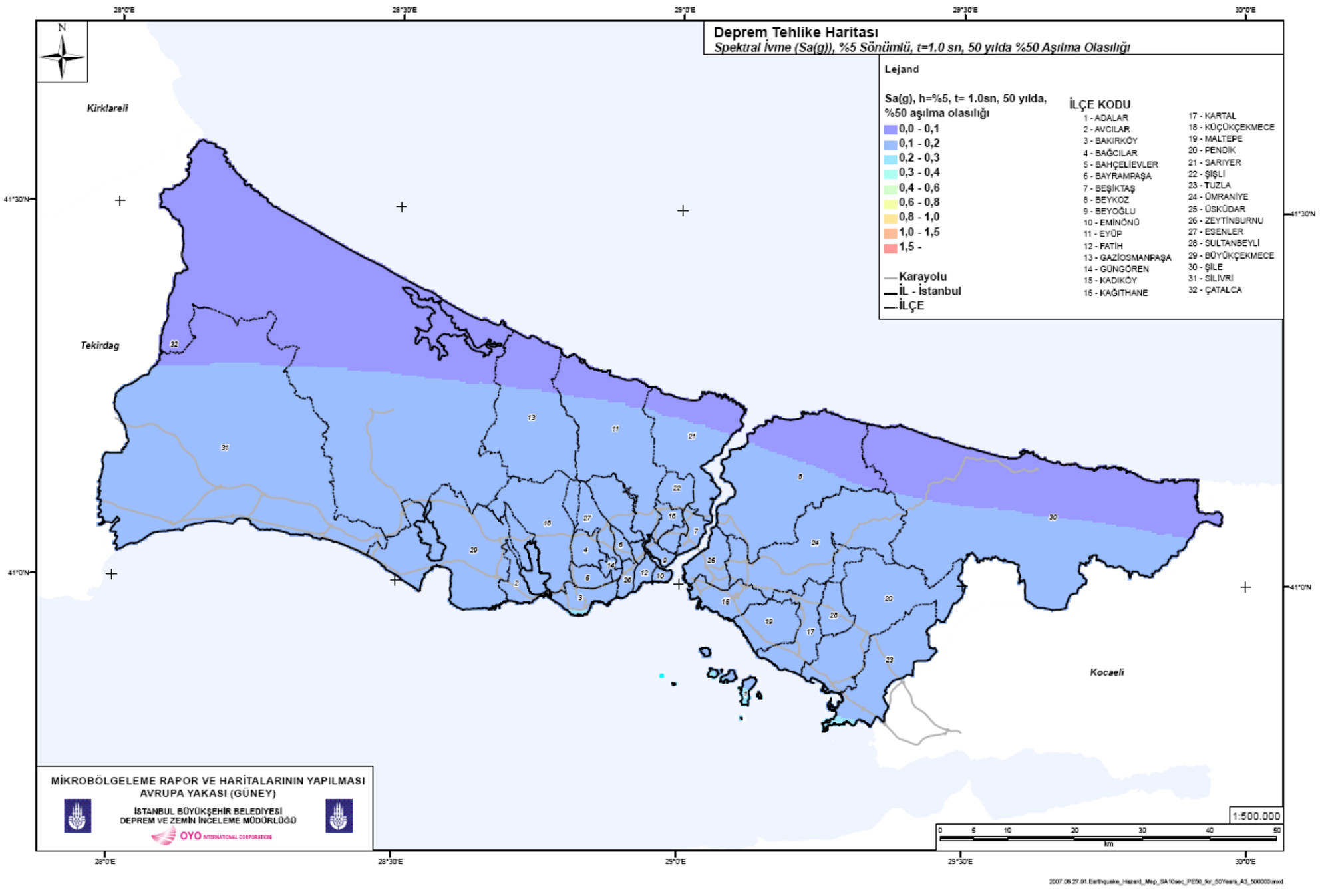
[12] **PERFORM 3D.** *Nonlinear Analysis and Performance Assessment for 3D Structures, Computers and Structures Inc.2006. Berkeley, California*

[13] **Mander J. B. Priestley, M. J. N. ve Park, R**. 1988: Theoritical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *ASCE Journal of Structural Engineerring* **Vol.114, 1804-1826**

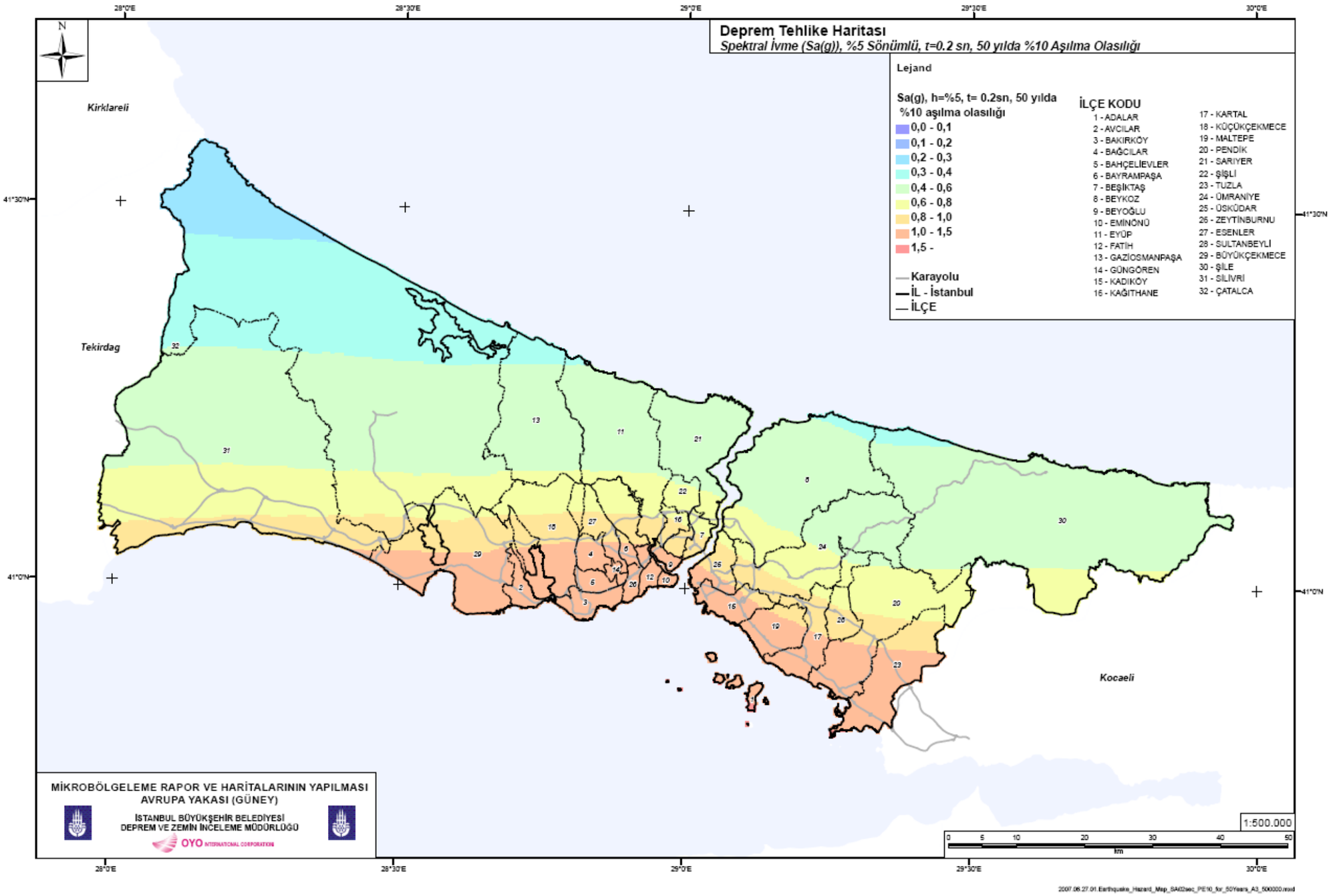
EKLER



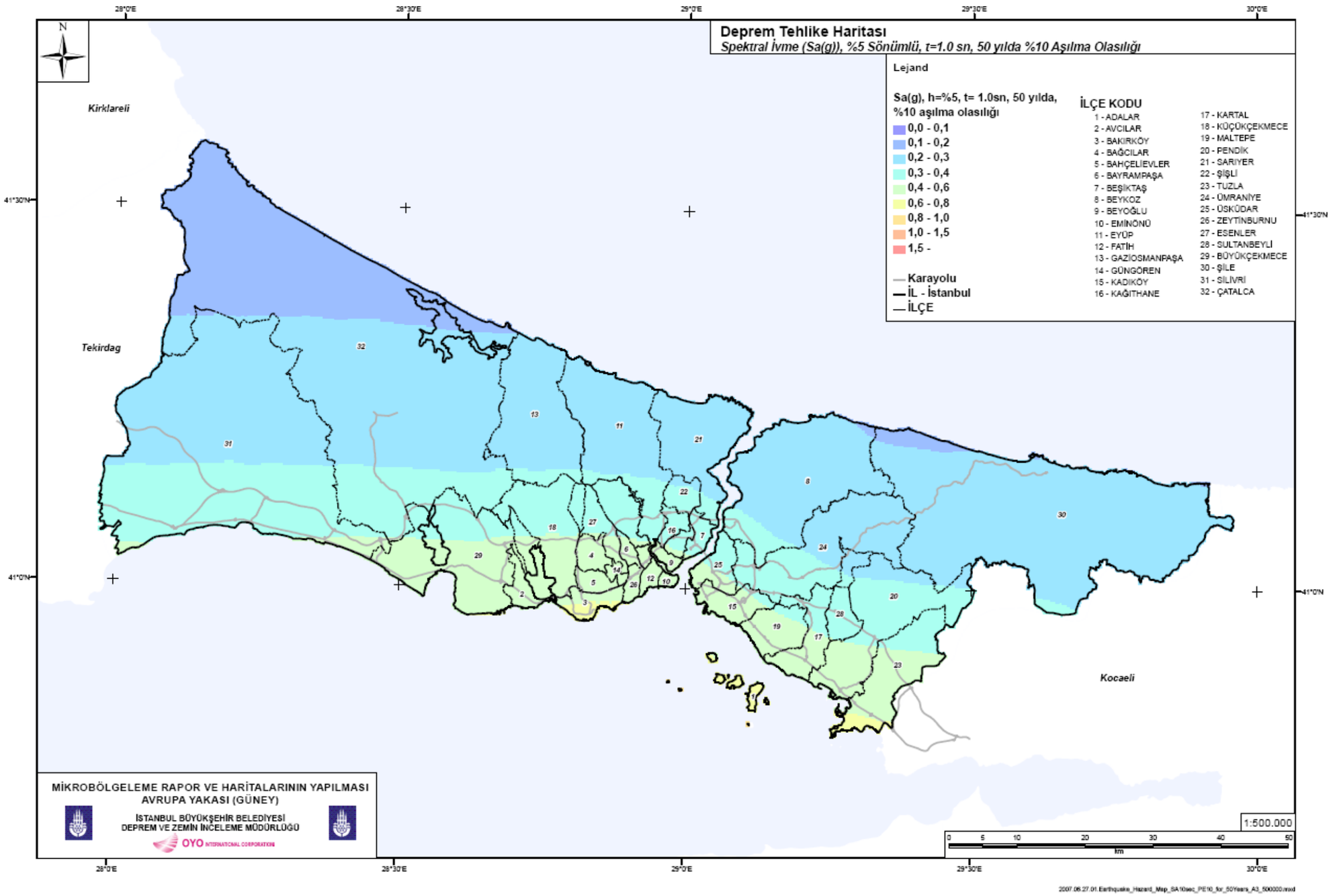
Şekil A.1 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %50 Aşılma Olasılığı



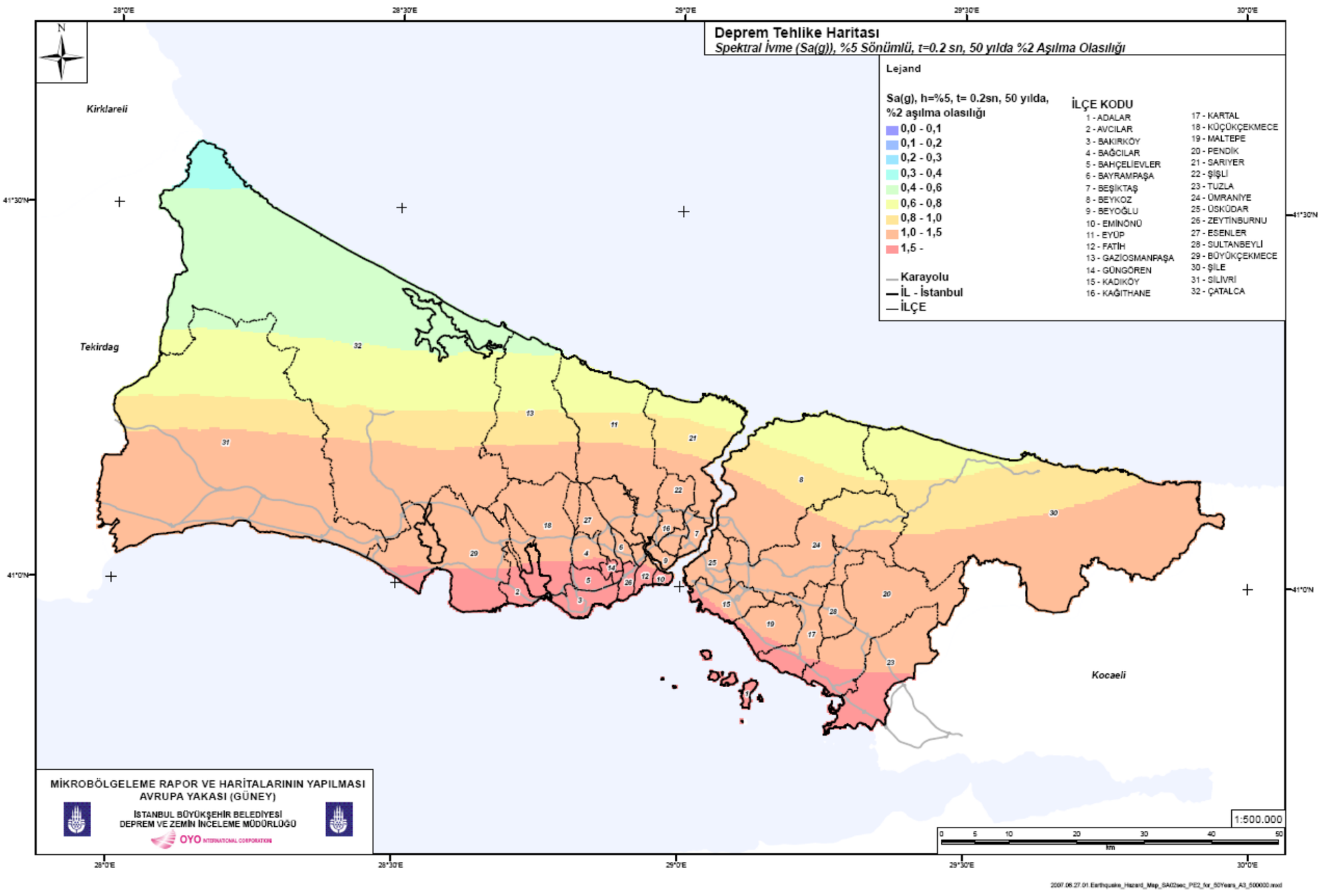
Şekil A.2 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %50 Aşılma Olasılığı



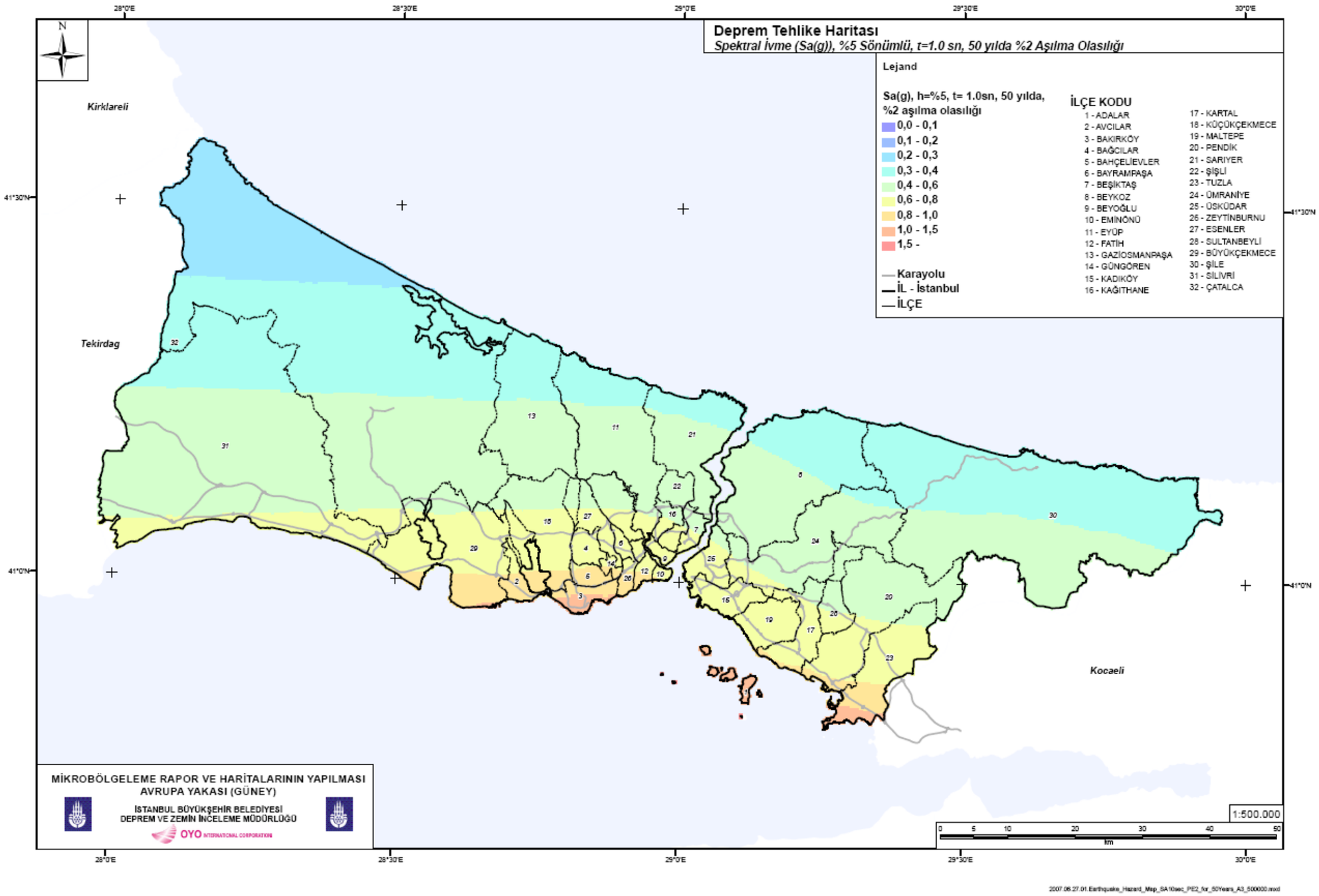
Şekil A.3 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %10 Aşılma Olasılığı



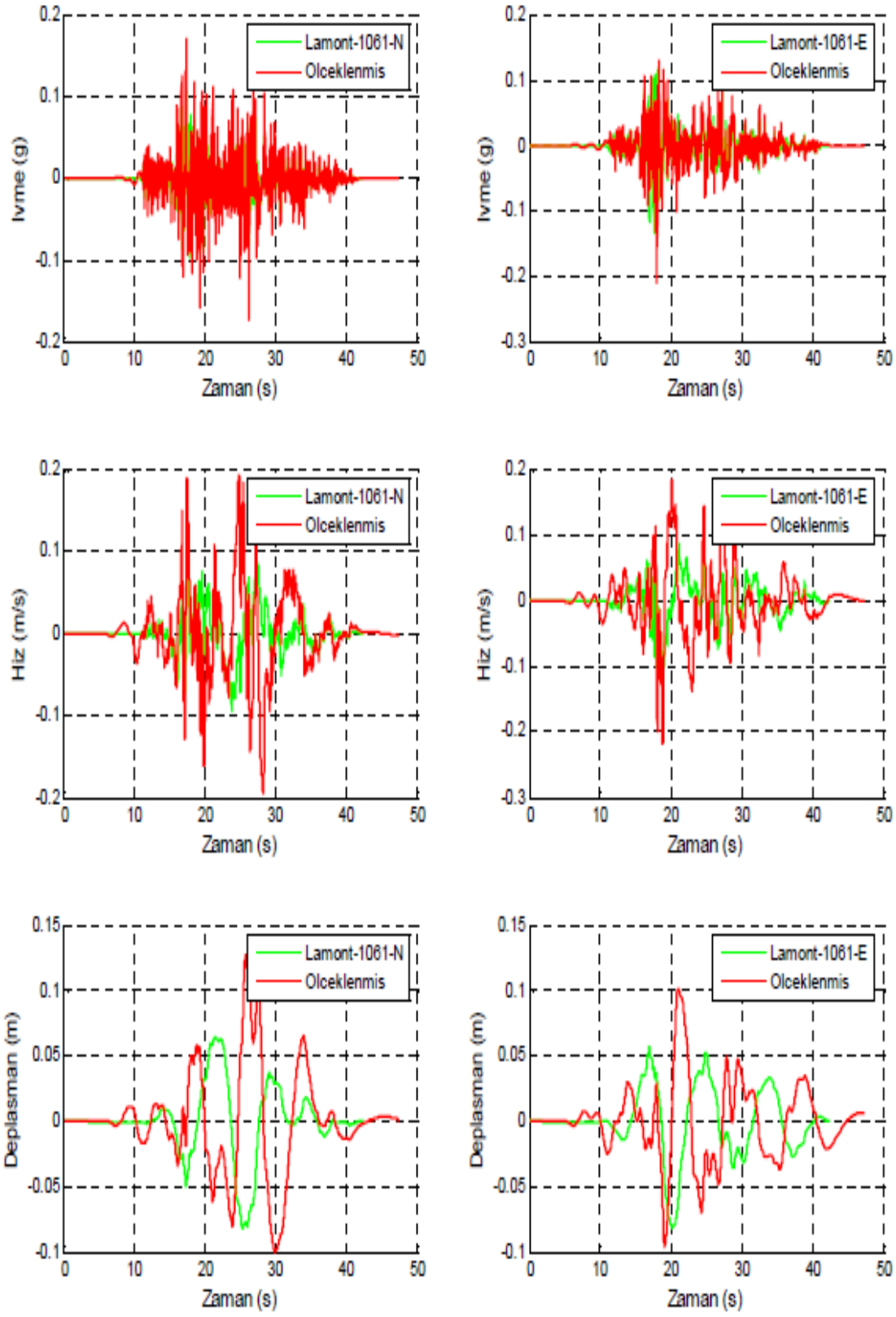
Şekil A.4 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %10 Aşılma Olasılığı



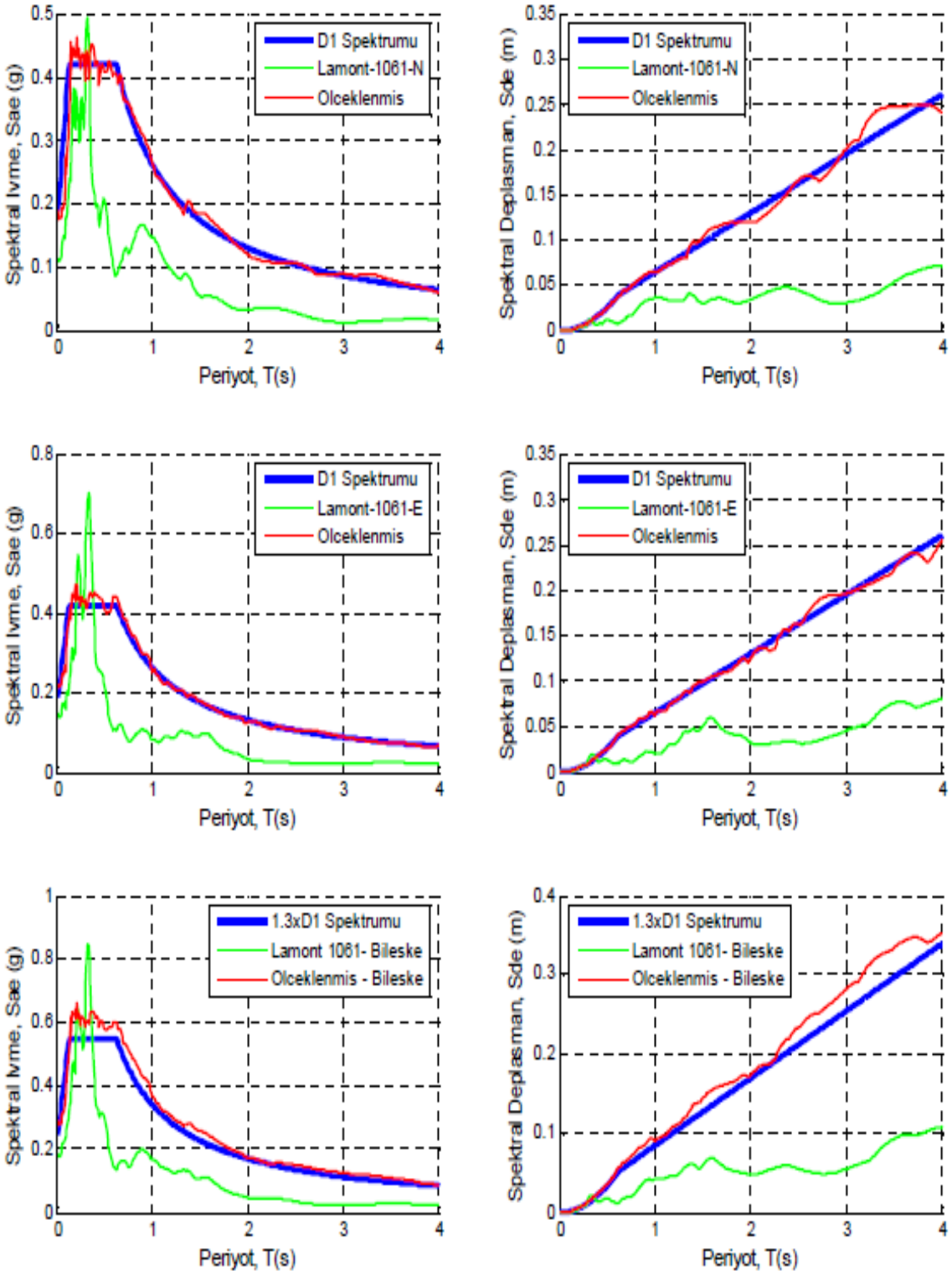
Şekil A.5 : Deprem Tehlike Haritası, t=0.2s, 50yılda %2 Aşılma Olasılığı



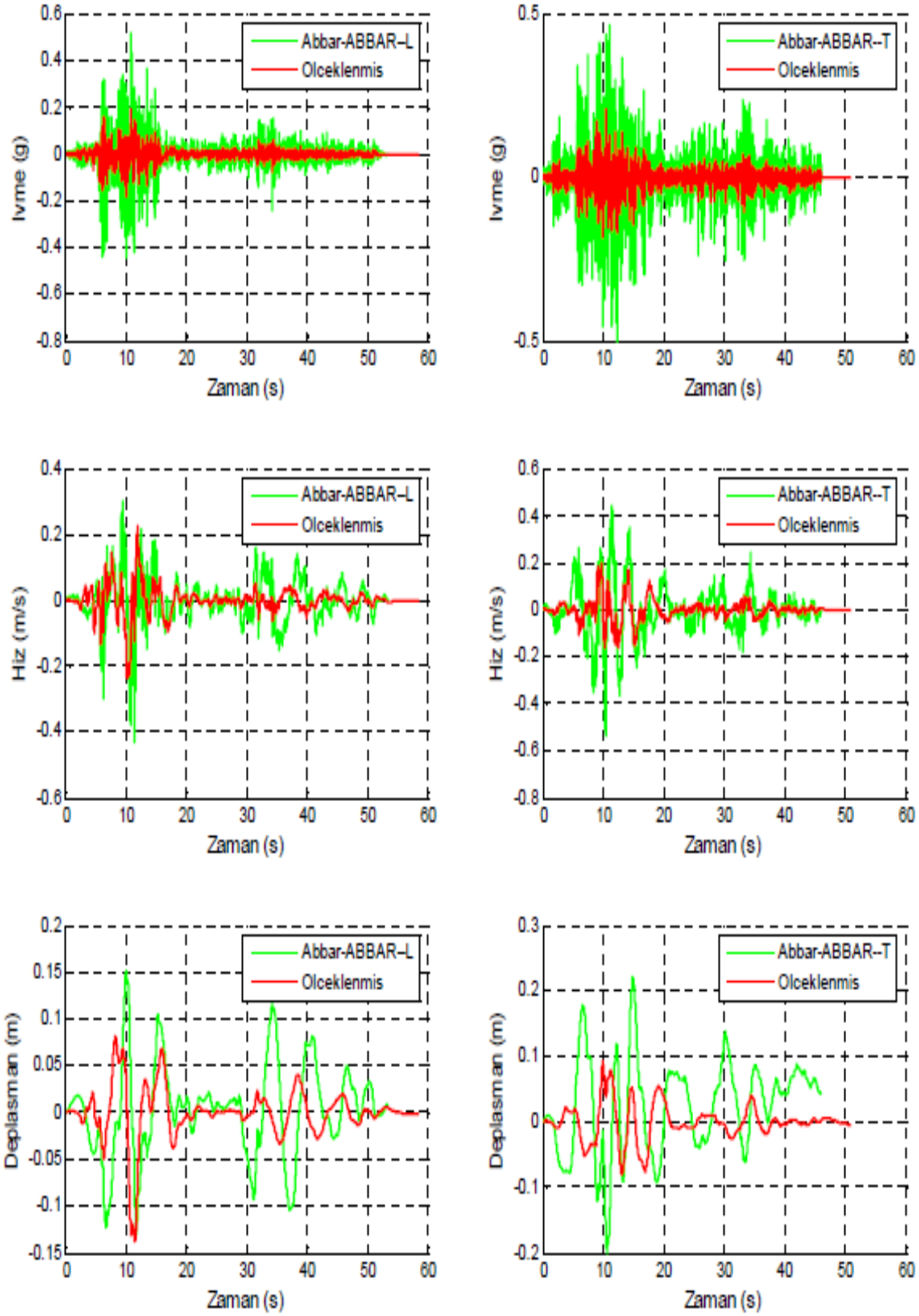
Şekil A.6 : Deprem Tehlike Haritası, t=1.0s, 50yılda %2 Aşılma Olasılığı



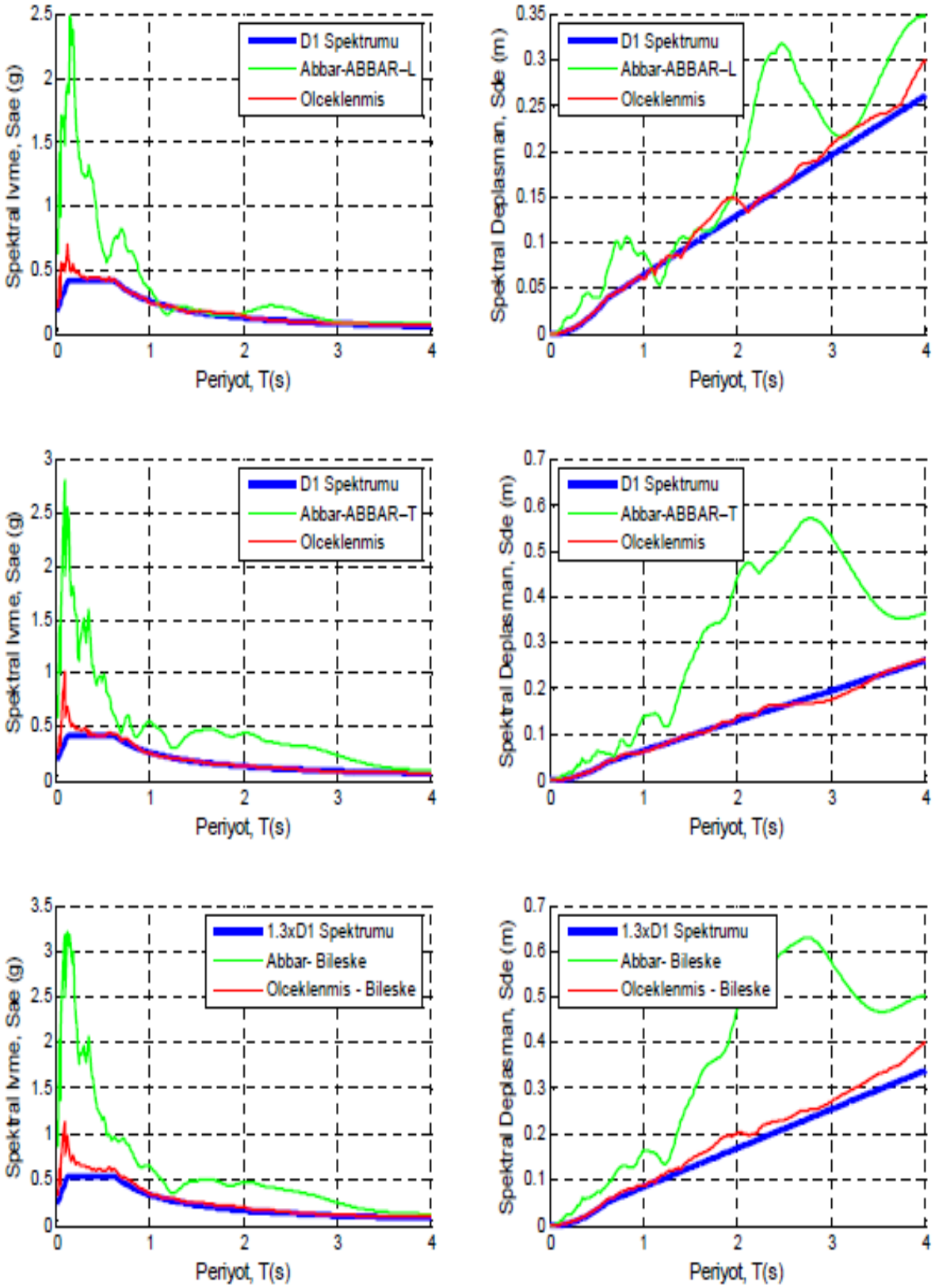
Şekil A.7 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için)



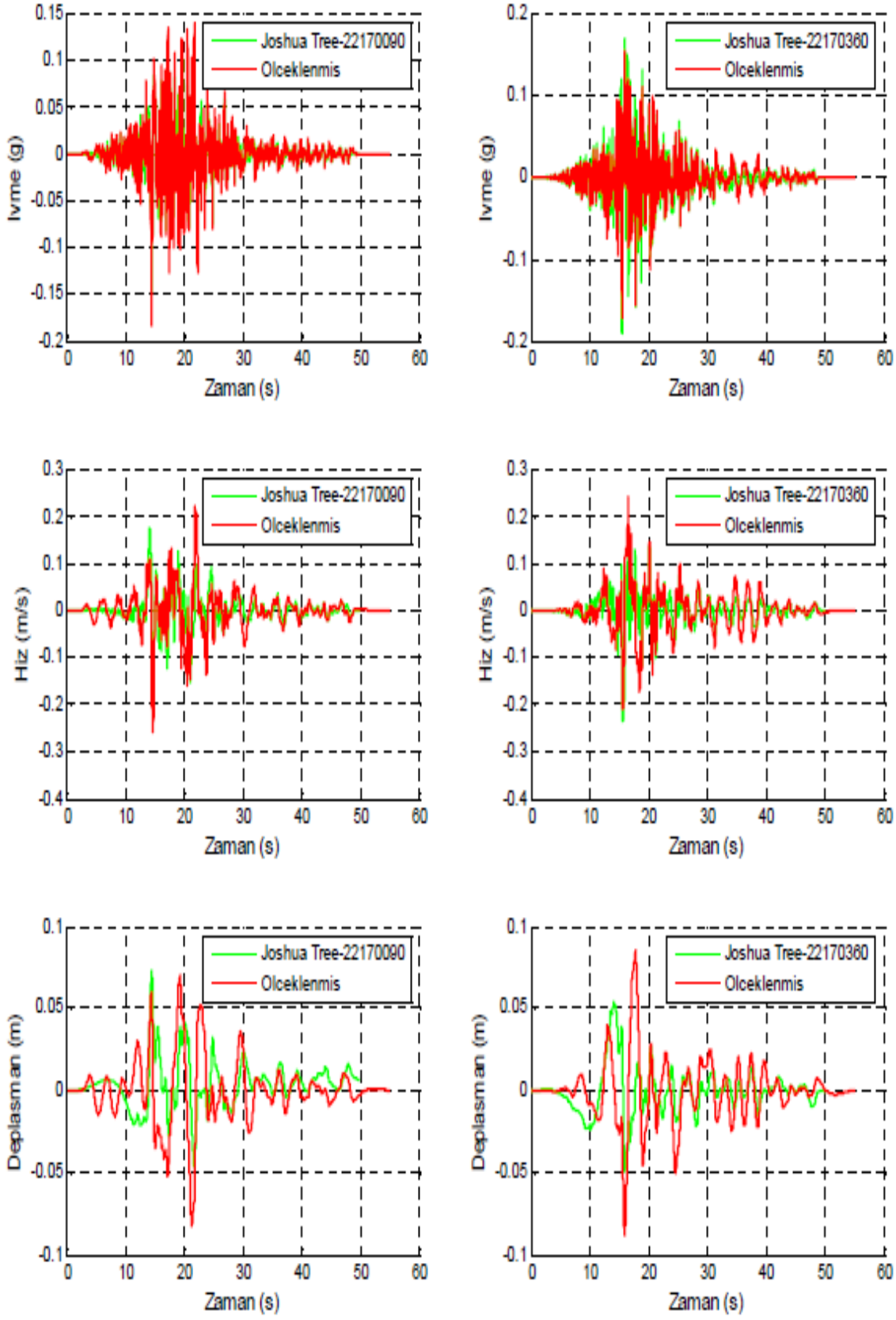
Şekil A.8 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



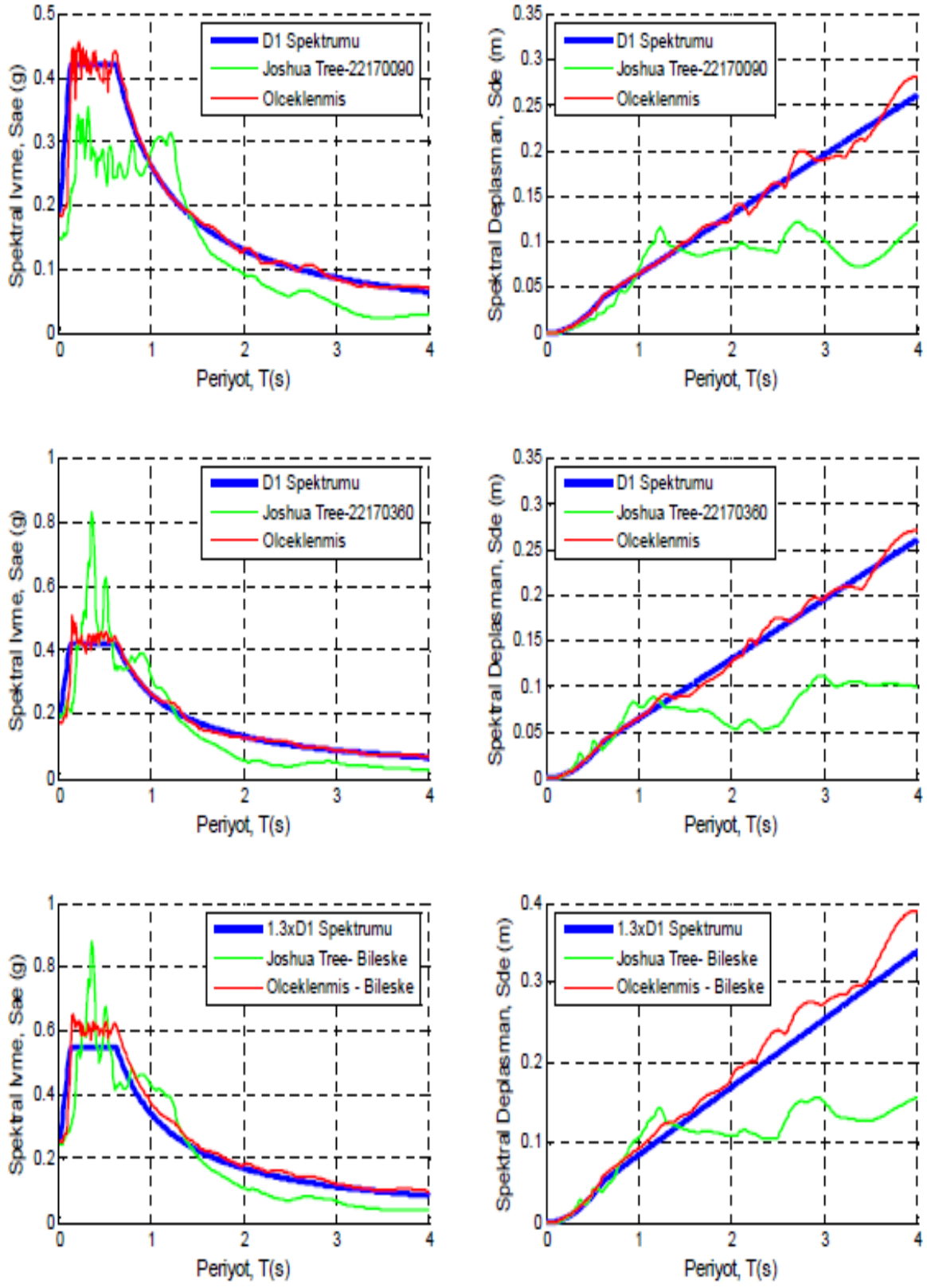
Şekil A.9 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için)



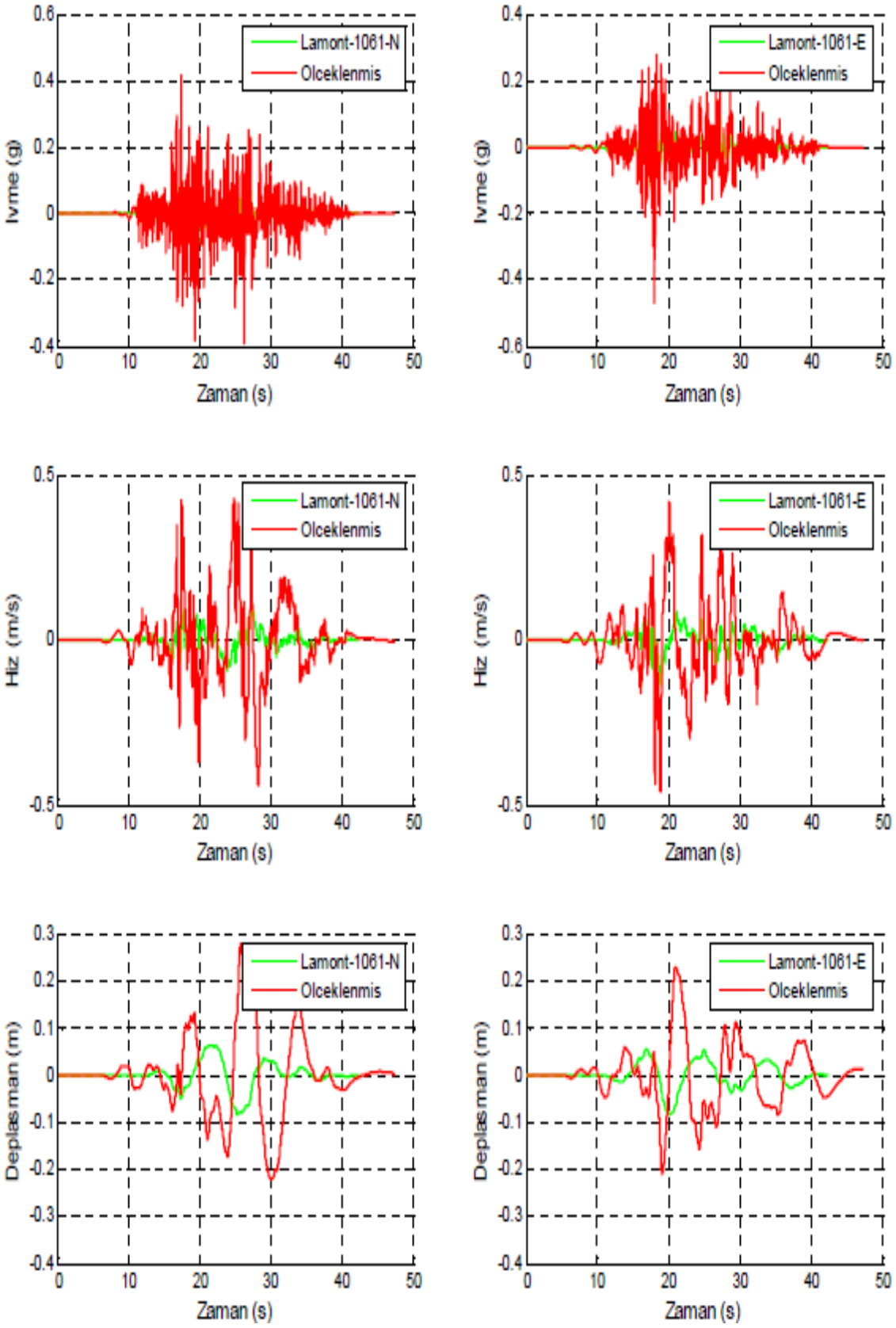
Şekil A.10 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



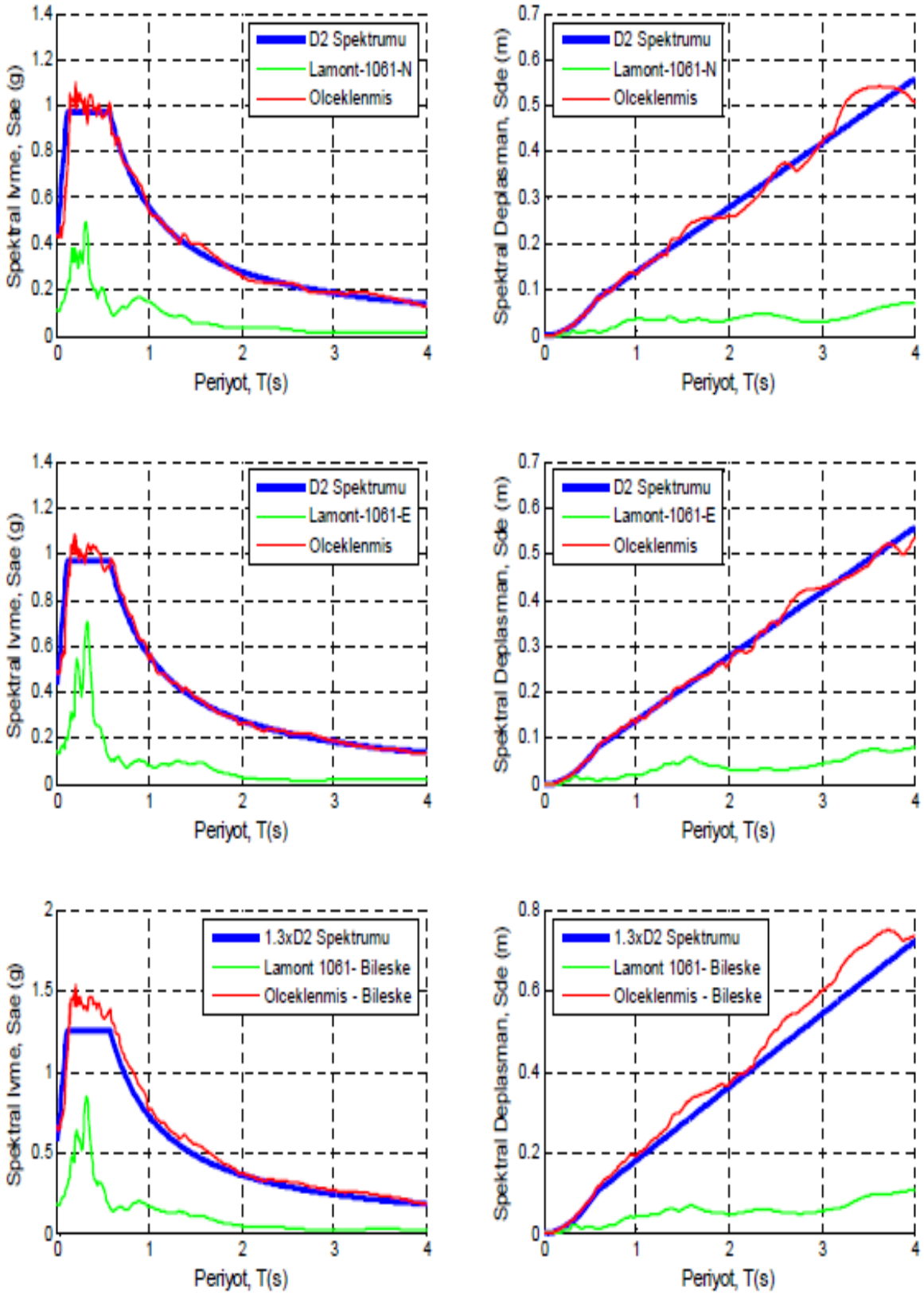
Şekil A.11 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D1 deprem düzeyi için)



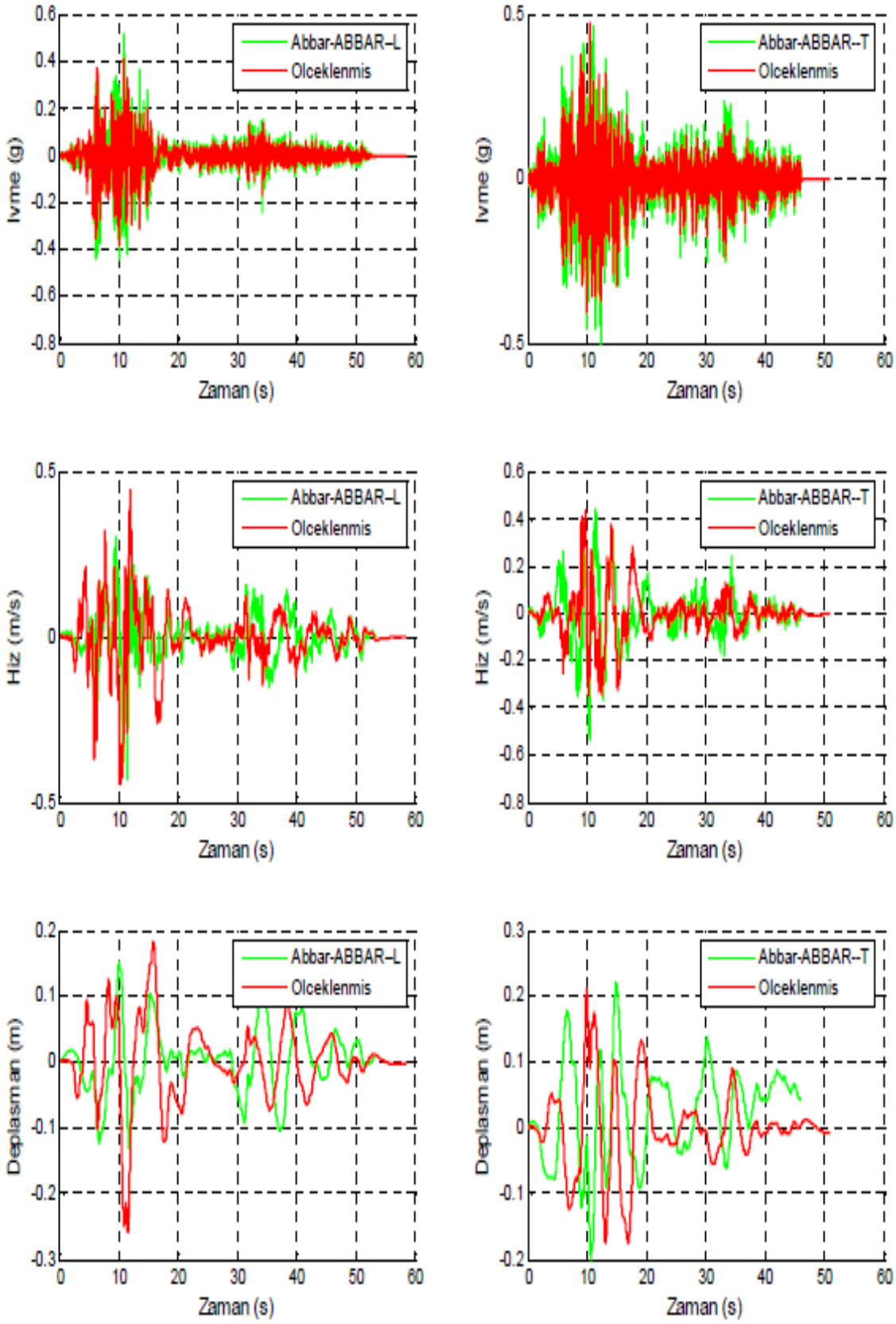
Şekil A.12 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D1 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



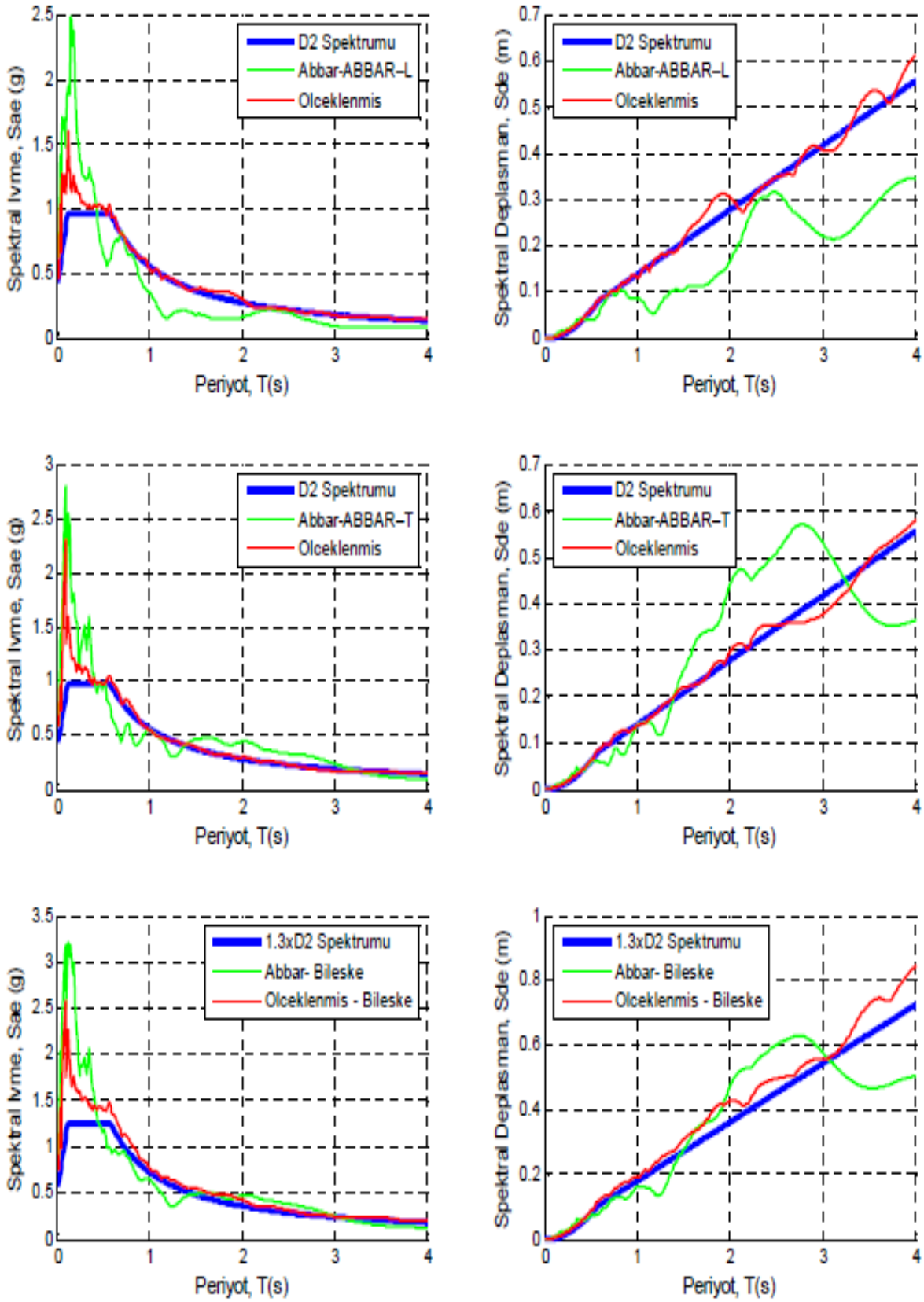
Şekil A.13 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için)



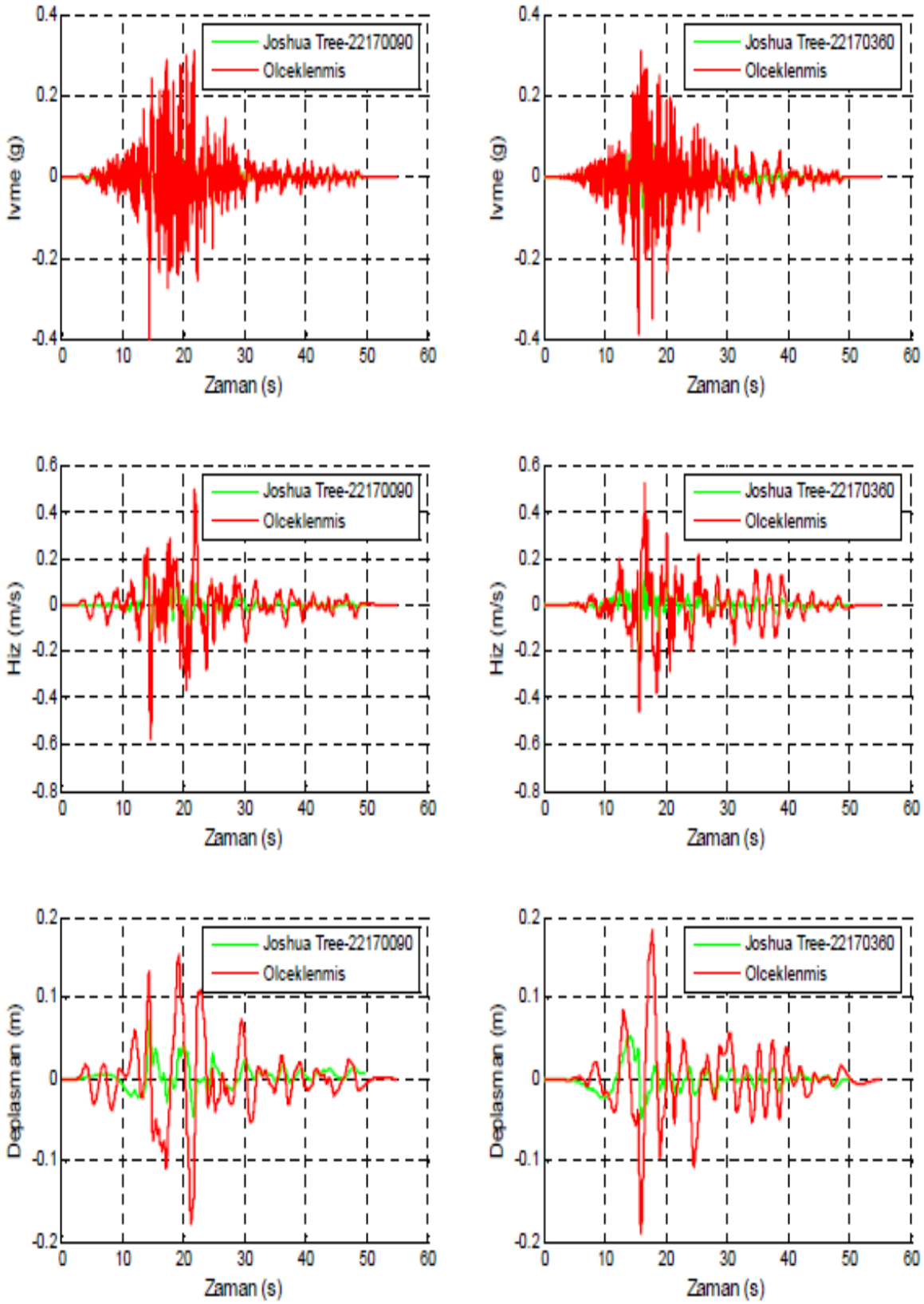
Şekil A.14 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



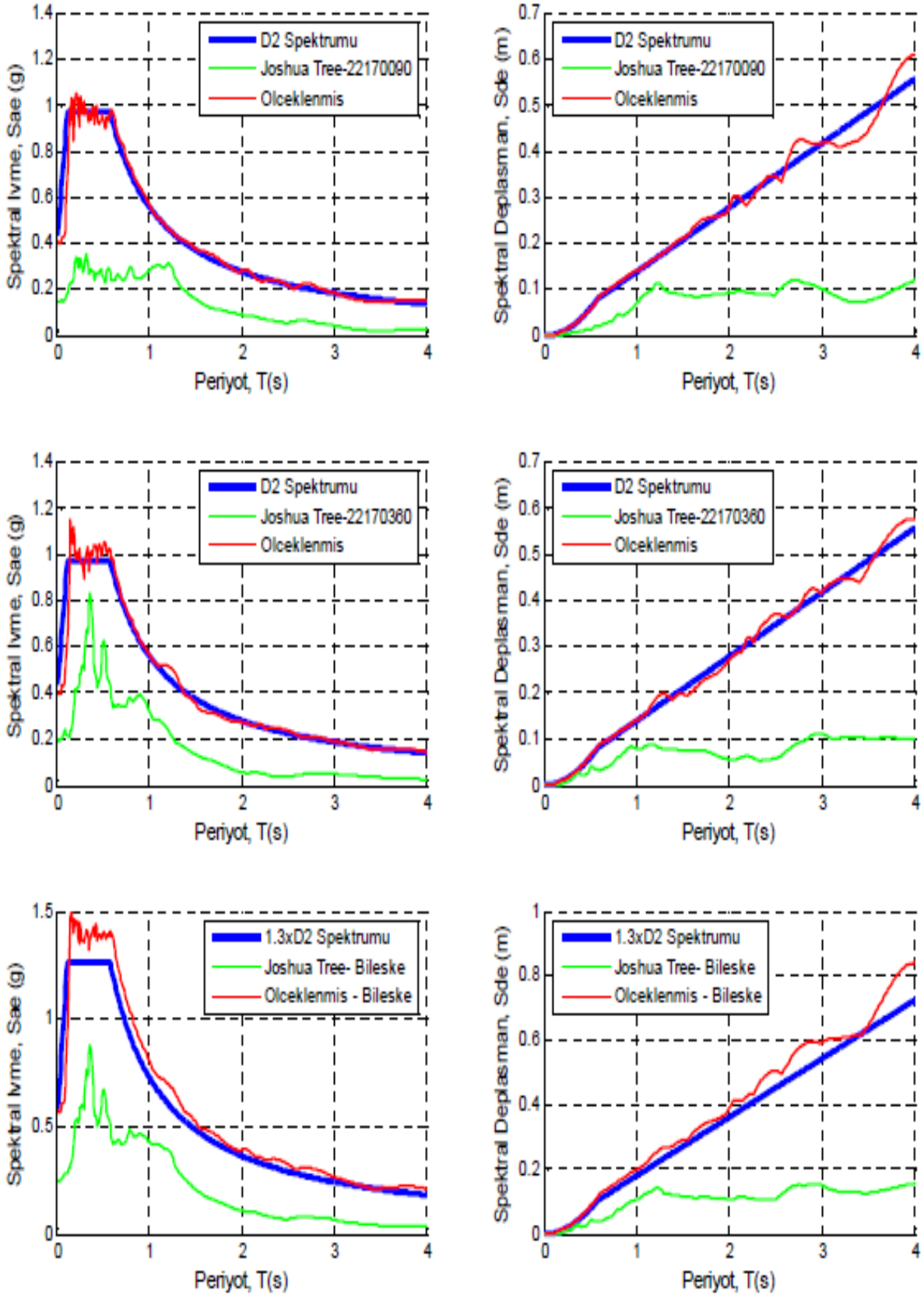
Şekil A.15 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için)



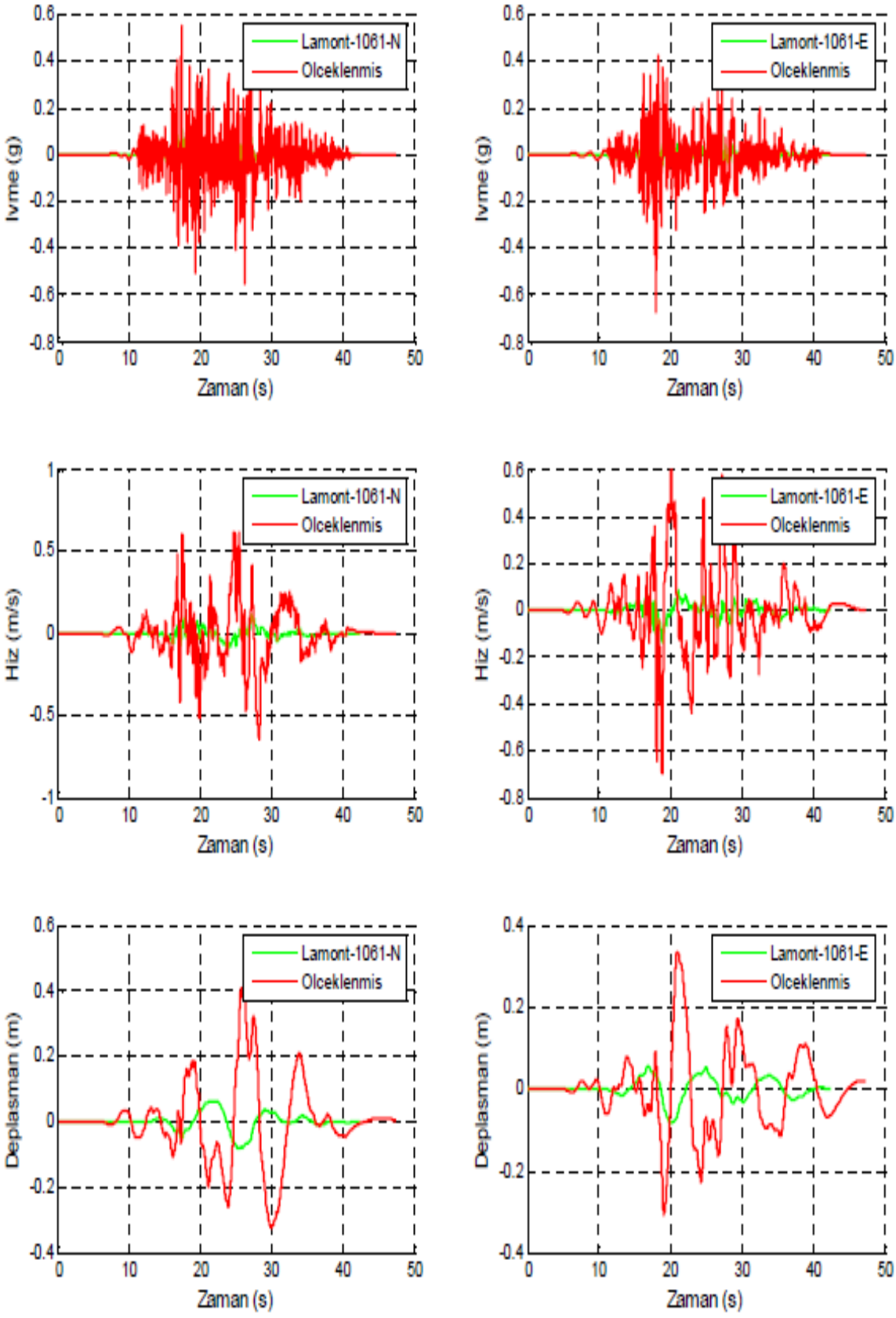
Şekil A.16 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



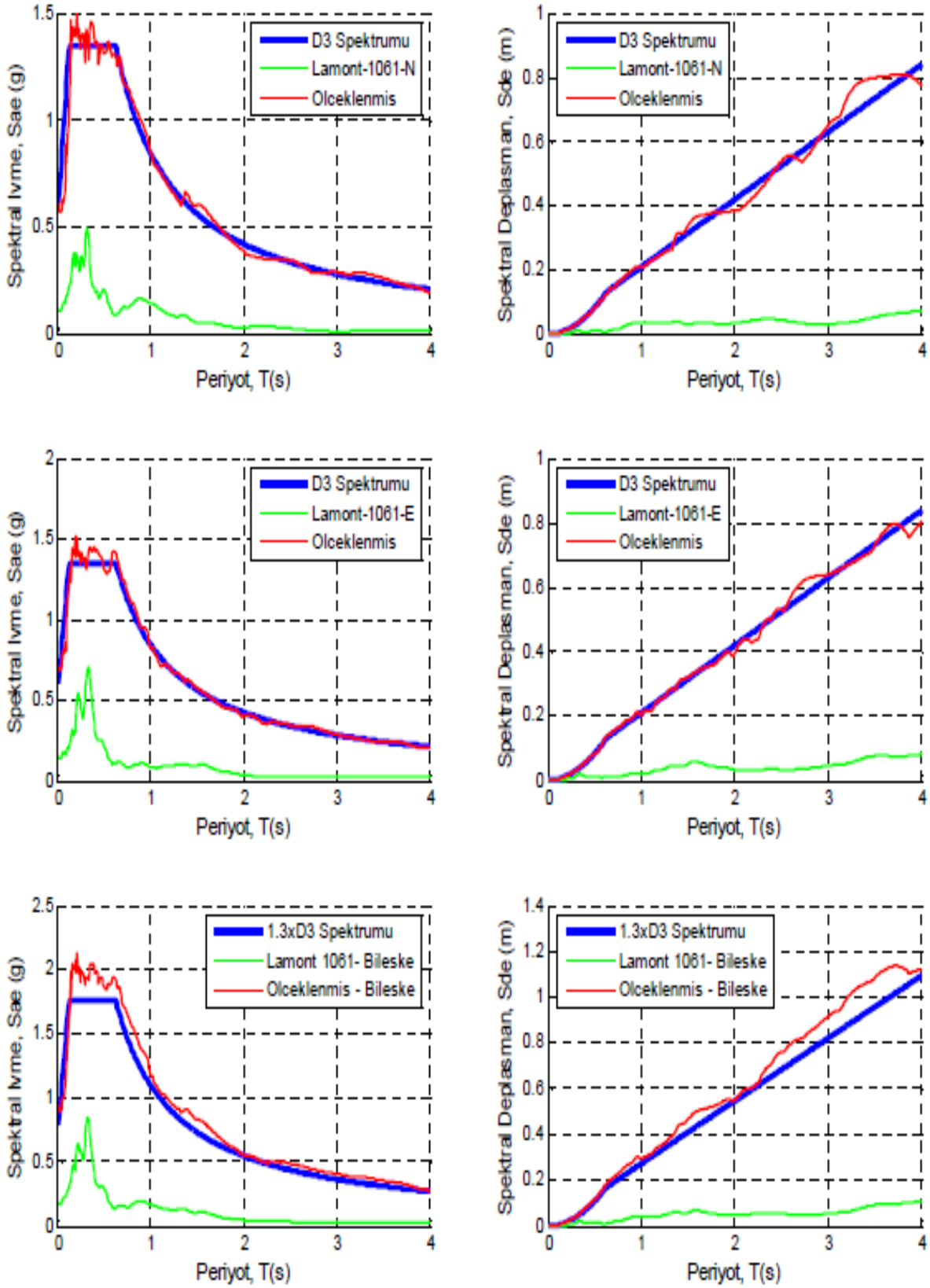
Şekil A.17 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D2 deprem düzeyi için)



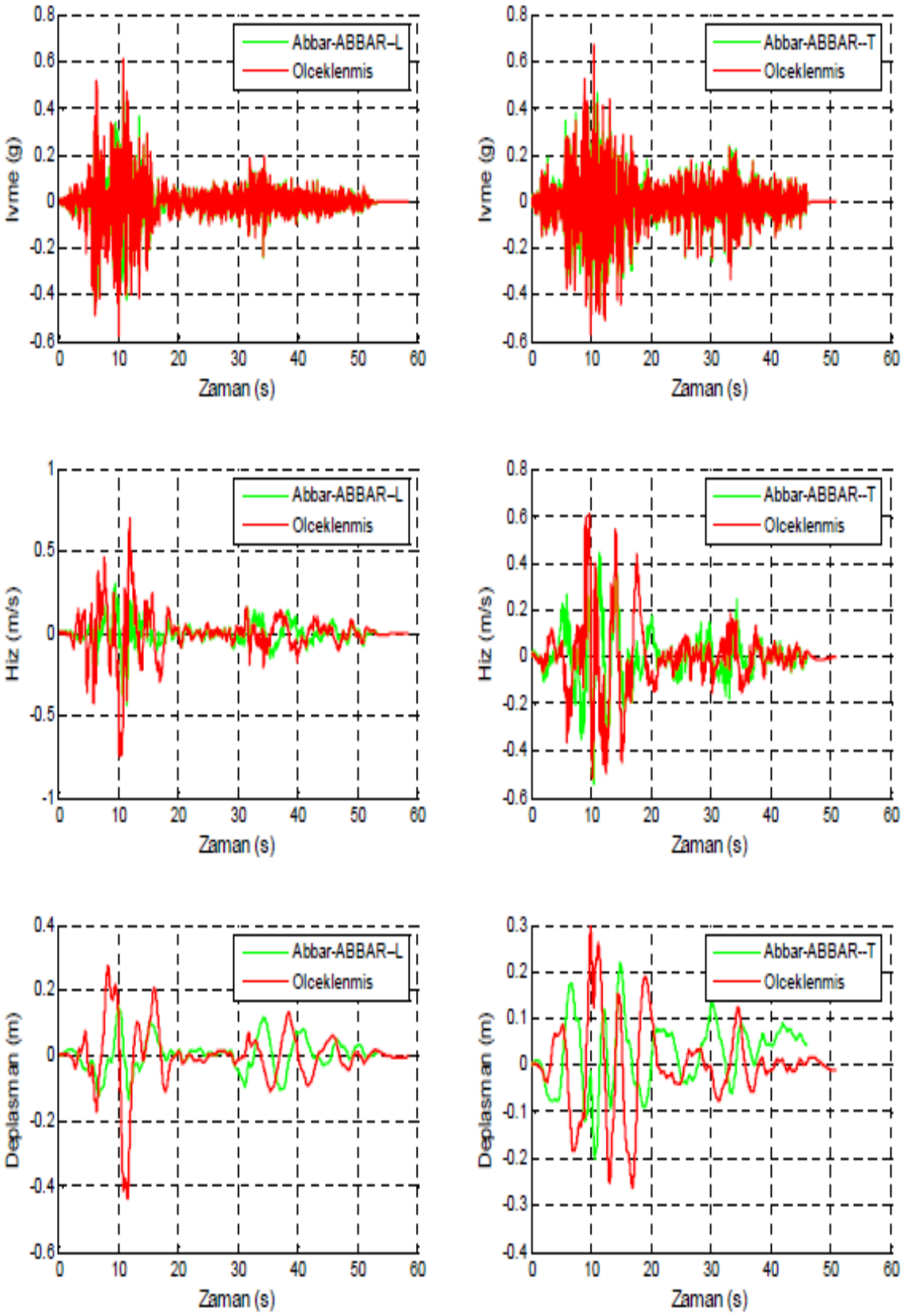
Şekil A.18 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D2 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



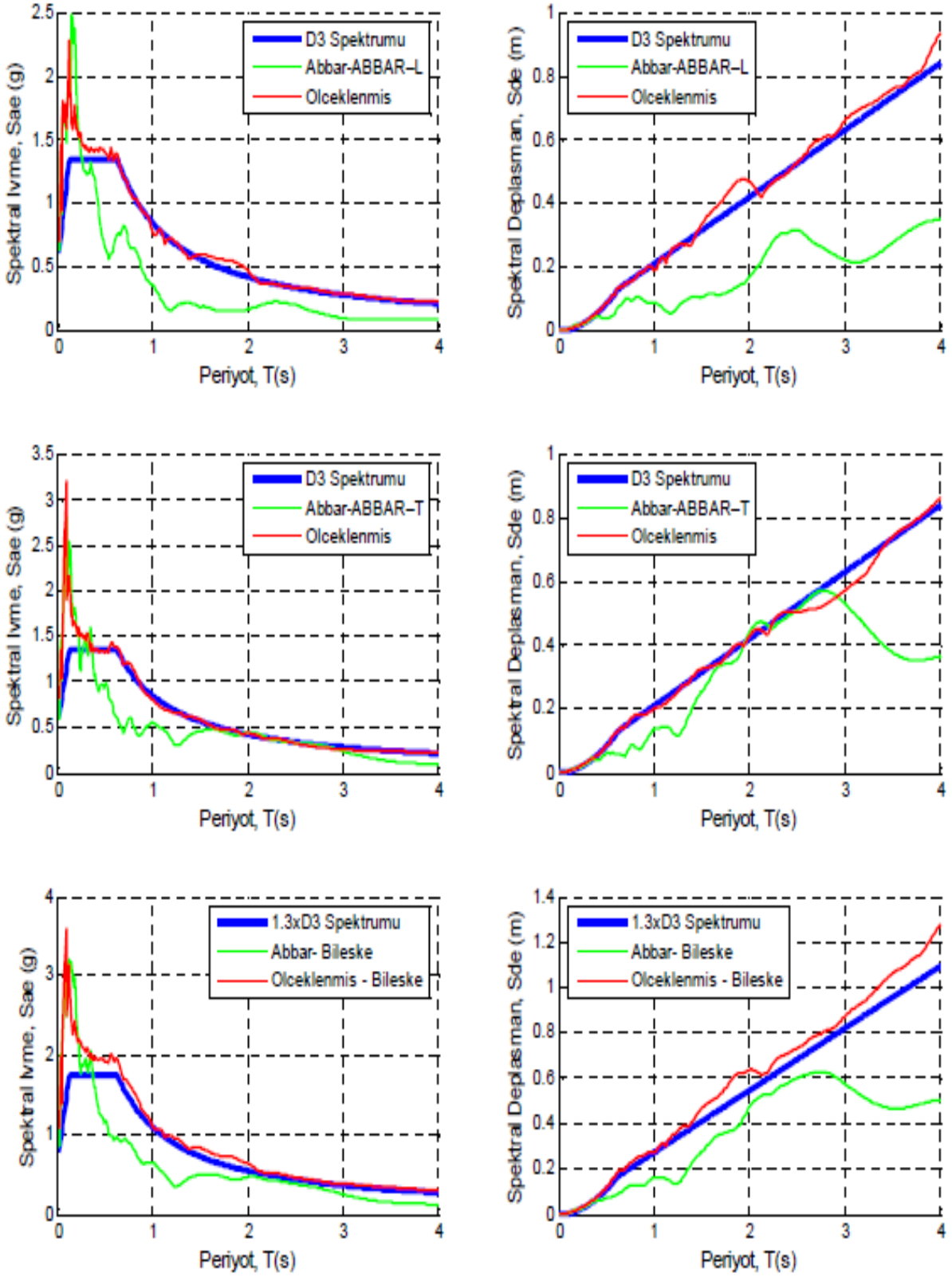
Şekil A.19 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için)



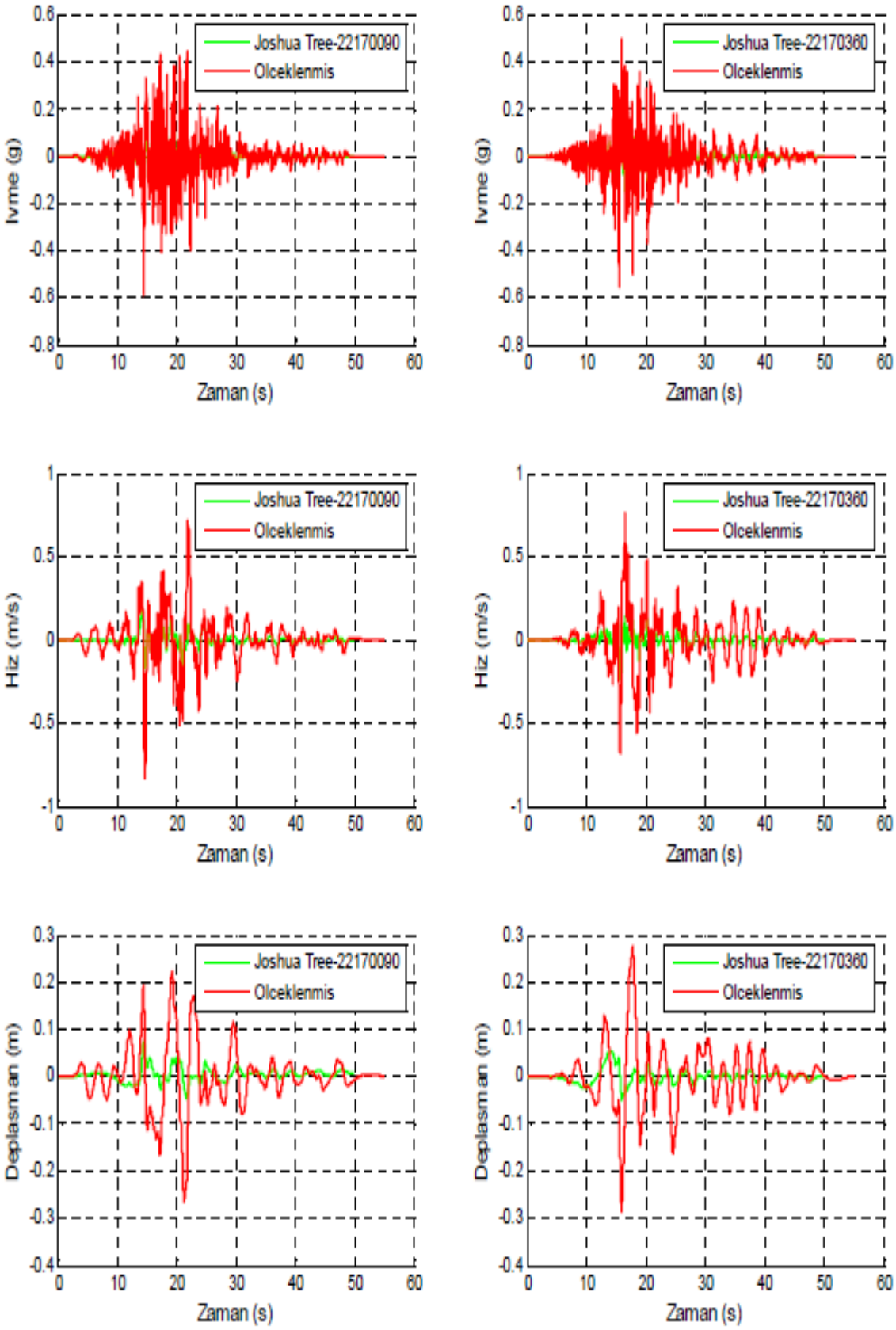
Şekil A.20 : Düzce depremi, Lamont istasyonu 1061-N ve 1061-E bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



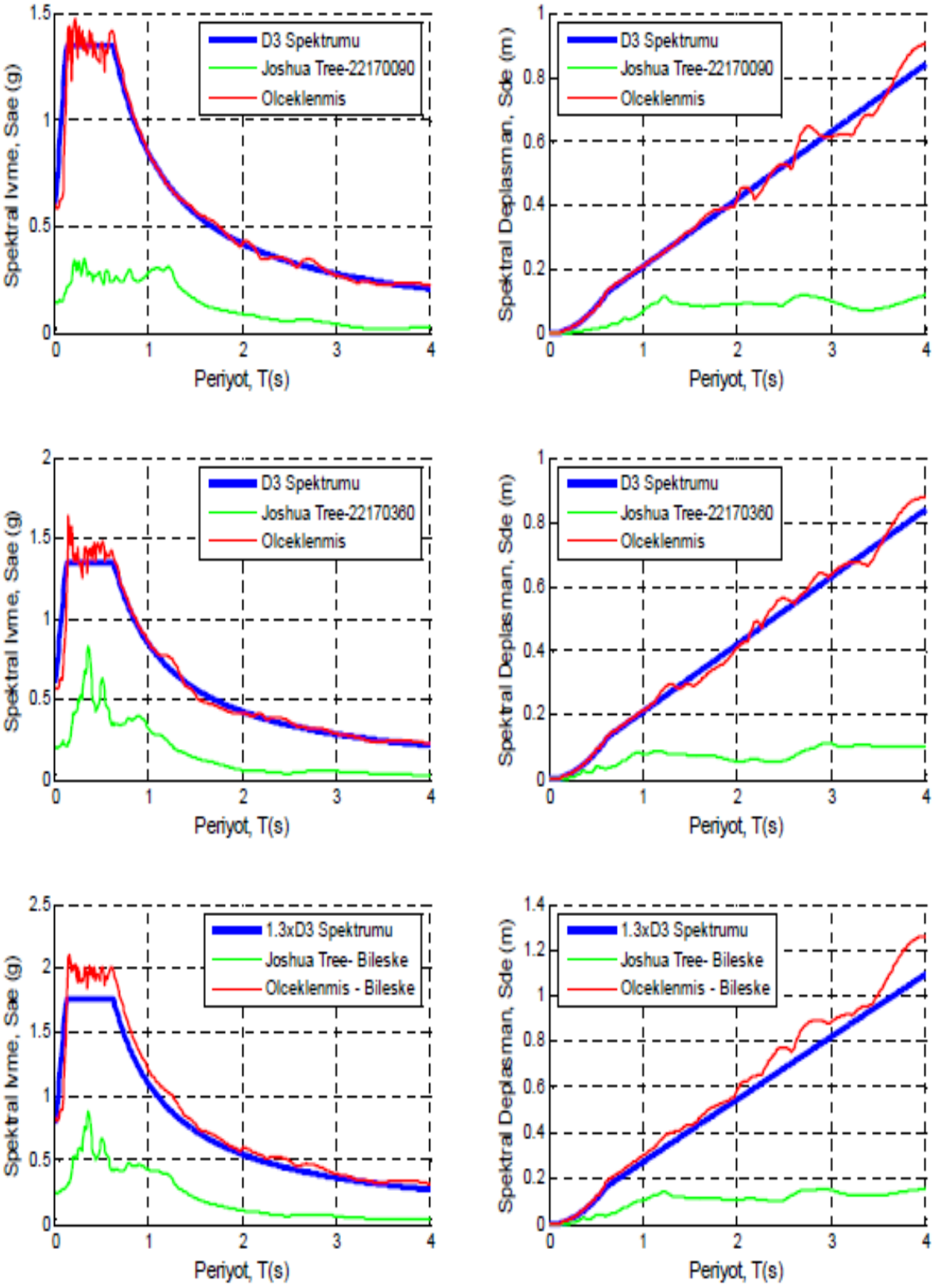
Şekil A.21 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için)



Şekil A.22 : Manjil,İran depremi Abbar istasyonu ABBAR-L ve -T bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar



Şekil A.23 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketine ait ivme, hız ve deplasman grafikleri (D3 deprem düzeyi için)



Şekil A.24 : Hecto Mine depremi, Jashoa Tree istasyonu 22170090 ve 360 bileşenleri deprem yer hareketleri için spektral ivme, spektral deplasman ve D3 deprem düzeyi tasarım spektrumları ve bileşke spectrumlar

Çizelge A.1 : B113 kirişi kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B113	0.5	1	-42	90	1681	3.35	1004	293	463	641	3667	17.6	6.85	10	4	0.44	0.79
STORY49	B113	0.5	1	-35	97	1681	3.35	1004	373	619	828	3667	22.7	6.85	10	4	0.57	0.79
STORY48	B113	0.5	1	-36	97	1681	3.35	1004	383	694	906	3667	24.8	6.85	10	4	0.62	0.79
STORY47	B113	0.5	1	-36	97	1681	3.35	1004	395	779	994	3667	27.2	6.85	10	4	0.68	0.79
STORY46	B113	0.5	1	-36	97	1681	3.35	1004	407	862	1081	3667	29.6	6.85	10	4	0.74	0.79
STORY45	B113	0.5	1	-36	97	2332	3.35	1392	420	938	1160	3667	31.8	6.85	10	4	0.79	0.79
STORY44	B113	0.5	1	-36	96	2332	3.35	1392	432	1004	1230	3667	33.7	6.85	10	4	0.84	1.13
STORY43	B113	0.5	1	-36	96	2332	3.35	1392	443	1060	1289	3667	35.3	6.85	10	4	0.88	1.13
STORY42	B113	0.5	1	-37	96	2332	3.35	1392	452	1106	1338	3667	36.6	6.85	10	4	0.92	1.13
STORY41	B113	0.5	1	-37	96	2332	3.35	1392	461	1143	1377	3667	37.7	6.85	10	4	0.94	1.13
STORY40	B113	0.5	1	-37	96	2815	3.35	1681	468	1173	1409	3667	38.6	6.85	10	4	0.96	1.13
STORY39	B113	0.5	1	-37	96	2815	3.35	1681	475	1197	1435	3667	39.3	6.85	10	4	0.98	1.13
STORY38	B113	0.5	1	-37	95	2815	3.35	1681	481	1217	1457	3667	39.9	6.85	10	4	1.00	1.13
STORY37	B113	0.5	1	-38	95	2815	3.35	1681	487	1234	1476	3667	40.4	6.85	10	4	1.01	1.13
STORY36	B113	0.5	1	-38	95	2815	3.35	1681	492	1251	1493	3667	40.9	6.85	10	4	1.02	1.13
STORY35	B113	0.5	1	-38	95	2815	3.35	1681	498	1267	1511	3667	41.4	6.85	10	4	1.03	1.13
STORY34	B113	0.5	1	-38	95	2815	3.35	1681	508	1293	1539	3667	42.1	6.85	10	4	1.05	1.13
STORY33	B113	0.5	1	-38	95	2815	3.35	1681	518	1318	1568	3667	42.9	6.85	10	4	1.07	1.13
STORY32	B113	0.5	1	-38	94	2815	3.35	1681	524	1338	1590	3667	43.5	6.85	10	4	1.09	1.13
STORY31	B113	0.5	1	-39	94	2815	3.35	1681	531	1361	1614	3667	44.2	6.85	10	4	1.10	1.13
STORY30	B113	0.5	1	-39	94	3296	3.35	1968	538	1385	1640	3667	44.9	6.85	10	4	1.12	1.54
STORY29	B113	0.5	1	-39	94	3296	3.35	1968	545	1410	1667	3667	45.7	6.85	10	4	1.14	1.54
STORY28	B113	0.5	1	-40	93	3296	3.35	1968	552	1436	1695	3667	46.4	6.85	10	4	1.16	1.54
STORY27	B113	0.5	1	-40	93	3296	3.35	1968	560	1461	1722	3667	47.1	6.85	10	4	1.18	1.54
STORY26	B113	0.5	1	-40	92	3296	3.35	1968	566	1485	1747	3667	47.8	6.85	10	4	1.20	1.54
STORY25	B113	0.5	1	-41	92	3296	3.35	1968	573	1506	1770	3667	48.5	6.85	10	4	1.21	1.54
STORY24	B113	0.5	1	-41	91	3296	3.35	1968	584	1535	1802	3667	49.3	6.85	10	4	1.23	1.54
STORY23	B113	0.5	1	-41	92	3296	3.35	1968	594	1558	1828	3667	50.0	6.85	10	4	1.25	1.54
STORY22	B113	0.5	1	-42	91	3296	3.35	1968	598	1563	1833	3667	50.2	6.85	10	4	1.25	1.54
STORY21	B113	0.5	1	-42	91	3296	3.35	1968	600	1557	1827	3667	50.0	6.85	10	4	1.25	1.54
STORY20	B113	0.6	1	-46	95	3441	3.35	2054	708	1815	2122	4400	58.1	8.21	10	4	1.45	1.54
STORY19	B113	0.6	1	-45	96	3441	3.35	2054	725	1847	2150	4400	58.9	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY18	B113	0.6	1	-46	96	3441	3.35	2054	726	1853	2150	4400	58.9	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY17	B113	0.6	1	-46	95	3441	3.35	2054	726	1867	2149	4400	58.9	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY16	B113	0.6	1	-46	95	3441	3.35	2054	725	1885	2149	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY15	B113	0.6	1	-47	94	3441	3.35	2054	722	1905	2149	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY14	B113	0.6	1	-47	94	3441	3.35	2054	716	1924	2148	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY13	B113	0.6	1	-48	93	3441	3.35	2054	707	1937	2148	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY12	B113	0.6	1	-48	93	3441	3.35	2054	694	1941	2147	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY11	B113	0.6	1	-49	92	3441	3.35	2054	675	1927	2147	4400	58.8	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY10	B113	0.7	1	-54	96	4153	3.35	2479	747	2175	2495	5133	68.3	9.58	10	4	1.71	2.01
STORY9	B113	0.7	1	-53	97	4153	3.35	2479	734	2188	2505	5133	68.6	9.58	10	4	1.71	2.01
STORY8	B113	0.7	1	-53	96	4153	3.35	2479	703	2160	2468	5133	67.6	9.58	10	4	1.69	2.01
STORY7	B113	0.7	1	-54	96	4153	3.35	2479	660	2107	2400	5133	65.7	9.58	10	4	1.64	2.01
STORY6	B113	0.7	1	-54	95	4153	3.35	2479	607	2024	2301	5133	63.0	9.58	10	4	1.58	2.01
STORY5	B113	0.8	1	-60	98	4158	3.35	2482	613	2145	2427	5867	66.4	10.95	10	4	1.66	2.01
STORY4	B113	0.8	1	-59	98	4158	3.35	2482	547	2016	2279	5867	62.4	10.95	10	4	1.56	2.01
STORY3	B113	0.8	1	-61	97	4158	3.35	2482	458	1801	2035	5867	55.7	10.95	10	4	1.39	2.01
STORY2	B113	0.8	1	-64	94	4158	3.35	2482	353	1494	1694	5867	46.4	10.95	10	4	1.16	2.01
STORY1	B113	0.8	1	-63	95	4158	3.35	2482	224	1030	1192	5867	32.6	10.95	10	4	0.82	2.01

Çizelge A.2 : B19 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B19	0.5	0.5	-25	82	754	3.10	486	309	141	433	1833	23.69	3.42	10	4	0.59	0.79
STORY49	B19	0.5	0.5	-22	85	754	3.10	486	333	152	463	1833	25.37	3.42	10	4	0.63	0.79
STORY48	B19	0.5	0.5	-22	84	754	3.10	486	341	155	472	1833	25.85	3.42	10	4	0.65	0.79
STORY47	B19	0.5	0.5	-22	84	754	3.10	486	351	160	483	1833	26.44	3.42	10	4	0.66	0.79
STORY46	B19	0.5	0.5	-22	84	754	3.10	486	360	165	494	1833	27.04	3.42	10	4	0.68	0.79
STORY45	B19	0.5	0.5	-22	84	754	3.10	486	369	170	504	1833	27.62	3.42	10	4	0.69	0.79
STORY44	B19	0.5	0.5	-22	84	754	3.10	486	378	174	514	1833	28.16	3.42	10	4	0.70	0.79
STORY43	B19	0.5	0.5	-23	84	754	3.10	486	386	178	523	1833	28.64	3.42	10	4	0.72	0.79
STORY42	B19	0.5	0.5	-23	84	754	3.10	486	392	182	530	1833	29.05	3.42	10	4	0.73	0.79
STORY41	B19	0.5	0.5	-23	83	754	3.10	486	398	185	537	1833	29.40	3.42	10	4	0.74	0.79
STORY40	B19	0.5	0.5	-23	83	754	3.10	486	403	188	542	1833	29.69	3.42	10	4	0.74	0.79
STORY39	B19	0.5	0.5	-24	83	754	3.10	486	407	190	547	1833	29.94	3.42	10	4	0.75	0.79
STORY38	B19	0.5	0.5	-24	83	754	3.10	486	411	192	551	1833	30.16	3.42	10	4	0.75	0.79
STORY37	B19	0.5	0.5	-24	82	754	3.10	486	414	193	554	1833	30.35	3.42	10	4	0.76	0.79
STORY36	B19	0.5	0.5	-25	82	754	3.10	486	418	195	558	1833	30.54	3.42	10	4	0.76	0.79
STORY35	B19	0.5	0.5	-25	81	754	3.10	486	421	196	561	1833	30.73	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY34	B19	0.5	0.5	-26	81	754	3.10	486	426	197	566	1833	30.97	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY33	B19	0.5	0.5	-26	80	754	3.10	486	430	198	567	1833	31.04	3.42	10	4	0.78	0.79
STORY32	B19	0.5	0.5	-27	80	754	3.10	486	434	199	566	1833	31.01	3.42	10	4	0.78	0.79
STORY31	B19	0.5	0.5	-27	79	754	3.10	486	438	200	566	1833	30.98	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY30	B19	0.5	0.5	-28	79	754	3.10	486	442	201	565	1833	30.95	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY29	B19	0.5	0.5	-28	78	754	3.10	486	447	202	564	1833	30.91	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY28	B19	0.5	0.5	-29	77	754	3.10	486	451	202	564	1833	30.87	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY27	B19	0.5	0.5	-30	77	754	3.10	486	455	203	563	1833	30.83	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY26	B19	0.5	0.5	-31	76	754	3.10	486	460	203	562	1833	30.78	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY25	B19	0.5	0.5	-32	75	754	3.10	486	464	204	561	1833	30.73	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY24	B19	0.5	0.5	-33	74	754	3.10	486	470	205	560	1833	30.68	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY23	B19	0.5	0.5	-33	73	754	3.10	486	474	206	559	1833	30.64	3.42	10	4	0.77	0.79
STORY22	B19	0.5	0.5	-34	72	754	3.10	486	476	205	558	1833	30.58	3.42	10	4	0.76	0.79
STORY21	B19	0.5	0.5	-36	71	754	3.10	486	478	204	557	1833	30.52	3.42	10	4	0.76	0.79
STORY20	B19	0.6	0.5	-32	78	862	3.10	556	569	241	634	2200	34.75	4.11	10	4	0.87	1.13
STORY19	B19	0.6	0.5	-33	77	862	3.10	556	571	240	633	2200	34.69	4.11	10	4	0.87	1.13
STORY18	B19	0.6	0.5	-34	76	862	3.10	556	571	239	632	2200	34.62	4.11	10	4	0.87	1.13
STORY17	B19	0.6	0.5	-36	75	862	3.10	556	569	237	631	2200	34.55	4.11	10	4	0.86	1.13
STORY16	B19	0.6	0.5	-37	73	862	3.10	556	567	235	629	2200	34.47	4.11	10	4	0.86	1.13
STORY15	B19	0.6	0.5	-39	72	862	3.10	556	563	233	628	2200	34.38	4.11	10	4	0.86	1.13
STORY14	B19	0.6	0.5	-40	70	862	3.10	556	557	230	626	2200	34.29	4.11	10	4	0.86	1.13
STORY13	B19	0.6	0.5	-42	68	862	3.10	556	548	227	624	2200	34.20	4.11	10	4	0.85	1.13
STORY12	B19	0.6	0.5	-44	66	862	3.10	556	535	222	623	2200	34.09	4.11	10	4	0.85	1.13
STORY11	B19	0.6	0.5	-46	64	862	3.10	556	519	215	621	2200	33.98	4.11	10	4	0.85	1.13
STORY10	B19	0.7	0.5	-46	68	870	3.10	561	577	240	629	2567	34.45	4.79	10	4	0.86	1.13
STORY9	B19	0.7	0.5	-49	66	870	3.10	561	554	231	627	2567	34.34	4.79	10	4	0.86	1.13
STORY8	B19	0.7	0.5	-51	64	870	3.10	561	526	221	625	2567	34.21	4.79	10	4	0.86	1.13
STORY7	B19	0.7	0.5	-53	61	870	3.10	561	493	208	616	2567	33.75	4.79	10	4	0.84	1.13
STORY6	B19	0.7	0.5	-55	59	870	3.10	561	452	193	569	2567	31.14	4.79	10	4	0.78	1.13
STORY5	B19	0.8	0.5	-58	60	672	3.10	434	458	199	494	2933	27.04	5.48	10	4	0.68	1.13
STORY4	B19	0.8	0.5	-61	57	672	3.10	434	402	177	494	2933	27.06	5.48	10	4	0.68	1.13
STORY3	B19	0.8	0.5	-64	54	672	3.10	434	337	150	445	2933	24.39	5.48	10	4	0.61	1.13
STORY2	B19	0.8	0.5	-67	51	672	3.10	434	260	118	362	2933	19.84	5.48	10	4	0.50	1.13
STORY1	B19	0.8	0.5	-69	49	672	3.10	434	172	76	264	2933	14.44	5.48	10	4	0.36	1.13

Çizelge A.3 : B73 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B73	0.5	1	-49	49	1117	2.30	971	68	195	265	3667	7.25	6.85	10	4	0.18	0.79
STORY49	B73	0.5	1	-49	49	1117	2.30	971	102	332	411	3667	11.27	6.85	10	4	0.28	0.79
STORY48	B73	0.5	1	-49	49	1117	2.30	971	114	452	535	3667	14.65	6.85	10	4	0.37	0.79
STORY47	B73	0.5	1	-49	49	1117	2.30	971	128	587	675	3667	18.48	6.85	10	4	0.46	0.79
STORY46	B73	0.5	1	-49	49	1117	2.30	971	143	718	810	3667	22.18	6.85	10	4	0.55	0.79
STORY45	B73	0.5	1	-49	49	1380	2.30	1200	158	834	931	3667	25.48	6.85	10	4	0.64	1.13
STORY44	B73	0.5	1	-49	49	1380	2.30	1200	174	932	1034	3667	28.30	6.85	10	4	0.71	1.13
STORY43	B73	0.5	1	-49	49	1380	2.30	1200	190	1013	1119	3667	30.64	6.85	10	4	0.77	1.13
STORY42	B73	0.5	1	-49	49	1380	2.30	1200	207	1077	1188	3667	32.54	6.85	10	4	0.81	1.13
STORY41	B73	0.5	1	-49	49	1380	2.30	1200	224	1128	1244	3667	34.07	6.85	10	4	0.85	1.13
STORY40	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	241	1168	1290	3667	35.32	6.85	10	4	0.88	1.13
STORY39	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	259	1201	1328	3667	36.37	6.85	10	4	0.91	1.13
STORY38	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	278	1229	1361	3667	37.28	6.85	10	4	0.93	1.13
STORY37	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	297	1254	1392	3667	38.13	6.85	10	4	0.95	1.13
STORY36	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	316	1278	1422	3667	38.95	6.85	10	4	0.97	1.13
STORY35	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	335	1303	1452	3667	39.77	6.85	10	4	0.99	1.13
STORY34	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	359	1343	1500	3667	41.07	6.85	10	4	1.03	1.13
STORY33	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	381	1385	1511	3667	41.38	6.85	10	4	1.03	1.13
STORY32	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	400	1417	1511	3667	41.38	6.85	10	4	1.03	1.13
STORY31	B73	0.5	1	-49	49	1681	2.30	1462	419	1454	1511	3667	41.38	6.85	10	4	1.03	1.13
STORY30	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	439	1495	1676	3667	45.89	6.85	10	4	1.15	1.54
STORY29	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	457	1539	1725	3667	47.23	6.85	10	4	1.18	1.54
STORY28	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	476	1583	1775	3667	48.60	6.85	10	4	1.22	1.54
STORY27	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	494	1627	1824	3667	49.95	6.85	10	4	1.25	1.54
STORY26	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	511	1668	1870	3667	51.21	6.85	10	4	1.28	1.54
STORY25	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	527	1703	1910	3667	52.31	6.85	10	4	1.31	1.54
STORY24	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	550	1756	1971	3667	53.96	6.85	10	4	1.35	1.54
STORY23	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	570	1798	2018	3667	55.27	6.85	10	4	1.38	1.54
STORY22	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	580	1804	2027	3667	55.50	6.85	10	4	1.39	1.54
STORY21	B73	0.5	1	-49	49	2332	2.30	2027	585	1788	2013	3667	55.11	6.85	10	4	1.38	1.54
STORY20	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	675	2010	2265	4400	62.01	8.21	10	4	1.55	2.01
STORY19	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	700	2049	2311	4400	63.27	8.21	10	4	1.58	2.01
STORY18	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	708	2066	2331	4400	63.82	8.21	10	4	1.60	2.01
STORY17	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	719	2106	2374	4400	65.01	8.21	10	4	1.63	2.01
STORY16	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	732	2161	2433	4400	66.61	8.21	10	4	1.67	2.01
STORY15	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	744	2225	2500	4400	68.46	8.21	10	4	1.71	2.01
STORY14	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	755	2293	2572	4400	70.42	8.21	10	4	1.76	2.01
STORY13	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	764	2359	2641	4400	72.31	8.21	10	4	1.81	2.01
STORY12	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	767	2415	2698	4400	73.86	8.21	10	4	1.85	2.01
STORY11	B73	0.6	1	-52	52	3308	2.30	2876	763	2447	2727	4400	74.68	8.21	10	4	1.87	2.01
STORY10	B73	0.7	1	-55	55	3666	2.30	3187	844	2754	3063	5133	83.86	9.58	10	4	2.10	2.54
STORY9	B73	0.7	1	-55	55	3666	2.30	3187	859	2864	3177	5133	86.98	9.58	10	4	2.17	2.54
STORY8	B73	0.7	1	-55	55	3666	2.30	3187	852	2926	3237	5133	88.62	9.58	10	4	2.22	2.54
STORY7	B73	0.7	1	-55	55	3666	2.30	3187	830	2953	3243	5133	88.78	9.58	10	4	2.22	2.54
STORY6	B73	0.7	1	-55	55	3666	2.30	3187	798	2945	3239	5133	88.69	9.58	10	4	2.22	2.54
STORY5	B73	0.8	1	-58	58	4158	2.30	3615	832	3191	3498	5867	95.79	10.95	10	4	2.39	2.54
STORY4	B73	0.8	1	-58	58	4158	2.30	3615	787	3140	3434	5867	94.04	10.95	10	4	2.35	2.54
STORY3	B73	0.8	1	-58	58	4158	2.30	3615	704	2945	3214	5867	88.01	10.95	10	4	2.20	2.54
STORY2	B73	0.8	1	-58	58	4158	2.30	3615	588	2584	2818	5867	77.16	10.95	10	4	1.93	2.54
STORY1	B73	0.8	1	-58	58	4158	2.30	3615	404	1867	2047	5867	56.04	10.95	10	4	1.40	2.54

Çizelge A.4 : B74 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B74	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	35	172	209	3667	5.73	6.85	10	4	0.14	0.79
STORY49	B74	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	52	300	343	3667	9.38	6.85	10	4	0.23	0.79
STORY48	B74	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	58	417	461	3667	12.63	6.85	10	4	0.32	0.79
STORY47	B74	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	65	551	597	3667	16.36	6.85	10	4	0.41	0.79
STORY46	B74	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	72	679	727	3667	19.92	6.85	10	4	0.50	0.79
STORY45	B74	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	80	791	842	3667	23.06	6.85	10	4	0.58	0.79
STORY44	B74	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	88	885	938	3667	25.69	6.85	10	4	0.64	0.79
STORY43	B74	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	96	961	1016	3667	27.82	6.85	10	4	0.70	0.79
STORY42	B74	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	104	1019	1077	3667	29.49	6.85	10	4	0.74	0.79
STORY41	B74	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	112	1063	1124	3667	30.77	6.85	10	4	0.77	0.79
STORY40	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	121	1096	1159	3667	31.75	6.85	10	4	0.79	1.13
STORY39	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	130	1121	1187	3667	32.51	6.85	10	4	0.81	1.13
STORY38	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	139	1141	1210	3667	33.12	6.85	10	4	0.83	1.13
STORY37	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	149	1158	1229	3667	33.66	6.85	10	4	0.84	1.13
STORY36	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	158	1174	1248	3667	34.17	6.85	10	4	0.85	1.13
STORY35	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	168	1189	1266	3667	34.67	6.85	10	4	0.87	1.13
STORY34	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	180	1219	1293	3667	35.41	6.85	10	4	0.89	1.13
STORY33	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	191	1250	1293	3667	35.41	6.85	10	4	0.89	1.13
STORY32	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	200	1274	1293	3667	35.41	6.85	10	4	0.89	1.13
STORY31	B74	0.5	1	-27	27	1456	2.30	1266	210	1303	1293	3667	35.41	6.85	10	4	0.89	1.13
STORY30	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	219	1336	1428	3667	39.11	6.85	10	4	0.98	1.54
STORY29	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	229	1371	1466	3667	40.15	6.85	10	4	1.00	1.54
STORY28	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	238	1408	1506	3667	41.23	6.85	10	4	1.03	1.54
STORY27	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	247	1444	1545	3667	42.29	6.85	10	4	1.06	1.54
STORY26	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	256	1478	1581	3667	43.29	6.85	10	4	1.08	1.54
STORY25	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	263	1506	1612	3667	44.14	6.85	10	4	1.10	1.54
STORY24	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	275	1549	1659	3667	45.41	6.85	10	4	1.14	1.54
STORY23	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	285	1582	1694	3667	46.38	6.85	10	4	1.16	1.54
STORY22	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	289	1583	1697	3667	46.46	6.85	10	4	1.16	1.54
STORY21	B74	0.5	1	-27	27	2200	2.30	1913	292	1565	1679	3667	45.98	6.85	10	4	1.15	1.54
STORY20	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	337	1751	1882	4400	51.53	8.21	10	4	1.29	1.54
STORY19	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	350	1780	1915	4400	52.43	8.21	10	4	1.31	1.54
STORY18	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	354	1793	1929	4400	52.82	8.21	10	4	1.32	1.54
STORY17	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	360	1829	1966	4400	53.84	8.21	10	4	1.35	1.54
STORY16	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	366	1879	2018	4400	55.26	8.21	10	4	1.38	1.54
STORY15	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	371	1938	2080	4400	56.94	8.21	10	4	1.42	1.54
STORY14	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	377	2003	2146	4400	58.75	8.21	10	4	1.47	1.54
STORY13	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	380	2067	2211	4400	60.54	8.21	10	4	1.51	1.54
STORY12	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	382	2123	2267	4400	62.08	8.21	10	4	1.55	1.54
STORY11	B74	0.6	1	-30	30	2823	2.30	2455	380	2157	2301	4400	62.99	8.21	10	4	1.57	1.54
STORY10	B74	0.7	1	-33	33	3316	2.30	2884	420	2434	2593	5133	70.99	9.58	10	4	1.77	2.01
STORY9	B74	0.7	1	-33	33	3316	2.30	2884	427	2540	2700	5133	73.94	9.58	10	4	1.85	2.01
STORY8	B74	0.7	1	-33	33	3316	2.30	2884	423	2604	2763	5133	75.67	9.58	10	4	1.89	2.01
STORY7	B74	0.7	1	-33	33	3316	2.30	2884	411	2641	2798	5133	76.60	9.58	10	4	1.91	2.01
STORY6	B74	0.7	1	-33	33	3316	2.30	2884	394	2648	2799	5133	76.63	9.58	10	4	1.92	2.01
STORY5	B74	0.8	1	-36	36	3327	2.30	2893	409	2883	2928	5867	80.18	10.95	10	4	2.00	2.01
STORY4	B74	0.8	1	-36	36	3327	2.30	2893	385	2853	2928	5867	80.18	10.95	10	4	2.00	2.01
STORY3	B74	0.8	1	-36	36	3327	2.30	2893	343	2690	2829	5867	77.46	10.95	10	4	1.94	2.01
STORY2	B74	0.8	1	-36	36	3327	2.30	2893	286	2373	2494	5867	68.29	10.95	10	4	1.71	2.01
STORY1	B74	0.8	1	-36	36	3327	2.30	2893	197	1726	1820	5867	49.84	10.95	10	4	1.25	2.01

Çizelge A.5 : B75 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{PJ} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B75	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	0	136	136	3667	3.72	6.85	10	4	0.09	0.79
STORY49	B75	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	0	239	239	3667	6.54	6.85	10	4	0.16	0.79
STORY48	B75	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	0	350	350	3667	9.57	6.85	10	4	0.24	0.79
STORY47	B75	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	0	475	475	3667	13.00	6.85	10	4	0.32	0.79
STORY46	B75	0.5	1	-27	27	1117	2.30	971	0	594	594	3667	16.25	6.85	10	4	0.41	0.79
STORY45	B75	0.5	1	-27	27	1123	2.30	977	0	697	697	3667	19.09	6.85	10	4	0.48	0.79
STORY44	B75	0.5	1	-27	27	1123	2.30	977	0	782	782	3667	21.41	6.85	10	4	0.54	0.79
STORY43	B75	0.5	1	-27	27	1123	2.30	977	0	849	848	3667	23.23	6.85	10	4	0.58	0.79
STORY42	B75	0.5	1	-27	27	1123	2.30	977	0	898	898	3667	24.59	6.85	10	4	0.61	0.79
STORY41	B75	0.5	1	-27	27	1123	2.30	977	0	934	933	3667	25.55	6.85	10	4	0.64	0.79
STORY40	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	958	958	3667	26.22	6.85	10	4	0.66	0.79
STORY39	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	974	974	3667	26.66	6.85	10	4	0.67	0.79
STORY38	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	985	984	3667	26.95	6.85	10	4	0.67	0.79
STORY37	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	992	992	3667	27.15	6.85	10	4	0.68	0.79
STORY36	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	998	998	3667	27.32	6.85	10	4	0.68	0.79
STORY35	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	1005	1004	3667	27.49	6.85	10	4	0.69	0.79
STORY34	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	1023	1023	3667	28.00	6.85	10	4	0.70	0.79
STORY33	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	1044	1043	3667	28.57	6.85	10	4	0.71	0.79
STORY32	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	1058	1058	3667	28.97	6.85	10	4	0.72	0.79
STORY31	B75	0.5	1	-27	27	1380	2.30	1200	0	1078	1077	3667	29.50	6.85	10	4	0.74	0.79
STORY30	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1101	1101	3667	30.13	6.85	10	4	0.75	1.13
STORY29	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1127	1126	3667	30.84	6.85	10	4	0.77	1.13
STORY28	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1154	1154	3667	31.59	6.85	10	4	0.79	1.13
STORY27	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1181	1181	3667	32.33	6.85	10	4	0.81	1.13
STORY26	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1207	1206	3667	33.03	6.85	10	4	0.83	1.13
STORY25	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1228	1227	3667	33.61	6.85	10	4	0.84	1.13
STORY24	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1260	1260	3667	34.50	6.85	10	4	0.86	1.13
STORY23	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1284	1284	3667	35.15	6.85	10	4	0.88	1.13
STORY22	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1281	1281	3667	35.06	6.85	10	4	0.88	1.13
STORY21	B75	0.5	1	-27	27	1681	2.30	1462	0	1259	1259	3667	34.46	6.85	10	4	0.86	1.13
STORY20	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1398	1398	4400	38.27	8.21	10	4	0.96	1.54
STORY19	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1413	1413	4400	38.68	8.21	10	4	0.97	1.54
STORY18	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1423	1423	4400	38.95	8.21	10	4	0.97	1.54
STORY17	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1453	1453	4400	39.78	8.21	10	4	0.99	1.54
STORY16	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1498	1497	4400	40.99	8.21	10	4	1.02	1.54
STORY15	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1552	1551	4400	42.47	8.21	10	4	1.06	1.54
STORY14	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1611	1611	4400	44.10	8.21	10	4	1.10	1.54
STORY13	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1672	1671	4400	45.76	8.21	10	4	1.14	1.54
STORY12	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1726	1726	4400	47.25	8.21	10	4	1.18	1.54
STORY11	B75	0.6	1	-30	30	2209	2.30	1921	0	1762	1762	4400	48.23	8.21	10	4	1.21	1.54
STORY10	B75	0.7	1	-33	33	2833	2.30	2463	0	1998	1997	5133	54.69	9.58	10	4	1.37	2.01
STORY9	B75	0.7	1	-33	33	2833	2.30	2463	0	2096	2095	5133	57.37	9.58	10	4	1.43	2.01
STORY8	B75	0.7	1	-33	33	2833	2.30	2463	0	2168	2167	5133	59.33	9.58	10	4	1.48	2.01
STORY7	B75	0.7	1	-33	33	2833	2.30	2463	0	2218	2217	5133	60.71	9.58	10	4	1.52	2.01
STORY6	B75	0.7	1	-33	33	2833	2.30	2463	0	2243	2242	5133	61.37	9.58	10	4	1.53	2.01
STORY5	B75	0.8	1	-36	36	2843	2.30	2472	0	2464	2463	5867	67.44	10.95	10	4	1.69	2.01
STORY4	B75	0.8	1	-36	36	2843	2.30	2472	0	2459	2458	5867	67.31	10.95	10	4	1.68	2.01
STORY3	B75	0.8	1	-36	36	2843	2.30	2472	0	2343	2342	5867	64.12	10.95	10	4	1.60	2.01
STORY2	B75	0.8	1	-36	36	2843	2.30	2472	0	2086	2086	5867	57.10	10.95	10	4	1.43	2.01
STORY1	B75	0.8	1	-36	36	2843	2.30	2472	0	1535	1534	5867	42.00	10.95	10	4	1.05	2.01

Çizelge A.6 : B5 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B5	0.5	0.5	20	64	754	2.20	685	327	245	465	1833	25.46	3.42	10	4	0.64	1.13
STORY49	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	398	292	553	1833	30.27	3.42	10	4	0.76	1.13
STORY48	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	397	293	552	1833	30.24	3.42	10	4	0.76	1.13
STORY47	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	408	305	566	1833	31.02	3.42	10	4	0.78	1.13
STORY46	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	416	314	577	1833	31.62	3.42	10	4	0.79	1.13
STORY45	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	424	324	589	1833	32.24	3.42	10	4	0.81	1.13
STORY44	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	434	334	601	1833	32.92	3.42	10	4	0.82	1.13
STORY43	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	443	344	614	1833	33.62	3.42	10	4	0.84	1.13
STORY42	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	452	354	625	1833	34.24	3.42	10	4	0.86	1.13
STORY41	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	460	362	635	1833	34.79	3.42	10	4	0.87	1.13
STORY40	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	467	369	644	1833	35.29	3.42	10	4	0.88	1.13
STORY39	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	473	375	653	1833	35.74	3.42	10	4	0.89	1.13
STORY38	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	479	381	660	1833	36.15	3.42	10	4	0.90	1.13
STORY37	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	484	386	667	1833	36.55	3.42	10	4	0.91	1.13
STORY36	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	490	391	675	1833	36.95	3.42	10	4	0.92	1.13
STORY35	B5	0.5	0.5	23	68	754	2.20	685	496	395	681	1833	37.32	3.42	10	4	0.93	1.13
STORY34	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	504	401	692	1833	37.90	3.42	10	4	0.95	1.13
STORY33	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	512	407	702	1833	38.45	3.42	10	4	0.96	1.13
STORY32	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	518	411	709	1833	38.84	3.42	10	4	0.97	1.13
STORY31	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	524	416	717	1833	39.26	3.42	10	4	0.98	1.13
STORY30	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	531	420	725	1833	39.68	3.42	10	4	0.99	1.13
STORY29	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	537	425	733	1833	40.12	3.42	10	4	1.00	1.13
STORY28	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	544	429	740	1833	40.53	3.42	10	4	1.01	1.13
STORY27	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	550	433	748	1833	40.94	3.42	10	4	1.02	1.13
STORY26	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	556	436	753	1833	41.25	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY25	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	561	438	753	1833	41.24	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY24	B5	0.5	0.5	24	68	754	2.20	685	570	442	753	1833	41.23	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY23	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	577	445	753	1833	41.23	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY22	B5	0.5	0.5	23	67	754	2.20	685	579	444	752	1833	41.21	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY21	B5	0.5	0.5	22	66	754	2.20	685	582	442	752	1833	41.17	3.42	10	4	1.03	1.13
STORY20	B5	0.6	0.5	29	75	862	2.20	784	682	515	859	2200	47.06	4.11	10	4	1.18	1.54
STORY19	B5	0.6	0.5	28	75	862	2.20	784	688	516	859	2200	47.05	4.11	10	4	1.18	1.54
STORY18	B5	0.6	0.5	28	75	862	2.20	784	686	512	859	2200	47.01	4.11	10	4	1.18	1.54
STORY17	B5	0.6	0.5	27	74	862	2.20	784	684	509	858	2200	46.99	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY16	B5	0.6	0.5	27	73	862	2.20	784	680	506	857	2200	46.95	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY15	B5	0.6	0.5	26	73	862	2.20	784	675	502	857	2200	46.91	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY14	B5	0.6	0.5	25	72	862	2.20	784	667	496	856	2200	46.87	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY13	B5	0.6	0.5	24	71	862	2.20	784	656	489	855	2200	46.82	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY12	B5	0.6	0.5	23	70	862	2.20	784	641	479	854	2200	46.76	4.11	10	4	1.17	1.54
STORY11	B5	0.6	0.5	22	68	862	2.20	784	623	466	831	2200	45.52	4.11	10	4	1.14	1.54
STORY10	B5	0.7	0.5	25	75	870	2.20	791	682	515	866	2567	47.41	4.79	10	4	1.19	1.54
STORY9	B5	0.7	0.5	24	73	870	2.20	791	659	501	864	2567	47.31	4.79	10	4	1.18	1.54
STORY8	B5	0.7	0.5	21	71	870	2.20	791	629	482	845	2567	46.25	4.79	10	4	1.16	1.54
STORY7	B5	0.7	0.5	19	68	870	2.20	791	591	459	797	2567	43.64	4.79	10	4	1.09	1.54
STORY6	B5	0.7	0.5	15	65	870	2.20	791	547	431	741	2567	40.59	4.79	10	4	1.01	1.54
STORY5	B5	0.8	0.5	15	67	672	2.20	611	552	447	678	2933	37.13	5.48	10	4	0.93	1.54
STORY4	B5	0.8	0.5	10	63	672	2.20	611	491	407	673	2933	36.88	5.48	10	4	0.92	1.54
STORY3	B5	0.8	0.5	4	57	672	2.20	611	420	356	583	2933	31.95	5.48	10	4	0.80	1.54
STORY2	B5	0.8	0.5	-3	50	672	2.20	611	337	290	474	2933	25.96	5.48	10	4	0.65	1.54
STORY1	B5	0.8	0.5	-11	41	672	2.20	611	245	197	345	2933	18.89	5.48	10	4	0.47	1.54

Çizelge A.7 : B106 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B106	0.5	0.5	-51	90	723	4.60	157	11	53	146	1833	8.00	3.42	10	4	0.20	0.79
STORY49	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	12	58	153	1833	8.38	3.42	10	4	0.21	0.79
STORY48	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	12	64	158	1833	8.67	3.42	10	4	0.22	0.79
STORY47	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	13	70	164	1833	9.01	3.42	10	4	0.23	0.79
STORY46	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	13	76	170	1833	9.33	3.42	10	4	0.23	0.79
STORY45	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	14	81	176	1833	9.64	3.42	10	4	0.24	0.79
STORY44	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	14	86	181	1833	9.90	3.42	10	4	0.25	0.79
STORY43	B106	0.5	0.5	-50	91	723	4.60	157	14	90	185	1833	10.14	3.42	10	4	0.25	0.79
STORY42	B106	0.5	0.5	-51	91	723	4.60	157	15	94	189	1833	10.33	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY41	B106	0.5	0.5	-51	91	723	4.60	157	15	97	192	1833	10.50	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY40	B106	0.5	0.5	-51	90	878	4.60	191	16	99	194	1833	10.63	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY39	B106	0.5	0.5	-51	90	878	4.60	191	16	101	196	1833	10.75	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY38	B106	0.5	0.5	-51	90	878	4.60	191	17	103	198	1833	10.85	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY37	B106	0.5	0.5	-51	90	878	4.60	191	17	105	200	1833	10.94	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY36	B106	0.5	0.5	-51	90	878	4.60	191	18	106	202	1833	11.04	3.42	10	4	0.28	0.79
STORY35	B106	0.5	0.5	-52	90	878	4.60	191	18	108	203	1833	11.12	3.42	10	4	0.28	0.79
STORY34	B106	0.5	0.5	-52	89	878	4.60	191	19	110	205	1833	11.21	3.42	10	4	0.28	0.79
STORY33	B106	0.5	0.5	-52	89	878	4.60	191	19	111	206	1833	11.31	3.42	10	4	0.28	0.79
STORY32	B106	0.5	0.5	-52	89	878	4.60	191	20	113	208	1833	11.39	3.42	10	4	0.28	0.79
STORY31	B106	0.5	0.5	-52	89	878	4.60	191	20	115	210	1833	11.49	3.42	10	4	0.29	0.79
STORY30	B106	0.5	0.5	-53	89	1189	4.60	258	21	117	212	1833	11.59	3.42	10	4	0.29	0.79
STORY29	B106	0.5	0.5	-53	88	1189	4.60	258	21	119	214	1833	11.70	3.42	10	4	0.29	0.79
STORY28	B106	0.5	0.5	-53	88	1189	4.60	258	22	121	215	1833	11.79	3.42	10	4	0.29	0.79
STORY27	B106	0.5	0.5	-54	88	1189	4.60	258	22	123	217	1833	11.89	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY26	B106	0.5	0.5	-54	87	1189	4.60	258	22	125	219	1833	11.98	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY25	B106	0.5	0.5	-54	87	1189	4.60	258	23	126	220	1833	12.05	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY24	B106	0.5	0.5	-55	87	1189	4.60	258	23	128	221	1833	12.12	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY23	B106	0.5	0.5	-55	86	1189	4.60	258	23	129	222	1833	12.15	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY22	B106	0.5	0.5	-55	86	1189	4.60	258	23	129	222	1833	12.15	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY21	B106	0.5	0.5	-56	85	1189	4.60	258	23	129	221	1833	12.10	3.42	10	4	0.30	0.79
STORY20	B106	0.6	0.5	-57	90	1203	4.60	261	28	151	250	2200	13.69	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY19	B106	0.6	0.5	-57	90	1203	4.60	261	27	150	248	2200	13.61	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY18	B106	0.6	0.5	-58	89	1203	4.60	261	27	151	248	2200	13.58	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY17	B106	0.6	0.5	-58	89	1203	4.60	261	27	151	248	2200	13.59	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY16	B106	0.6	0.5	-59	88	1203	4.60	261	27	152	248	2200	13.60	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY15	B106	0.6	0.5	-59	88	1203	4.60	261	28	153	248	2200	13.61	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY14	B106	0.6	0.5	-60	87	1203	4.60	261	28	153	248	2200	13.59	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY13	B106	0.6	0.5	-61	86	1203	4.60	261	27	153	248	2200	13.56	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY12	B106	0.6	0.5	-62	85	1203	4.60	261	27	153	246	2200	13.47	4.11	10	4	0.34	0.79
STORY11	B106	0.6	0.5	-62	85	1203	4.60	261	27	151	243	2200	13.31	4.11	10	4	0.33	0.79
STORY10	B106	0.7	0.5	-65	88	1219	4.60	265	30	170	267	2567	14.61	4.79	10	4	0.37	0.79
STORY9	B106	0.7	0.5	-65	87	1219	4.60	265	29	166	262	2567	14.32	4.79	10	4	0.36	0.79
STORY8	B106	0.7	0.5	-66	86	1219	4.60	265	28	162	257	2567	14.07	4.79	10	4	0.35	0.79
STORY7	B106	0.7	0.5	-67	85	1219	4.60	265	27	158	251	2567	13.75	4.79	10	4	0.34	0.79
STORY6	B106	0.7	0.5	-68	84	1219	4.60	265	26	151	243	2567	13.31	4.79	10	4	0.33	0.79
STORY5	B106	0.8	0.5	-71	87	915	4.60	199	27	160	255	2933	13.99	5.48	10	4	0.35	0.79
STORY4	B106	0.8	0.5	-73	86	915	4.60	199	25	148	241	2933	13.22	5.48	10	4	0.33	0.79
STORY3	B106	0.8	0.5	-74	84	915	4.60	199	23	133	224	2933	12.29	5.48	10	4	0.31	0.79
STORY2	B106	0.8	0.5	-75	83	915	4.60	199	20	112	201	2933	10.99	5.48	10	4	0.27	0.79
STORY1	B106	0.8	0.5	-77	81	915	4.60	199	16	82	168	2933	9.18	5.48	10	4	0.23	0.79

Çizelge A.8 : B71 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	1	13	124	1833	6.79	3.42	10	4	0.17	0.79
STORY49	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	14	125	1833	6.83	3.42	10	4	0.17	0.79
STORY48	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	14	126	1833	6.88	3.42	10	4	0.17	0.79
STORY47	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	15	127	1833	6.93	3.42	10	4	0.17	0.79
STORY46	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	16	128	1833	6.99	3.42	10	4	0.17	0.79
STORY45	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	17	129	1833	7.04	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY44	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	18	129	1833	7.09	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY43	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	19	130	1833	7.14	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY42	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	20	131	1833	7.17	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY41	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	20	131	1833	7.20	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY40	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	21	132	1833	7.23	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY39	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	21	132	1833	7.25	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY38	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	2	21	133	1833	7.27	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY37	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	22	133	1833	7.29	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY36	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	22	133	1833	7.31	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY35	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	22	134	1833	7.32	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY34	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	22	134	1833	7.34	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY33	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	23	134	1833	7.35	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY32	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	23	135	1833	7.37	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY31	B71	0.5	0.5	-111	111	829	9.20	90	3	23	135	1833	7.38	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY30	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	3	23	135	1833	7.40	3.42	10	4	0.18	0.79
STORY29	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	3	24	135	1833	7.41	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY28	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	3	24	136	1833	7.43	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY27	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	24	136	1833	7.45	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY26	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	136	1833	7.46	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY25	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	137	1833	7.48	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY24	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	137	1833	7.48	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY23	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	137	1833	7.48	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY22	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	137	1833	7.48	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY21	B71	0.5	0.5	-111	111	877	9.20	95	4	25	136	1833	7.47	3.42	10	4	0.19	0.79
STORY20	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	29	147	2200	8.04	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY19	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	4	29	146	2200	8.02	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY18	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	4	29	146	2200	8.01	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY17	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	29	146	2200	8.01	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY16	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	29	146	2200	8.01	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY15	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	29	146	2200	8.01	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY14	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	28	146	2200	8.01	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY13	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	28	146	2200	8.00	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY12	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	5	28	146	2200	7.99	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY11	B71	0.6	0.5	-117	117	892	9.20	97	4	28	145	2200	7.96	4.11	10	4	0.20	0.79
STORY10	B71	0.7	0.5	-122	122	905	9.20	98	5	31	155	2567	8.46	4.79	10	4	0.21	0.79
STORY9	B71	0.7	0.5	-122	122	905	9.20	98	5	30	154	2567	8.41	4.79	10	4	0.21	0.79
STORY8	B71	0.7	0.5	-122	122	905	9.20	98	5	29	153	2567	8.36	4.79	10	4	0.21	0.79
STORY7	B71	0.7	0.5	-122	122	905	9.20	98	5	28	152	2567	8.30	4.79	10	4	0.21	0.79
STORY6	B71	0.7	0.5	-122	122	905	9.20	98	4	27	150	2567	8.23	4.79	10	4	0.21	0.79
STORY5	B71	0.8	0.5	-128	128	915	9.20	99	5	28	158	2933	8.64	5.48	10	4	0.22	0.79
STORY4	B71	0.8	0.5	-128	128	915	9.20	99	4	26	155	2933	8.51	5.48	10	4	0.21	0.79
STORY3	B71	0.8	0.5	-128	128	915	9.20	99	4	23	153	2933	8.36	5.48	10	4	0.21	0.79
STORY2	B71	0.8	0.5	-128	128	915	9.20	99	3	20	149	2933	8.13	5.48	10	4	0.20	0.79
STORY1	B71	0.8	0.5	-128.00	128.00	915.00	9.20	99	3	14	143	2933	7.84	5.48	10	4	0.20	0.79

Çizelge A.9 : B24 kiriş kesme donatısı seçimleri

KAT	KIR. NO	b (m)	h (m)	V_{dyi} (kN)	V_{dyj} (kN)	M_{Pi}/M_{Pj} (kNm)	l_n (m)	V_p (kN)	Vx(R=2) (kN)	Vy(R=2) (kN)	Ve (kN)	V_{max} (kN)	A_s (cm^2/m)	A_{smin} (cm^2/m)	s (cm)	n	Ger. Et. Alanı (cm^2)	Seç. Et. Alanı (cm^2)
STORY50	B24	0.5	0.5	-174	167	1189	8.85	134	10	10	187	1833	10	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY49	B24	0.5	0.5	-172	169	1189	8.85	134	11	11	186	1833	10	3.42	10	4	0.25	0.79
STORY48	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	11	12	188	1833	10	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY47	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	11	13	189	1833	10	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY46	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	12	14	190	1833	10	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY45	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	12	15	191	1833	10	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY44	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	12	16	192	1833	11	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY43	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	12	17	193	1833	11	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY42	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	17	193	1833	11	3.42	10	4	0.26	0.79
STORY41	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	18	194	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY40	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	18	194	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY39	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	19	195	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY38	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	19	195	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY37	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	13	19	195	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY36	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	19	196	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY35	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	20	196	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY34	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	20	196	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY33	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	20	197	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY32	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	20	197	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY31	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	14	21	197	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY30	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	21	198	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY29	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	21	198	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY28	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	22	198	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY27	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	22	199	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY26	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	22	199	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY25	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	22	199	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY24	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	22	199	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY23	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	15	23	200	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY22	B24	0.5	0.5	-172	168	1189	8.85	134	16	23	200	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY21	B24	0.5	0.5	-172	168	1203	8.85	136	16	22	199	1833	11	3.42	10	4	0.27	0.79
STORY20	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	19	27	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY19	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	19	26	209	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY18	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	19	26	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY17	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	19	27	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY16	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	18	27	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY15	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	18	27	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY14	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	18	27	210	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY13	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	18	27	209	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY12	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	17	27	209	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY11	B24	0.6	0.5	-178	174	1203	8.85	136	17	26	209	2200	11	4.11	10	4	0.29	0.79
STORY10	B24	0.7	0.5	-183	180	1219	8.85	138	19	30	218	2567	12	4.79	10	4	0.30	0.79
STORY9	B24	0.7	0.5	-183	180	1219	8.85	138	18	29	217	2567	12	4.79	10	4	0.30	0.79
STORY8	B24	0.7	0.5	-183	180	1219	8.85	138	17	28	216	2567	12	4.79	10	4	0.30	0.79
STORY7	B24	0.7	0.5	-183	180	1219	8.85	138	16	27	215	2567	12	4.79	10	4	0.29	0.79
STORY6	B24	0.7	0.5	-183	180	1219	8.85	138	14	26	213	2567	12	4.79	10	4	0.29	0.79
STORY5	B24	0.8	0.5	-188	186	1230	8.85	139	15	28	220	2933	12	5.48	10	4	0.30	0.79
STORY4	B24	0.8	0.5	-188	186	1230	8.85	139	13	26	217	2933	12	5.48	10	4	0.30	0.79
STORY3	B24	0.8	0.5	-188	186	1230	8.85	139	11	23	214	2933	12	5.48	10	4	0.29	0.79
STORY2	B24	0.8	0.5	-188	186	1230	8.85	139	8	19	209	2933	11	5.48	10	4	0.29	0.79
STORY1	B24	0.8	0.5	-188	186	1230	8.85	139	6	14	203	2933	11	5.48	10	4	0.28	0.79

Çizelge A.10 : P1 kolonu X doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	E	F	E		B	Lx	H	E	X doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp X (kNm)		Vp X	Ve X	Vmax X	Ashx	Vr X
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (R=2) (kN)	Vy (R=2) (kN)	Vx (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	-	B3-Mp	X doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P1	-90	84	297	25	267	362	182	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	252	502	201	201	7883	76.2	5983
49	P1	-52	43	25	51	15	29	19	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	302	452	201	81	7883	76.2	5983
48	P1	-62	54	24	41	16	29	20	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	311	443	201	91	7883	76.2	5983
47	P1	-59	51	25	48	15	30	22	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	321	433	201	89	7883	76.2	5983
46	P1	-60	51	26	51	14	30	24	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	339	415	201	90	7883	76.2	5983
45	P1	-59	51	27	54	14	30	27	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	357	397	201	90	7883	76.2	5983
44	P1	-59	51	27	56	14	30	29	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	374	380	201	91	7883	76.2	5983
43	P1	-59	51	28	58	14	30	32	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	389	365	201	91	7883	76.2	5983
42	P1	-59	51	28	60	14	30	34	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	401	353	201	92	7883	76.2	5983
41	P1	-59	51	29	61	14	30	36	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	411	343	201	92	7883	76.2	5983
40	P1	-59	51	29	63	15	31	38	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	418	336	201	93	7883	76.2	5983
39	P1	-59	51	30	64	15	31	40	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	423	331	201	93	7883	76.2	5983
38	P1	-59	51	30	65	15	32	42	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	425	329	201	93	7883	76.2	5983
37	P1	-59	50	30	67	15	33	43	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	426	328	201	94	7883	76.2	5983
36	P1	-59	50	31	68	15	34	44	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	426	328	201	94	7883	76.2	5983
35	P1	-58	49	31	71	15	35	45	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	424	330	201	93	7883	76.2	5983
34	P1	-59	51	32	70	16	36	47	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	424	330	201	96	7883	76.2	5983
33	P1	-59	50	32	73	16	37	47	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	422	332	201	95	7883	76.2	5983
32	P1	-59	50	33	75	16	38	48	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	421	333	201	96	7883	76.2	5983
31	P1	-58	49	33	77	16	39	49	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	420	334	201	96	7883	76.2	5983
30	P1	-58	49	34	78	16	40	50	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	419	335	201	96	7883	76.2	5983
29	P1	-58	49	34	80	16	40	51	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	97	7883	76.2	5983
28	P1	-58	49	35	82	17	41	51	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	97	7883	76.2	5983
27	P1	-57	48	35	84	17	42	52	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	97	7883	76.2	5983
26	P1	-57	48	35	85	17	42	53	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	421	333	201	97	7883	76.2	5983
25	P1	-55	47	36	90	16	42	55	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	424	330	201	96	7883	76.2	5983
24	P1	-57	48	37	88	17	43	56	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	428	326	201	98	7883	76.2	5983
23	P1	-55	47	37	92	16	43	58	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	432	322	201	97	7883	76.2	5983
22	P1	-54	47	38	104	16	43	61	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	443	311	201	97	7883	76.2	5983
21	P1	-56	46	43	120	17	42	72	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	479	275	201	104	7883	76.2	5983
20	P1	-65	51	40	74	20	41	68	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	538	324	230	111	9460	101.6	7978
19	P1	-60	48	43	102	19	46	68	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	513	350	230	109	9460	101.6	7978
18	P1	-60	48	43	106	19	47	69	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	512	350	230	109	9460	101.6	7978
17	P1	-59	48	44	109	18	47	70	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	516	347	230	108	9460	101.6	7978
16	P1	-58	47	44	111	18	47	72	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	522	341	230	107	9460	101.6	7978
15	P1	-57	47	44	113	17	46	74	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	530	332	230	106	9460	101.6	7978
14	P1	-56	47	44	115	17	46	77	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	540	322	230	105	9460	101.6	7978
13	P1	-54	46	44	117	16	44	79	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	553	309	230	103	9460	101.6	7978
12	P1	-52	46	44	131	15	43	84	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	571	292	230	101	9460	101.6	7978
11	P1	-52	45	49	148	16	41	99	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	611	252	230	106	9460	101.6	7978
10	P1	-57	48	42	93	16	37	94	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	625	245	232	104	11037	101.6	7978
9	P1	-53	46	45	119	15	42	97	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	608	262	232	102	11037	101.6	7978
8	P1	-50	46	44	126	14	44	101	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	607	263	232	99	11037	101.6	7978
7	P1	-46	45	44	139	13	46	108	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	611	259	232	94	11037	101.6	7978
6	P1	-44	45	48	156	14	48	126	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	630	240	232	95	11037	101.6	7978
5	P1	-45	48	37	95	12	59	123	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	455	217	179	86	12613	101.6	7978
4	P1	-38	46	39	128	14	63	131	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	454	218	179	81	12613	101.6	7978
3	P1	-31	45	37	132	18	76	142	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	437	235	179	73	12613	101.6	7978
2	P1	-28	52	32	188	29	96	155	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	415	257	179	68	12613	101.6	7978
1	P1	-7	18	92	542	59	120	349	0.8	2.15	5.00	40100	-	672	>1.2	6169	172	1268	117	12613	101.6	7978

Çizelge A.11 : P1 kolonu Y doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	F	F		B	Ly	H	F	Y doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp Y (tm)		Vp Y	Ve Y	Vmax Y	As Y	Vr Y
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vy (R=2) (kN)	Vy (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	B106-Mp	-	Y doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P1	-90	84	25	16	62	125	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	258	128	103	103	7883	76.2	5983
49	P1	-52	43	51	39	190	157	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	174	212	103	97	7883	76.2	5983
48	P1	-62	54	41	61	235	154	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	153	233	103	103	7883	76.2	5983
47	P1	-59	51	48	73	240	148	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	147	239	103	103	7883	76.2	5983
46	P1	-60	51	51	82	238	146	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	147	239	103	103	7883	76.2	5983
45	P1	-59	51	54	88	230	155	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	155	230	103	103	7883	76.2	5983
44	P1	-59	51	56	92	224	174	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	169	217	103	103	7883	76.2	5983
43	P1	-59	51	58	94	223	199	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	182	204	103	103	7883	76.2	5983
42	P1	-59	51	60	96	229	226	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	192	194	103	103	7883	76.2	5983
41	P1	-59	51	61	97	240	252	0.5	2.15	3.75	25500	386	-	>1.2	198	188	103	103	7883	76.2	5983
40	P1	-59	51	63	98	256	277	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	248	229	127	127	7883	76.2	5983
39	P1	-59	51	64	99	273	299	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	250	228	127	127	7883	76.2	5983
38	P1	-59	51	65	101	292	319	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	249	228	127	127	7883	76.2	5983
37	P1	-59	50	67	102	310	336	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	248	229	127	127	7883	76.2	5983
36	P1	-59	50	68	104	328	352	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	247	230	127	127	7883	76.2	5983
35	P1	-58	49	71	108	345	367	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	246	231	127	127	7883	76.2	5983
34	P1	-59	51	70	103	361	379	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	244	233	127	127	7883	76.2	5983
33	P1	-59	50	73	108	378	387	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	241	236	127	127	7883	76.2	5983
32	P1	-59	50	75	111	390	393	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	240	238	127	127	7883	76.2	5983
31	P1	-58	49	77	115	399	398	0.5	2.15	3.75	25500	477	-	>1.2	238	239	127	127	7883	76.2	5983
30	P1	-58	49	78	118	406	402	0.5	2.15	3.75	25500	641	-	>1.2	319	322	171	171	7883	76.2	5983
29	P1	-58	49	80	121	412	406	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	318	323	171	171	7883	76.2	5983
28	P1	-58	49	82	125	416	410	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	318	323	171	171	7883	76.2	5983
27	P1	-57	48	84	129	420	416	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	319	322	171	171	7883	76.2	5983
26	P1	-57	48	85	133	423	423	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	320	320	171	171	7883	76.2	5983
25	P1	-55	47	90	140	427	438	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	324	316	171	171	7883	76.2	5983
24	P1	-57	48	88	134	433	451	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	327	314	171	171	7883	76.2	5983
23	P1	-55	47	92	145	443	475	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	332	309	171	171	7883	76.2	5983
22	P1	-54	47	104	156	449	519	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	343	297	171	171	7883	76.2	5983
21	P1	-56	46	120	185	452	613	0.5	2.15	3.75	26900	641	-	>1.2	369	272	171	171	7883	76.2	5983
20	P1	-65	51	74	94	462	545	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	350	297	173	167	9460	101.6	7978
19	P1	-60	48	102	142	503	539	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	335	313	173	173	9460	101.6	7978
18	P1	-60	48	106	149	522	538	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	329	319	173	173	9460	101.6	7978
17	P1	-59	48	109	157	532	542	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	327	321	173	173	9460	101.6	7978
16	P1	-58	47	111	163	539	550	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	327	321	173	173	9460	101.6	7978
15	P1	-57	47	113	170	543	561	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	329	318	173	173	9460	101.6	7978
14	P1	-56	47	115	178	544	579	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	334	314	173	173	9460	101.6	7978
13	P1	-54	46	117	189	543	609	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	342	305	173	173	9460	101.6	7978
12	P1	-52	46	131	205	541	666	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	357	290	173	173	9460	101.6	7978
11	P1	-52	45	148	241	535	789	0.6	2.15	3.75	31900	648	-	>1.2	386	262	173	173	9460	101.6	7978
10	P1	-57	48	93	146	567	727	0.7	2.15	3.75	36000	653	-	>1.2	367	286	174	174	11037	101.6	7978
9	P1	-53	46	119	195	564	737	0.7	2.15	3.75	36000	653	-	>1.2	370	283	174	174	11037	101.6	7978
8	P1	-50	46	126	217	574	782	0.7	2.15	3.75	36000	653	-	>1.2	377	277	174	174	11037	101.6	7978
7	P1	-46	45	139	242	581	878	0.7	2.15	3.75	36000	653	-	>1.2	393	260	174	174	11037	101.6	7978
6	P1	-44	45	156	288	633	1077	0.7	2.15	3.75	36000	653	-	>1.2	412	242	174	174	11037	101.6	7978
5	P1	-45	48	95	200	785	1097	0.8	2.15	3.75	40100	500	-	>1.2	291	208	133	133	12613	101.6	7978
4	P1	-38	46	128	283	814	1293	0.8	2.15	3.75	40100	500	-	>1.2	307	193	133	133	12613	101.6	7978
3	P1	-31	45	132	345	1019	1650	0.8	2.15	3.75	40100	500	-	>1.2	309	191	133	133	12613	101.6	7978
2	P1	-28	52	188	392	1404	2167	0.8	2.15	3.75	40100	500	-	>1.2	303	196	133	133	12613	101.6	7978
1	P1	-7	18	542	1003	1979	4681	0.8	2.15	5.00	40100	500	-	>1.2	6169	148	1263	1184	12613	101.6	7978

Çizelge A.12 : P3 kolonu X doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	F	E		B	Lx	H	E	X doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp X (kNm)		Vp X	Ve X	Vmax X	Ashx	Vr X
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (R=2) (kN)	Vx (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	B3-Mp	B5-Mp	X doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P3	-23	121	536	399	604	420	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	618	890	402	402	6600	76.2	5009
49	P3	-14	66	348	240	318	344	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	784	724	402	402	6600	76.2	5009
48	P3	-16	79	401	284	394	373	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	734	774	402	402	6600	76.2	5009
47	P3	-16	76	400	277	387	380	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	747	761	402	402	6600	76.2	5009
46	P3	-16	77	411	284	399	392	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	747	761	402	402	6600	76.2	5009
45	P3	-16	76	419	288	408	403	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	750	758	402	402	6600	76.2	5009
44	P3	-16	77	429	294	416	414	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	752	756	402	402	6600	76.2	5009
43	P3	-16	77	438	300	423	423	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	754	754	402	402	6600	76.2	5009
42	P3	-16	77	446	306	428	434	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	759	749	402	402	6600	76.2	5009
41	P3	-16	77	453	312	433	444	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	763	745	402	402	6600	76.2	5009
40	P3	-16	77	460	317	438	453	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	767	741	402	402	6600	76.2	5009
39	P3	-15	77	466	321	442	461	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	770	738	402	402	6600	76.2	5009
38	P3	-15	77	471	326	446	469	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	773	735	402	402	6600	76.2	5009
37	P3	-15	77	477	330	450	476	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	775	733	402	402	6600	76.2	5009
36	P3	-15	77	484	335	455	485	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	777	731	402	402	6600	76.2	5009
35	P3	-15	76	483	334	458	482	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	774	734	402	402	6600	76.2	5009
34	P3	-15	76	504	348	477	502	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	774	734	402	402	6600	76.2	5009
33	P3	-15	76	503	346	473	506	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	780	728	402	402	6600	76.2	5009
32	P3	-15	76	511	351	481	514	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	779	729	402	402	6600	76.2	5009
31	P3	-14	76	517	354	486	521	0.5	1.80	3.75	1572	754	754	>1.2	781	727	402	402	6600	76.2	5009
30	P3	-14	76	524	357	492	529	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	781	727	402	402	6600	76.2	5009
29	P3	-14	76	531	360	497	536	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	782	726	402	402	6600	76.2	5009
28	P3	-14	76	538	363	503	544	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	783	725	402	402	6600	76.2	5009
27	P3	-14	76	544	365	508	551	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	784	724	402	402	6600	76.2	5009
26	P3	-13	76	552	368	514	562	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	787	721	402	402	6600	76.2	5009
25	P3	-13	76	549	363	514	555	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	783	725	402	402	6600	76.2	5009
24	P3	-13	77	574	378	537	581	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	783	725	402	402	6600	76.2	5009
23	P3	-12	76	571	371	526	586	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	795	713	402	402	6600	76.2	5009
22	P3	-12	78	567	366	526	581	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	792	716	402	402	6600	76.2	5009
21	P3	-12	70	613	387	538	657	0.5	1.80	3.75	1997	754	754	>1.2	829	679	402	402	6600	76.2	5009
20	P3	-14	87	694	449	647	702	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	897	827	460	460	7920	101.6	6679
19	P3	-13	77	671	422	613	693	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	915	810	460	460	7920	101.6	6679
18	P3	-13	80	677	425	620	697	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	913	812	460	460	7920	101.6	6679
17	P3	-12	79	675	419	615	699	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	918	807	460	460	7920	101.6	6679
16	P3	-12	79	673	415	609	701	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	922	802	460	460	7920	101.6	6679
15	P3	-11	79	669	409	601	701	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	929	796	460	460	7920	101.6	6679
14	P3	-11	79	662	401	589	700	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	937	788	460	460	7920	101.6	6679
13	P3	-10	79	654	393	574	700	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	948	777	460	460	7920	101.6	6679
12	P3	-9	81	633	377	549	683	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	956	769	460	460	7920	101.6	6679
11	P3	-9	73	660	384	537	747	0.6	1.80	3.75	3030	862	862	>1.2	1004	721	460	460	7920	101.6	6679
10	P3	-9	89	687	411	587	747	0.7	1.80	3.75	4140	870	870	>1.2	974	766	464	464	9240	101.6	6679
9	P3	-8	80	661	386	548	739	0.7	1.80	3.75	4140	870	870	>1.2	999	741	464	464	9240	101.6	6679
8	P3	-8	82	629	367	504	721	0.7	1.80	3.75	4140	870	870	>1.2	1024	716	464	464	9240	101.6	6679
7	P3	-6	83	588	342	455	692	0.7	1.80	3.75	4140	870	870	>1.2	1050	690	464	464	9240	101.6	6679
6	P3	-6	77	580	331	406	725	0.7	1.80	3.75	4140	870	870	>1.2	1115	625	464	464	9240	101.6	6679
5	P3	-6	91	556	331	388	695	0.8	1.80	3.75	5230	672	672	>1.2	862	482	358	358	10560	101.6	6679
4	P3	-4	83	490	285	309	651	0.8	1.80	3.75	5230	672	672	>1.2	911	433	358	358	10560	101.6	6679
3	P3	-3	81	421	243	226	607	0.8	1.80	3.75	5230	672	672	>1.2	979	365	358	358	10560	101.6	6679
2	P3	-1	98	330	200	134	545	0.8	1.80	3.75	5230	672	672	>1.2	1079	265	358	358	10560	101.6	6679
1	P3	0	34	313	106	98	820	0.8	1.80	5.00	5230	672	672	>1.2	683	143	165	165	10560	101.6	6679

Çizelge A.13 : P5 kolonu X doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	F	E		B	Lx	H	E	X doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp X (kNm)		Vp X	Ve X	Vmax X	Ashx	Vr X
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (R=2) (kN)	Vx (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	B7-Mp	B9-Mp	X doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P5	0	117	332	9	393	233	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	561	947	402	335	8433	76.2	6401
49	P5	0	62	256	9	261	218	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	686	822	402	258	8433	76.2	6401
48	P5	0	76	281	13	293	239	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	678	830	402	285	8433	76.2	6401
47	P5	0	73	296	16	304	259	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	694	814	402	300	8433	76.2	6401
46	P5	0	73	309	18	313	280	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	712	796	402	315	8433	76.2	6401
45	P5	0	73	322	21	321	301	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	730	778	402	328	8433	76.2	6401
44	P5	0	73	334	23	326	320	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	747	761	402	340	8433	76.2	6401
43	P5	0	73	344	26	331	338	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	762	746	402	351	8433	76.2	6401
42	P5	0	73	352	29	336	355	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	775	733	402	361	8433	76.2	6401
41	P5	0	73	360	31	339	370	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	786	722	402	370	8433	76.2	6401
40	P5	0	73	367	34	343	383	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	795	713	402	378	8433	76.2	6401
39	P5	0	73	374	37	348	395	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	802	706	402	385	8433	76.2	6401
38	P5	0	73	381	40	353	406	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	807	701	402	393	8433	76.2	6401
37	P5	0	73	387	43	359	417	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	811	697	402	400	8433	76.2	6401
36	P5	0	73	394	47	365	427	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	813	695	402	402	8433	76.2	6401
35	P5	0	73	398	49	372	432	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	810	698	402	402	8433	76.2	6401
34	P5	0	73	414	53	388	449	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	809	699	402	402	8433	76.2	6401
33	P5	0	73	418	56	391	457	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	812	696	402	402	8433	76.2	6401
32	P5	0	73	427	59	400	466	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	812	696	402	402	8433	76.2	6401
31	P5	0	73	435	63	408	476	0.5	2.30	3.75	1851	754	754	>1.2	812	696	402	402	8433	76.2	6401
30	P5	0	73	443	66	416	486	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	812	696	402	402	8433	76.2	6401
29	P5	0	73	451	69	424	496	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	813	695	402	402	8433	76.2	6401
28	P5	0	73	460	72	432	506	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	814	694	402	402	8433	76.2	6401
27	P5	0	73	468	75	439	517	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	816	692	402	402	8433	76.2	6401
26	P5	0	73	477	79	445	528	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	818	690	402	402	8433	76.2	6401
25	P5	0	73	480	81	449	532	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	817	691	402	402	8433	76.2	6401
24	P5	0	73	499	85	466	554	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	819	689	402	402	8433	76.2	6401
23	P5	0	73	501	87	462	565	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	830	678	402	402	8433	76.2	6401
22	P5	0	75	503	89	462	570	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	833	675	402	402	8433	76.2	6401
21	P5	0	67	556	99	469	663	0.5	2.30	3.75	2246	754	754	>1.2	883	625	402	402	8433	76.2	6401
20	P5	0	84	594	100	534	670	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	960	765	460	460	10120	101.6	8534
19	P5	0	74	599	103	540	674	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	958	767	460	460	10120	101.6	8534
18	P5	0	76	604	106	543	683	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	961	764	460	460	10120	101.6	8534
17	P5	0	76	609	109	543	693	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	967	758	460	460	10120	101.6	8534
16	P5	0	76	613	111	540	704	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	976	749	460	460	10120	101.6	8534
15	P5	0	76	616	114	535	715	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	987	738	460	460	10120	101.6	8534
14	P5	0	76	616	117	525	727	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	1001	723	460	460	10120	101.6	8534
13	P5	0	75	616	119	512	740	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	1020	705	460	460	10120	101.6	8534
12	P5	0	77	606	120	490	746	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	1041	684	460	460	10120	101.6	8534
11	P5	0	71	649	131	473	845	0.6	2.30	3.75	3414	862	862	>1.2	1106	619	460	460	10120	101.6	8534
10	P5	0	85	649	129	485	829	0.7	2.30	3.75	4754	870	870	>1.2	1098	642	464	464	11807	101.6	8534
9	P5	0	76	650	131	478	843	0.7	2.30	3.75	4754	870	870	>1.2	1110	630	464	464	11807	101.6	8534
8	P5	0	78	625	132	435	845	0.7	2.30	3.75	4754	870	870	>1.2	1149	591	464	464	11807	101.6	8534
7	P5	0	79	596	131	389	845	0.7	2.30	3.75	4754	870	870	>1.2	1192	548	464	464	11807	101.6	8534
6	P5	0	74	609	137	342	928	0.7	2.30	3.75	4754	870	870	>1.2	1271	469	464	464	11807	101.6	8534
5	P5	0	87	559	131	299	891	0.8	2.30	3.75	6417	672	672	>1.2	1006	338	358	358	13493	101.6	8534
4	P5	0	80	522	128	276	883	0.8	2.30	3.75	6417	672	672	>1.2	1024	320	358	358	13493	101.6	8534
3	P5	0	78	462	123	262	879	0.8	2.30	3.75	6417	672	672	>1.2	1036	308	358	358	13493	101.6	8534
2	P5	0	94	349	114	285	814	0.8	2.30	3.75	6417	672	672	>1.2	996	348	358	358	13493	101.6	8534
1	P5	0	33	529	137	293	1584	0.8	2.30	5.00	6417	672	672	>1.2	683	210	179	179	13493	101.6	8534

Çizelge A.14 : P8 kolonu X doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	F	E		B	Lx	H	E	X doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp X (kNm)		Vp X	Ve X	Vmax X	Ashx	Vr X
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vx (R=2) (kN)	Vx (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	-	B19-Mp	X doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P8	28.8	75.5	393.7	162.8	362.4	182.3	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	252	502	201	201	7883	76.2	5983
49	P8	14.8	42.0	293.1	118.7	287.4	192.1	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	302	452	201	201	7883	76.2	5983
48	P8	19.7	49.3	307.0	140.2	286.0	200.6	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	311	443	201	201	7883	76.2	5983
47	P8	18.2	47.6	315.8	147.6	297.3	220.0	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	321	433	201	201	7883	76.2	5983
46	P8	18.5	48.0	324.0	155.4	298.2	243.0	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	339	415	201	201	7883	76.2	5983
45	P8	18.3	47.8	331.4	161.3	299.3	268.5	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	357	397	201	201	7883	76.2	5983
44	P8	18.2	47.8	338.0	166.3	299.5	294.2	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	374	380	201	201	7883	76.2	5983
43	P8	18.0	47.7	343.6	170.3	300.1	319.2	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	389	365	201	201	7883	76.2	5983
42	P8	17.8	47.7	348.3	173.5	301.5	342.7	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	401	353	201	201	7883	76.2	5983
41	P8	17.6	47.6	352.2	176.1	304.2	364.4	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	411	343	201	201	7883	76.2	5983
40	P8	17.4	47.5	355.6	178.2	308.6	384.1	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	418	336	201	201	7883	76.2	5983
39	P8	17.2	47.4	358.6	179.9	314.6	401.7	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	423	331	201	201	7883	76.2	5983
38	P8	16.9	47.3	361.4	181.3	322.2	417.1	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	425	329	201	201	7883	76.2	5983
37	P8	16.6	47.1	364.3	182.6	330.9	430.6	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	426	328	201	201	7883	76.2	5983
36	P8	16.3	47.1	367.3	184.1	340.3	441.9	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	426	328	201	201	7883	76.2	5983
35	P8	15.6	46.5	368.7	184.3	350.4	450.3	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	424	330	201	201	7883	76.2	5983
34	P8	15.9	47.2	376.6	186.1	362.8	465.1	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	424	330	201	201	7883	76.2	5983
33	P8	15.1	46.6	378.6	186.3	373.5	474.6	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	422	332	201	201	7883	76.2	5983
32	P8	14.8	46.5	382.4	188.0	382.2	482.9	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	421	333	201	201	7883	76.2	5983
31	P8	14.3	46.3	386.4	189.2	390.5	490.7	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	420	334	201	201	7883	76.2	5983
30	P8	13.8	46.2	390.5	190.4	398.0	498.1	0.5	2.15	3.75	25500	-	754	>1.2	419	335	201	201	7883	76.2	5983
29	P8	13.3	45.9	394.6	191.5	404.7	505.6	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	201	7883	76.2	5983
28	P8	12.7	45.7	398.7	192.7	410.7	513.0	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	201	7883	76.2	5983
27	P8	12.0	45.5	402.8	193.7	416.0	520.6	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	419	335	201	201	7883	76.2	5983
26	P8	11.5	45.3	406.6	195.3	420.5	531.4	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	421	333	201	201	7883	76.2	5983
25	P8	10.3	44.5	407.6	195.2	424.3	546.0	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	424	330	201	201	7883	76.2	5983
24	P8	10.3	45.1	416.6	196.7	428.6	562.6	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	428	326	201	201	7883	76.2	5983
23	P8	9.2	44.4	417.2	197.1	431.8	580.6	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	432	322	201	201	7883	76.2	5983
22	P8	8.1	44.1	420.0	202.4	429.2	611.3	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	443	311	201	201	7883	76.2	5983
21	P8	10.0	43.4	468.4	209.9	415.3	722.5	0.5	2.15	3.75	26900	-	754	>1.2	479	275	201	201	7883	76.2	5983
20	P8	12.5	49.5	487.2	216.2	406.8	676.1	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	538	324	230	230	9460	101.6	7978
19	P8	10.8	46.1	500.2	217.2	464.9	681.2	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	513	350	230	230	9460	101.6	7978
18	P8	10.1	46.3	498.8	219.9	472.3	690.4	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	512	350	230	230	9460	101.6	7978
17	P8	8.9	45.7	498.9	219.9	473.6	704.3	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	516	347	230	230	9460	101.6	7978
16	P8	7.7	45.3	497.4	220.0	470.5	721.1	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	522	341	230	230	9460	101.6	7978
15	P8	6.5	44.8	494.7	219.6	464.4	741.0	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	530	332	230	230	9460	101.6	7978
14	P8	5.1	44.3	490.0	219.1	455.8	765.3	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	540	322	230	230	9460	101.6	7978
13	P8	3.8	43.8	482.9	218.4	444.6	794.7	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	553	309	230	230	9460	101.6	7978
12	P8	2.0	43.2	471.8	218.7	430.7	842.3	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	571	292	230	230	9460	101.6	7978
11	P8	2.5	42.2	513.2	224.1	406.7	987.5	0.6	2.15	3.75	31900	-	862	>1.2	611	252	230	230	9460	101.6	7978
10	P8	1.9	46.6	487.1	217.2	370.8	944.1	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	625	245	232	232	11037	101.6	7978
9	P8	0.4	44.0	492.2	217.0	418.0	972.0	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	608	262	232	232	11037	101.6	7978
8	P8	-1.3	43.5	465.8	214.9	439.0	1013.1	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	607	263	232	232	11037	101.6	7978
7	P8	-3.3	42.8	437.2	213.6	458.3	1080.1	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	611	259	232	232	11037	101.6	7978
6	P8	-3.8	41.4	456.0	213.7	478.9	1256.6	0.7	2.15	3.75	36000	-	870	>1.2	630	240	232	232	11037	101.6	7978
5	P8	-6.0	45.3	381.4	197.7	588.2	1234.2	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	455	217	179	179	12613	101.6	7978
4	P8	-7.6	42.5	358.0	202.8	627.7	1306.0	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	454	218	179	179	12613	101.6	7978
3	P8	-10.5	40.6	303.5	199.9	762.9	1419.3	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	437	235	179	179	12613	101.6	7978
2	P8	-11.9	44.7	201.6	239.9	960.9	1548.4	0.8	2.15	3.75	40100	-	672	>1.2	415	257	179	179	12613	101.6	7978
1	P8	-5.7	17.2	620.3	324.8	1203.0	3485.4	0.8	2.15	5.00	40100	-	672	>1.2	6169	172	1268	723	12613	101.6	7978

Çizelge A.15 : P8 kolonu Y doğrultusu tahkikleri

Kat	Eleman	GQ		E	F	F		B	Ly	H	F	Y doğ. kirişleri		(Mra+Mrü)>(Mri+Mrj)	Mp Y (kNm)		Vp Y	Ve Y	Vmax Y	As Y	Vr Y
		Vx (kN)	Vy (kN)	Vy (R=2) (kN)	Vy (R=2) (kN)	Md(Üst) (kNm)	Md(Alt) (kNm)	(m)	(m)	(m)	Mr (kNm)	B71-Mp	B106-Mp	Y doğ.	Alt	Üst	(kN)	(kN)	(kN)	(cm^2/m)	(kN)
50	P8	28.8	75.5	55.1	92.0	58.7	37.7	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	157	245	107	107	7700	76.2	5844
49	P8	14.8	42.0	73.9	104.0	110.8	26.7	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	78	324	107	107	7700	76.2	5844
48	P8	19.7	49.3	60.7	122.9	90.0	34.8	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	112	290	107	107	7700	76.2	5844
47	P8	18.2	47.6	68.8	138.5	95.7	48.9	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	136	266	107	107	7700	76.2	5844
46	P8	18.5	48.0	70.6	149.0	94.6	63.5	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	162	241	107	107	7700	76.2	5844
45	P8	18.3	47.8	73.4	157.2	96.1	78.5	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	181	222	107	107	7700	76.2	5844
44	P8	18.2	47.8	75.5	163.3	99.4	93.1	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	195	208	107	107	7700	76.2	5844
43	P8	18.0	47.7	77.5	168.0	104.8	107.2	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	203	199	107	107	7700	76.2	5844
42	P8	17.8	47.7	79.2	171.5	111.9	120.5	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	209	194	107	107	7700	76.2	5844
41	P8	17.6	47.6	80.7	174.3	120.3	132.9	0.5	2.10	3.75	25500	403	386	>1.2	211	191	107	107	7700	76.2	5844
40	P8	17.4	47.5	82.0	176.6	129.6	144.5	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	212	190	107	107	7700	76.2	5844
39	P8	17.2	47.4	83.2	178.6	139.5	154.9	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	212	191	107	107	7700	76.2	5844
38	P8	16.9	47.3	84.4	180.6	149.5	164.1	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	211	192	107	107	7700	76.2	5844
37	P8	16.6	47.1	85.8	182.8	159.1	172.1	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	209	193	107	107	7700	76.2	5844
36	P8	16.3	47.1	86.5	184.8	168.1	178.6	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	207	195	107	107	7700	76.2	5844
35	P8	15.6	46.5	88.8	188.4	176.6	185.3	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	206	196	107	107	7700	76.2	5844
34	P8	15.9	47.2	88.5	186.0	184.4	192.8	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	206	197	107	107	7700	76.2	5844
33	P8	15.1	46.6	91.1	190.5	194.1	198.4	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	203	199	107	107	7700	76.2	5844
32	P8	14.8	46.5	92.0	193.5	200.8	202.9	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	202	200	107	107	7700	76.2	5844
31	P8	14.3	46.3	93.6	196.8	206.8	206.8	0.5	2.10	3.75	25500	403	477	>1.2	201	201	107	107	7700	76.2	5844
30	P8	13.8	46.2	95.0	200.0	212.0	210.3	0.5	2.10	3.75	25500	477	641	>1.2	238	240	127	127	7700	76.2	5844
29	P8	13.3	45.9	96.4	203.4	216.7	213.7	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	237	240	127	127	7700	76.2	5844
28	P8	12.7	45.7	97.8	206.9	221.0	216.9	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	236	241	127	127	7700	76.2	5844
27	P8	12.0	45.5	99.4	210.6	225.0	220.0	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	236	241	127	127	7700	76.2	5844
26	P8	11.5	45.3	100.1	213.9	228.5	222.2	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	235	242	127	127	7700	76.2	5844
25	P8	10.3	44.5	103.3	219.9	231.5	228.6	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	237	240	127	127	7700	76.2	5844
24	P8	10.3	45.1	101.8	215.6	233.3	234.5	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	239	238	127	127	7700	76.2	5844
23	P8	9.2	44.4	104.4	224.1	239.1	245.4	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	242	236	127	127	7700	76.2	5844
22	P8	8.1	44.1	112.2	231.4	239.0	272.5	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	254	223	127	127	7700	76.2	5844
21	P8	10.0	43.4	127.0	260.4	229.6	324.9	0.5	2.10	3.75	26900	477	641	>1.2	280	198	127	127	7700	76.2	5844
20	P8	12.5	49.5	99.5	203.2	212.5	279.0	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	275	210	129	129	9240	101.6	7792
19	P8	10.8	46.1	120.2	239.3	250.4	276.8	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	255	230	129	129	9240	101.6	7792
18	P8	10.1	46.3	120.6	241.6	264.3	279.8	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	249	236	129	129	9240	101.6	7792
17	P8	8.9	45.7	122.0	247.0	271.1	286.0	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	249	236	129	129	9240	101.6	7792
16	P8	7.7	45.3	122.5	250.7	275.6	294.6	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	251	234	129	129	9240	101.6	7792
15	P8	6.5	44.8	122.8	254.6	278.7	305.8	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	254	231	129	129	9240	101.6	7792
14	P8	5.1	44.3	123.2	259.0	280.9	320.9	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	259	226	129	129	9240	101.6	7792
13	P8	3.8	43.8	122.2	264.9	281.9	340.2	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	265	220	129	129	9240	101.6	7792
12	P8	2.0	43.2	129.9	273.6	279.9	383.3	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	280	205	129	129	9240	101.6	7792
11	P8	2.5	42.2	143.8	305.3	271.6	458.9	0.6	2.10	3.75	31900	485	648	>1.2	305	180	129	129	9240	101.6	7792
10	P8	1.9	46.6	105.4	235.6	284.3	422.9	0.7	2.10	3.75	36000	491	653	>1.2	294	197	131	131	10780	101.6	7792
9	P8	0.4	44.0	123.4	270.0	288.0	436.8	0.7	2.10	3.75	36000	491	653	>1.2	296	195	131	131	10780	101.6	7792
8	P8	-1.3	43.5	122.9	280.1	310.8	467.5	0.7	2.10	3.75	36000	491	653	>1.2	295	196	131	131	10780	101.6	7792
7	P8	-3.3	42.8	128.5	293.0	322.0	530.3	0.7	2.10	3.75	36000	491	653	>1.2	305	186	131	131	10780	101.6	7792
6	P8	-3.8	41.4	140.2	329.9	364.7	633.5	0.7	2.10	3.75	36000	491	653	>1.2	312	179	131	131	10780	101.6	7792
5	P8	-6.0	45.3	91.9	257.5	456.0	621.5	0.8	2.10	3.75	40100	496	500	>1.2	286	210	132	132	12320	101.6	7792
4	P8	-7.6	42.5	112.3	315.7	458.1	686.3	0.8	2.10	3.75	40100	496	500	>1.2	297	198	132	132	12320	101.6	7792
3	P8	-10.5	40.6	104.8	355.4	538.5	778.4	0.8	2.10	3.75	40100	496	500	>1.2	293	203	132	132	12320	101.6	7792
2	P8	-11.9	44.7	124.9	356.9	652.0	997.2	0.8	2.10	3.75	40100	496	500	>1.2	300	196	132	132	12320	101.6	7792
1	P8	-5.7	17.2	407.6	860.6	898.7	2262.1	0.8	2.10	5.00	40100	496	500	>1.2	6169	141	1262	1000	12320	101.6	7792

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Abdullah KARAÇÖP

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara 11.05.1983

Adres: Yıldız Mahallesi, Serencebey yokuşu No:20/4 Beşiktaş/İSTANBUL

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniveristesi'2006