

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN TDY'07'DE BELİRTİLEN
DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet Tuğrul AKYILDIZ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN TDY'07'DE BELİRTİLEN
DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ahmet Tuğrul AKYILDIZ
(501121072)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Konuralp GİRGIN

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121072 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Ahmet Tuğrul AKYILDIZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN TDY'07'DE BELİRTİLEN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Konuralp GİRĞİN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Bilge DORAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Kasım 2015**
Savunma Tarihi : **11 Aralık 2015**

To My Beloved Wife...

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması kapsamında, TDY'07 ve TS-500 yönetmelikleri dikkate alınarak bir adet betonarme bina analitik olarak tasarlanmış ve bahsedilen yönetmeliklere uygun biçimde yapı performansı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır.

Tez sürecinde, bilgi ve tecrübesini paylaşarak aydınlamamı sağlayan, desteğini ve özverisini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Konuralp GİRGİN'e, çalışmalarım boyunca gösterdikleri hoşgörü ve sabırdan dolayı işverenlerim sayın Ömer YALÇIN ve sayın Özkan YALÇIN'a teşekkürlerimi en içten duygularıyla sunarım.

Lisans ve lisansüstü eğitimimde aldığım bilgilerin kazanılmasına yardımcı olan diğer tüm hocalarıma ve meslektaşlarıma da ayrıca teşekkür ederim.

Hayatım boyunca sevgilerini ve desteklerini bana karşı hiç esirgemeyen, varlıklarını daima yanımda hissettiğim ailem ile göstermiş olduğu yoğun sabırdan dolayı sevgili eşime ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Ekim 2015

Ahmet Tuğrul AKYILDIZ

İnş. Müh.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ.....	1
2. TDY'07'DE DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK YAPI PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ	5
2.1 Doğrusal Olmayan Davranışın Tariflenmesi ve Kesit Hasar Sınırları	8
2.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü (AEDY) Yöntemine Göre Bina Performansı Belirlenmesi	11
2.3 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz (ZTADOA) Yöntemine Göre Bina Performansı Belirlenmesi	17
2.4 Yapı Elemanlarına Ait Toplam Eğriliklerin Bulunması.....	18
3. TASARLANAN BİNANIN GEOMETRİK, MEKANİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN TANITILMASI.....	19
3.1 Malzeme Özellikleri.....	19
3.1.1 Sargısız beton modeli.....	20
3.1.2 Sargılı beton modeli	21
3.1.3 Donatı çeliği modeli.....	22
3.2 Deprem Karakteristik Özellikleri	23
3.3 Boyutlandırmada Esas Alınan Düşey Yüğü.....	24
3.4 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Boyutlandırılması.....	24
3.4.1 Kolon boyutlandırılması	24
3.4.2 Perdelerin boyutlandırılması	27
3.4.3 Kirişlerin boyutlandırılması	30
3.5 Kolon, Perde ve Kirişlerin Planda Gösterilmesi	32
3.6 Yapının Analitik Modelinin Tanıtılması	33
3.7 Yapısal Sistemlerin Modal Analiz Sonuçları	35
3.8 Doğrusal Olmayan Davranışın Yapı Elemanları Üzerinde Tarif Edilmesi.....	36
3.8.1 Kolonların doğrusal olmayan davranışı	36
3.8.2 Kirişlerin doğrusal olmayan davranışı	39
3.8.3 Perdelerin doğrusal olmayan davranışı	41
4. TDY'07'DE BELİRTİLEN ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ (AEDY) YÖNTEMİNİN TASARLANAN BİNALARA UYGULANIŞI VE SONUÇLARI.....	43

4.1 Elemanlara Ait Etkin Eğilme Rijitliklerin (EI) _e Belirlenmesi.....	45
4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Dağılımının Belirlenmesi.....	47
4.3 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminden Elde Edilen Tepe Yer Değiştirmesi – Taban Kesme Kuvveti Eğrileri	51
4.4 Bina Performans Noktalarının Tespiti.....	53
5. TDY’07’YE GÖRE ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMİ İÇİN DEPREM KAYITLARI SEÇİMİ..	63
6. AEDY VE ZTADOA YÖNTEMLERİ SONUÇLARININ İNCELENEN BİNALAR İÇİN KARŞILAŞTIRILMASI	71
6.1 Sistem Bazında Sonuçlar	72
6.1.1 Bina tepe yerdeğiştirmesi sonuçları	72
6.1.2 Bina taban kesme kuvveti sonuçları.....	75
6.1.3 Göreli kat ötelemeleri sonuçları	80
6.1.4 Kat kesme kuvveti sonuçları	84
6.2 Eleman Bazında Sonuçlar.....	87
6.2.1 Kirişlerin doğrusal olmayan davranış sonuçları.....	87
6.2.2 Kolonların doğrusal olmayan davranış sonuçları.....	90
6.2.3 Perdelerin doğrusal olmayan davranış sonuçları.....	92
6.2.3.1 Perdelerin eğilme momenti etkisi altındaki davranışları.....	92
6.2.3.2 Perdelerin kesme kuvveti etkisi altındaki davranışları.....	105
7. SONUÇLAR.....	111
KAYNAKLAR.....	115
EKLER.....	117
ÖZGEÇMİş.....	211

KISALTMALAR

AEDY	: Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü
AFAD	: T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı
ATC	: Applied Technology Council
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
CESMD	: Center for Engineering Strong Motion Data
CG	: Can Güvenliğı
ÇPM	: Çubuk Perdeli Model
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GB	: Göçme Bölgesi
GÇ	: Göçme Sınırı
GÖ	: Göçme Öncesi
GV	: Güvenlik Sınırı
HK	: Hemen Kullanım
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
KPM	: Kabuk Perdeli Model
KYHS	: Kuvvetli Yer Hareketi Süresi
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
MN	: Minimum Hasar Sınırı
PEER	: Pacific Earthquake Engineering Research Center
TDY'07	: Türk Deprem Yönetmeliğı 2007
ZTADOA	: Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz

SEMBOLLER

A_c	: Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_w	: Kesme donatısının alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
a_{y1}	: Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
$a_1^{(i)}$	: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
b_w	: Perdenin kesme kuvvetine karşı çalışan genişliği
C_{R1}	: Birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı
d	: Kesit faydalı yüksekliği
$d_1^{(i)}$	: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$	: En son (p)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait maksimum modal yerdeğiştirme (modal yerdeğiştirme istemi)
d_{max}^e	: Eşit yerdeğiştirme kuralı kullanılarak elastik sistem için elde edilen elastik yerdeğiştirme
d_{max}^{ep}	: Elastik yerdeğiştirme kullanılarak elde edilen plastik yerdeğiştirme
$(EI)_o$	: Çatlamamış kesitin eğilme rijitliği
$(EI)_e$	: Çatlamış kesitin eğilme rijitliği
f_c	: Sargılı betonda basınç gerilmesi
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{cd}	: Beton tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton basınç dayanımı
f_{co}	: Sargısız beton basınç dayanımı
f_{su}	: Donatı minimum kopma dayanımı
f_{yk}	: Donatı minimum akma dayanımı
g	: Yer çekimi ivmesi
G	: Ölü (sabit) yük
h	: Kesit yüksekliği
H_w	: Toplam perde yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
L_p	: Plastik mafsal boyu
l_w	: Perde parçasının plandaki uzunluğu
L_{x1}	: x deprem doğrultusunda birinci (hâkim) moda ait kat kütleleri ile genliklerinin çarpımları toplamı
M_1	: Birinci (hâkim) doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{x1}	: x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hâkim) moda ait etkin kütle
N_d	: Eksenel normal kuvvet
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_{y1}	: Birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı

$S(T)$	: Spektrum katsayısı
S_a	: Spektral ivme
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme
S_{ae1}	: Birinci moda ait elastik spektral ivme
S_d	: Spektral yerdeğiştirme
S_{de1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
S_{di1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme
T	: Periyot
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
$T_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki ($i=1$) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hâkim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
$u_{xN1}^{(p)}$	: Binanın tepesinde (N 'inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirme istemi
V_{cr}	: Kesitin kesmede çatlama dayanımı
V_d	: Tasarım veya perdeye etkiyen kesme kuvveti
V_e	: Perde kesme kuvveti kapasitesi üst sınırı
V_r	: Kesme dayanımı
V_w	: Kesme dayanımına kesme donatısı katkısı
$V_{x1}^{(i)}$	: x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci (hâkim) moda ait taban kesme kuvveti
Δ_i	: Binanın i 'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
δ_i	: Binanın i 'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
ϵ_c	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cg}	: Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cu}	: Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_s	: Donatı çeliği birim şekil değiştirmesi
ϵ_{su}	: Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi
ϵ_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
ϕ_p	: Plastik eğrilik istemi
ϕ_t	: Toplam eğrilik istemi
ϕ_y	: Eşdeğer akma eğriliği (elastik eğrilik)
Φ_{xN1}	: Binanın tepesinde (N 'inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği
Γ_{x1}	: x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
η_{bi}	: i 'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
θ_p	: Plastik dönme istemi
ρ_s	: Kesitte mevcut bulunan enine donatının hacimsel oranı
ρ_{sm}	: Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı
$\omega_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki ($i=1$) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hâkim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans
ω_B	: İvme spektrumundaki karakteristik periyota karşı gelen doğal açısal frekans

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: TDY'07'de belirtilen bina performans seviyeleri.	6
Çizelge 2.2: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları.....	8
Çizelge 3.1: Beton mekanik özellikleri.	20
Çizelge 3.2: Donatı çeliği mekanik özellikleri.	20
Çizelge 3.3: Düşey yük değerleri.....	24
Çizelge 3.4: Kolon tipleri ve donatıları.	25
Çizelge 3.5: Kolon isimlendirmeleri.....	26
Çizelge 3.6: Kiriş tipleri ve donatıları.	31
Çizelge 3.7: Çubuk perdeli sistemin modal kütle katılım oranları.	35
Çizelge 3.8: Kabuk perdeli sistemin modal kütle katılım oranları.	35
Çizelge 3.9: Kolonlar için moment – eğrilik ilişkisi sonuçları.....	38
Çizelge 3.10: Kirişler için moment – eğrilik ilişkisi sonuçları.....	40
Çizelge 4.1: Çubuk perdeli modele ait burulma düzensizliği katsayıları.	44
Çizelge 4.2: Kabuk perdeli modele ait burulma düzensizliği katsayıları.	44
Çizelge 4.3: Deprem doğrultularındaki etkin modlara ait kütle katılım oranları.	44
Çizelge 4.4: Kolonlara ait etkin eğilme rijitliği değerleri.....	46
Çizelge 4.5: ÇPM için X eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı....	50
Çizelge 4.6: ÇPM için Y eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı....	50
Çizelge 4.7: KPM için X eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı....	50
Çizelge 4.8: KPM için Y eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı....	50
Çizelge 4.9: Çubuk perdeli modelin X doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.	53
Çizelge 4.10: Çubuk perdeli modelin Y doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.....	54
Çizelge 4.11: Kabuk perdeli modelin X doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.....	54
Çizelge 4.12: Kabuk perdeli modelin Y doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.....	55
Çizelge 4.13: Çubuk perdeli modele ait X (a), Y+ (b) ve Y- (c) doğrultularındaki tepe yerdeğiştirme istemleri.	59
Çizelge 4.14: Kabuk perdeli modele ait X (a), Y+ (b) ve Y- (c) doğrultularındaki tepe yerdeğiştirme istemleri.	60
Çizelge 5.1: Benzeştirilmiş ivme kayıtları için Şart-1'in kontrolü.....	67
Çizelge 5.2: Benzeştirilmiş ivme kayıtları için Şart-2'nin kontrolü.....	68
Çizelge 6.1: Çubuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.	75
Çizelge 6.2: Kabuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.	77
Çizelge 6.3: Tüm durumlar için taban kesme kuvvetleri.....	79
Çizelge 6.4: Çubuk perdeli model için kat yerdeğiştirmeleri ve görelî kat ötelemeleri.....	81

Çizelge 6.5: Kabuk perdeli model için kat yerdeğiştirmeleri ve göreli kat ötelemeleri.....	82
Çizelge 6.6: Kat kesme kuvvetleri.....	84
Çizelge 6.7: Kirişler için ϕ_t toplam eğrilik değeri.	88
Çizelge 6.8: Kolonlar için ϕ_t toplam eğrilik değeri.	90
Çizelge 6.9: AEDY yöntemi X doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değeri.	93
Çizelge 6.10: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değeri.....	93
Çizelge 6.11: AEDY yöntemi Y- doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değeri.....	94
Çizelge 6.12: ZTADOA yöntemi X doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değeri.....	94
Çizelge 6.13: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değeri.....	95
Çizelge 6.14: Çok katmanlı kabuk perdeye ait malzeme gerilmeleri.	97
Çizelge 6.15: 1. kat perdesinin X doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.	100
Çizelge 6.16: 1. kat perdesinin Y doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.	102
Çizelge 6.17: Çubuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	106
Çizelge 6.18: Çubuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	106
Çizelge 6.19: Çubuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	107
Çizelge 6.20: Çubuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	107
Çizelge 6.21: Kabuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	107
Çizelge 6.22: Kabuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	108
Çizelge 6.23: Kabuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	108
Çizelge 6.24: Kabuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.....	108
Çizelge A.1: AEDY yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.....	120
Çizelge A.2: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.....	122
Çizelge A.3: AEDY yöntemi Y- doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.....	124
Çizelge A.4: ZTADOA yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.	126
Çizelge A.5: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.	128
Çizelge A.6: AEDY yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.....	130
Çizelge A.7: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değeri.....	132

Çizelge A.8: AEDY yöntemi Y- doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.....	134
Çizelge A.9: ZTADOA yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.	136
Çizelge A.10: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.	138
Çizelge B.1: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri...	142
Çizelge B.2: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon performans eğrileri.	143
Çizelge B.3: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon performans eğrileri.	144
Çizelge B.4: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.	145
Çizelge B.5: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon performans eğrileri.	146
Çizelge B.6: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri...	147
Çizelge B.7: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon performans eğrileri.	148
Çizelge B.8: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon performans eğrileri.	149
Çizelge B.9: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.	150
Çizelge B.10: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon performans eğrileri.	151
Çizelge B.11: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.	152
Çizelge B.12: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon kesme kuvvetleri..	153
Çizelge B.13: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon kesme kuvvetleri...	154
Çizelge B.14: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.....	155
Çizelge B.15: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.....	156
Çizelge B.16: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri....	157
Çizelge B.17: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon kesme kuvvetleri..	158
Çizelge B.18: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon kesme kuvvetleri...	159
Çizelge B.19: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.....	160
Çizelge B.20: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.....	161
Çizelge F.1: ÇPM için AEDY yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.....	196
Çizelge F.2: KPM için AEDY yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.....	200
Çizelge F.3: ÇPM için ZTADOA yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.....	204
Çizelge F.4: KPM için ZTADOA yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.....	207

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: 50 yıllık süreçte aşılma olasılıklarına göre deprem seviyeleri.	7
Şekil 2.2: Spektrum eğrisinde eksen dönüşümü.	7
Şekil 2.3: TDY'07'de sargılı ve sargısız beton için tarif edilmiş olan doğrusal olmayan davranış modelleri.	9
Şekil 2.4: TDY'07'de donatı çeliği için tarif edilmiş olan doğrusal olmayan davranış modeli.	9
Şekil 2.5: TDY'07'ye göre kesit hasar bölgeleri.	10
Şekil 2.6: Tipik bir eşdeğer deprem yüklemesi ve kat genliklerinin gösterimi.	12
Şekil 2.7: Rijit diyafram kabulüne göre kat serbestlikleri.	13
Şekil 2.8: Performans noktasının tespiti ($T_1^{(1)} \geq T_B$).	15
Şekil 2.9: Performans noktasının tespiti ($T_1^{(1)} < T_B$).	16
Şekil 3.1: Sargısız beton modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.	20
Şekil 3.2: Sargılı beton modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.	21
Şekil 3.3: S420a donatı çeliği modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.	22
Şekil 3.4: Tipik kolon - kiriş kesitleri için (a) ve tipik perde kesitleri için malzeme modelleri (b).	23
Şekil 3.5: 1.Kat perdesi kesiti.	27
Şekil 3.6: 2.Kat perdesi kesiti.	27
Şekil 3.7: 3.Kat perdesi kesiti.	28
Şekil 3.8: 4.Kat perdesi kesiti.	28
Şekil 3.9: 5.Kat perdesi kesiti.	29
Şekil 3.10: 6.Kat perdesi kesiti.	29
Şekil 3.11: 7.Kat ve 8.Kat perdeleri kesiti.	30
Şekil 3.12: Tipik kat aplikasyon planı.	32
Şekil 3.13: Çubuk (a) ve kabuk (b) perde modelleri.	33
Şekil 3.14: Analitik modelin plan görünüşü.	34
Şekil 3.15: Analitik modelin 3 boyutlu görünüşü.	34
Şekil 3.16: Kolonlara etkiyen moment doğrultuları.	37
Şekil 3.17: Tipik kiriş kesitine ait momentlerin işaret gösterimi.	39
Şekil 3.18: Kolonlar ve kirişler için moment – eğrilik ilişkisi.	39
Şekil 3.19: Lifli plastik mafsal modeline ait tipik bir kesit ve malzeme modelleri... ..	42
Şekil 3.20: Çok katmanlı kabuk modeline ait farklı katmanların gösterimi.	42
Şekil 3.21: Tipik bir yapıda oluşması beklenen plastik mafsal bölgeleri.	42
Şekil 4.1: ÇPM için X eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.	48
Şekil 4.2: ÇPM için Y eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.	48
Şekil 4.3: KPM için X eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.	49
Şekil 4.4: KPM için Y eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.	49
Şekil 4.5: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait X doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.	51
Şekil 4.6: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait Y+ doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.	52

Şekil 4.7: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait Y- doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.....	52
Şekil 4.8: Çubuk perdeli modelin X doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	56
Şekil 4.9: Çubuk perdeli modelin Y+ doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	56
Şekil 4.10: Çubuk perdeli modelin Y- doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	57
Şekil 4.11: Kabuk perdeli modelin X doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	57
Şekil 4.12: Kabuk perdeli modelin Y+ doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	58
Şekil 4.13: Kabuk perdeli modelin Y- doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin keşiştirilmesi.....	58
Şekil 4.14: Çubuk perdeli modele ait X doğrultusu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsallar.	60
Şekil 4.15: Çubuk perdeli modele ait Y+ (a) ve Y- (b) doğrultuları itme analizleri sonucu oluşan plastik mafsallar.....	61
Şekil 4.16: Kabuk perdeli modele ait X doğrultusu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsallar.	61
Şekil 4.17: Kabuk perdeli modele ait Y+ (a) ve Y- (b) doğrultuları itme analizleri sonucu oluşan plastik mafsallar.....	62
Şekil 5.1: Orijinal deprem ivme kayıtlarına ait spektrumların Z2 talep spektrumu üzerinde gösterimi.	64
Şekil 5.2: Benzeştirilmiş deprem ivme kayıtlarına ait spektrumların Z2 talep spektrumu üzerinde gösterimi.	64
Şekil 5.3: Kocaeli depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	65
Şekil 5.4: Northridge depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	65
Şekil 5.5: Düzce depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	66
Şekil 5.6: Erzincan depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	66
Şekil 5.7: Petrolia depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	66
Şekil 5.8: Darfield depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	67
Şekil 5.9: Imperial Valley depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.	67
Şekil 5.10: Şart-2 ve Şart-3 kontrollerinin grafik yardımıyla gösterimi.....	69
Şekil 6.1: Performans değerlendirmesi için kullanılan sonuçlar.	71
Şekil 6.2: Çubuk perdeli model için X doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.....	72
Şekil 6.3: Çubuk perdeli model için Y doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.....	73
Şekil 6.4: Kabuk perdeli model için X doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.....	73
Şekil 6.5: Kabuk perdeli model için Y doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.....	74
Şekil C.1: C30 beton sınıfı için malzeme modelinin oluşturulması.	164
Şekil C.2: S420 çelik sınıfı için malzeme modelinin oluşturulması.....	165
Şekil C.3: S420 çelik sınıfı için doğrusal olmayan şekil değiştirme değerleri.....	165
Şekil C.4: S420 çeliğine ait doğrusal olmayan şekil değiştirme eğrisi.	166
Şekil C.5: Tüm yapı için doğrusal elastik kısımlarda kullanılacak kiriş kesiti.	167
Şekil C.6: KOL35 kolonu için doğrusal elastik kısımlarda kullanılacak kolon kesiti.	167

Şekil C.7: Perde başlık ve gövde bölgelerinin isimlendirilmesi.	168
Şekil C.8: Çubuk perde modeli için 1.kat perde kesiti.	169
Şekil C.9: Çubuk perde modeli için 1.kat perde kesitindeki liflerin gösterimi.	169
Şekil C.10: ÇPM için 1.kat perdesi B1 başlık bölgesinin malzeme davranışı tanımlanması.	170
Şekil C.11: ÇPM için perde gövde bölgeleri malzeme davranışının tanımlanması.	170
Şekil C.12: KPM için 1.kat perdesi B1 başlık bölgesinin malzeme davranışı tanımlanması.	171
Şekil C.13: KPM için perde gövde bölgeleri malzeme davranışının tanımlanması.	172
Şekil C.14: Kabuk katmanlarının tanımlanması - 1.	172
Şekil C.15: Kabuk katmanlarının tanımlanması - 2.	173
Şekil C.16: Kolonlar için 3 boyutlu etkileşim yüzeyi.	174
Şekil C.17: KOL35 kolonu için plastik mafsallık özellikleri - 1.	175
Şekil C.18: KOL35 kolonu için plastik mafsallık özellikleri - 2.	175
Şekil C.19: KOL35 kolonu için P-M2-M3 karşılıklı etkileşim yüzeylerinin belirlenmesi.	176
Şekil C.20: KOL35 kolonu için moment – dönme ilişkilerinin belirlenmesi.	177
Şekil C.21: K1_SOL kiriş plastik mafsallık tipi için moment – dönme ilişkilerinin belirlenmesi.	178
Şekil C.22: Düşey yük modelleri tanımlamaları.	179
Şekil C.23: ÖLÜ (a), HAREKETLİ (b) ve DUVAR (c) yükleri.	179
Şekil C.24: Kütle kaynağı tanımlamaları.	180
Şekil C.25: Rijit diyafram atamaları - 1.	181
Şekil C.26: Rijit diyafram atamaları - 2.	181
Şekil D.1: Eşdeğer deprem yükü tanımlaması - 1.	184
Şekil D.2: Eşdeğer deprem yükü tanımlaması - 2.	184
Şekil D.3: AEDY yöntemi için düşey yükleme durumunun tanımlanması.	185
Şekil D.4: AEDY yöntemi için yatay yükleme durumunun tanımlanması.	186
Şekil D.5: AEDY yöntemi X doğrultusu yatay yükleme için yükleme türünün ve yerdeğiştirme isteminin belirlenmesi.	187
Şekil D.6: AEDY yöntemi X doğrultusu yatay yükleme için analiz sonuçlarının kayıt edilme yönteminin belirlenmesi.	187
Şekil E.1: KOCAELİ ivme kaydının Sap2000 programına tanıtılması.	190
Şekil E.2: ZTADOA yöntemi için dinamik yükleme durumunun tarif edilmesi. ...	191
Şekil E.3: Sönüm katsayılarının elde edilmesi.	192
Şekil E.4: Doğrusal olmayan dinamik analizler için çözüm yönteminin seçilmesi.	193
Şekil E.5: ZTADOA yöntemi için yükleme durumları.	193
Şekil F.1: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.	197
Şekil F.2: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.	197
Şekil F.3: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.	197
Şekil F.4: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri. ...	198
Şekil F.5: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri. .	198
Şekil F.6: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri. ...	198
Şekil F.7: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.	199
Şekil F.8: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri. ..	199
Şekil F.9: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.	199
Şekil F.10: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri. ...	201
Şekil F.11: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri. .	201
Şekil F.12: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri. ...	201
Şekil F.13: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri. ..	202

Şekil F.14: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.	202
Şekil F.15: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.	202
Şekil F.16: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri..	203
Şekil F.17: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.	203
Şekil F.18: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.	203
Şekil F.19: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.....	205
Şekil F.20: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.....	205
Şekil F.21: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.....	205
Şekil F.22: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.....	206
Şekil F.23: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.....	206
Şekil F.24: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.....	206
Şekil F.25: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.....	208
Şekil F.26: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.....	208
Şekil F.27: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.....	208
Şekil F.28: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.....	209
Şekil F.29: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.....	209
Şekil F.30: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.....	209

MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN TDY'07'DE BELİRTİLEN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİNE GÖRE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Bilimin ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak yapı mühendisliğinde de birtakım ilerlemeler kat edilmiştir. Eskiden beri teoride mevcut olan adım-adım itme (statik itme) analizi ve deprem ivme kayıtlarının kullanılarak yapı davranışının gözlemlenebilmesi gibi kavramların bu gelişmelere bağlı olarak uygulanabilmesi olanaklı hâle gelmiştir. Özellikle son yirmi yılda ortaya çıkan şekil değiştirme esaslı yapısal tasarım ve değerlendirme yöntemi, geleneksel olan kuvvet esaslı yöntem karşısında popülerliğini her geçen gün daha da fazla artırmakta ve gelişme göstermektedir.

Bu tez kapsamında, ülkemizde deprem konusunda artan farkındalığın sonucu olarak uygulanmaya başlanan “Kentsel Dönüşüm” projelerinde en sık kullanılan yapı taşıyıcı sistemlerinden birinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan gözlemlere paralel olarak, düşük kiriş yüksekliğine sahip dişli (asmolen) döşeme sisteminin, özellikle çok katlı olmayan yapılarda sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiş ve kiriş yüksekliğinin sınırlı tutulduğu bu sistemlerin deprem performansının incelenmesinin bu tezin amacı doğrultusunda uygun olduğu düşünülmüştür. Bu tür binalarda genellikle, asansör ve merdiven bölgelerini veya bu bölgelerin bir bölümünü çevreleyen betonarme perdeler kullanılmaktadır. Kolonların ve perdelerin birbirine bağlantısı düşük yükseklikli ve yassı kirişlerden oluşan dişli döşeme sistemi ile sağlanmaktadır. Özellikle kirişlerde düşük kesit yüksekliğinin sonucu olarak moment taşıma kapasitesinin sınırlı olması bu bağlantı bölgelerinin güvenilirliği konusunda kuşku uyandırmaktadır. Bu durumun neticesinde, deprem yüklerinin çerçeve davranışı oluşturularak karşılanması mümkün olamamakta ve tüm bu yükler özellikle perde elemanlar tarafından karşılanmaktadır. Bu çalışmada, ele alınan bir adet binanın bu özel durumun sonucu olarak, tüm kiriş, kolon ve perde elemanlarında meydana gelen etkiler incelenmiştir.

TDY'07'ye uygun olarak boyutlandırılmış 8 katlı, kiriş yüksekliği sabit, asmolen döşeme sistemindeki yapının TDY'07 kıstasları dikkate alınarak şekil değiştirme esaslı performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Perde + çerçeve sistemli yapıda bir adet U şeklinde perde mevcuttur. Performans değerlendirmesi yapabilmek maksadıyla doğrusal olmayan artımsal itme analizi ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik hesap yöntemleri kullanılmıştır. Perde davranışını daha iyi gözlemleyebilmek için ise perdeler; lifli plastik mafsala sahip çubuk eleman ve çok katmanlı kabuk modeli olmak üzere iki ayrı biçimde tarif edilmiştir. Farklı analiz yöntemlerine ve farklı perde tiplerine göre oluşturulan modeller sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve birbirleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

PERFORMANCE ASSESSMENT OF AN EXISTING RC BUILDING ACCORDING TO NONLINEAR ELASTIC ANALYSIS METHODS STATED IN TSC'07

SUMMARY

Advancements in science and computer technologies leads to some progress on structural engineering. These developments make implementation of pushover analysis and observation of the structural behaviour by using real or modified seismic datas possible which were known theoretically in the past. Researchers, engineers and some other technical disciplines used that scientific heritage for creating better solutions about structural design concepts. This started a new era in structural engineering, which is called “displacement based design” in technical literature. Although this new concept is only around two decades old, it seems that popularity of it increases day by day against traditional concepts such as “force based design”. The new concept becomes popular since it leads more trustable, economical and observable solutions compared to traditional techniques. On the other hand, evaluation of the multiple performance of a building for any desired level is possible anymore by using displacement based design what brings a totally new subject to the structural engineering literature.

This new concept has started to appear in the earthquake and building codes of some countries since then the codes has been upgraded several times to improve the results. The concept is mentioned the first time in Chapter 7 of Turkish Seismic Code (TSC) in 2007. TSC'07 allows designers to evaluate the performance of a building what may has different purposes of using. Both linear and nonlinear behaviour approaches may be used to gain the result of performance level. However, the nonlinear behaviour of structural members must be recognised in displacement based design concept since the method demands it.

This study focuses on to investigate one of the most popular building design type what is sustained in the scope of “National Urban Transformation Projects”. Some recent major earthquakes occurred in Turkey raised awareness on earthquake disasters and finding solutions to beware of their destructive effects. The main purpose of these projects is to check performances of existing buildings and retrofit or rebuild them if necessary. The other goal for the researchers is to explore new techniques to strengthen the buildings. This thesis studies flat-slab floor systems used with low-height sectioned beams in RC structures since it is one of the most common building type especially for the low-rise transformation projects. In general, one core shear wall which is located mostly around of stairs, fire escapes, shafts or elevators is used with slab flat systems to help resist lateral loads. As it is observed from the current projects despite the column and shear wall elements designed conservatively, beam members which has very limited dimensions through their heights can cause lack of the structural earthquake resisting performance. This may create the redistribution of moments resulted from lateral loads through the vertical load carrying members

columns and shear walls. Therefore, extraordinary and unpredictable loads may be needed to carry by these vertical members. When it is considered designers usually ignore such cases, this raises questions about the transformation projects which aim to make stronger and more capable buildings against earthquake loads.

In this study, an 8 storey RC flat-slab building with constant height of the beam members designed together with an U shaped core wall and columns to generate a framework system. To evaluate the performance level of the building nonlinear static and dynamic analyses are implemented on the structure. Before starting the analyses plastic hinges for every each column and beam frame elements are defined according to their specific sections and then the hinges assigned to related members thus nonlinear behaviour of the frame elements are represented by the plastic hinges in the both ends of all the frames. Unlike the columns and beams, shear walls designed in two different ways with specific nonlinearity options for every each of them to observe the behaviours better. One of this modelling technique what is called in this study is “equivalent frame shear wall” which use fiber hinge method in the bottom ends of all the shear walls in the building and the other is “multi-layer shell shear wall” which use spread nonlinearity through the shear walls from bottom to top of the height of building. The main reason for using the different modelling techniques for shear walls is their different geometrical shapes if compared with the other load carrying members of a structure. Shear walls are the major structural members to resist lateral forces especially in high-rise buildings. However, the nonlinear behaviours of them could not be solved enough, yet. Therefore, different approaches to simulate nonlinearity of these complicated elements conducted in this study as mentioned above to capture more accurate results. To give a summary information about these two methods by one sentence as explanation, finite number of the fibers represent discretisation of the different materials along the cross section allow to capture accurate responses on the structural elements and the other approach for representing the behaviour of RC shear walls which use multi-layer shell element model is based on the composite material mechanics.

TSC’07 includes three types of nonlinear analyses which are single-mode considered static pushover analysis, multi-mode considered static pushover analysis and dynamic effects considered time history analysis. Among all of these methods single-mode considered static pushover analysis and time history analysis are choosen to exhibit the nonlinear behaviour and performance level of the building. Structural system has symmetry just on a single direction in the plan thus different analyses runned to observe the effects of structural members in the building for both of the methods through related directions. In literature, dynamic analyses are accepted as the most extensive methods between all of the others. On the other hand, an undesirable side of that method is it’s too much time consuming and demanding to choose one between different assumptions of the theories of structural dynamics what makes decisions to be taken more carefully. It can be also said that this method requires a higher level of technical knowledge when compared with static pushover analysis. However, static pushover analysis method allows to run the analyses in a considerable less amount of the solving time if compared by the dynamic analysis methods. The main disadvantages of this method can be said as being less reliable due to considering only a single free vibration mode of a building and some restrictions to gain more trustable results what makes the method to not be useful for the most of cases in the majority of buildings on the earth.

Consequently, these two different approaches to find out the nonlinear behaviour of the building in this study compared between each other. The results checked carefully and the performance levels are determined for every each different method and loading case. Performance of the building is tried to checked under two main titles which are “structural system based results” and “structural element based results”. The structural system based results are less trustable and they give less informations about buildings’ earthquake resistance features if compared with the element based results. Besides, they can not be used to determine the performance level of any building if nonlinear elastic methods are used according to TSC’07. However, they are very useful to observe general building behaviour thus some main problems or some inadequacies of a building can be easily seen. The structural system based results of the studied building in the thesis are investigated under four subtitles which are “top story displacement of the building”, “base shear force of the building”, “story drift ratios of the building” and “story shear forces of the building”. The results show that pushover analyses estimate bigger quantities compared to time history analyses about the building’s top story displacement and story drift ratios. In contradiction to the previous case the time history results are higher than the pushover analyses results about the base shear forces of the building. Although not yet certain, it is observed that the two different analyses methods’ story shear forces results match on the top floors apparently. On the other hand, the pushover results are more dominant on the middle floors and the time history results are more dominant on the bottom floors. The element based results which are the main parameters to obtain a building’s earthquake performance according to TSC’07 are investigated for every each structural member carefully. The results are checked for the beam, column and shear wall members. Nonlinear behaviours of the beams and columns are checked on their both frame ends. The nonlinear behaviours for the beams are defined by bending plastic hinges. The definition of the columns’ nonlinear behaviours are made different than the beams since the columns are under axial normal force effects. Due to their different cases PMM plastic hinges which can simulate the mutual effects of the axial force and the moments from different directions are assigned to every each type of the column sections. Differently from the beams and the columns, behaviours of the core shear walls which are the main lateral load carriers are observed under both the shear forces and the bending moments effects. After all, these results show that main parameter for the performance level is the beam members. With a few exceptions the columns are in the “Minimum Damage” or “Apparent Damage” levels according to TSC’07. The shear walls estimate even better results as “Minimum Damage” except two shear wall members located at the first two storey levels under one of the loading direction of pushover analysis which shows for them “Apparent Damage” level. On the other side, the most of the beams demand too high rotations which make the behaviour of them to pass beyond elastic borders of their capacities. This issue can be seen in the both analysis methods besides that behaviours of the beams drag the building into undesired and dangerous performance levels as appeared for static pushover analyses “Life Safety” and for dynamic time history analyses “Collapse” in their worst cases respectively.

All in all, much more studies should be done to investigate the building performance levels on similar structures and compared with each other to capture matching results if they exist thus healthier and more reliable comments can be given.

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze doğal afetlerle başa çıkmaya çalışan insanlık, bu duruma karşı kendi güvenliğini sağlayabilme doğrultusunda bir hayli yol kat etmiştir. Buna rağmen, birtakım doğal afetler karşısında günümüzde dahi çaresiz veyahut yetersiz kalmaktayız. Sismik açıdan aktif bir coğrafyada bulunan ülkemizde ise depremler, belki de en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afet türüdür. Depremlere karşı gerek ülkemizde gerekse dünyanın diğer ülkelerinde önlemler alınabilmesi maksadıyla birçok çalışmalar yapılmıştır ve hâlen yapılmaktadır. Bu çalışmalara istinaden yönetmelikler hazırlanmakta ve bu yönetmeliklerde, depremlere karşı durabilecek yapılar inşa edebilmek maksadıyla kıstaslar sunulmaktadır.

Bina tasarımında amaç, yapıyı olası dış etkilere karşı koyabilecek şekilde projelendirmektir. Geleneksel yöntemlerde bu etki kuvvet cinsinden ifade edilmiştir. Belirli bir süneklik kabulüne göre yapıya etkiyen yüklerin sonucunda bu süneklik durumuna karşı gelen dayanım hesaplanmaya çalışılır. Yeni yapılacak olan bir yapıda yükleri aşırı güvenli tarafta kalmak suretiyle belirlemek mümkündür fakat mevcut bir yapının deprem güvenliğinin bulunmasında bu yaklaşımın uygulanması mümkün değildir. Hem mevcut hem de yeni yapılacak olan yapılar için kuvvet esaslı tasarımın dezavantajları şunlardır:

- Elastik ötesi davranışın tahmin edilememesi
- Olası hasar dağılımının tespitinin çok zor oluşu
- Plastik kesitlerin oluşumuna bağlı olarak yeniden dağılımın belirlenememesi
- Farklı performans istemlerinin tespit edilmesindeki zorluklar
- Talep edilen kuvvetlerin aşırı güvenli tarafta olacak şekilde belirlenmesi durumunda ekonomik olmayan çözümler sunması.

Bu olumsuzlukları ortadan kaldırılabilmesi maksadıyla yeni sayılabilecek bir yaklaşım olan “şekil değiştirme” veya diğer bir deyişle “performans” esaslı tasarım ortaya konulmuştur. İlk olarak ATC-40 [1] ve FEMA-356 [2] yönetmelikleriyle literatürde kendisine yer bulan performansa dayalı tasarım kavramı kısa zaman içerisinde bazı gelişmeler de göstererek birçok farklı yönetmelikte yer almıştır.

Ülkemizde, 1940 yılından itibaren birçok kez deprem yönetmelikleri hazırlanmış ya da mevcut yönetmeliklerde revizyonlar yapılmak suretiyle güncellemeler yapılmıştır [3]. Son olarak 2007 yılında yayımlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te (veya Türk Deprem Yönetmeliği "TDY") [4] ise önceki yönetmeliklerden farklı olarak "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" kısmı yer almıştır. Performansa dayalı tasarım yaklaşımının ülkemiz yönetmeliklerinde ilk olarak bahsedildiği bu kısım, öncelikli olarak mevcut binalar için düşünülmüş olsa da yeni binalar için de kullanılabilecek niteliktedir. Farklı performans seviyelerinin tespiti için doğrusal ve doğrusal olmayan değerlendirme yöntemlerini içeren yönetmelik, bu yöntemlerin her birinin içinde de statik ve dinamik olmak üzere iki ayrı seçenek sunar.

Ülkemizde özellikle İstanbul ilinde başlayan ve sürmekte olan yoğun kentsel dönüşümün amacı, depreme karşı koyabilecek seviyede, güvenilir konutlar üretmektir. Üretilen yeni konutların taşıyıcı sistemlerinin başlıca ortak özellikleri ise şunlardır:

Bu binalarda,

- Düşey yükleri taşımak ve yatay yükleri dağıtmak amacıyla düşük yükseklikli, sık kirişlerden oluşturulmuş olan dişli bir döşeme sistemi bulunmaktadır.
- Yukarıda ifade edilen döşeme ile birbirlerine bağlanmış yatay yük taşıyıcı düşey elemanlar (perde ve kolonlar) mevcuttur.
- Genelde bir adet olmak üzere planda burulma düzensizliğine dikkat edilmeden yerleştirilmiş olan, merdiven ve asansör kısımlarının tümünü veya bir bölümünü kapsayan, bütünleşik olarak çalışabilen perde bulunmaktadır.
- Mimari estetiği bozmayacak olmasına rağmen sırf kalıp işçiliğinden kaçınmak amacıyla kirişler yapılmamaktadır. Dolayısıyla bu binalarda, perdenin veya perdelerin deprem etkisi altında devre dışı kalması sonucunda ek bir güvenlik rezervi bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, TDY'07 [4] kullanılarak boyutlandırılmış olan bu tür binaların doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile gerçek deprem güvenliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında bu yapıları temsil etmek için seçilen sadece bir örnek üzerinde çalışılmış ve bu örnek için elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Elbetteki kesin yargıya ulaşabilmek için çok sayıda örnek üzerinde çalışılması

gerekmektedir. Burada vurgulanması gereken diğ er bir husus da, depreme karşı koyabilecek güvenilirlikte binaların üretilmesinde doğru yolu bulmak için bir tarti ma ortamının yaratılmasıdır.

TDY'07 ve TS-500 [5] yönetmelikleri gözönüne alınarak, ülkemiz pratiğine uygun olacak şekilde, konut türü binaların tasarımında sıklıkla tercih edilen yazılımlardan biri olan STA4-CAD [6] kullanılmış ve yukarıda ifade edilen taşıyıcı sistem özelliklerini içeren 8 katlı perde +  er eve sisteminde bir bina modellenmiştir.

Binanın, olası bir depreme karşı göstereceği performansı belirleyebilmek amacıyla, TDY'07'de bahsedilen performans değerlendirme yöntemlerinden, doğrusal olmayan eşdeğer statik itme analizi ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemleri kullanılmıştır. Doğrusal olmayan analizlerin yapılabilmesi için Sap2000 [7] programı kullanılırken yığılı plastik mafsalları kabulü yapılan kolon ve kiriş elemanlarının uç bölgelerine ait değerlerin hesaplanmasında XTRACT [8] yazılımından faydalanılmıştır. Perdelere ait doğrusal olmayan davranışlar ise Sap2000'de bulunan, doğrusal olmayan özellikleri tarif edebilecek lifli plastik mafsalları ve çok katmanlı kabuk modelleri kullanılarak yapılmıştır. Doğrusal olmayan dinamik yöntem olan zaman tanım alanında hesap yönteminin yapılabilmesi için ise 7 adet gerçek deprem ivme kaydı seçilmiş ve bunların TDY'07 uyarınca benze tirilmeleri SeismoMatch [9] yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2. TDY’07’DE DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK YAPI PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ

Ülkemizde, ilk olarak TDY’07’de [4] karşımıza çıkan performans değerlendirme kavramı hem mevcut binalar için hem de yeni yapılacak yapılar için kullanılabilir. TDY’07’de doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemlerin her ikisine göre de performans değerlendirme kriterleri sunulmuştur. Bu kısımda sadece, tez çalışmasında kullanılan yöntem olan doğrusal elastik olmayan yöntem ve bunun uygulama biçimleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Genel bir bakış atacak olursak bir yapının performans değerlendirme, o yapıdan talep edilen performans seviyesi ve yapının kendi kapasitesi ile ilişkilidir. Bu talep istemi ile kapasiteye ait nicel değerlerin karşılaştırılması sonucu yapı performansı ile ilgili bilgiler elde edilir.

TDY’07’de talep edilen performans seviyeleri 3 adet olup yapının bu performans seviyelerinden herhangi birine dahil olmaması hâlinde göçme durumunda olduğu belirtilmiştir. Bu performans seviyeleri:

- ☞ Hemen Kullanım (HK) Performans Düzeyi
- ☞ Can Güvenliği (CG) Performans Düzeyi
- ☞ Göçme Öncesi (GÖ) Performans Düzeyi
- ☞ Göçme hâlidir.

Yönetmelik, yapı performans düzeyi saptaması yaparken farklı tür yapılar için farklı deprem etkilerinin göz önüne alındığı bir yaklaşım benimsemiştir. Buna göre; 50 yıllık bir süreçteki aşılma olasılıklarına göre depremler 3 ayrı başlıkta toplanmış ve kullanım amaçları farklı olan yapı türleri ile karşılaştırılmaları yapılarak istenilen performans talep seviyeleri belirtilmiştir. Örneğin, bir sinema salonu için 50 yıllık bir süreç içerisinde %50 olasılıkla meydana gelmesi muhtemel bir deprem için “hemen kullanım” performans seviyesi hedeflenirken yine aynı süre içerisinde bu sefer %10 olasılıkla meydana gelmesi tahmin edilen bir deprem durumu için talep edilen performans seviyesi “can güvenliği”dir. Bu durum TDY’07’de Çizelge 2.1’deki gibi verilmiştir.

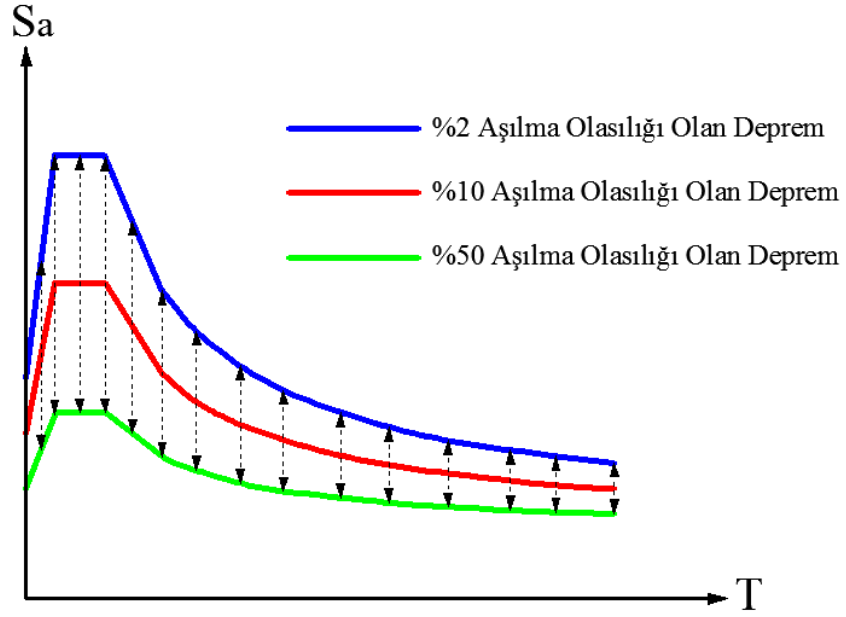
Çizelge 2.1: TDY’07’de belirtilen bina performans seviyeleri.

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

Çizelge 2.1’den de görüldüğü gibi farklı deprem durumlarının yapı performansı belirleme kriterleri üzerinde etkisi büyüktür. Buna göre bu farklı deprem seviyeleri şu şekilde tanımlanmıştır:

- 1- *50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem:* Servis veya kullanım depremi olarak da ifade edilir. Deprem dönüş periyodu diğer bir deyişle benzer iki depremin oluşumu arasında geçecek süre yaklaşık 72 yıldır. Tüm binaların bu deprem seviyesini minimum hasarla atlama beklenmektedir. Tasarım depreminin yaklaşık yarısı büyüklüğündedir.
- 2- *50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem:* Bina önem katsayısı $I=1$ olan yapıların tasarımında kullanılan deprem olduğundan “tasarım depremi” de denmektedir. Dönüş periyodu 475 yıl olarak ifade edildiğinden bir yapının bu depreme maruz kalma ihtimali düşüktür.
- 3- *50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem:* Yaklaşık dönüş periyodu 2475 yıl olarak belirtilen bu depreme bir binanın ömrü boyunca maruz kalma ihtimali çok düşüktür. Tasarım depreminin yaklaşık 1.5 katı büyüklüğündedir.

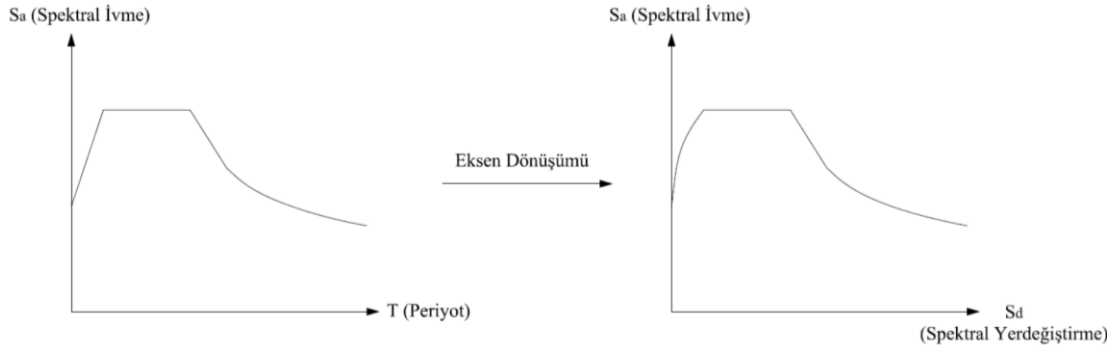
Bu farklı deprem seviyeleri tek bir grafik içerisinde Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: 50 yıllık süreçte aşılma olasılıklarına göre deprem seviyeleri.

Yapı türü ve istenilen performans seviyesi belirlendikten sonra binadan talep edilen bu istemlerin nasıl elde edileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum TDY'07'de, doğrusal olmayan yöntemlerden statik itme analizi yöntemi için, yapı türüne ve performans seviyesi istemine uygun olarak seçilmiş elastik ivme spektrumlarına dönüşüm uygulamak suretiyle elde edilir. Bu dönüşüm sonucu, eksenleri spektral ivme (S_a) ve spektral yerdeğiştirme (S_d) olan “talep eğrisi” elde edilir. Denklem 2.1'den faydalanılarak elde edilen bu eğrinin grafiksel gösterimi Şekil 2.2'de verilmiştir.

$$S_d = \frac{S_a}{\omega^2} = S_a \frac{T^2}{(2\pi)^2} \quad (2.1)$$



Şekil 2.2: Spektrum eğrisinde eksen dönüşümü.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz (ZTADOA) yönteminde ise durum statik itme analizi yöntemlerinden biraz daha farklıdır. Bu yöntem için ivme spektrumları yerine TDY’07’nin kıstaslarına uygun olarak seçilmiş veyahut benzeştirilmiş deprem ivme kayıtları kullanılarak talep istemleri belirlenir.

İlgili yapıya ait talep istemleri belirlendikten sonra bu yapının kapasitesinin belirlenmesi gerekmektedir. TDY’07, herhangi bir yapının kapasitesinin belirlenebilmesi önkoşulu olarak birtakım kıstaslar sunmuştur. Mevcut binaların durum saptaması için alınan bilgilerin kapasitesine göre bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 2.2’de verilmiştir. Burada belirtilen katsayılar, mevcut yapının projesinin bulunup bulunmamasına, rölöve çalışmasının detaylarına, yerinde yapılan inceleme ve alınan numune gibi faktörlere bağlıdır. Yeni yapılacak projeler için ise bu katsayı “1” olarak alınmaktadır.

Çizelge 2.2: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları.

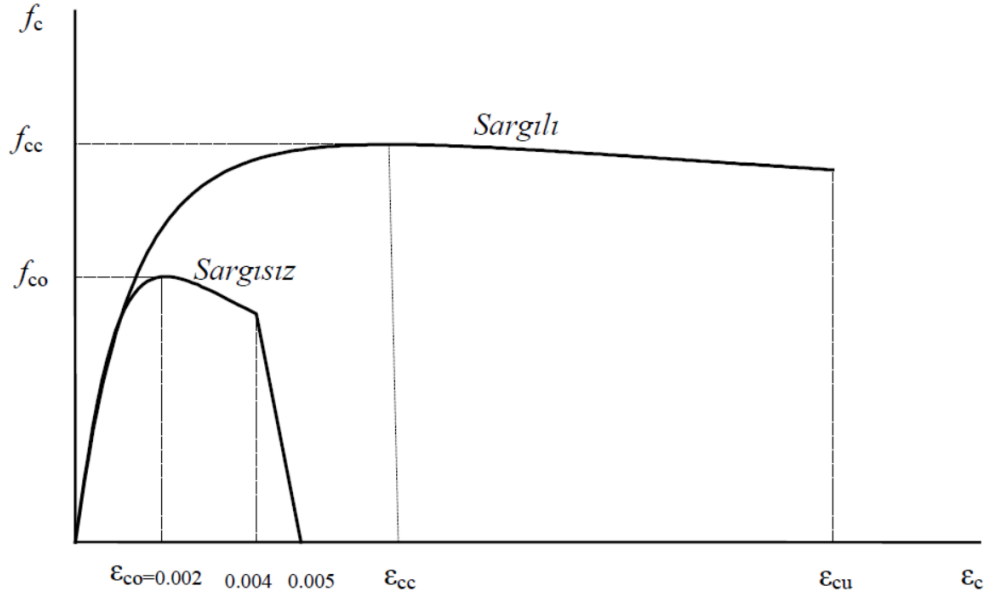
Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

Çizelge 2.2’de verilen bu değerler, TDY’07’de verilen kıstaslara göre incelenen binalardan elde edilen ve yapı eleman kapasitelerine uygulanacak “cezalandırma” katsayılarıdır.

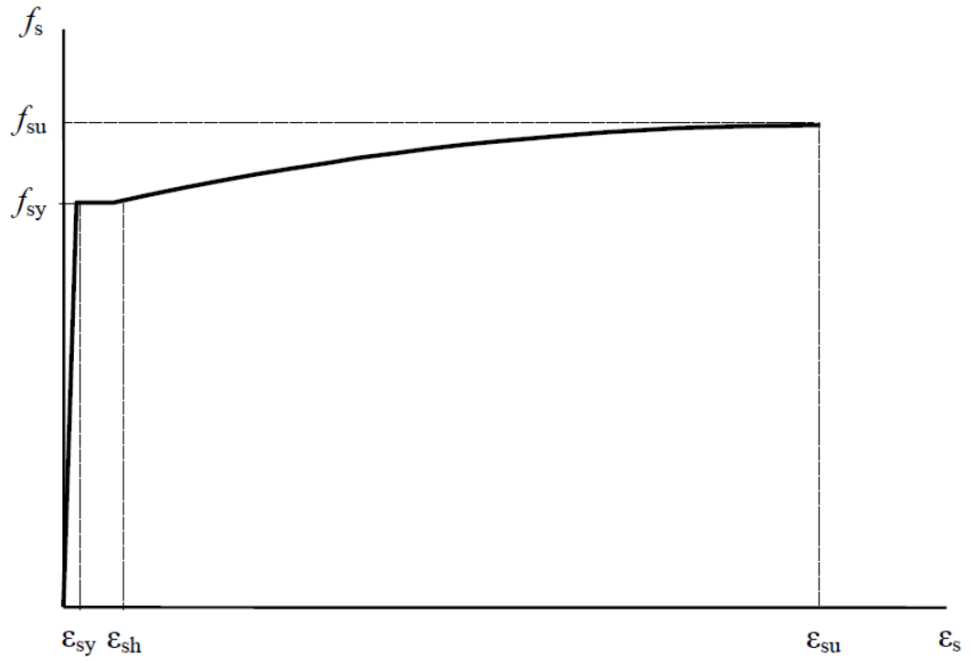
2.1 Doğrusal Olmayan Davranışın Tariflenmesi ve Kesit Hasar Sınırları

TDY’07’de performansa dayalı tasarım ve değerlendirme, doğrusal olmayan davranışın dikkate alındığı yöntemler için, elemanların kesit hasar durumlarına göre belirlenmektedir. Bu kesit hasar durumlarının neler olduğuna bakmadan önce doğrusal olmayan davranışın daha iyi anlaşılabilmesi için betonarme elemanlar üzerinde bu davranışın nasıl tariflenebileceği hakkında bilgiler verilmiştir. Buna göre, TDY’07’nin Bilgilendirme Eki 7B’de verilen malzeme modelleri doğrusal olmayan davranışın tariflenebilmesi için ilgili elemanlarda kullanılabilir. Beton malzeme modelleri Mander beton modeli esas alınarak tanımlanmış olup Şekil 2.3’te bu modele ait grafiğin sargılı ve sargısız betonlar için gerilme – birim şekil

değiştirme eğrileri sunulmuştur. Donatı çeliği için tarif edilmiş gerilme – birim şekil değiştirme grafiği ise Şekil 2.4’te verilmiştir.

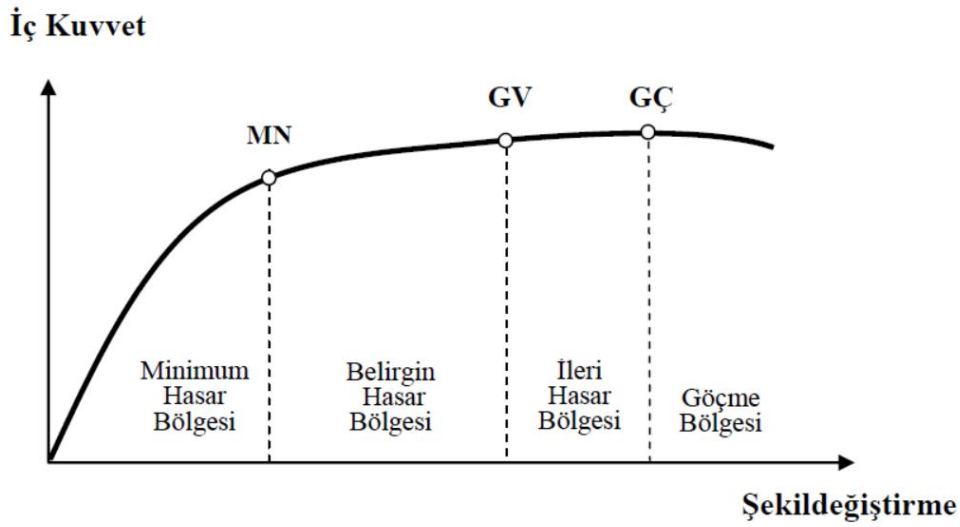


Şekil 2.3: TDY’07’de sargılı ve sargısız beton için tarif edilmiş olan doğrusal olmayan davranış modelleri.



Şekil 2.4: TDY’07’de donatı çeliği için tarif edilmiş olan doğrusal olmayan davranış modeli.

Verilen malzeme modelleri dikkate alınarak boyutlandırılan elemanların, doğrusal olmayan özelliklerinin tarif edildiği bölgelerde plastik şekil değiştirmeler meydana gelir. TDY'07, bu şekil değiştirme sınırlarına göre eleman bazında kesit hasar durumu belirlenmesini önerir. Eleman bazında elde edilen bu kesit hasar bilgileri yönetmeliğin kendi kıstasları ile karşılaştırılarak yapı genel performansı belirlenmeye çalışılır. Buna göre, sünek olarak hasar görmesi beklenen diğer bir deyişle plastik şekil değiştirme kapasitesine sahip elemanlara ait kesit hasar bölgeleri TDY'07'de Şekil 2.5'teki gibi verilmiştir.



Şekil 2.5: TDY'07'ye göre kesit hasar bölgeleri.

Burada “MN” minimum hasar sınırını, “GV” güvenlik sınırını ve “GÇ” ise göçme sınırını ifade etmektedir. Kesitin hasar durumu, MN'ye ulaşmamışsa minimum hasar bölgesinde, MN~GV arasındaysa belirgin hasar bölgesinde ve GV~GÇ arasında ise ileri hasar bölgesindedir. GÇ sınırının aşıldığı durumlarda ise elemanın göçtüğü kabul edilir.

Elemanlara ait bu kesit hasar bölgelerinin tespiti için birtakım sayısal verilere ihtiyaç vardır. Buna göre kesit hasar sınırları için izin verilen sınır değerler TDY'07'de aşağıdaki şekilde verilmiştir:

- a) Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.003 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{MN} = 0.010 \quad (2.2)$$

b) Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GV} = 0.040 \quad (2.3)$$

c) Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GV} = 0.004 + 0.014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GV} = 0.060 \quad (2.4)$$

Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen birim şekil değiştirme istemleri, bu verilen sınır değerlerle karşılaştırılarak kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenir.

Kesit hasar durumları da belirlendikten sonra yapının genel hâlinin tespiti için TDY'07 Bölüm 7.7'den faydalanılır ve bina performansı belirlenmiş olur.

TDY'07'de bina performansını belirlemek için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerin olduğundan ve bunlardan doğrusal olmayan yöntemlerin bu tez kapsamında kullanılmasından dolayı yalnızca bu kısmın anlatılacağından bahsedilmişti. Doğrusal olmayan yöntemlerin yönetmelik içerisinde 3 farklı biçimde uygulaması vardır. Bunlar;

- ☞ Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- ☞ Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi
- ☞ Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir.

Bu çalışma kapsamında Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri kullanılmış olup ilerleyen başlıklarda bu yaklaşımlar hakkında TDY'07'nin vermiş olduğu bilgiler sunulmuştur.

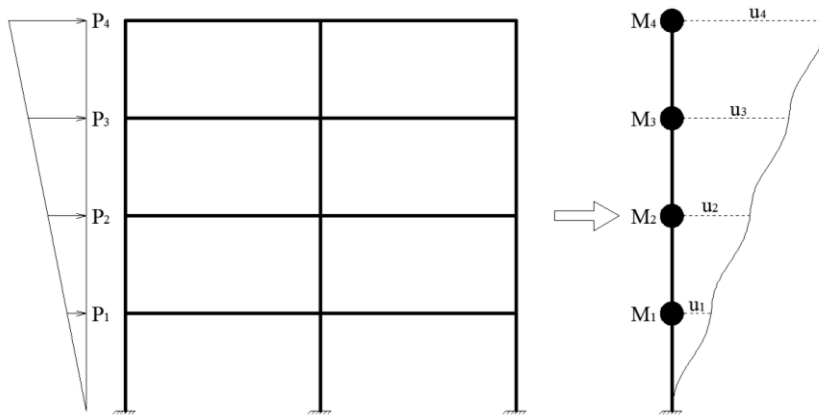
2.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü (AEDY) Yöntemine Göre Bina Performansı Belirlenmesi

Bu yöntemin amacı, yapı doğal titreşim modlarından birinci (hâkim) mod şekli ile orantılı olacak biçimde yapının monotonik olarak artan yatay yüklerle (eşdeğer deprem yükleri) talep edilen deprem istem sınırına kadar itilmesidir. Mevcut düzey yüklerle yapılan bir ön analizin devamı niteliğinde olan bu yatay yüklemelerin her bir adımında, taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekil değiştirme

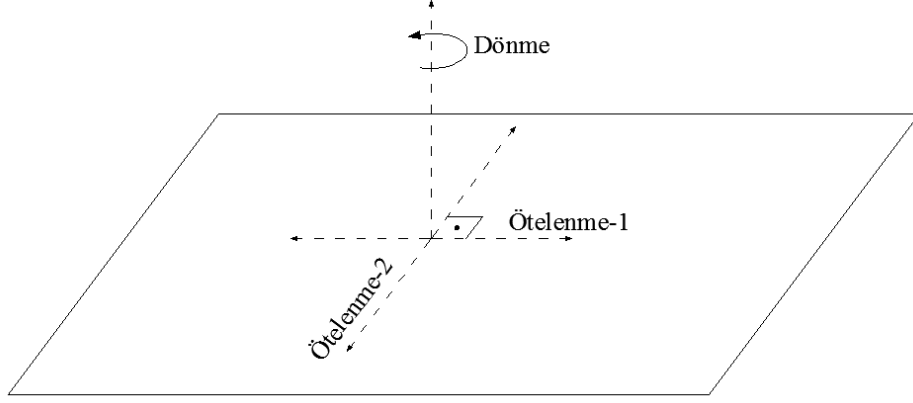
ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için bazı şartların sağlanması gerekmektedir;

- ☞ Bodrum katlar hariç toplam kat sayısı 8 adetten fazla olmamalıdır.
- ☞ Herhangi bir katta ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlamalıdır.
- ☞ Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) titreşim moduna ait etkin kütlenin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının 0.70 olması zorunludur.

Verilen şartların sağlanması durumunda itme analizi birtakım varsayımlar yapılarak gerçekleştirilebilir. Bunlar; eşdeğer deprem yükü dağılımının taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kalması ve bu durumdan dolayı yük dağılımının, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan, deprem doğrultusundaki hâkim mod şekli genliği ile ilgili kütlenin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanmasıdır. Ayrıca kat döşemelerinin rijit diyafram olarak idealleştirildiği binalarda deprem doğrultusundaki hâkim mod şekli genliği olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme göz önüne alınır. Şekil 2.6 ve Şekil 2.7’de sırasıyla tipik eşdeğer deprem yüklemesi ve rijit diyafram kabulüne göre hareket serbestlikleri verilmiştir.



Şekil 2.6: Tipik bir eşdeğer deprem yüklemesi ve kat genliklerinin gösterimi.



Şekil 2.7: Rijit diyafram kabulüne göre kat serbestlikleri.

Bu kabullere göre eşdeğer deprem yüklemesi yapılır ve koordinatları tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti olan itme eğrisi elde edilir. Tepe yerdeğiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her itme adımında hesaplanan yerdeğiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin, hesaplanan deprem doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile, koordinatları modal yerdeğiştirme – modal ivme olan modal kapasite diyagramı şu şekilde elde edilir:

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

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (2.5)$$

- b) (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hâkim) moda ait modal yerdeğiştirme $d_1^{(i)}$ ise denklem 2.6 ile ifade edilir;

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (2.6)$$

Denklem 2.6'da belirtilen modal katkı çarpanı Γ_{x1} ise aşağıdaki denklemle hesaplanır. Burada L_{x1} , katların kütleleriyle genlik oranlarının çarpımlarının toplamını, M_1 ise modal kütle toplamını ifade etmektedir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (2.7)$$

Bu denkleme göre elde edilen modal kapasite eğrisi, denklem 2.1 kullanılarak elastik ivme spektrumundan talep eğrisine dönüştürülen eğri ile aynı grafik üzerinde gösterilir ve bunların kesişim noktası belirlenir. İki eğrinin kesiştirilmesi ile depremin talebine sistemin verdiği cevap yani karşı gelen denge konumu bulunur. Ancak, bu kesişmenin yapılabilmesi için iki eğrinin aynı türden olması gerekir. Depremin talebi elastik spektrum eğrisi ile tanımlanmıştır. Buna karşılık sistemin kapasitesi doğrusal olmayan davranışla elde edilmiştir. TDY'07'de kapasite eğrisinin talep eğrisi gibi elastik duruma çevrilmesi ile dönüşüm yapılması önerilir. Bu işlem, kapasite eğrisinin başlangıç teğetinin çizilmesiyle kolayca yapılır. Bu teğetle elastik talep (spektrum) eğrisinin kesimi ile hem göz önüne alınan depremin talebi ve hem de sistemin ona verdiği yatay yerdeğiştirme elde edilir. Ancak, her iki eğri de elastik tabanlı olduğu için bulunan nokta da sistemin elastik davranışı ile, yani taşıyıcı sistemin hasarsız olarak depremi karşılaması ile ilgilidir. Eşit Yerdeğiştirme Kuralı kullanılarak, elastik sistem için elde edilen $d_{\max}^e$ elastik yer değiştirmesinden $d_{\max}^{ep}$ elasto-plastik olanına geçilir. Buna göre periyotu büyük yapılarda elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmelerin yaklaşık olarak aynı olduğu kabul edilirken, periyotu küçük yapılarda elasto-plastik yerdeğiştirme elastik yerdeğiştirmenin bir katsayı tarafından büyütülmesi ile elde edilir [10]. TDY'07 Bilgilendirme Eki 7C'de bu kuralın uygulanması şu şekilde açıklanmıştır:

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotuna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak denklem 2.8 ile elde edilir:

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (2.8)$$

Doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} 'den hesaplanır:

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (2.9)$$

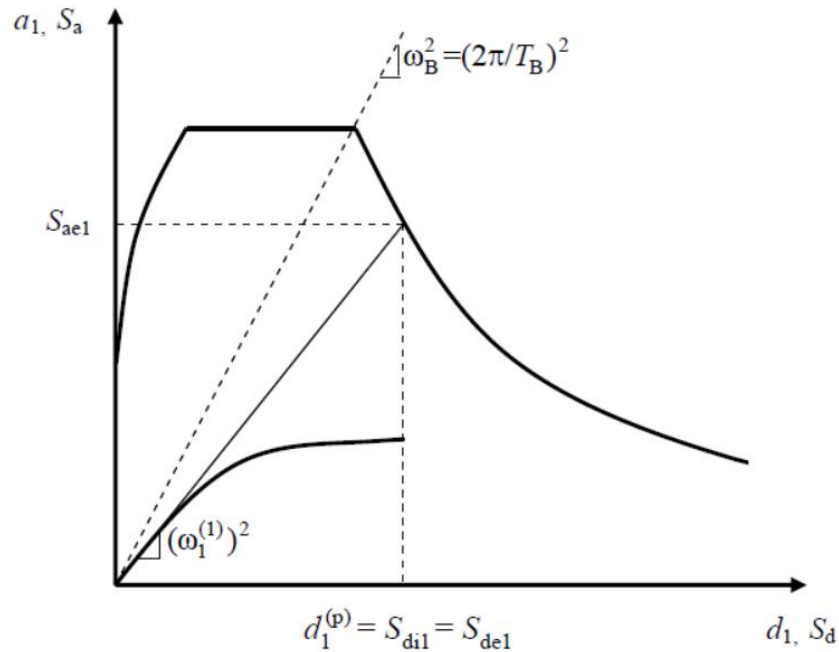
Denklem 2.9'da belirtilen spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , başlangıç periyodu $T_1^{(1)}$ 'in değerine $(T_1^{(1)} = 2\pi/\omega_1^{(1)})$ bağlı olarak aşağıdaki maddelerden birine göre belirlenir.

- $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun, elastik ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda ($T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$), doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{d1} , eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait linear elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e eşit alınacaktır. Buna göre denklem 2.8'deki spektral yerdeğiştirme oranı denklem 2.10'daki gibi alınır.

$$C_{R1} = 1 \quad (2.10)$$

Şekil 2.8'de ve onu izleyen Şekil 2.9'da birinci (hâkim) titreşim moduna ait ve koordinatları (d_1, a_1) olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları spektral yerdeğiştirme (S_d) – spektral ivme (S_a) olan davranış spektrumu bir arada çizilmiştir.

- $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun, elastik ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B 'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise, denklem 2.8'deki spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , ardışık yaklaşımla aşağıdaki şekille hesaplanır:



Şekil 2.8: Performans noktasının tespiti ($T_1^{(1)} \geq T_B$).

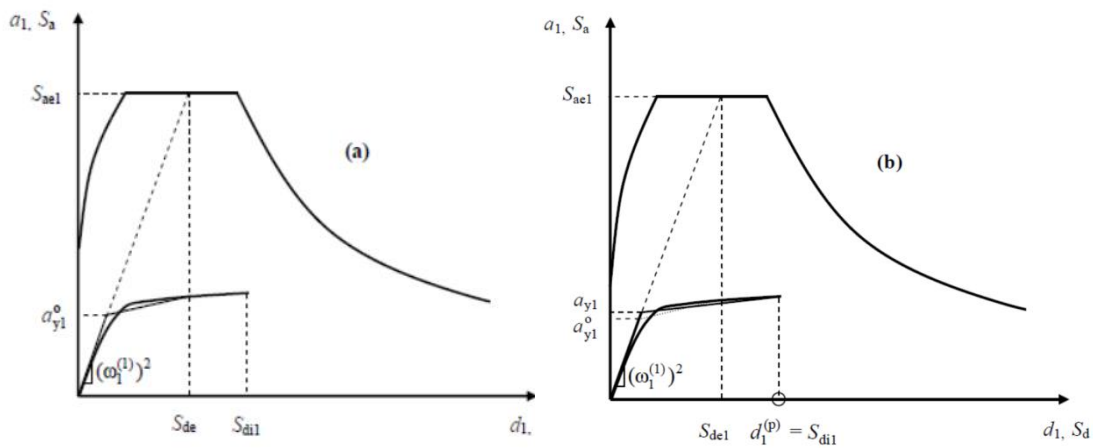
- (a) İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, Şekil 2.9(a)'da gösterildiği üzere, yaklaşık iki doğrulu (bi-linear) bir diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki ($i=1$) doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğere, $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır ($T_1^{(1)} = 2\pi/\omega_1^{(1)}$).
- (b) Ardışık yaklaşımın ilk adımında $C_{R1} = 1$ kabulü yapılarak, diğer deyişle denklem 2.10 kullanılarak eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil 2.9(a)'da görülen a_{y1}^0 esas alınarak C_{R1} aşağıdaki biçimde tanımlanır:

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1) T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (2.11)$$

Bu bağıntıda R_{y1} birinci moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir:

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (2.12)$$

- (c) Denklem 2.11'den bulunan C_{R1} kullanılarak denklem 2.8'e göre hesaplanan S_{di1} esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları, Şekil 2.9(b)'de gösterildiği üzere, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



Şekil 2.9: Performans noktasının tespiti ($T_1^{(1)} < T_B$).

Modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$ 'nin, doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{di1} 'e eşit olduğu şekil 2.8 ve şekil 2.9 yardımıyla anlaşılabilir. Buradan yola çıkarak, son itme adımı $i = p$ için modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$ 'nin, denklem 2.6'da yerine konulması ile, x deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi $u_{xN1}^{(p)}$ denklem 2.13'teki gibi elde edilir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (2.13)$$

Buna karşı gelen diğeri tüm istem büyüklükleri (yerdeğiştirme, şekil değıştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizi dosyasından elde edilir veya tepe yerdeğiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanır [4].

2.3 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz (ZTADOA) Yöntemine Göre Bina Performansı Belirlenmesi

Statik analiz yöntemlerinden farklı olarak, deprem dinamik karakteristiğini zamana bağılı biçimde göz önüne alan bu yöntem şu ana dek literatürde kabul görmüş olan en kapsamlı yöntemdir. Statik yöntemlerde olduğu gibi mod şekilleri dikkate alınmaz, bunun yerine yapının atalet kuvveti ile depreme karşı gösterdiği davranış gözlemlenir. Belirli bir deprem ivme kaydı altında yapılan çözüm boyunca, tanımlanmış olan her bir zaman adımında, yapı elemanlarında oluşan şekil değıştirmeler ve dönmeler kaydedilerek yapı üzerinde oluşan toplam deprem etkisi zamana bağılı olarak gözlemlenir.

TDY'07'de, bu yöntemin uygulanabilmesi için yapay yollarla üretilmiş, daha önceden kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketlerinin kullanılabileceğı belirtilmiştir. Yönetmelik, bu yöntemin kullanılabilmesi için şu şartları istemektedir:

Eğeri yapay yer hareketleri kullanılacaksa;

- Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyotunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyota karşı gelen spektral ivme değışlerinin ortalaması A_{0g} 'den daha küçük olmayacaktır.
- Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değışlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem

doğrultusundaki birinci (hâkim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için önceden tanımlanmış elastik ivme spektrumundaki $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Eğer kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılacaksa, bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşulları da uygun biçimde göz önüne alınmalıdır. Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketlerinin kullanılması durumunda en az üç deprem yer hareketi üretilecek ve bunlar, yapay yer hareketi kullanılması durumuna ait istenilen şartların tamamını sağlayacaktır.

ZTADOA yönteminde, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

2.4 Yapı Elemanlarına Ait Toplam Eğriliklerin Bulunması

TDY'07'ye göre, AEDY veya ZTADOA yöntemlerinden birisi seçilip, doğrusal olmayan analizler yapıldıktan sonra yapı performansının belirlenebilmesi amacıyla, betonarme elemanların kesit düzeyinde meydana gelen birim şekil değiştirmeleri incelenir. Herhangi bir kesitte elde edilen θ_p plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğrilik istemi, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (2.14)$$

Burada L_p plastik mafsallı boyunu ifade etmiş olup, ilgili eleman kesitinin, eğilmeye karşı çalışan yüksekliğin yaklaşık yarısı olarak ($0.5h_{kesit}$) alınabilir.

Denklem 2.14 ile tanımlanan ϕ_p plastik eğrilik istemi ile, kesitteki normal kuvvet dikkate alınarak, uygun beton ve donatı çeliği modelleri kullanılmış bir analizden elde edilen ve iki doğrulu moment – eğrilik ilişkisi ile tanımlanan ϕ_y eşdeğer akma eğriliği toplanarak toplam eğrilik istemi ϕ_t bulunur:

$$\phi_t = \phi_p + \phi_y \quad (2.15)$$

Denklem 2.15 ile bulunacak toplam eğrilik istemine göre yapılacak olan moment – eğrilik analizi sonucunda, betonarme sistemlerde, betonun basınç birim şekil değiştirme istemi ile donatı çeliğindeki birim şekil değiştirme istemi hesaplanır. Hesaplanan bu istem, denklem 2.2, denklem 2.3 ve denklem 2.4 ile kıyaslanarak kesit düzeyinde performans değerlendirmesi gerçekleştirilir.

3. TASARLANAN BİNANIN GEOMETRİK, MEKANİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN TANITILMASI

Tez çalışması kapsamında ele alınan konut türü betonarme yapıya ait özellikler bu başlık kapsamındaki çizelge ve şekillerle anlatılmıştır. Yapıya ait 3 boyutlu sonlu eleman modelleri, malzeme bilgileri, eleman kesit özellikleri ve taşıyıcı sistem alternatifleri sunulmuştur.

İncelenen yapıda; kısa doğrultuda (X doğrultusu) 4, uzun doğrultuda (Y doğrultusu) ise 5 adet aks bulunmaktadır. X doğrultusunda aks aralıkları sabit olup 6'şar metre iken Y doğrultusunda ise üç adet aks aralığı 6m, diğer aks aralığı ise 3m'dir. Toplam 8 adet kat bulunan yapıda kat yükseklikleri sabit ve her bir katta 3m'dir. Kare biçiminde muhtelif kolon boyutlarına sahip yapıda bu boyutlar, her iki katta bir 5'er cm azalacak şekilde tasarlanmıştır. Tüm yapıda tek tip kiriş boyutu kullanılmakla beraber tablalı kiriş yaklaşımı seçilmemiştir. Tasarlanan 30cm yüksekliğindeki asmolen döşeme sistemine uyum sağlayacak biçimde, tüm kirişlerin genişlik*yükseklik değerleri 60*30cm'dir. Çubuk ve kabuk eleman olmak üzere 2 farklı yaklaşımla modellenen U şeklindeki perdenin bir kolunun bina X doğrultusundaki uzunluğu 6m, diğer iki kolunun ise Y doğrultusundaki uzunlukları 3'er metredir. Yapı sistemi oluşturulurken, tüm elemanların birleşim bölgelerinde ağırlık merkezlerinin çakıştığı yani eksantristenin olmadığı ve döşemelerin rijit diyafram şeklinde çalıştığı kabul edilmiştir.

3.1 Malzeme Özellikleri

Tüm yapı sisteminde beton için C30, donatı çeliği için ise S420a malzemeleri kullanılmıştır. Bu malzemelere ait özellikler beton ve çelik için sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1: Beton mekanik özellikleri.

Beton Sınıfı	Silindir Basınç Dayanımı (MPa)	Eşdeğer Küp Basınç Dayanımı (MPa)	Eksenel Çekme Dayanımı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
C30	30	37	1.9	32000

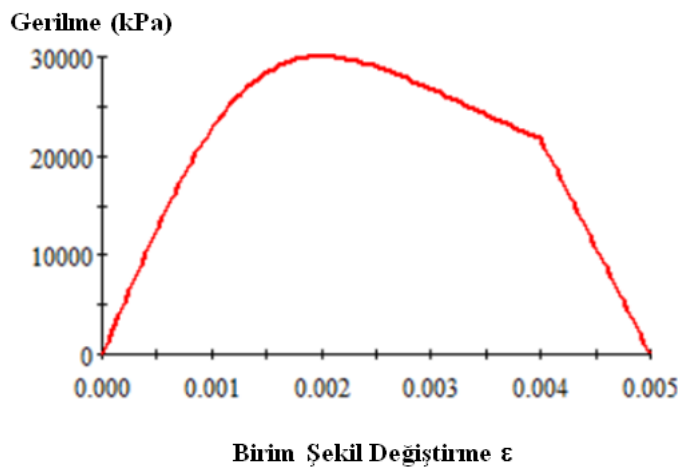
Çizelge 3.2: Donatı çeliği mekanik özellikleri.

Çelik Sınıfı	Minimum Akma Dayanımı f_{yk} (MPa)	Minimum Kopma Dayanımı f_{su} (MPa)	$\phi \leq 32$ Minimum Kopma Uzaması ϵ_{su} (%)	$32 < \phi \leq 50$ Minimum Kopma Uzaması ϵ_{su} (%)
S420a	420	500	12	10

Bu çalışma kapsamında doğrusal olmayan “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” ve “Zaman Tanım Alanında Hesap” yöntemleri kullanıldığından dolayı malzeme modellerinin de buna paralel olarak doğrusal olmayan davranışı tarif edebilmesi gerekmektedir. Betonarme elemanlarda mevcut olan malzeme modelleri aşağıda bahsedildiği şekildedir.

3.1.1 Sargısız beton modeli

Kolon ve kirişlerde etriye ile çevrelenmemiş olan kabuk bölgelerinde, perdelerde ise başlık bölgeleri hariç diğer tüm gövde bölgeleri için tarif edilmiş kısımlarda sargısız beton modeli kullanılmıştır. Bu modele ait Gerilme - Birim Şekil Değiştirme eğrisi Şekil 3.1’de gösterilmiş ve eğriyi oluşturmada kullanılan parametrelerin değerleri de sunulmuştur.

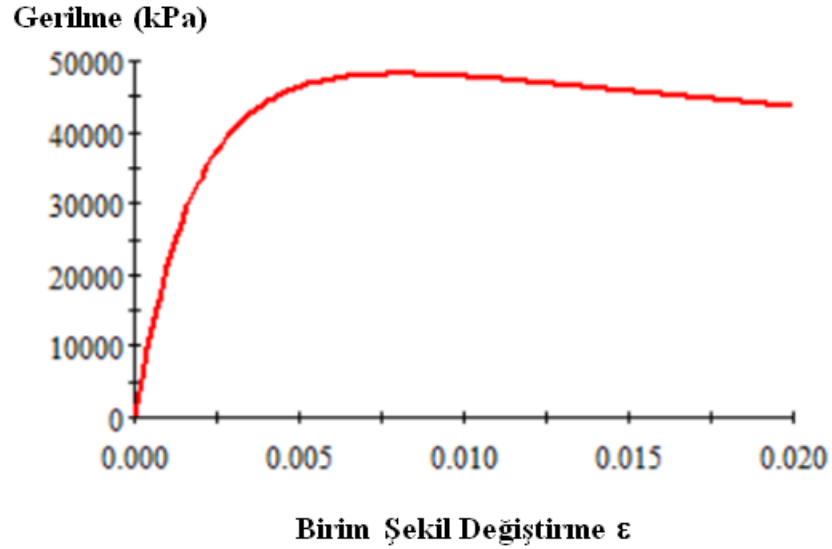


Şekil 3.1: Sargısız beton modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.

• Çekme Dayanımı	: 0 kPa
• 28 Günlük Basınç Dayanımı	: 30000 kPa
• Ezilme Sonrası Dayanım	: 0 kPa
• Çekme Birim Şekil Değiştirme Kapasitesi	: 0
• Elastik Sınır Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.002
• Ezilme Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.004
• Beton Dağılması Sınırı Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.005
• Elastisite Modülü	: 2.59E+7 kPa
• Sekant Modülü	: 2176 kPa

3.1.2 Sargılı beton modeli

Sargısız beton modelinin aksine sargılı beton modelinde kesit özellikleri davranış eğrisini belirleyen önemli bir etmendir. Etriyeler arasında kalan çekirdek betonunu tarif eden bu beton modelinde; etriye sıklığı, düşey donatıların konumu ve tüm donatıların çapları beton davranış modelini etkilemektedir. Bu tez kapsamında ele alınan tüm farklı eleman kesit tipleri için sargılı beton modelleri oluşturulmuş ve analizler bu doğrultuda yapılmıştır. Bu kısımda ise örnek olarak yalnızca 35*35cm boyutlarındaki KOL35 kolon kesiti için olan değerler Şekil 3.2’de sunulmuştur.

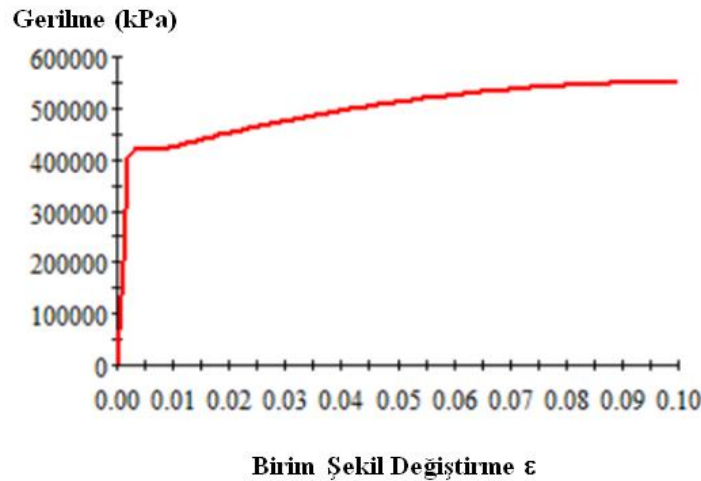


Şekil 3.2: Sargılı beton modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.

• Çekme Dayanımı	: 0 kPa
• 28 Günlük Basınç Dayanımı	: 30000 kPa
• Sargılı Beton Basınç Dayanımı	: 48110 kPa
• Çekme Birim Şekil Değiştirme Kapasitesi	: 0
• Maks. Gerilme Anındaki Birim Şekil Değiştirme	: 8.037E-3
• Ezilme Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.020
• Elastisite Modülü	: 2.59E+7 kPa
• Sekant Modülü	: 868.2 kPa

3.1.3 Donatı çeliği modeli

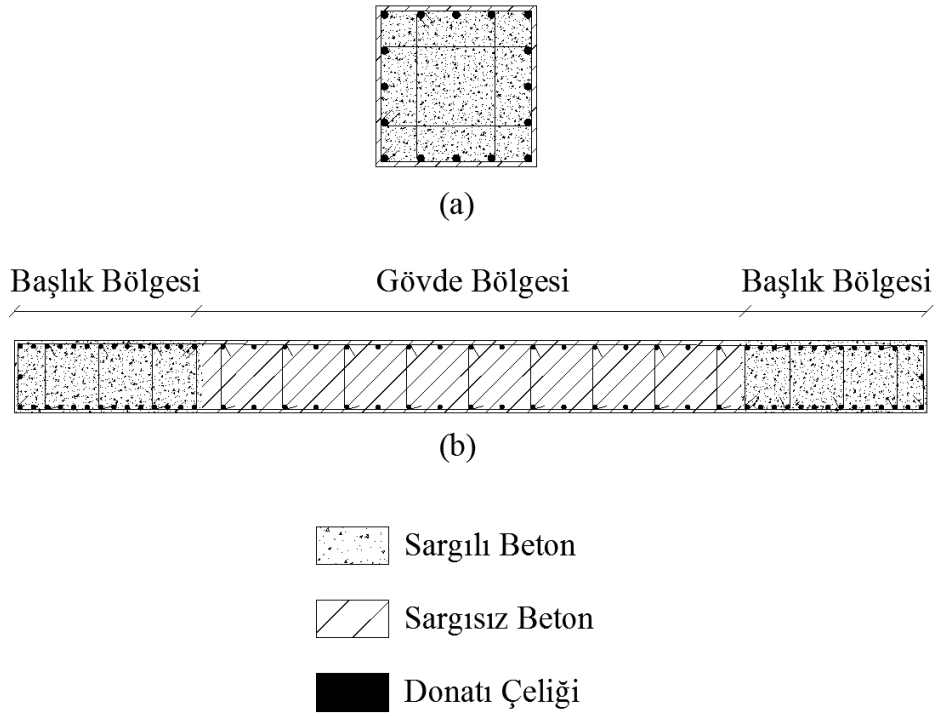
TDY'07'den [4] alınan verilere göre tariflenmiş olan S420a donatı çeliğine ait Gerilme - Birim Şekil Değiştirme eğrisi Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Pekleşme etkisinin dikkate alındığı, bunun yanında çekme ve basınçta aynı davranış eğrisini gösteren bu çelik modeli tüm betonarme elemanlarda kullanılmıştır.



Şekil 3.3: S420a donatı çeliği modeli gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi.

• Akma Gerilmesi	: 420000 kPa
• Kopma Gerilmesi	: 550000 kPa
• Akma Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.0021
• Pekleşme Başlangıcındaki Birim Şekil Değiştirme	: 0.0080
• Kopma Birim Şekil Değiştirmesi	: 0.1000
• Elastisite Modülü	: 2.00E+8 kPa

Şekil 3.4'te bu malzeme modellerinin yapı elemanları üzerindeki gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.4: Tipik kolon - kiriş kesitleri için (a) ve tipik perde kesitleri için malzeme modelleri (b).

3.2 Deprem Karakteristik Özellikleri

TDY'07'den alınan verilere göre kabul edilmiş olan deprem parametreleri aşağıda verilmiştir.

Bina Önem Katsayısı	: $I = 1.0$
Etkin Yer İvme Katsayısı	: $A_0 = 0.40$
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	: $n = 0.30$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	: $R = 6$
Yerel Zemin Sınıfı	: $Z2$
Zemin Karakteristik Periyotları	: $T_A = 0.15s, T_B = 0.40s$

3.3 Boyutlandırmada Esas Alınan Düşey Yükler

Betonarme birim hacim ağırlığının 25kN/m^3 alındığı sistemde normal ve çatı katı ayırt etmeksizin tüm katlarda eşit düşey yükler dikkate alınmıştır. Merdiven bölgesi, modellemeye 20cm kalınlığında eşdeğer plak döşeme olarak katıldığından dolayı bu kısmın ölü yük değerleri daha farklı belirlenmiştir. Yük değerleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3: Düşey yük değerleri.

	Yayılı Yükler	Çizgisel Yükler
Normal Kat ve Çatı Katı	$G = 5.89 \text{ kN/m}^2$ (Asmolen Döşeme + Kaplama) $Q = 2.00 \text{ kN/m}^2$	$G = 3.25 \text{ kN/m}$ (Duvar Yüğü)
Merdiven	$G = 7.12 \text{ kN/m}^2$ (20cm Döşeme + Kaplama) $Q = 2.00 \text{ kN/m}^2$	-

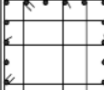
3.4 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Boyutlandırılması

Sistem boyutlandırılması STA4-CAD [6] paket programı kullanılarak TS-500 [5] ve TDY'07 yönetmeliklerine uygun bir biçimde yapılmıştır. Bu elemanlara ait bilgiler ve kesit çizimleri aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

3.4.1 Kolon boyutlandırılması

Binadaki kolonlarda, süneklik düzeyini yüksek tutabilmek maksadıyla %1.0 ~ %1.5 düşey pirsantaj oranı yakalanmaya çalışılmıştır. Bunun sonucu olarak 6 farklı tipte kolon boyutlandırılması gerçekleştirilmiştir. Bu kolonlara ait kesit çizimleri ve donatı oranları Çizelge 3.4'te, kolon tiplerinin bulunduğu katlar ise Çizelge 3.5'te sunulmuştur.

Çizelge 3.4: Kolon tipleri ve donatıları.

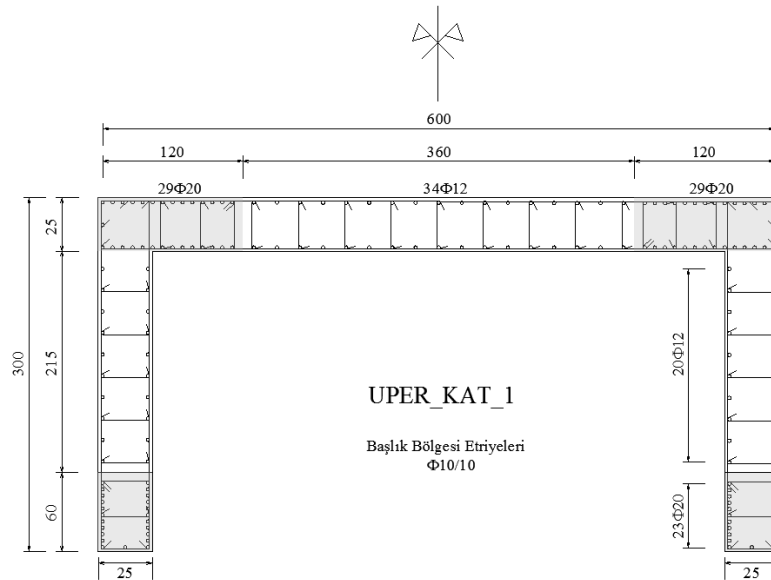
Kolon Tipi	Kolon Boyutları (m*m)	Kolon Kesitleri	Düşey Donatı	Yatay Donatı (Çap/Açıklık/Mesnet)	Düşey Donatı Oranı (%)
KOL35	0.35*0.35		8Φ16	Φ 10/18/10	1.31
KOL40	0.40*0.40		8Φ16	Φ 10/20/10	1.01
KOL45	0.45*0.45		12Φ16	Φ 10/20/10	1.19
KOL50	0.50*0.50		16Φ16	Φ 10/20/10	1.29
KOL55	0.55*0.55		16Φ16	Φ 10/20/10	1.06
KOL60	0.60*0.60		20Φ16	Φ 10/20/10	1.12

Çizelge 3.5: Kolon isimlendirmeleri.

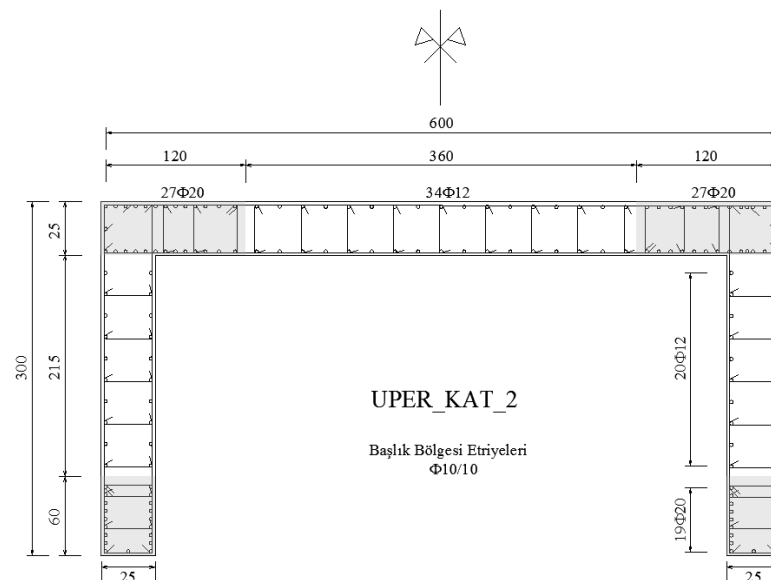
Kolon Tipi	Kat No	Kolonların Kat Planlarındaki İsimlendirilmesi
KOL 35	8	S810, S811, S812, S813, S814, S815, S816, S817
	7	S710, S711, S712, S713, S714, S715, S716, S717
	6	-
	5	-
	4	-
	3	-
	2	-
	1	-
KOL 40	8	S801, S804, S805, S807, S808, S809
	7	S701, S704, S705, S707, S708, S709
	6	S610, S611, S612, S613, S614, S615, S616, S617
	5	S510, S511, S512, S513, S514, S515, S516, S517
	4	-
	3	-
	2	-
	1	-
KOL 45	8	S802, S803
	7	S702, S703
	6	S601, S604, S605, S607, S608, S609
	5	S501, S504, S505, S507, S508, S509
	4	S410, S411, S412, S413, S414, S415, S416, S417
	3	S310, S311, S312, S313, S314, S315, S316, S317
	2	-
	1	-
KOL 50	8	-
	7	-
	6	S602, S603
	5	S502, S503
	4	S401, S404, S405, S407, S408, S409
	3	S301, S304, S305, S307, S308, S309
	2	S210, S211, S212, S213, S214, S215, S216, S217
	1	S110, S111, S112, S113, S114, S115, S116, S117
KOL 55	8	-
	7	-
	6	-
	5	-
	4	S402, S403
	3	S302, S303
	2	S201, S204, S205, S207, S208, S209
	1	S101, S104, S105, S107, S108, S109
KOL 60	8	-
	7	-
	6	-
	5	-
	4	-
	3	-
	2	S202, S203
	1	S102, S103

3.4.2 Perdelerin boyutlandırılması

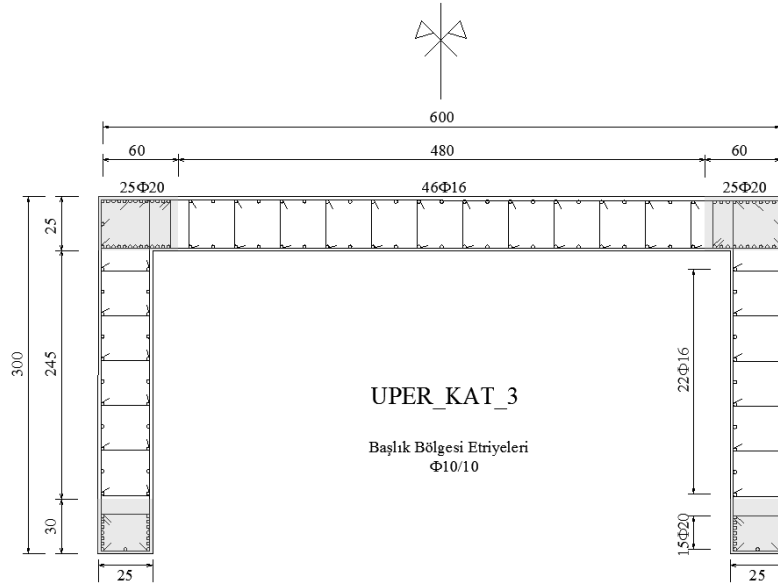
Yapıda, çekirdek perdesi olarak düşünülen U şeklinde bir perde mevcuttur. Bina üst kotuna kadar uzanan bu perdenin boyutlandırılmasında STA4-CAD programının sonuçlarına mümkün olduğunca sadık kalınmıştır. Bunun neticesinde 7 adet farklı perde kesiti göz önüne alınmış ve analizler bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Perde kesitlerine ait bilgiler Şekil 3.5 – Şekil 3.11’de sunulmuştur.



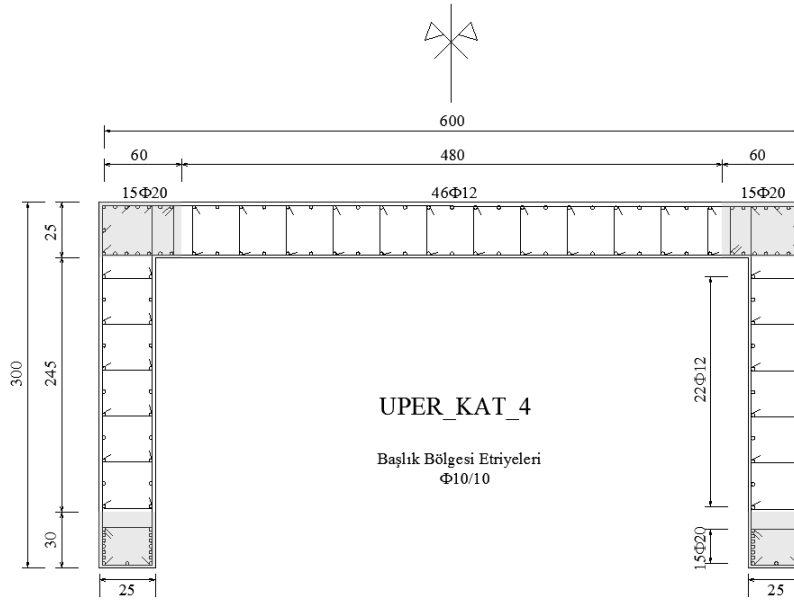
Şekil 3.5: 1.Kat perdesi kesiti



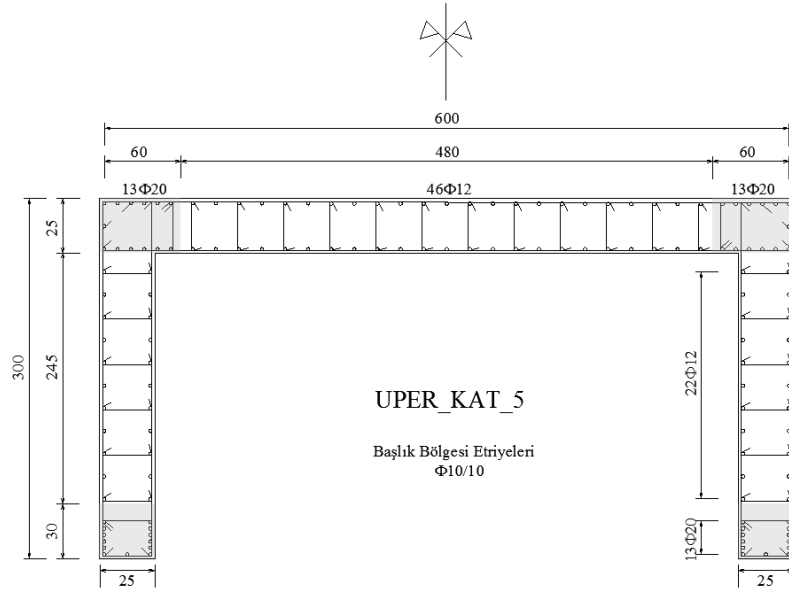
Şekil 3.6: 2.Kat perdesi kesiti.



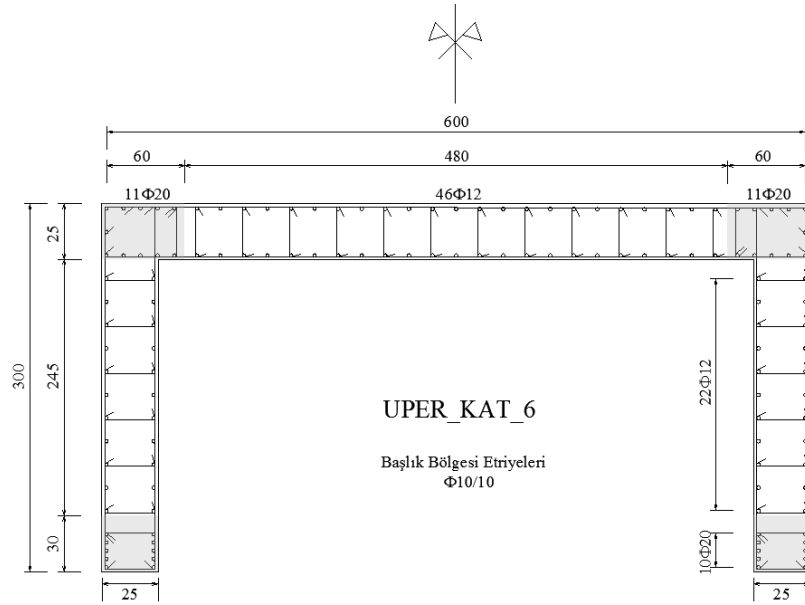
Şekil 3.7: 3.Kat perdesi kesiti.



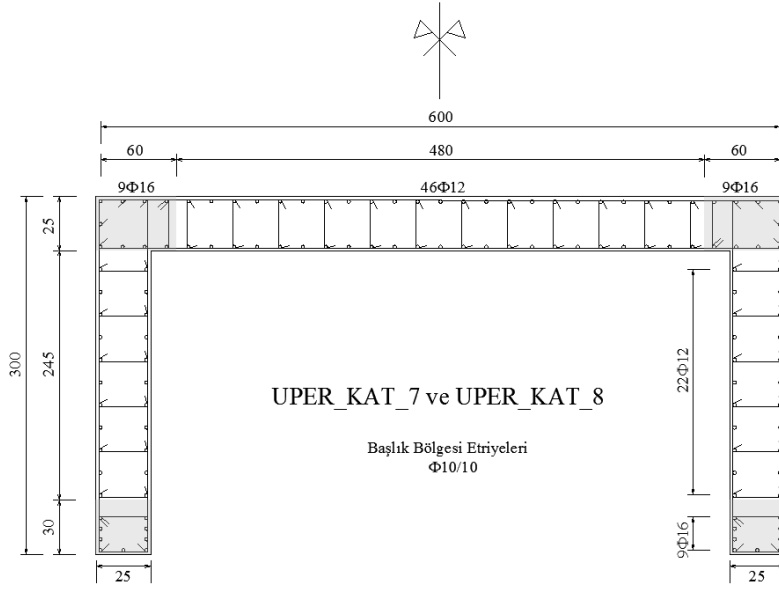
Şekil 3.8: 4.Kat perdesi kesiti.



Şekil 3.9: 5.Kat perdesi kesiti.



Şekil 3.10: 6.Kat perdesi kesiti.



Şekil 3.11: 7.Kat ve 8.Kat perdeleri kesiti.

3.4.3 Kirişlerin boyutlandırılması

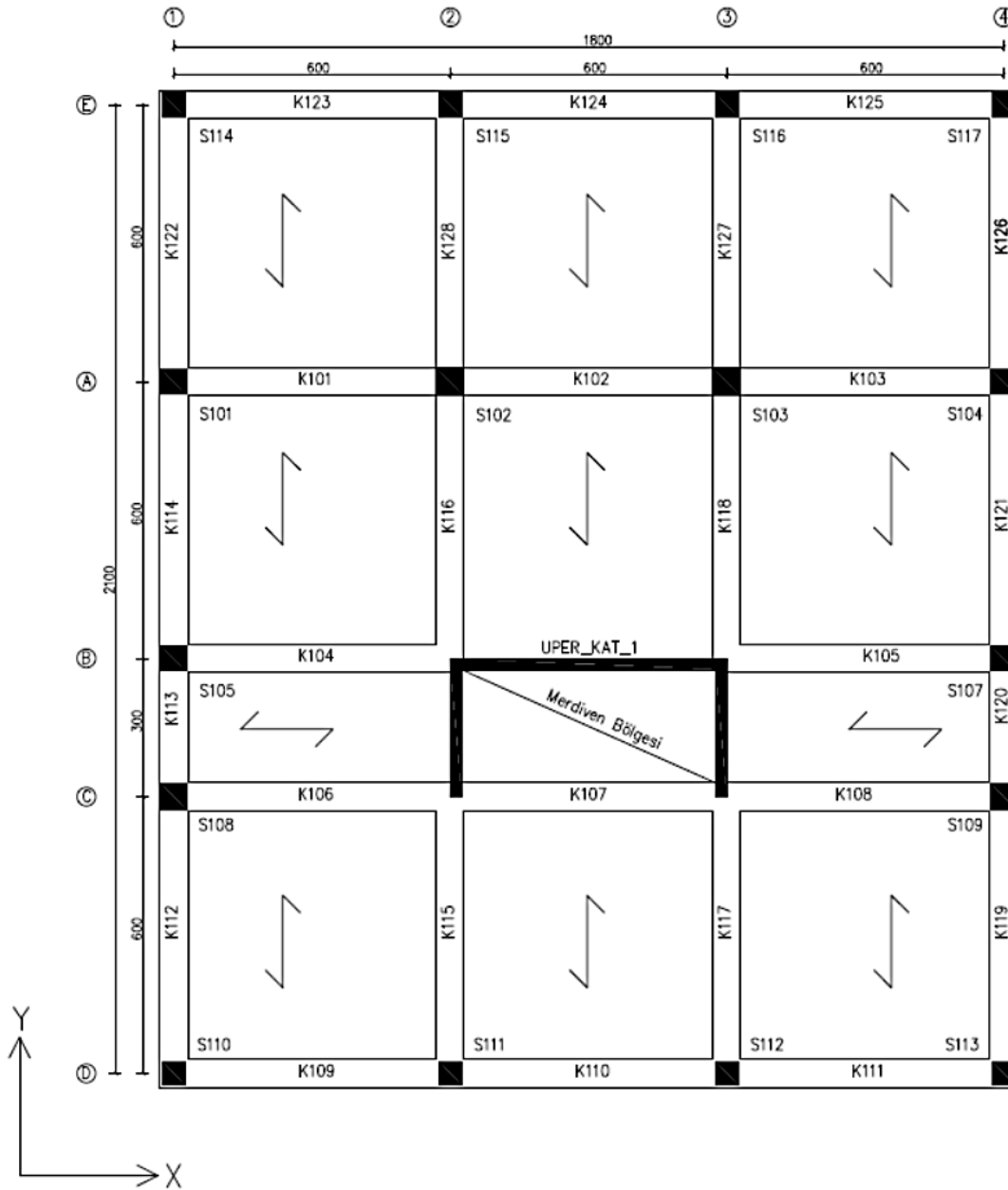
Tıpkı kolon ve perdelerde olduğu gibi kirişlerde de boyutlama yapılırken mümkün olduğunca STA4-CAD sonuçlarıyla paralellik hedeflenmiştir. Bu sebeple herhangi bir kat içerisindeki tüm kirişlerin tiplendirilmesi simetri durumları haricinde farklı olmuştur. 60cm genişliğinde ve asmolon döşeme sistemiyle aynı mertebeyi sağlayabilmek maksadıyla 30cm yüksekliğinde olan tüm kirişlerde farklı tiplendirmelerin sebebi donatı düzenleridir. Kat içi farklı tiplendirme durumları söz konusu olsa da katlar arası böyle bir durum söz konusu olmayıp herhangi bir kattaki kiriş tipleri tüm katlar için geçerlidir. Örneğin; birinci kattaki K101 kirişi ile ikinci kattaki K201 kirişleri aynı boyutlandırma değerlerine sahip olup her ikisi de K1 tipindedir. Buna göre kiriş tiplendirmeleri ve donatı düzenleri Çizelge 3.6'da sunulmuştur.

Çizelge 3.6: Kiriş tipleri ve donatıları.

Kiriş Tipi	SOL				SAĞ				GÖVDE		
	Alt		Üst		Alt		Üst		Alt		Üst
	Ana Donatı	İlave Donatı	Ana Donatı	İlave Donatı	Ana Donatı	İlave Donatı	Ana Donatı	İlave Donatı	Düz Donatı	Pilye Donatı	Ana Donatı
K1	5Φ12	4Φ16	6Φ12 + 3Φ16	6Φ16	5Φ12	3Φ16	6Φ12 + 3Φ16	2Φ16	5Φ12	3Φ16	6Φ12
K2	5Φ12	4Φ16	6Φ12 + 3Φ16	2Φ20	5Φ12	4Φ16	6Φ12 + 3Φ16	2Φ20	5Φ12	3Φ16	6Φ12
K4	4Φ12	2Φ16	4Φ12 + 2Φ16	4Φ16	4Φ12	1Φ20	4Φ12 + 2Φ16	4Φ16	4Φ12	2Φ16	4Φ12
K6	4Φ16	–	5Φ12 + 1Φ20	2Φ20	4Φ16	–	5Φ12 + 1Φ20	–	4Φ16	1Φ20	5Φ12
K7	4Φ16	–	5Φ12 + 1Φ20	2Φ20	4Φ16	–	5Φ12 + 1Φ20	2Φ20	4Φ16	1Φ20	5Φ12
K9	4Φ12	2Φ12	4Φ12 + 2Φ16	2Φ20	4Φ12	1Φ16	4Φ12 + 2Φ16	–	4Φ12	2Φ16	4Φ12
K10	4Φ16	–	4Φ12 + 1Φ20	1Φ16	4Φ16	–	4Φ12 + 1Φ20	1Φ16	4Φ16	1Φ20	4Φ12
K12	4Φ12	–	5Φ12 + 2Φ12	–	4Φ12	2Φ16	5Φ12 + 2Φ12	1Φ20	4Φ12	2Φ12	5Φ12
K13	4Φ12	2Φ20	5Φ12 + –	5Φ16	4Φ12	3Φ20	5Φ12 + –	–	4Φ12	–	5Φ12
K14	4Φ12	–	5Φ12 + 2Φ12	3Φ12	4Φ12	–	5Φ12 + 2Φ12	–	4Φ12	2Φ12	5Φ12
K15	4Φ12	4Φ12	5Φ12 + 2Φ12	3Φ20	4Φ12	4Φ16	5Φ12 + 2Φ12	3Φ12	4Φ12	2Φ12	5Φ12
K16	4Φ12	–	4Φ12 + 2Φ12	3Φ16	4Φ12	2Φ20	4Φ12 + 2Φ12	4Φ16	4Φ12	2Φ12	4Φ12
K22	4Φ12	1Φ20	5Φ12 + 2Φ12	3Φ16	4Φ12	2Φ16	5Φ12 + 2Φ12	–	4Φ12	2Φ12	5Φ12
K23	4Φ12	4Φ12	5Φ12 + 3Φ12	3Φ20	4Φ12	4Φ12	5Φ12 + 3Φ12	1Φ16	4Φ12	3Φ12	5Φ12
K24	4Φ16	–	4Φ12 + 1Φ20	2Φ20	4Φ16	–	4Φ12 + 1Φ20	2Φ20	4Φ16	1Φ20	4Φ12
K28	4Φ12	1Φ20	4Φ12 + 2Φ12	4Φ16	4Φ12	4Φ12	4Φ12 + 2Φ12	–	4Φ12	2Φ12	4Φ12

3.5 Kolon, Perde ve Kirişlerin Planda Gösterilmesi

Önceki kısımlarda anlatılmış olan eleman boyutlandırmalarının örnek kat planındaki uygulaması Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Asmolen döşemelere ait kirişleme doğrultuları oklarla, kat planının düzlemdeki durumu ise X ve Y koordinatlarıyla belirtilmiştir.

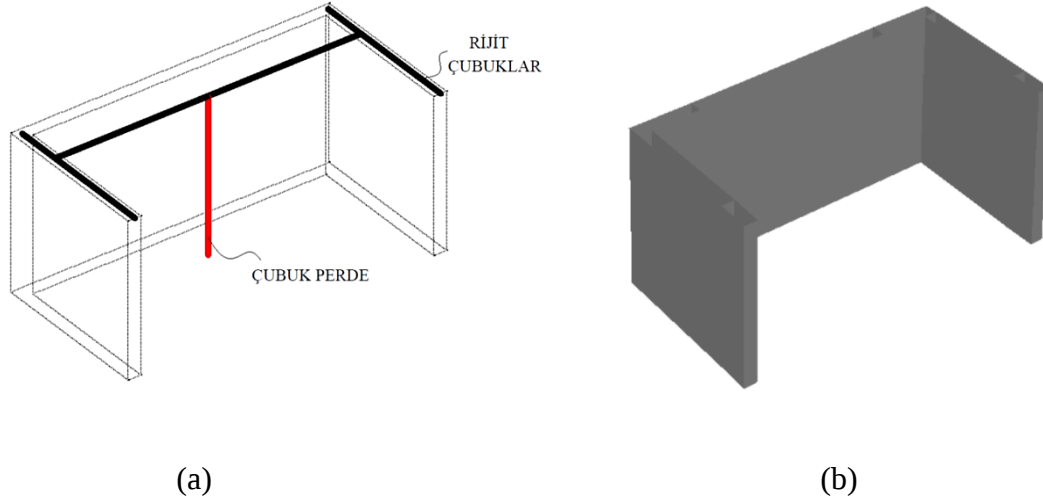


Şekil 3.12: Tipik kat aplikasyon planı.

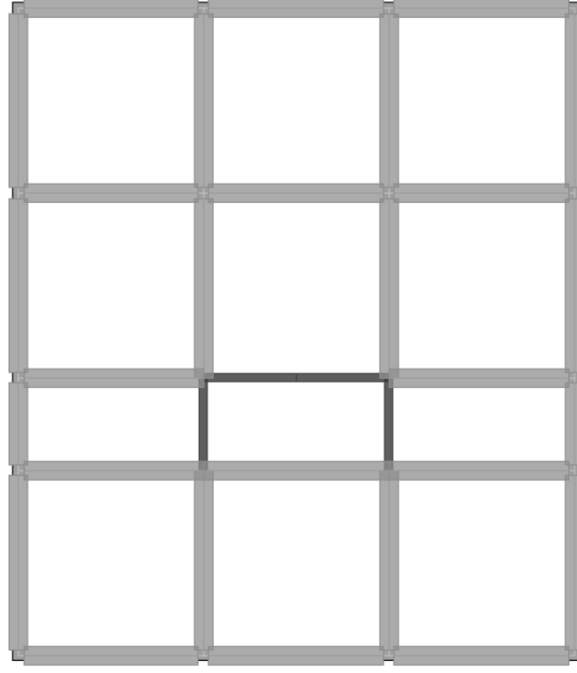
3.6 Yapının Analitik Modelinin Tanıtılması

STA4-CAD yardımıyla boyutlandırılan yapı, SAP2000 programı ile modellenmiş ve analitik analizleri yapılmıştır. Kolonlar ve kirişler çubuk elemanlar olarak modellenirken perdelerde ise 2 farklı yaklaşım izlenmiştir. Bunlardan birincisi, perde kesitini çubuk eleman olarak modelleyip kat planında rijit elemanlar vasıtasıyla sisteme bağlamak şeklindedir. Diğer yaklaşım ise kabuk elemanlar kullanarak perdeyi oluşturmak ve sistemle bağlantısını doğrudan sağlamaktır. Yapısal elemanlara ait ayrıntılar ileriki başlıklarda incelenmiştir.

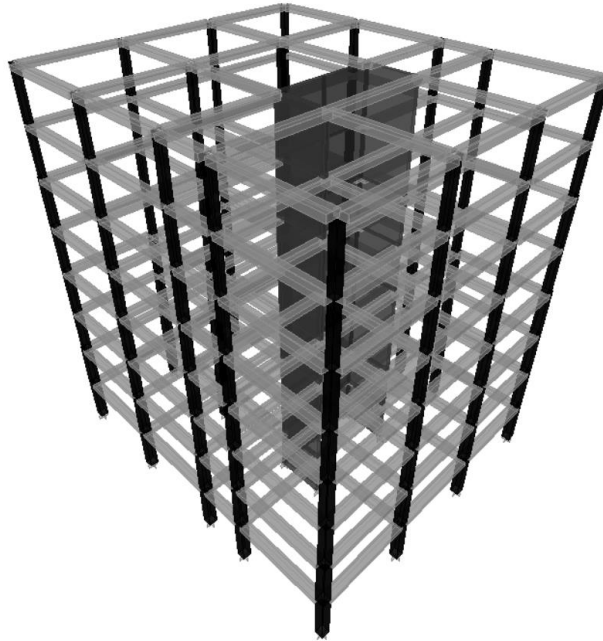
Şekil 3.13 – Şekil 3.15’te yapıya ait elemanların analitik modellemeleri verilmiştir.



Şekil 3.13: Çubuk (a) ve kabuk (b) perde modelleri.



Şekil 3.14: Analitik modelin plan görünüşü.



Şekil 3.15: Analitik modelin 3 boyutlu görünüşü.

3.7 Yapısal Sistemlerin Modal Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucu elde edilen modal kütle katılım oranları, hem çubuk perdeli sistem hem de kabuk perdeli sistem için yapısal elemanlarda etkin eğilme rijitliklerinin dikkate alındığı ve alınmadığı durumlara göre verilmiştir. Yapısal sistemlerde rijit diyafram kabulü yapılmış olup kat hizalarında X ve Y doğrultularında ötelenme, Z düşey eksen etrafında ise dönme serbestlikleri dikkate alınmıştır. Yalnızca ilk 6 moda dair değerler Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8'de sunulmuştur.

Çizelge 3.7: Çubuk perdeli sistemin modal kütle katılım oranları.

Etkin Eğilme Rijitliği	Mod	Periyot (sn)	Kütle Katılım (X Doğ.)	Kütle Katılım (Y Doğ.)	Kütle Katılım (Z Dönme)	Kümülatif Kütle Katılım (X Doğ.)	Kümülatif Kütle Katılım (Y Doğ.)	Kümülatif Kütle Katılım (Z Dönme)
YOK	1	1.44	0.048	0.000	0.720	0.048	0.000	0.720
	2	1.15	0.000	0.701	0.000	0.048	0.701	0.720
	3	0.68	0.643	0.000	0.046	0.691	0.701	0.766
	4	0.48	0.009	0.000	0.101	0.700	0.701	0.867
	5	0.28	0.000	0.174	0.000	0.700	0.875	0.867
	6	0.27	0.002	0.000	0.044	0.702	0.875	0.911
VAR	1	2.09	0.050	0.000	0.714	0.050	0.000	0.714
	2	1.74	0.000	0.694	0.000	0.050	0.694	0.714
	3	1.00	0.624	0.000	0.049	0.674	0.694	0.763
	4	0.70	0.010	0.000	0.100	0.684	0.694	0.863
	5	0.41	0.000	0.174	0.000	0.684	0.867	0.863
	6	0.39	0.002	0.000	0.045	0.686	0.867	0.907

Çizelge 3.8: Kabuk perdeli sistemin modal kütle katılım oranları.

Etkin Eğilme Rijitliği	Mod	Periyot (sn)	Kütle Katılım (X Doğ.)	Kütle Katılım (Y Doğ.)	Kütle Katılım (Z Dönme)	Kümülatif Kütle Katılım (X Doğ.)	Kümülatif Kütle Katılım (Y Doğ.)	Kümülatif Kütle Katılım (Z Dönme)
YOK	1	1.32	0.002	0.000	0.745	0.002	0.000	0.745
	2	1.04	0.000	0.679	0.000	0.002	0.679	0.745
	3	0.57	0.691	0.000	0.001	0.693	0.679	0.746
	4	0.41	0.000	0.000	0.125	0.693	0.679	0.871
	5	0.23	0.000	0.186	0.000	0.693	0.865	0.871
	6	0.21	0.001	0.000	0.055	0.694	0.865	0.926
VAR	1	1.82	0.001	0.000	0.725	0.001	0.000	0.725
	2	1.23	0.000	0.666	0.000	0.001	0.666	0.725
	3	0.60	0.686	0.000	0.000	0.688	0.666	0.726
	4	0.53	0.001	0.000	0.140	0.688	0.666	0.866
	5	0.25	0.001	0.000	0.060	0.689	0.666	0.926
	6	0.25	0.000	0.198	0.000	0.689	0.864	0.926

3.8 Doğrusal Olmayan Davranışın Yapı Elemanları Üzerinde Tarif Edilmesi

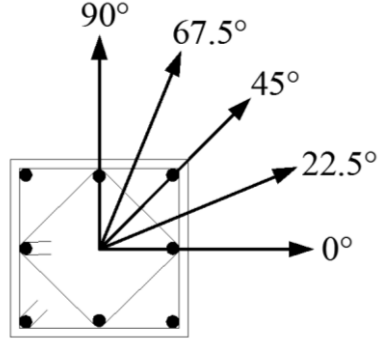
Doğrusal olmayan davranışa sahip malzeme modelleri tanımlandıktan sonra bu modellerin yapısal elemanlara uygulanması gerekmektedir. Kolonlar ve kirişler çubuk elemanlar olarak modellenmiş olup doğrusal olmayan davranışın çubuk uç bölgelerinde yığılı olduğu varsayılmıştır. Plastik mafsallı bölgeleri olarak adlandırılan bu uç bölgelerinin dışında kalan kısımlarda ise çubukların doğrusal davranışa sahip olduğu kabul edilmiştir. Plastik mafsallı tanımlamaları XTRACT [8] programından faydalanılarak, kirişler için yalnızca eğilme momenti etkisi, kolonlar için ise normal kuvvet ve farklı doğrultudaki eğilme momentlerinin ortak etkisi dikkate alınarak yapılmıştır. Perdelere ait plastik özellikler tanımlanırken kolon ve kirişlerde kullanılan yöntemden farklı olarak SAP2000 programının kendi özelliklerinden faydalanılmıştır. Çubuk perde modelinde mafsallı atamaları, her bir kat için yalnızca perde alt uçlarına “lifli plastik mafsallı” özelliği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tıpkı kolonlarda olduğu gibi normal kuvvet ve momentlerin ortak etkisi dikkate alınmıştır. Kabuk perde modelinde ise doğrusal olmayan davranışın belirli bir bölgede yani yığılı olduğu yaklaşımından farklı olarak perde boyunca mevcut olduğu “çok katmanlı kabuk” yöntemi kullanılmıştır.

Kolon, kiriş ve perde elemanlara ait doğrusal olmayan özelliklerin detayları aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

3.8.1 Kolonların doğrusal olmayan davranışı

Normal kuvvet ve momentlerin ortak etkisinin mevcut olduğu kolon elemanlara ait plastik mafsallı özelliklerini SAP2000 programına tanımlayabilmek için 3 boyutlu normal kuvvet – moment etkileşim diyagramlarının (PMM) ve kolon kesitinin artan moment değerleri karşısındaki doğrusal olmayan davranışının tanımlandığı moment – eğrilik ilişkisinin elde edilmesi gerekmektedir. Bu veriler XTRACT programından alınmıştır. Bu programda; 3 boyutlu karşılıklı etkileşim yüzeyinin oluşturulabilmesi için, eksenel normal kuvvet ve farklı açılardan etkiyen momentlerin ortak etkilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, tüm kolonların kare olmasından faydalanılarak Şekil 3.16’da gösterildiği gibi 0, 22.5, 45, 67.5 ve 90 derecelik açılarla etkiyen momentlere göre karşılıklı etkileşim diyagramları oluşturulmuştur. Ayrıca, moment – eğrilik ilişkisinin belirlenebilmesi için kesitlere ait eksenel yük taşıma kapasitesinin %10’u (P1) ve %40’u (P2) olmak üzere 2 farklı normal kuvvet değeri

ile birlikte 0, 45 ve 90 derece doğrultularından uygulanan moment artırımları kolonlara etki ettirilmiştir. Kolonlarda yığılı mafsalsal kabulü yapılmış olmasından dolayı plastik mafsalsal boyunun belirtilmesi gerekmektedir. Bu boy, farklı kesitler için kesit boyutunun yarısı ($h/2$) olarak kabul edilmiştir. Kolonlara ait doğrusal olmayan özellikler Çizelge 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.16: Kolonlara etkiyen moment doğrultuları.

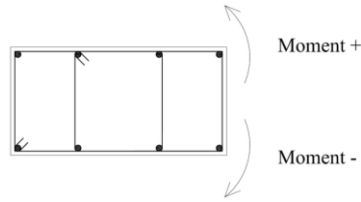
Çizelge 3.9: Kolonlar için moment – eğrilik ilişkisi sonuçları.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kolon Tipi	Kolon Boyutları (m*m)	Plastik Mafsallık Boyu (m)	P1 ve P2 Eksenel Yükleri (kN)	Moment-Eğrilik Analizi İsimleri	Efektif Akma Momenti (kNm)	En Büyük Moment (kNm)	7/6	Efektif Akma Eğriliği (1/m)	En Büyük Eğrilik (1/m)	Süneklik (10/9)	Efektif Akma Dönmesi (rad)	En Büyük Dönme (rad)
KOL35	0.35*0.35	0.175	P1=368 P2=1470	P1-0-90	132.1	143.2	1.08	1.21E-02	0.4155	34.3	2.12E-03	0.073
				P2-0-90	187	178	0.95	1.08E-02	0.1685	15.6	1.89E-03	0.029
				P1-45	129.6	134.3	1.04	1.08E-02	0.1991	18.5	1.88E-03	0.035
				P2-45	176.1	167.8	0.95	8.39E-03	0.1169	13.9	1.47E-03	0.020
KOL40	0.40*0.40	0.200	P1=480 P2=1920	P1-0-90	176.3	187.1	1.06	1.03E-02	0.3808	37.1	2.05E-03	0.076
				P2-0-90	270.6	245.5	0.91	9.38E-03	0.1353	14.4	1.88E-03	0.027
				P1-45	174.5	178.2	1.02	9.03E-03	0.1756	19.4	1.81E-03	0.035
				P2-45	253.9	234.1	0.92	7.21E-03	9.77E-02	13.5	1.44E-03	0.020
KOL45	0.45*0.45	0.225	P1=608 P2=2430	P1-0-90	278.1	298.3	1.07	9.29E-03	0.2945	31.7	2.09E-03	0.066
				P2-0-90	420	386.8	0.92	8.81E-03	0.1211	13.7	1.98E-03	0.027
				P1-45	278.9	280.6	1.01	8.37E-03	0.1342	16.0	1.88E-03	0.030
				P2-45	389.5	364.2	0.94	6.76E-03	8.50E-02	12.6	1.52E-03	0.019
KOL50	0.50*0.50	0.250	P1=750 P2=3000	P1-0-90	404.1	435.3	1.08	8.43E-03	0.2541	30.1	2.11E-03	0.064
				P2-0-90	604.2	557.5	0.92	8.14E-03	0.1059	13.0	2.04E-03	0.026
				P1-45	404.2	416.3	1.03	7.62E-03	0.1206	15.8	1.90E-03	0.030
				P2-45	560.9	532.2	0.95	6.29E-03	7.57E-02	12.0	1.57E-03	0.019
KOL55	0.55*0.55	0.275	P1=908 P2=3630	P1-0-90	492.2	528.4	1.07	7.52E-03	0.2481	33.0	2.07E-03	0.068
				P2-0-90	779.4	708.2	0.91	7.36E-03	9.49E-02	12.9	2.02E-03	0.026
				P1-45	495.7	508.9	1.03	6.73E-03	0.1123	16.7	1.85E-03	0.031
				P2-45	723.1	680.2	0.94	5.65E-03	6.77E-02	12.0	1.55E-03	0.019
KOL60	0.60*0.60	0.300	P1=1080 P2=4320	P1-0-90	665.8	723.3	1.09	6.94E-03	0.2278	32.8	2.08E-03	0.068
				P2-0-90	1051	1003	0.95	6.90E-03	9.56E-02	13.9	2.07E-03	0.029
				P1-45	668.9	698.4	1.04	6.24E-03	0.1028	16.5	1.87E-03	0.031
				P2-45	976.4	955.8	0.98	5.32E-03	6.30E-02	11.8	1.60E-03	0.019

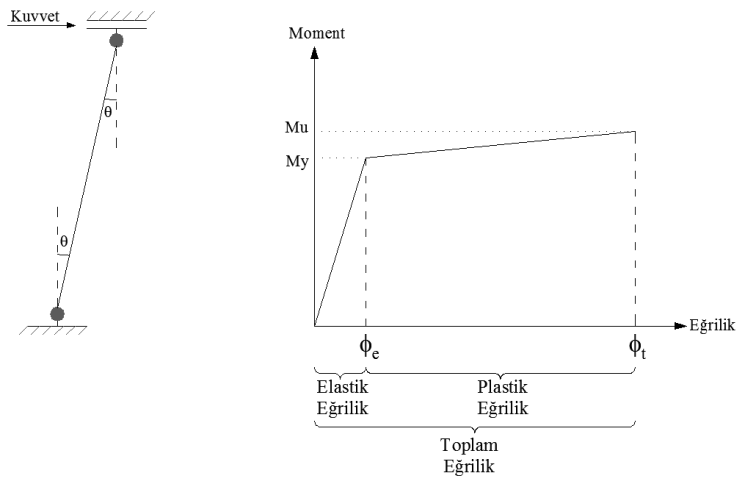
3.8.2 Kirişlerin doğrusal olmayan davranışı

Normal kuvvet etkisinin ihmal edildiği kiriş elemanlarda doğrusal olmayan davranış, tıpkı kolonlarda olduğu gibi çubuk uçlarında oluşması beklenen plastik mafsallarla tarif edilmiştir. XTRACT programından alınan moment – eğrilik ilişkileri SAP2000’e tanıtılmıştır. Bu moment – eğrilik ilişkileri, kolonlardan farklı olarak kirişlerde simetri durumu alt ve üst donatının farklı olmasından dolayı mevcut olmadığı için momentin pozitif ve negatif olması durumlarına göre ayrı ayrı yapılmıştır. Plastik mafsalları boyları, tüm kiriş tipleri için geçerli kesit yüksekliği olan 30cm’nin yarısı ($h/2$) 15cm olarak alınmıştır. Tipik kiriş kesitine ait momentlerin pozitif ve negatif yönleri Şekil 3.17’de, kiriş tiplerine göre elde edilen doğrusal olmayan özelliklere ait sonuçlar ise Çizelge 3.10’da sunulmuştur.

Ayrıca, kolon ve kiriş elemanların doğrusal olmayan özellikleri için tarif edilen plastik mafsalları moment – eğrilik ilişkisi Şekil 3.18’de verilmiştir. Donatı akma eğriliği ve pekleşme etkisini dikkate alan bu model tüm kolon ve kiriş elemanların uç noktalarına uygulanmıştır.



Şekil 3.17: Tipik kiriş kesitine ait momentlerin işaret gösterimi.



Şekil 3.18: Kolonlar ve kirişler için moment – eğrilik ilişkisi.

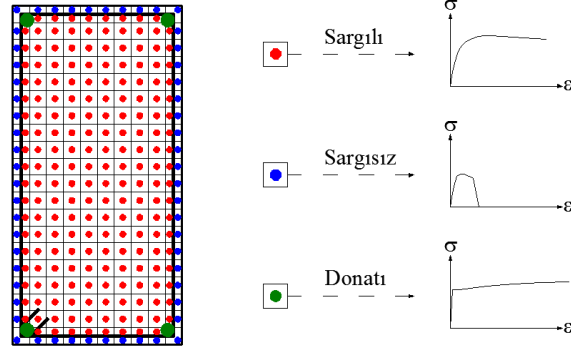
Çizelge 3.10: Kirişler için moment – eğrilik ilişkisi sonuçları.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kiriş Tipi	Mesnet Yeri	Çekme Bölgesi	Efektif Akma Momenti (kNm)	En Büyük Moment (kNm)	5/4	Efektif Akma Eğriligi (1/m)	En Büyük Eğrilik (1/m)	Süneklik (8/7)	Efektif Akma Dönmesi (rad)	En Büyük Dönme (rad)
K1	SOL	aç (+)	135.4	153.5	1.134	0.01239	0.4968	40.1	0.00186	0.07452
		uç (-)	230.2	264.9	1.151	0.01389	0.5336	38.4	0.00208	0.08004
	SAĞ	aç (+)	116.7	131.1	1.123	0.01227	0.4978	40.6	0.00184	0.07467
		uç (-)	162.5	186.5	1.148	0.01294	0.5244	40.5	0.00194	0.07866
K2	SOL	aç (+)	135.2	153.3	1.134	0.01245	0.4983	40.0	0.00187	0.07475
		uç (-)	183.1	211.3	1.154	0.01326	0.5308	40.0	0.00199	0.07962
	SAĞ	aç (+)	135.2	153.3	1.134	0.01245	0.4983	40.0	0.00187	0.07475
		uç (-)	183.1	211.3	1.154	0.01326	0.5308	40.0	0.00199	0.07962
K4	SOL	aç (+)	88.08	96.2	1.092	0.01192	0.496	41.6	0.00179	0.07440
		uç (-)	161.2	180.3	1.118	0.01308	0.5729	43.8	0.00196	0.08594
	SAĞ	aç (+)	88.08	96.2	1.092	0.01192	0.496	41.6	0.00179	0.07440
		uç (-)	161.2	180.3	1.118	0.01308	0.5729	43.8	0.00196	0.08594
K6	SOL	aç (+)	83.8	90.19	1.076	0.01195	0.496	41.5	0.00179	0.07440
		uç (-)	145.8	166.2	1.140	0.01259	0.5325	42.3	0.00189	0.07988
	SAĞ	aç (+)	83.41	90.12	1.080	0.01188	0.4983	41.9	0.00178	0.07475
		uç (-)	90.2	98.8	1.095	0.01192	0.4996	41.9	0.00179	0.07494
K7	SOL	aç (+)	83.8	90.2	1.076	0.01195	0.496	41.5	0.00179	0.07440
		uç (-)	145.8	166.2	1.140	0.01269	0.5325	42.0	0.00190	0.07988
	SAĞ	aç (+)	83.8	90.2	1.076	0.01195	0.496	41.5	0.00179	0.07440
		uç (-)	145.8	166.2	1.140	0.01269	0.5325	42.0	0.00190	0.07988
K9	SOL	aç (+)	72.34	76.05	1.051	0.01183	0.4952	41.9	0.00177	0.07428
		uç (-)	145.5	161.1	1.107	0.01289	0.5722	44.4	0.00193	0.08583
	SAĞ	aç (+)	69.99	73.04	1.044	0.01191	0.4969	41.7	0.00179	0.07454
		uç (-)	87.96	95.55	1.086	0.01196	0.5005	41.8	0.00179	0.07508
K10	SOL	aç (+)	83.45	90.28	1.082	0.01193	0.4978	41.7	0.00179	0.07467
		uç (-)	97.9	108.7	1.110	0.01201	0.501	41.7	0.00180	0.07515
	SAĞ	aç (+)	83.45	90.28	1.082	0.01193	0.4978	41.7	0.00179	0.07467
		uç (-)	97.9	108.7	1.110	0.01201	0.501	41.7	0.00180	0.07515
K12	SOL	aç (+)	51.48	50.83	0.987	0.01192	0.4953	41.6	0.00179	0.07430
		uç (-)	82	88.22	1.076	0.01190	0.506	42.5	0.00179	0.07590
	SAĞ	aç (+)	88.28	95.79	1.085	0.01195	0.4976	41.6	0.00179	0.07464
		uç (-)	110.6	123.6	1.118	0.01220	0.5142	42.1	0.00183	0.07713
K13	SOL	aç (+)	109.1	120.9	1.108	0.01217	0.4976	40.9	0.00183	0.07464
		uç (-)	152.2	174.2	1.145	0.01278	0.5226	40.9	0.00192	0.07839
	SAĞ	aç (+)	137.3	151.1	1.101	0.01273	0.5727	45.0	0.00191	0.08591
		uç (-)	61.84	63.47	1.026	0.01181	0.4947	41.9	0.00177	0.07421
K14	SOL	aç (+)	51.94	50.72	0.977	0.01216	0.4994	41.1	0.00182	0.07491
		uç (-)	111	125.1	1.127	0.01209	0.5228	43.2	0.00181	0.07842
	SAĞ	aç (+)	51.48	50.83	0.987	0.01192	0.4953	41.6	0.00179	0.07430
		uç (-)	82	88.22	1.076	0.01190	0.506	42.5	0.00179	0.07590
K15	SOL	aç (+)	93.03	101.6	1.092	0.01204	0.4961	41.2	0.00181	0.07442
		uç (-)	167.7	188.3	1.123	0.01316	0.5735	43.6	0.00197	0.08603
	SAĞ	aç (+)	124.5	140.7	1.130	0.01241	0.505	40.7	0.00186	0.07575
		uç (-)	112.5	127	1.129	0.01215	0.4993	41.1	0.00182	0.07490
K16	SOL	aç (+)	51.72	50.95	0.985	0.01203	0.4941	41.1	0.00180	0.07412
		uç (-)	125.7	140.5	1.118	0.01245	0.5338	42.9	0.00187	0.08007
	SAĞ	aç (+)	108.7	120.9	1.112	0.01211	0.4979	41.1	0.00182	0.07469
		uç (-)	144.6	164.7	1.139	0.01269	0.5202	41.0	0.00190	0.07803
K22	SOL	aç (+)	80.08	86.22	1.077	0.01191	0.496	41.6	0.00179	0.07440
		uç (-)	135.8	154.4	1.137	0.01254	0.5244	41.8	0.00188	0.07866
	SAĞ	aç (+)	87.94	95.58	1.087	0.01197	0.4993	41.7	0.00180	0.07490
		uç (-)	82.5	88.6	1.074	0.01191	0.4982	41.8	0.00179	0.07473
K23	SOL	aç (+)	92.82	101.9	1.098	0.01192	0.4958	41.6	0.00179	0.07437
		uç (-)	176.4	199.4	1.130	0.01323	0.5779	43.7	0.00198	0.08669
	SAĞ	aç (+)	92.44	101.7	1.100	0.01193	0.4981	41.8	0.00179	0.07472
		uç (-)	110.5	123.8	1.120	0.01220	0.5063	41.5	0.00183	0.07595
K24	SOL	aç (+)	84.29	89.76	1.065	0.01204	0.4962	41.2	0.00181	0.07443
		uç (-)	136.2	154.2	1.132	0.01260	0.5237	41.6	0.00189	0.07856
	SAĞ	aç (+)	84.29	89.76	1.065	0.01204	0.4962	41.2	0.00181	0.07443
		uç (-)	136.2	154.2	1.132	0.01260	0.5237	41.6	0.00189	0.07856
K28	SOL	aç (+)	80.41	86.13	1.071	0.01196	0.4958	41.5	0.00179	0.07437
		uç (-)	143.7	163.2	1.136	0.01266	0.5309	41.9	0.00190	0.07964
	SAĞ	aç (+)	92.16	101.4	1.100	0.01194	0.5021	42.1	0.00179	0.07532
		uç (-)	71.59	76.3	1.066	0.01181	0.497	42.1	0.00177	0.07455

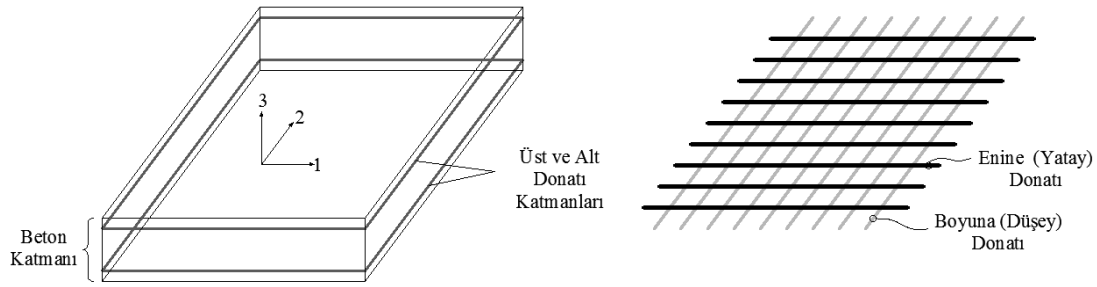
3.8.3 Perdelerin doğrusal olmayan davranışı

Perdelerin doğrusal olmayan davranışı kolon ve kiriş elemanlara kıyasla daha karmaşıktır. Tıpkı kolonlardaki gibi eksenel normal kuvvet ve farklı doğrultulardaki momentlerin ortak etkisi söz konusudur. Kolonlardan ayrılan en önemli özelliklerinden birisi, perdelerin yapısal sistem içerisinde “eğilme” davranışı göstermesidir. Hâlbuki kolonlar sistem içerisinde çerçeve oluştururlar ve “kayma” davranışı gösterirler. Kolonlarda yığılı mafsal kabulü yapmak ve bunların her kat içindeki çubuk uçlarında meydana geldiği varsayımında bulunmak çoğu zaman tutarlı sonuçlar vermektedir. Perdelerde ise plastik mafsal oluşan bölgeler, perdelerin tüm yapı boyunca yekpare davranan bir eğilme elemanı olmasından ötürü yapısal sistem rijitliğinin ani değiştiği kısımlarda (bodrum katlardan normal katlara geçilen kısımlar, perde uzunluğunun değiştiği katlar vb.) meydana gelir. Bu durum da perdelerde plastikleşen bölgelerin kolonlardan daha farklı olarak meydana gelebileceğini göstermektedir. Perdelerdeki bu karmaşık durumdan dolayı doğrusal olmayan davranışın daha iyi incelenebilmesi maksadıyla iki farklı yaklaşım benimsenmiştir; bunlardan çubuk perde modelinde kullanılan “lifli plastik mafsal” kabulünde mafsallar her bir kattaki perde alt uçlarına yerleştirilmiştir. Bu mafsal modelinde kesitin gerilme – birim şekil değiştirme eğrisi, kesitte bulunan sargılı ve sargısız beton ile çelik elemanların her birine atanmış olan liflerin tek eksenli doğrusal olmayan davranışlarının birleştirilmesiyle elde edilir [11]. Böylece, yeterli sayıda lif kullanılması durumunda kesite dair doğrusal olmayan davranış, klasik plastik mafsal kabulündekinden farklı olarak kesit özelliklerinden kaynaklanabilecek birtakım karmaşıklıkların bertaraf edilmesiyle bulunabilir. Kabuk perde modelinde ise “çok katmanlı kabuk” yöntemi kullanılmış ve doğrusal olmayan özellikler tüm katmanlarda bina boyunca uygulanmıştır. Kompozit malzeme mekaniği tabanlı olan bu modelde doğrusal olmayan davranış, düzlem içi – düzlem dışı eğilme çifti ile düzlem içi eğilme – kesme çifti davranışları yardımıyla ifade edilir. Kabuk eleman, farklı kalınlıklara sahip birçok katmandan oluşur ve her bir katmana kendi içerisinde malzeme modelleri atanır [12]. Öte yandan, çubuk perde modelinde Sap2000 programının gerektirdiği üzere plastik mafsal boyunun belirtilmiş olması gerekmektedir. Bu da kesit çalışan doğrultularının yarısı olarak, bina X doğrultusunda (kısa doğrultu) 3m, bina Y doğrultusunda (uzun doğrultu) ise 1.5m olarak alınmıştır.

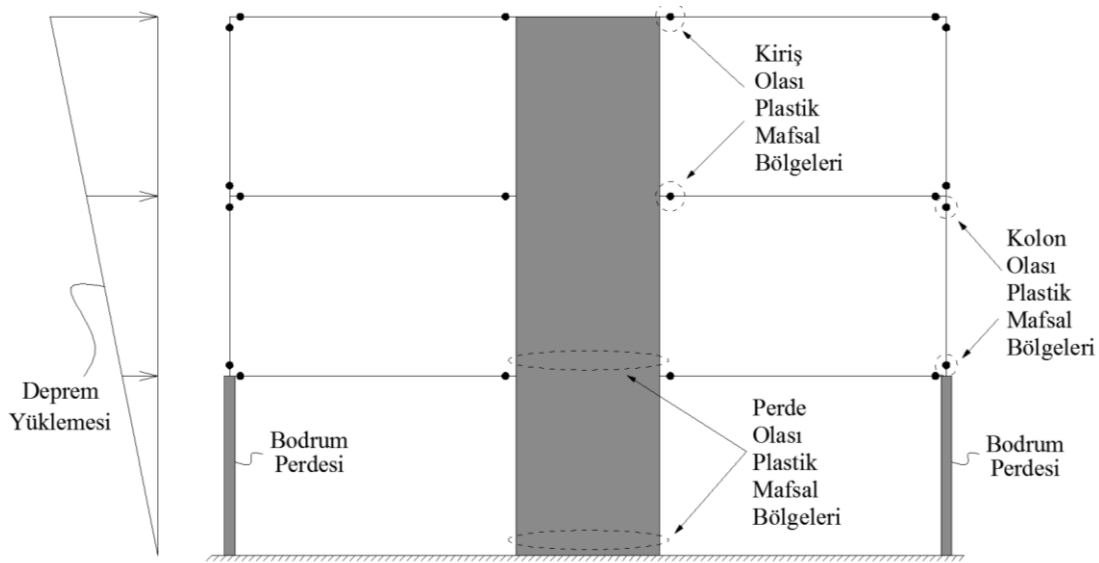
Çubuk perde modeline ait lifli plastik mafsalın tipik bir eleman kesiti üzerinde gösterimi Şekil 3.19’da, kabuk perde modeline ait katmanların detayları ise Şekil 3.20’de verilmiştir. Tüm doğrusal olmayan davranışa sahip plastik kesitlerin tipik bir yapı üzerinde gösterimi Şekil 3.21’de sunulmuştur.



Şekil 3.19: Lifli plastik mafsal modeline ait tipik bir kesit ve malzeme modelleri.



Şekil 3.20: Çok katmanlı kabuk modeline ait farklı katmanların gösterimi.



Şekil 3.21: Tipik bir yapıda oluşması beklenen plastik mafsal bölgeleri.

4. TDY'07'DE BELİRTİLEN ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ (AEDY) YÖNTEMİNİN TASARLANAN BİNALARA UYGULANIŞI VE SONUÇLARI

TDY'07'ye [4] göre Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanışı ve esasları Bölüm 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu kısımda, bu yöntemin tez kapsamında ele alınan binalara uygulanışı ile ilgili bilgiler verilmiş ve analiz sonuçları sunulmuştur.

AEDY yöntemi, uygulamasının basit oluşu, sonuç çıktılarının diğer doğrusal olmayan yöntemlere kıyasla daha çabuk alınabilmesi gibi sebeplerden dolayı performansa dayalı tasarım hesaplamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Az katlı ve taşıyıcı sistem düzensizliği neredeyse hiç olmayan binalarda oldukça tutarlı sonuçlar verebilmesi yöntemin başlıca avantajlarından. Bina karmaşıklığı ve kat sayısı arttıkça ise güvenilir sonuç vermekten uzaklaşmaktadır. Bu sebeple TDY'07'de bu yöntemin uygulanabilmesi için binalara dair birtakım şartlar getirilmiştir. Bu şartlar ve bunların tez kapsamında ele alınan bina için kontrolleri şu şekildedir:

Şart-1 : Bodrum katlar hariç toplam kat sayısı 8 adetten fazla olmamalıdır.

Kontrol-1 : Göz önüne alınan bina 8 katlı olduğundan uygundur.

Şart-2 : Herhangi bir katta ek dışmerkezlilik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlamalıdır.

Kontrol-2 : Tasarımı yapılan binalardan çubuk perdeli ve kabuk perdeli modellere ait η_{bi} değerleri sırasıyla Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de verilmiştir:

Çizelge 4.1: Çubuk perdeli modele ait burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No.	h (m)	δ Maks. (m)	δ Ort. (m)	Δ Maks.	Δ Ort.	η_{bi}
8	3.00	0.031	0.025	0.0041	0.0034	1.21
7	3.00	0.026	0.021	0.0044	0.0036	1.21
6	3.00	0.022	0.018	0.0045	0.0037	1.22
5	3.00	0.018	0.014	0.0045	0.0037	1.23
4	3.00	0.013	0.010	0.0043	0.0035	1.24
3	3.00	0.009	0.007	0.0039	0.0031	1.26
2	3.00	0.005	0.004	0.0032	0.0025	1.27
1	3.00	0.002	0.001	0.0017	0.0014	1.27

Çizelge 4.2: Kabuk perdeli modele ait burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No.	h (m)	δ Maks. (m)	δ Ort. (m)	Δ Maks.	Δ Ort.	η_{bi}
8	3.00	0.021	0.020	0.0032	0.0030	1.07
7	3.00	0.018	0.017	0.0033	0.0031	1.07
6	3.00	0.015	0.014	0.0033	0.0031	1.08
5	3.00	0.011	0.011	0.0032	0.0030	1.08
4	3.00	0.008	0.008	0.0029	0.0027	1.08
3	3.00	0.005	0.005	0.0023	0.0022	1.04
2	3.00	0.003	0.003	0.0019	0.0019	1.01
1	3.00	0.001	0.001	0.0012	0.0010	1.15

Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilen değerlerden de görüleceği üzere burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ koşulu, her iki model için de tüm katlarda sağlanmaktadır. Buradaki değerler, binanın simetrik olmayan eksen (X eksen etrafı) diğer bir deyişle binanın uzun doğrultusu etrafında döndürülmeye çalışılan eksen için verilmiştir. Diğer eksen (Y eksen veya kısa doğrultu etrafında döndürülmeye çalışılan eksen) etrafında yapı simetrik olduğundan burulma düzensizliği yoktur.

Şart-3 : Göz önüne alındıktan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının 0.70 olması zorunludur.

Kontrol-3 : Çizelge 4.3’te hem çubuk hem de kabuk perdeli modellere ait modal kütle katılım oranları verilmiştir:

Çizelge 4.3: Deprem doğrultularındaki etkin modlara ait kütle katılım oranları.

Bina Tipi	Etkin Mod	Periyot (sn)	Kütle Katılım
Çubuk Perdeli Sistem	X Doğ.	0.68	0.643
	Y Doğ.	1.15	0.701
Kabuk Perdeli Sistem	X Doğ.	0.57	0.691
	Y Doğ.	1.04	0.679

Çizelge 4.3'ten de anlaşılacağı üzere her iki sistem de TDY'07'nin talep ettiği şartı sağlayamamaktadır. Bu tez kapsamında, tüm şartların sağlandığı varsayımı yapılmış ve artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak itme analizleri TDY'07'ye uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

4.1 Elemanlara Ait Etkin Eğilme Rijitliklerin $(EI)_e$ Belirlenmesi

TDY'07, doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin yapıya uygulanmasından evvel eğilme etkisindeki betonarme elemanlar için çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$ kullanılması şartını koymuştur. Buna göre, daha kesin bir hesap yapılmaması durumunda, etkin eğilme rijitlikleri için şu değerler kullanılmalıdır:

- a) Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
- b) Kolon ve perdelerde;
 - $N_d / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
 - $N_d / (A_c f_{cm}) > 0.40$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$

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

Bu koşullar doğrultusunda, tez kapsamında ele alınan binada, tüm kirişler için etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği olan $(EI)_o$ değerinin 0.40 katı olarak alınmıştır. Çekirdek perdesinde de hiçbir katta $N_d / (A_c f_{cm})$ değerinin 0.10 mertebesini aşmamasından dolayı etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$, tıpkı kirişlerde olduğu gibi $(EI)_o$ değerinin 0.40 katı olarak tespit edilmiştir. Kolonlara ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesinde ise öncelikle bir düşey yük hesabı yapılmış ve $(EI)_e$ değerleri buna göre belirlenmiştir. Tüm kolonlara ait etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$ değerleri, binanın uzun eksen etrafında simetrik olmasından dolayı yalnızca simetrik kolonlardan birisi için Çizelge 4.4'te sunulmuştur. Kolonların simetri durumunu kat planında görmek için Şekil 3.12'ye bakılabilir.

Çizelge 4.4: Kolonlara ait etkin eğilme rijitliği değerleri.

Kolon İsmi	Kolon Tipi	bx (m)	by (m)	P (kN)	Oran $P/(Alan \cdot f_{ck})$	(EI) _e
S101	KOL55	0.55	0.55	1593	0.18	0.50
S102	KOL60	0.60	0.60	2727	0.25	0.60
S105	KOL55	0.55	0.55	1245	0.14	0.45
S108	KOL55	0.55	0.55	1323	0.15	0.46
S110	KOL50	0.50	0.50	960	0.13	0.44
S111	KOL50	0.50	0.50	1613	0.22	0.55
S114	KOL50	0.50	0.50	912	0.12	0.43
S115	KOL50	0.50	0.50	1559	0.21	0.54
S201	KOL55	0.55	0.55	1387	0.15	0.47
S202	KOL60	0.60	0.60	2377	0.22	0.56
S205	KOL55	0.55	0.55	1079	0.12	0.43
S208	KOL55	0.55	0.55	1155	0.13	0.44
S210	KOL50	0.50	0.50	837	0.11	0.42
S211	KOL50	0.50	0.50	1407	0.19	0.52
S214	KOL50	0.50	0.50	792	0.11	0.41
S215	KOL50	0.50	0.50	1358	0.18	0.51
S301	KOL50	0.50	0.50	1182	0.16	0.48
S302	KOL55	0.55	0.55	2029	0.22	0.56
S305	KOL50	0.50	0.50	916	0.12	0.43
S308	KOL50	0.50	0.50	985	0.13	0.44
S310	KOL45	0.45	0.45	712	0.12	0.42
S311	KOL45	0.45	0.45	1200	0.20	0.53
S314	KOL45	0.45	0.45	671	0.11	0.41
S315	KOL45	0.45	0.45	1157	0.19	0.52
S401	KOL50	0.50	0.50	980	0.13	0.44
S402	KOL55	0.55	0.55	1686	0.19	0.51
S405	KOL50	0.50	0.50	758	0.10	0.40
S408	KOL50	0.50	0.50	817	0.11	0.41
S410	KOL45	0.45	0.45	590	0.10	0.40
S411	KOL45	0.45	0.45	997	0.16	0.49
S414	KOL45	0.45	0.45	555	0.09	0.40
S415	KOL45	0.45	0.45	961	0.16	0.48
S501	KOL45	0.45	0.45	779	0.13	0.44
S502	KOL50	0.50	0.50	1345	0.18	0.51
S505	KOL45	0.45	0.45	602	0.10	0.40
S508	KOL45	0.45	0.45	649	0.11	0.41
S510	KOL40	0.40	0.40	468	0.10	0.40
S511	KOL40	0.40	0.40	795	0.17	0.49
S514	KOL40	0.40	0.40	439	0.09	0.40
S515	KOL40	0.40	0.40	765	0.16	0.48
S601	KOL45	0.45	0.45	582	0.10	0.40
S602	KOL50	0.50	0.50	1008	0.13	0.45
S605	KOL45	0.45	0.45	450	0.07	0.40

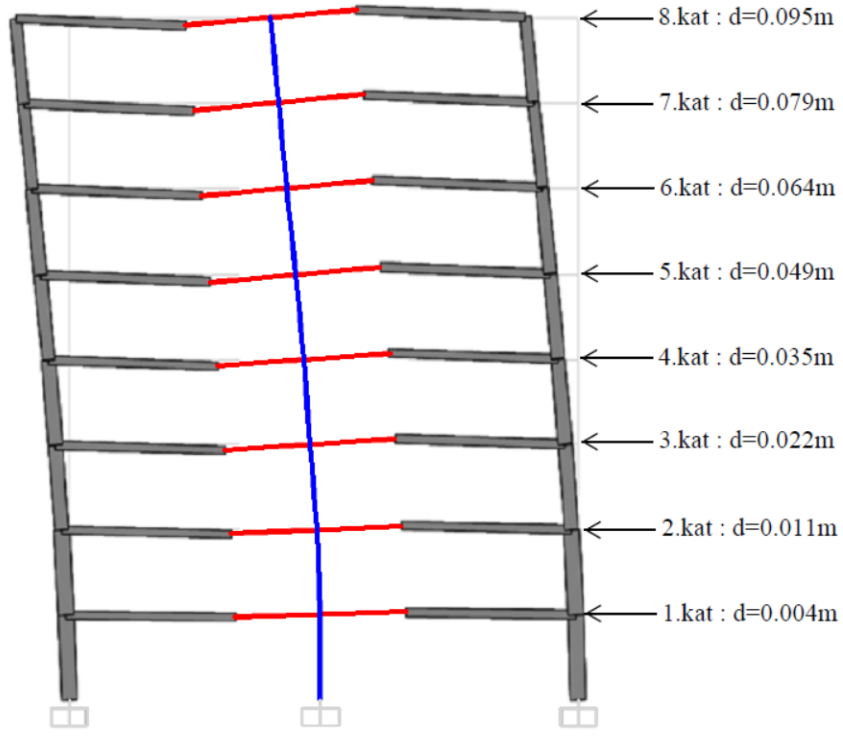
Çizelge 4.4 (devam): Kolonlara ait etkin eğilme rijitliği değerleri.

S608	KOL45	0.45	0.45	483	0.08	0.40
S610	KOL40	0.40	0.40	348	0.07	0.40
S611	KOL40	0.40	0.40	595	0.12	0.43
S614	KOL40	0.40	0.40	327	0.07	0.40
S615	KOL40	0.40	0.40	573	0.12	0.43
S701	KOL40	0.40	0.40	385	0.08	0.40
S702	KOL45	0.45	0.45	671	0.11	0.41
S705	KOL40	0.40	0.40	299	0.06	0.40
S708	KOL40	0.40	0.40	318	0.07	0.40
S710	KOL35	0.35	0.35	228	0.06	0.40
S711	KOL35	0.35	0.35	396	0.11	0.41
S714	KOL35	0.35	0.35	215	0.06	0.40
S715	KOL35	0.35	0.35	381	0.10	0.41
S801	KOL40	0.40	0.40	191	0.04	0.40
S802	KOL45	0.45	0.45	339	0.06	0.40
S805	KOL40	0.40	0.40	150	0.03	0.40
S808	KOL40	0.40	0.40	157	0.03	0.40
S810	KOL35	0.35	0.35	112	0.03	0.40
S811	KOL35	0.35	0.35	199	0.05	0.40
S814	KOL35	0.35	0.35	106	0.03	0.40
S815	KOL35	0.35	0.35	193	0.05	0.40

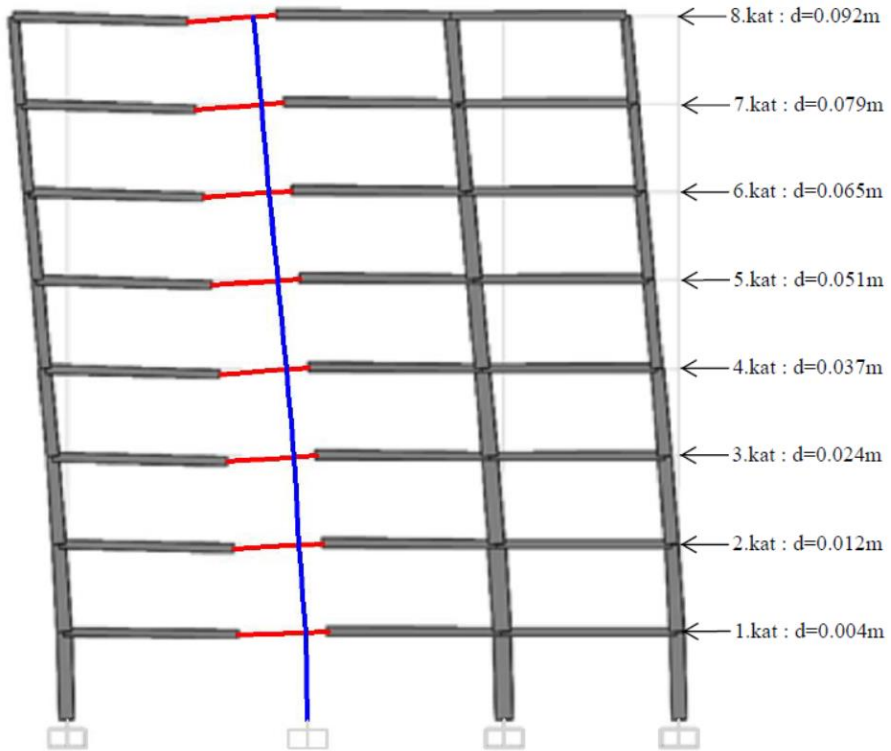
4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Dağılımının Belirlenmesi

İtme analizinin ilk adımını tanımlamak için bir yük dağılımı belirlenmesi gerekmektedir. Bu yük dağılımı, yapılması istenilen itme analizi doğrultusundaki yapının doğal titreşim modlarından hâkim (1.mod) mod şekli genliği ile katlara ait ilgili kütlelerin çarpımıyla elde edilen değerlere göre yapılır.

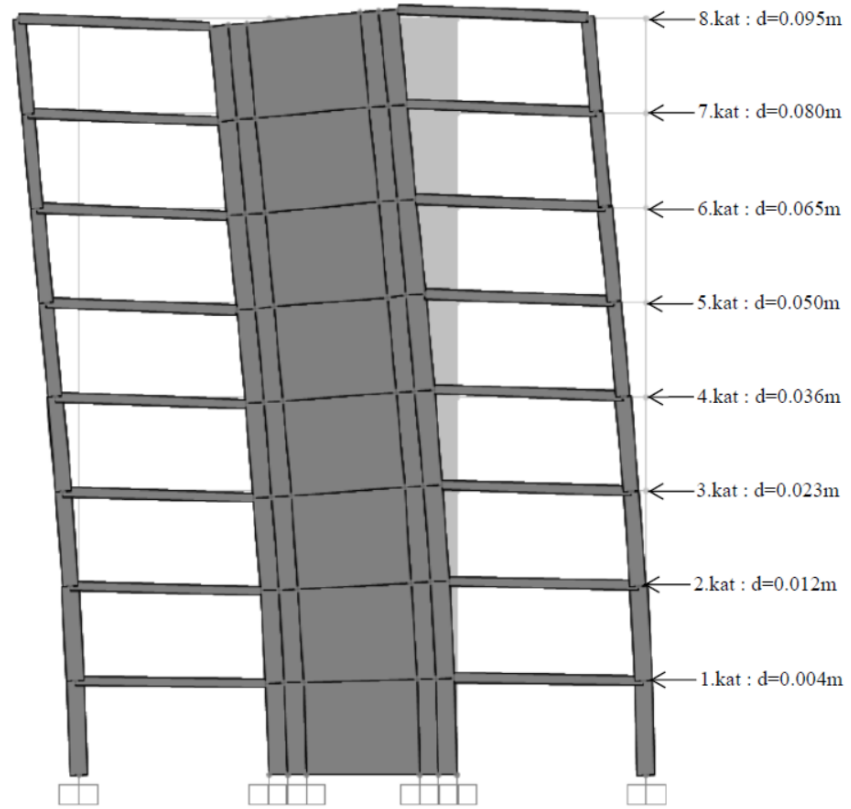
Elemanlara ait etkin eğilme rijitliklerinin uygunlandığı çubuk perdeli model (ÇPM) ve kabuk perdeli model (KPM) binalarına ait doğal titreşim mod şekli genlikleri Şekil 4.1 – Şekil 4.4’te, bu genliklere göre elde edilen eşdeğer deprem yükü dağılımları ise Çizelge 4.5 – Çizelge 4.8’te verilmiştir.



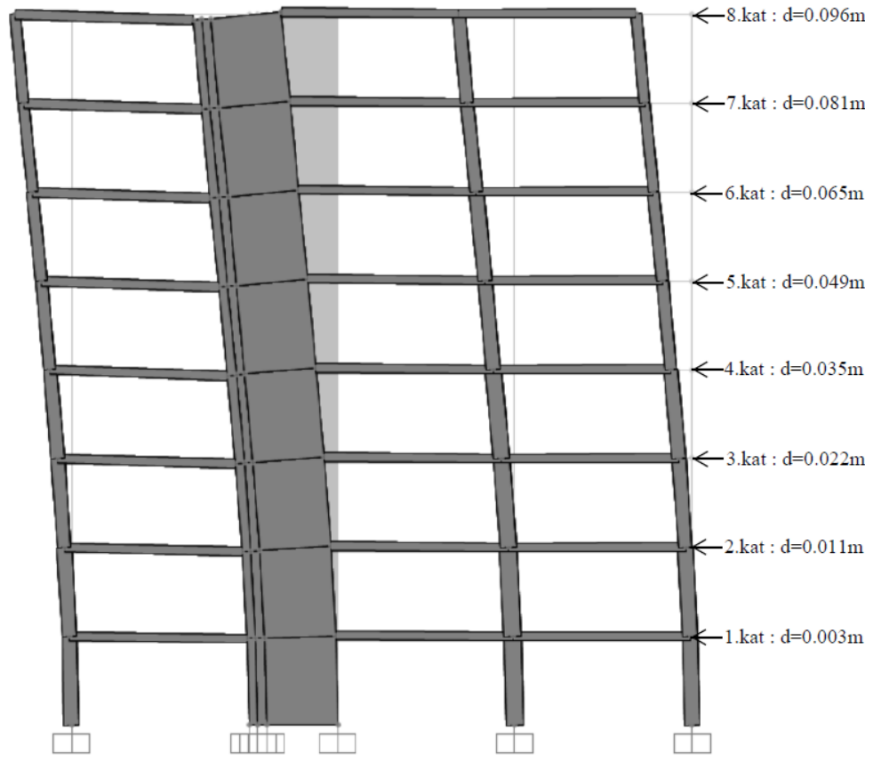
Şekil 4.1: ÇPM için X eksenı doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.



Şekil 4.2: ÇPM için Y eksenı doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.



Şekil 4.3: KPM için X eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.



Şekil 4.4: KPM için Y eksenini doğrultusundaki hâkim moda ait genlikler.

Çizelge 4.5: ÇPM için X eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı.

1	2	3	4	5	6
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	3x4	Eşdeğer Deprem Yükleme Dağılımı
8. Kat	4073	4073	0.095003	386.99	1.000
7. Kat	8147	4073	0.079717	324.72	0.839
6. Kat	12269	4122	0.064301	265.06	0.685
5. Kat	16391	4122	0.049198	202.80	0.524
4. Kat	20568	4177	0.034892	145.74	0.377
3. Kat	24745	4177	0.022061	92.15	0.238
2. Kat	28956	4211	0.011423	48.10	0.124
1. Kat	33167	4211	0.003758	15.82	0.041

Çizelge 4.6: ÇPM için Y eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı.

1	2	3	4	5	6
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	3x4	Eşdeğer Deprem Yükleme Dağılımı
8. Kat	4073	4073	0.092256	375.80	1.000
7. Kat	8147	4073	0.078949	321.59	0.856
6. Kat	12269	4122	0.065082	268.28	0.714
5. Kat	16391	4122	0.05092	209.90	0.559
4. Kat	20568	4177	0.036853	153.93	0.410
3. Kat	24745	4177	0.023681	98.91	0.263
2. Kat	28956	4211	0.012306	51.82	0.138
1. Kat	33167	4211	0.003919	16.50	0.044

Çizelge 4.7: KPM için X eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı.

1	2	3	4	5	6
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	3x4	Eşdeğer Deprem Yükleme Dağılımı
8. Kat	4073	4073	0.095268	388.07	1.000
7. Kat	8147	4073	0.080544	328.09	0.845
6. Kat	12269	4122	0.065354	269.40	0.694
5. Kat	16391	4122	0.050317	207.42	0.534
4. Kat	20568	4177	0.035989	150.32	0.387
3. Kat	24745	4177	0.023067	96.35	0.248
2. Kat	28956	4211	0.012392	52.18	0.134
1. Kat	33167	4211	0.004245	17.88	0.046

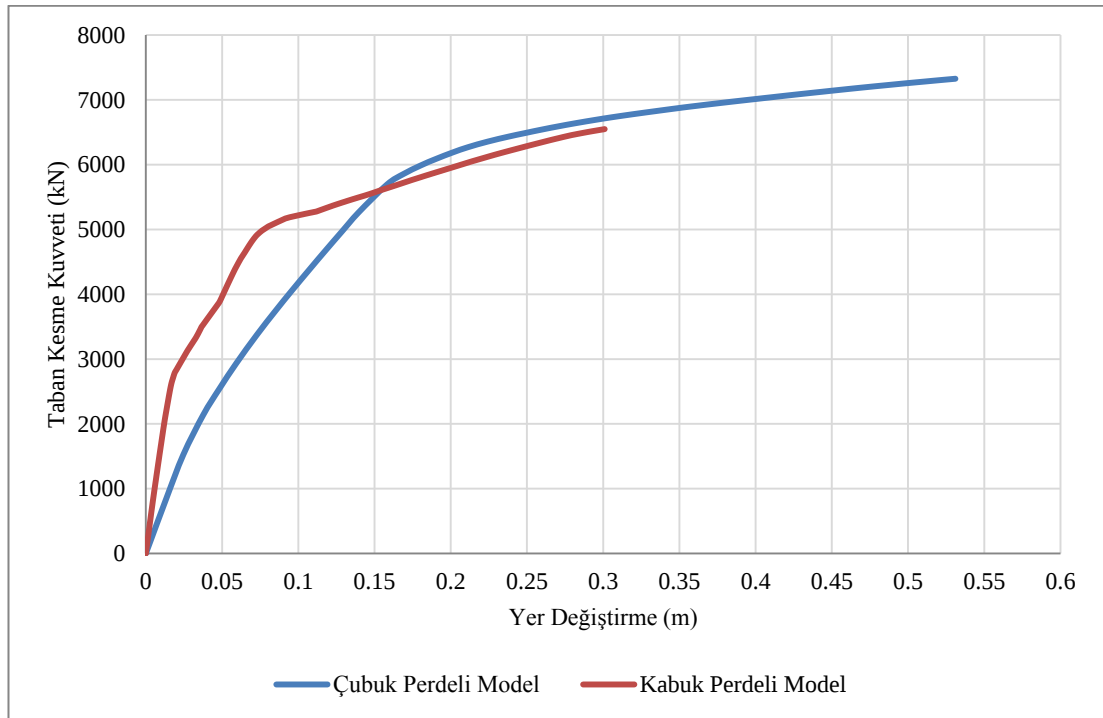
Çizelge 4.8: KPM için Y eksenli doğrultusundaki eşdeğer deprem yükü dağılımı.

1	2	3	4	5	6
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	3x4	Eşdeğer Deprem Yükleme Dağılımı
8. Kat	4073	4073	0.096475	392.99	1.000
7. Kat	8147	4073	0.080811	329.18	0.838
6. Kat	12269	4122	0.064994	267.92	0.682
5. Kat	16391	4122	0.049462	203.89	0.519
4. Kat	20568	4177	0.034734	145.08	0.369
3. Kat	24745	4177	0.021536	89.95	0.229
2. Kat	28956	4211	0.010648	44.84	0.114
1. Kat	33167	4211	0.003043	12.81	0.033

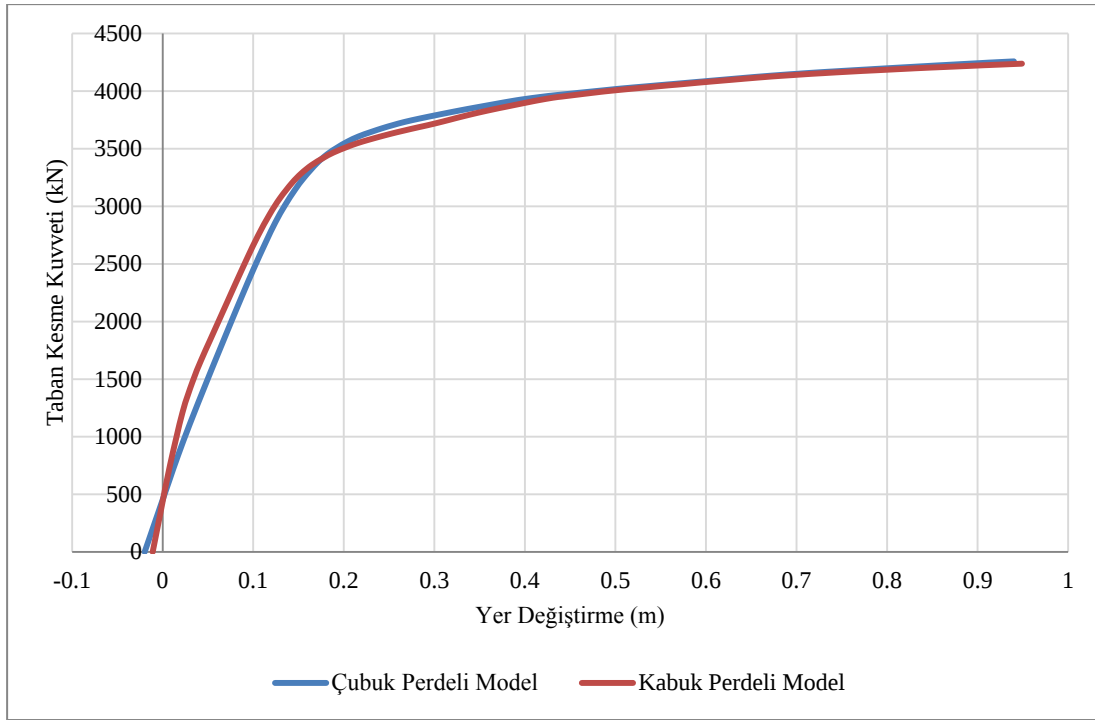
Eşdeğer deprem yükü dağılımları belirlendikten sonra bu değerlerin doğrusal olmayan analizin yapılacağı SAP2000 [7] programına aktarılması gerekmektedir. Eşdeğer yük dağılımlarının ve itme analizine dair diğer bilgilerin SAP2000 içerisinde nasıl tanımlandığı Ek D’de verilmiştir.

4.3 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminden Elde Edilen Tepe Yer Değiştirmesi – Taban Kesme Kuvveti Eğrileri

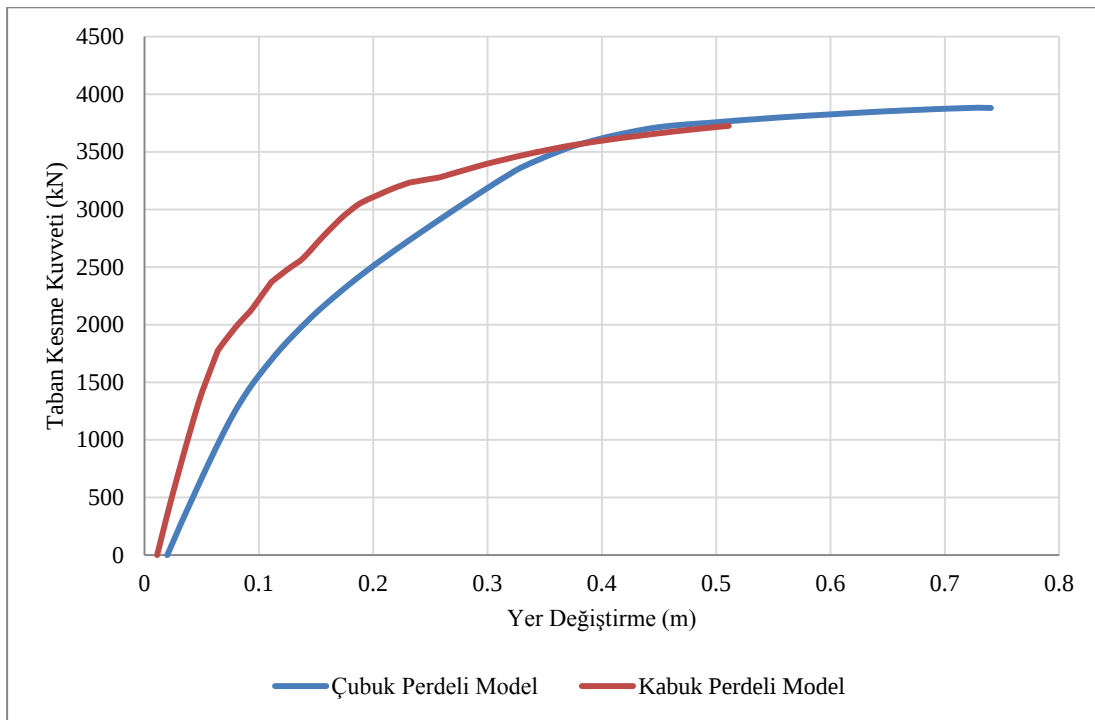
Bina, X eksen (bina kısa doğrultusu) etrafında simetrik olmayan, Y eksen (bina uzun doğrultusu) etrafında ise simetrik olan bir forma sahiptir. Bunun sonucu olarak yapı elemanlarında meydana gelecek etkileri gözlemleyebilmek için X, Y+ ve Y- olmak üzere 3 farklı artımsal itme analizi yapılması gerekmiştir. Buna göre çubuk ve kabuk perdeli sistemlere ait kapasite eğrisi olarak da adlandırılan itme eğrileri Şekil 4.5 – Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.5: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait X doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.



Şekil 4.6: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait Y+ doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.



Şekil 4.7: Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait Y- doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti eğrileri.

4.4 Bina Performans Noktalarının Tespiti

TDY'07'ye göre bina performansının nasıl elde edileceği Bölüm 2'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu kısımda ise elde edilen statik itme eğrileri kullanılarak çubuk ve kabuk perdeli sistemlere ait binaların performans değerlendirmesinin nasıl yapıldığı sunulmuştur.

Performans noktasının belirlenmesi için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi gerekmektedir. Elde edilen statik itme eğrileri (kapasite eğrileri) eksen dönüşümü yapılarak, eksenleri spektral ivme (S_a) – spektral yerdeğiştirme (S_d) olan modal kapasite eğrisine dönüştürülür. Bu eksen dönüşümlerinin yapılmasına yardımcı olan parametreler Çizelge 4.9 – Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.9: Çubuk perdeli modelin X doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs ² /m)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (oran)	4*5 ²	M1 Toplam (7)	Mx1 (11 ²)/8	Lx1 4*5 (kNs ²)	Lx1 Top.(10) (kNs ²)	Γx1 (11/8) (1/m)
8. Kat	4073	4073	415	0.095003	1.000	3.748	9.929	2296.8	39.45	151.01	15.209
7. Kat	8147	4073	415	0.079717	0.839	2.639			33.10		
6. Kat	12269	4122	420	0.064301	0.685	1.737			27.02		
5. Kat	16391	4122	420	0.049198	0.524	1.017			20.67		
4. Kat	20568	4177	426	0.034892	0.377	0.518			14.86		
3. Kat	24745	4177	426	0.022061	0.238	0.207			9.39		
2. Kat	28956	4211	429	0.011423	0.124	0.056			4.90		
1. Kat	33167	4211	429	0.003758	0.041	0.006			1.61		

Çizelge 4.10: Çubuk perdeli modelin Y doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs2/m)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (oran)	4*5^2	M1 Toplam (7)	My1 (11^2)/8	Ly1 4*5 (kNs2)	Ly1 Top.(10) (kNs2)	Γy1 (11/8) (1/m)
8. Kat	4073	4073	415	0.092256	1.000	3.534	9.880	2356.1	38.31	152.57	15.442
7. Kat	8147	4073	415	0.078949	0.856	2.588			32.78		
6. Kat	12269	4122	420	0.065082	0.714	1.780			27.35		
5. Kat	16391	4122	420	0.05092	0.559	1.090			21.40		
4. Kat	20568	4177	426	0.036853	0.410	0.578			15.69		
3. Kat	24745	4177	426	0.023681	0.263	0.239			10.08		
2. Kat	28956	4211	429	0.012306	0.138	0.065			5.28		
1. Kat	33167	4211	429	0.003919	0.044	0.007			1.68		

Çizelge 4.11: Kabuk perdeli modelin X doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.

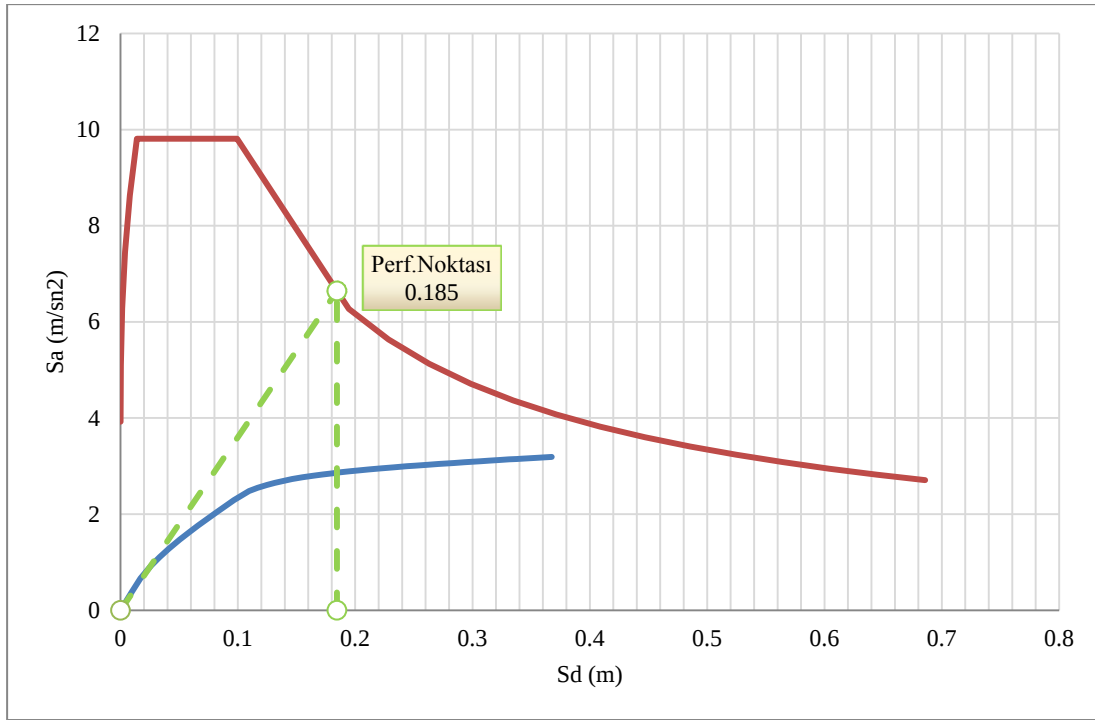
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs2/m)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	X Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (oran)	4*5^2	M1 Toplam (7)	Mx1 (11^2)/8	Lx1 4*5 (kNs2)	Lx1 Top.(10) (kNs2)	Γx1 (11/8) (1/m)
8. Kat	4073	4073	415	0.095268	1.000	3.769	10.173	2328.2	39.56	153.89	15.128
7. Kat	8147	4073	415	0.080544	0.845	2.694			33.44		
6. Kat	12269	4122	420	0.065354	0.694	1.795			27.46		
5. Kat	16391	4122	420	0.050317	0.534	1.064			21.14		
4. Kat	20568	4177	426	0.035989	0.387	0.551			15.32		
3. Kat	24745	4177	426	0.023067	0.248	0.227			9.82		
2. Kat	28956	4211	429	0.012392	0.134	0.066			5.32		
1. Kat	33167	4211	429	0.004245	0.046	0.008			1.82		

Çizelge 4.12: Kabuk perdeli modelin Y doğrultusuna ait performans değerlendirmesi için kullanılan terimler.

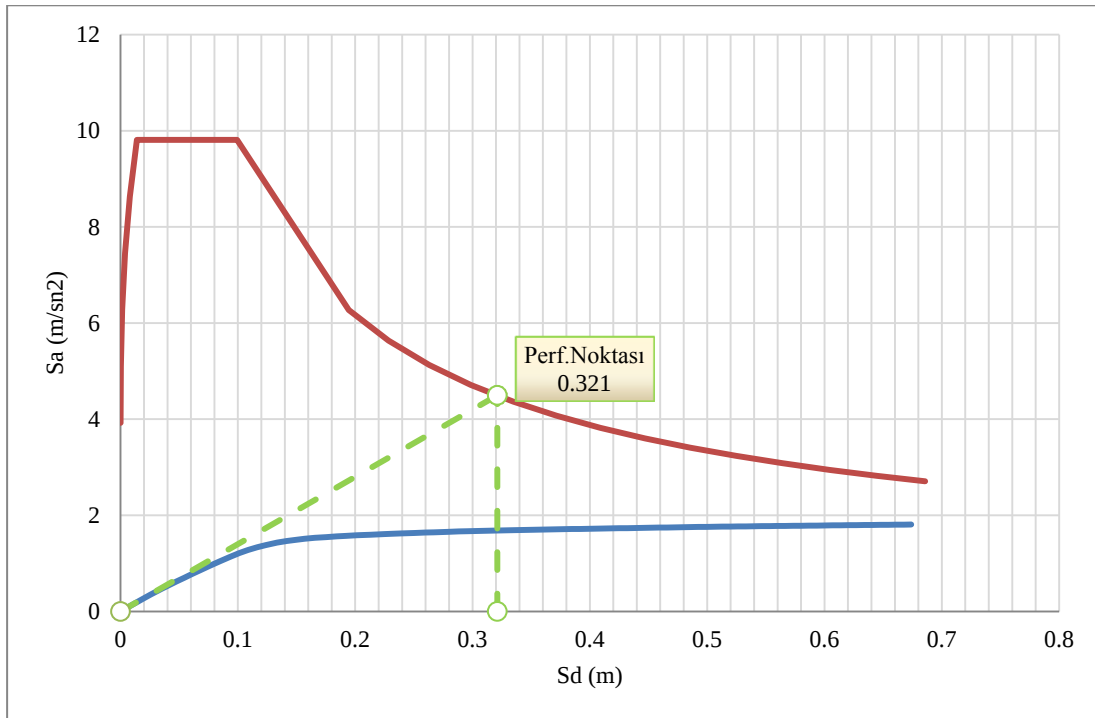
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kat İsmi	Toplam Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs ² /m)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (m)	Y Doğrultusu Etkili Mod Şekli Genliği (oran)	4*5 ²	M1 Toplam (7)	My1 (11 ²)/8	Ly1 4*5 (kNs ²)	Ly1 Top.(10) (kNs ²)	Γy1 (11/8) (1/m)
8. Kat	4073	4073	415	0.096475	1.000	3.865	10.143	2264.2	40.06	151.55	14.941
7. Kat	8147	4073	415	0.080811	0.838	2.712			33.56		
6. Kat	12269	4122	420	0.064994	0.682	1.775			27.31		
5. Kat	16391	4122	420	0.049462	0.519	1.028			20.78		
4. Kat	20568	4177	426	0.034734	0.369	0.514			14.79		
3. Kat	24745	4177	426	0.021536	0.229	0.197			9.17		
2. Kat	28956	4211	429	0.010648	0.114	0.049			4.57		
1. Kat	33167	4211	429	0.003043	0.033	0.004			1.31		

Yukarıdaki çizelgelerde belirtien paramatrelere göre çizilen model kapasite diyagramı ile eksenleri spektral ivme (S_a) – periyot (sn) olan ve depremi temsil eden elastik ivme spektrumu, Bölüm 2’de anlatıldığı şekilde eksen dönüşümü yapılarak spektral ivme (S_a) – spektral yerdeğiştirme (S_d) formuna dönüştürülür ve bu eğriler aynı grafik üzerinde çizilir. Aynı grafik üzerinde çizilen eğrilerden modal kapasite eğrisinden başlangıç teğeti geçirilerek talep eğrisi ile kesişim noktası belirlenir ve modal yerdeğiştirme istemi bulunur. Modal yerdeğiştirme istemi olan S_{de1} belirlendikten sonra TDY’07’de belirtildiği şekilde ters dönüşüm yapılarak modal yerdeğiştirme isteminden tepe yerdeğiştirmesi istemine geçilir. Elde edilen tepe yerdeğiştirme istemine kadar itme analizi tekrar yapılarak performans noktasına erişmiş yapıya ait değerler elde edilir.

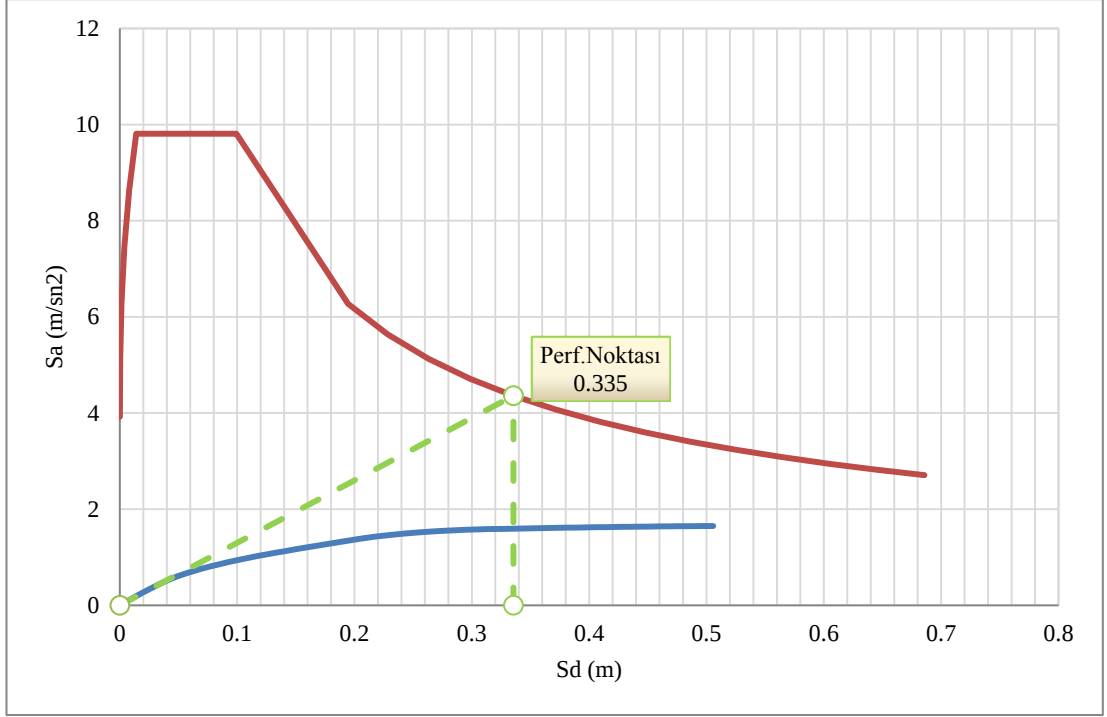
Buna göre, çubuk ve kabuk perdeli modeller için çizilen kapasite ve talep eğrileri Şekil 4.8 – Şekil 4.13’te gösterilmiştir.



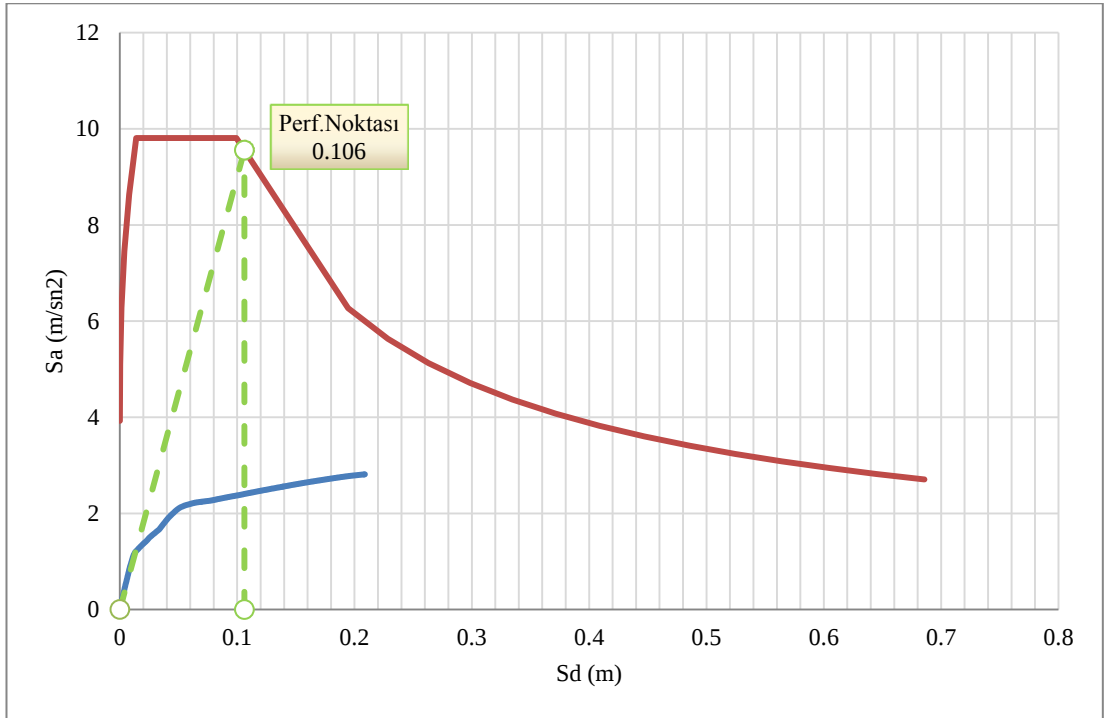
Şekil 4.8: Çubuk perdeli modelin X doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



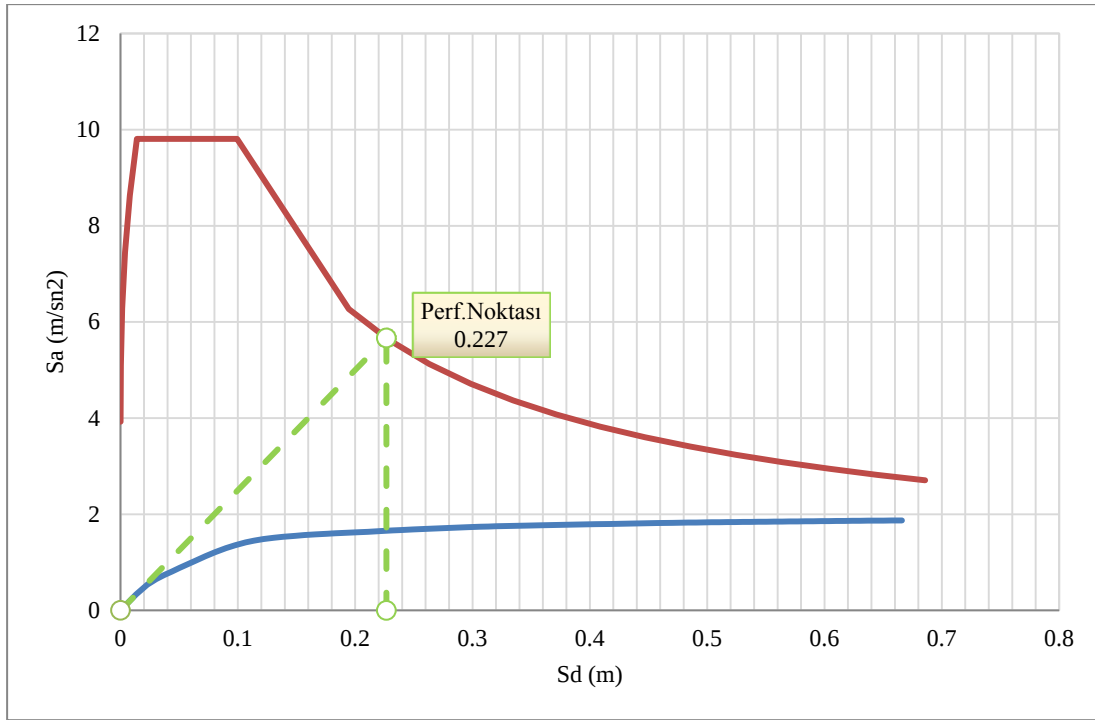
Şekil 4.9: Çubuk perdeli modelin Y+ doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



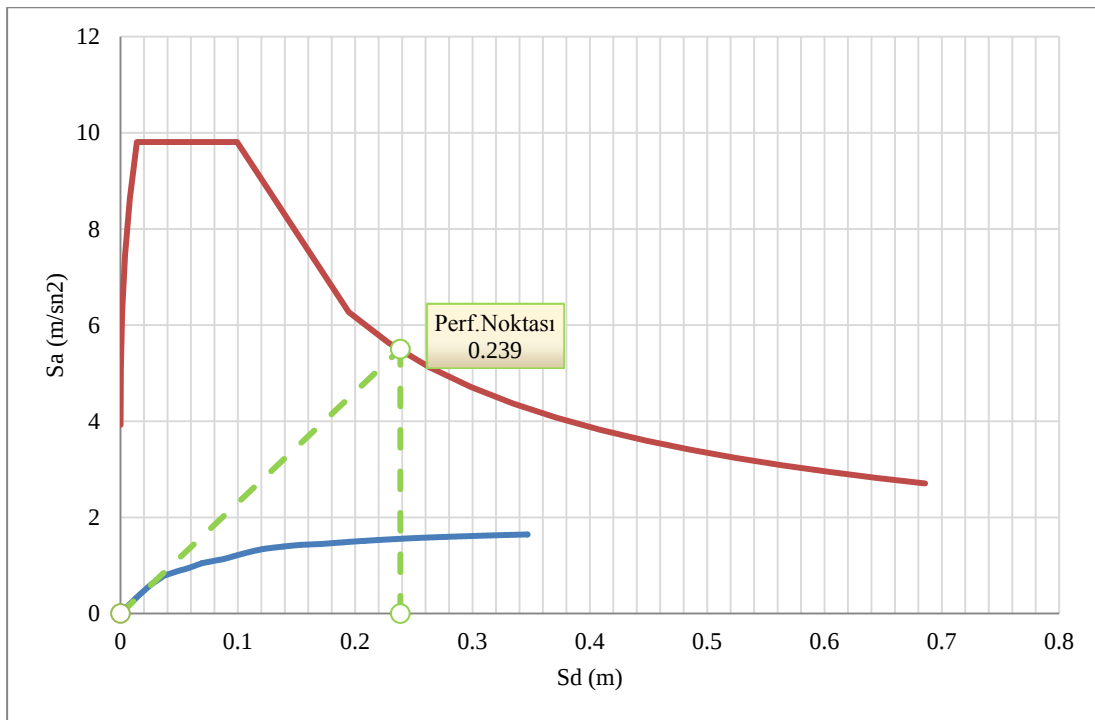
Şekil 4.10: Çubuk perdeli modelin Y- doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 4.11: Kabuk perdeli modelin X doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 4.12: Kabuk perdeli modelin Y+ doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 4.13: Kabuk perdeli modelin Y- doğrultusuna ait modal kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.

Bulunan bu kesişim noktaları her iki eğrinin de elastik tabanlı olmasından dolayı tüm taşıyıcı sistemler için doğru sonucu yansıtmayabilir. TDY'07'de C_{R1} dönüştürme katsayısı kullanılarak bu sorun çözülmeye çalışılmıştır. Yönetmelik, eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca, periyodu elastik talep spektrumunun azalan koluna denk gelen yerlerde bu katsayının 1'e eşit alınabileceğini belirtmiştir. Yukarıdaki şekillerden de görüldüğü üzere bu tez kapsamında ele alınan bina modelleri için elde edilen tüm itme durumlarındaki kesişim noktaları talep eğrisinin azalan koluna denk gelmektedir. Bu sebeple $C_{R1} = 1$ dönüştürme katsayısı tüm modellerde kullanılmıştır.

C_{R1} dönüştürme katsayısının da yardımıyla Bölüm 2'de belirtilen dönüştürme parametrelerinden faydalanılarak modal yerdeğiştirme isteminden bina tepe yerdeğiştirme istemine dönüşüm yapılmıştır.

Birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$ ve bu istem kullanılarak X deprem doğrultusundaki bina tepe yerdeğiştirme istemi olan $u_{xN1}^{(p)}$ 'nin nasıl elde edildiği sırasıyla denklem 4.1 ve denklem 4.2'de gösterilmiştir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} = C_{R1} \cdot S_{de1} \quad (4.1)$$

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (4.2)$$

Bu tez kapsamında analizleri gerçekleştirilmiş olan binalardan çubuk ve kabuk perdeli modellere ait $u_{N1}^{(p)}$ tepe yerdeğiştirme istemlerinin diğer bir deyişle bina performans noktalarının nasıl bulunduğu Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.13: Çubuk perdeli modele ait X (a), Y+ (b) ve Y- (c) doğrultularındaki tepe yerdeğiştirme istemleri.

C_{R1}	1
S_{di1}	0.185
$d_1^{(p)}$	0.185
Γ_{x1}	15.209
Φ_{xN1}	0.095003
$u_{xN1}^{(p)}$	0.267

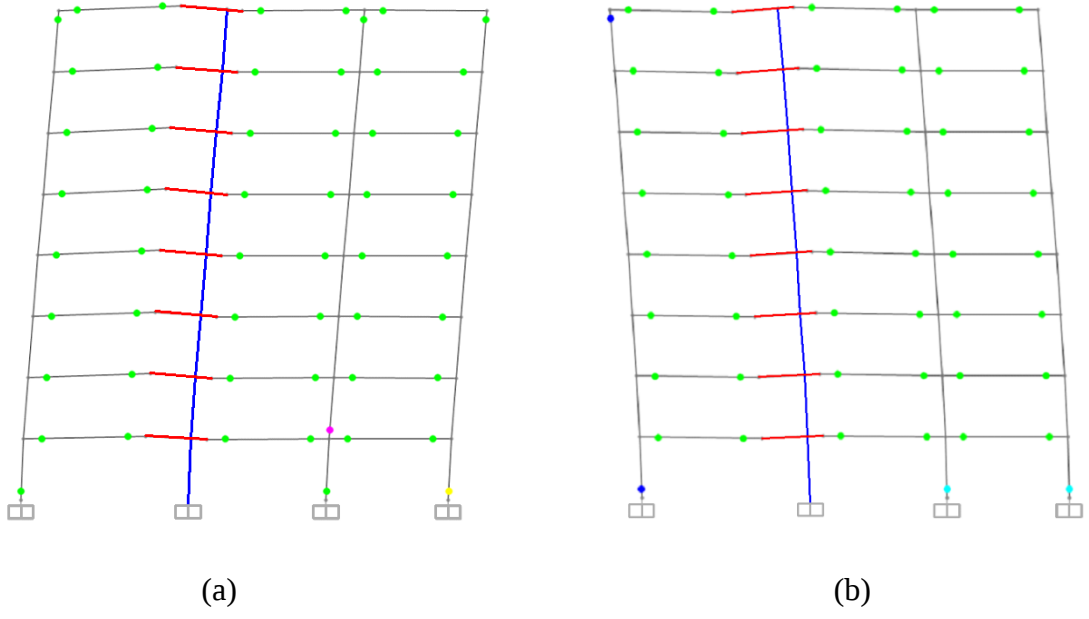
(a)

C_{R1}	1
S_{di1}	0.321
$d_1^{(p)}$	0.321
Γ_{y+1}	15.442
Φ_{y+N1}	0.092256
$u_{y+N1}^{(p)}$	0.457

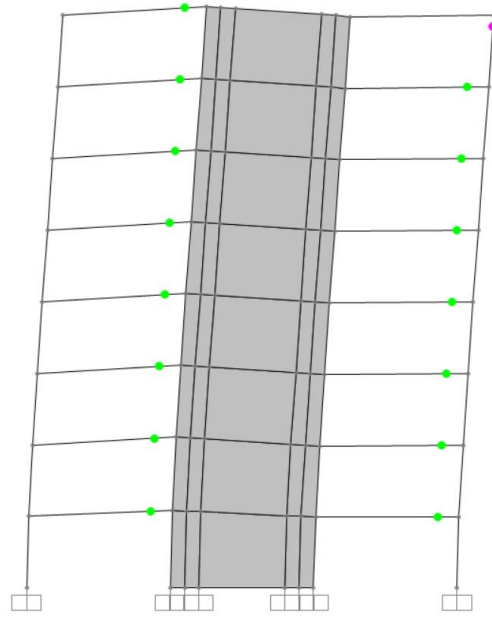
(b)

C_{R1}	1
S_{di1}	0.335
$d_1^{(p)}$	0.335
Γ_{y-1}	15.442
Φ_{y-N1}	0.092256
$u_{y-N1}^{(p)}$	0.477

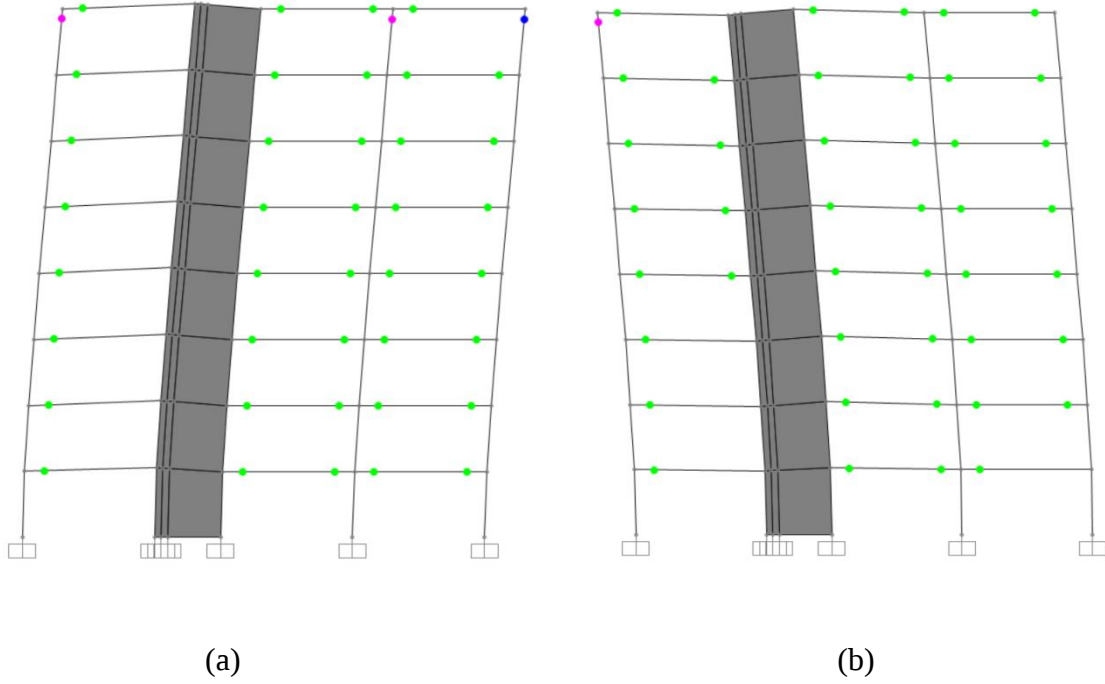
(c)



Şekil 4.15: Çubuk perdeli modele ait Y+ (a) ve Y- (b) doğrultuları itme analizleri sonucu oluşan plastik mafsallar.



Şekil 4.16: Kabuk perdeli modele ait X doğrultusu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsallar.



Şekil 4.17: Kabuk perdeli modele ait Y+ (a) ve Y- (b) doğrultuları itme analizleri sonucu oluşan plastik mafsallar.

Yukarıdaki şekillerden görülebileceği gibi plastik mafsallar özellikle kirişlerde meydana gelmiştir. Genel olarak bakılacak olursa bu durum bize kolonların kirişlerden daha güçlü olduğu hakkında fikir verebilir. Bu da ani bir biçimde meydana gelebilecek toptan göçme yerine yapının sünek davranış göstererek göçme eğiliminde olduğunu gösterir. Depreme dayanaklı yapı tasarımında bu ilke önemli bir yere sahip olup TDY'07'de güçlü kolon – zayıf kiriş prensibi olarak isimlendirilmektedir.

Perdelerin doğrusal olmayan davranışlarının modellenme biçimleri kolon ve kiriş elemanlardan daha farklı olduğundan dolayı perdeler plastik mafsallarla ifade edilmemiştir. Bu yüzden, yukarıdaki şekillerde perdelerde oluşan doğrusal olmayan şekil değiştirme durumları görülememekle birlikte perdelerle ait ayrıntılı analizler Bölüm 6'da verilmiştir.

5. TDY'07'YE GÖRE ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMİ İÇİN DEPREM KAYITLARI SEÇİMİ

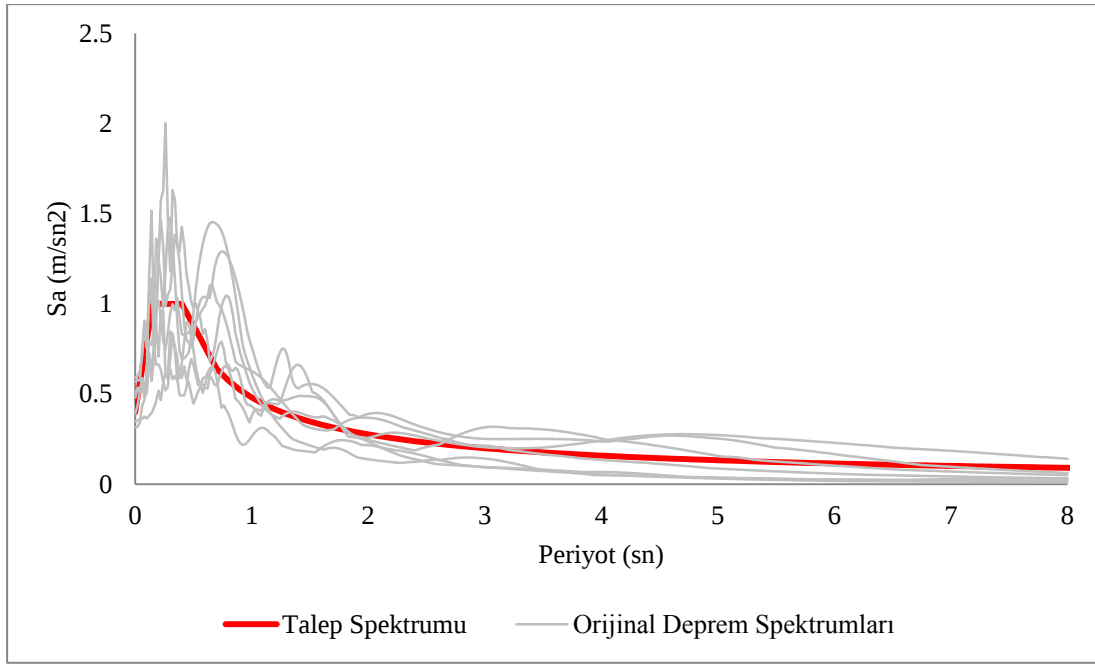
TDY'07 [4], Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz (ZTADOA) yönteminin uygulanabilmesi için birtakım kıstaslar sunmuştur. Bu çalışma kapsamında seçilen ivme kayıtlarının, Bölüm 2'de açıklamaları yapılan kıstaslara göre kontrolleri ve diğer birtakım veriler bu bölüm başlığı altında verilmiştir.

Doğrusal olmayan dinamik analizlerin yapılabilmesi için 7 adet deprem ivme kaydı PEER [13], CESMD [14] ve AFAD [15] veritabanlarından seçilmiştir. Bu deprem ivme kayıtlarının isimleri, depremlerin meydana geldiği tarihler ve Moment Magnitüd Ölçeği'ne göre depremlerin büyüklükleri şu şekildedir:

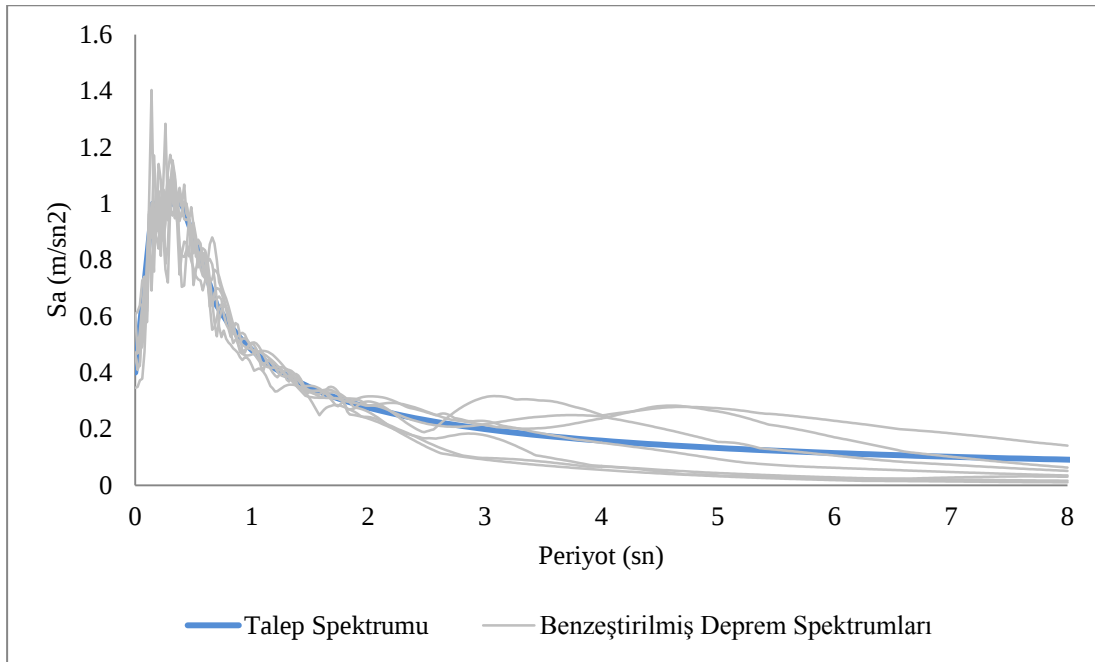
- 1- Kocaeli Depremi (17 Ağustos 1999) – 7.4 M_w
- 2- Northridge Depremi (17 Ocak 1994) – 6.7 M_w
- 3- Düzce Depremi (12 Kasım 1999) – 7.2 M_w
- 4- Erzincan Depremi (13 Mart 1992) – 6.3 M_w
- 5- Petrolia Depremi (25 Nisan 1992) – 7.2 M_w
- 6- Darfield Depremi (4 Eylül 2010) – 7.1 M_w
- 7- Imperial Valley Depremi (15 Ekim 1979) – 6.5 M_w

Yukarıda sıralanan deprem ivme kayıtları, TDY'07'nin öngördüğü şartlara göre, yerel zemin sınıfı Z2 ve etkin yer ivme katsayısı $A_0 = 0.40$ olan bina parametrelerine göre benzeştirilmiştir. Benzeştirme işlemi SeismoMatch [9] yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Yazılıma ham ivme kayıtları tanıtılarak hedef ivme spektrumuna göre herbir kaydın ayrı ayrı benzeştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Hedef gösterilen Z2 yerel zemin sınıfı ve etkin yer ivme katsayısı $A_0 = 0.40g$ olan ivme spektrumuna uygun olarak yeni ivme kayıtları türetilmiş ve bu yapay ivme kayıtları doğrusal olmayan dinamik analizlerde kullanılmıştır.

Tüm ivme kayıtlarının elastik ivme spektrumu üzerindeki orijinal ve benzeştirilmiş hâlleri sırasıyla Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Orijinal deprem ivme kayıtlarına ait spektrumların Z2 talep spektrumu üzerinde gösterimi.

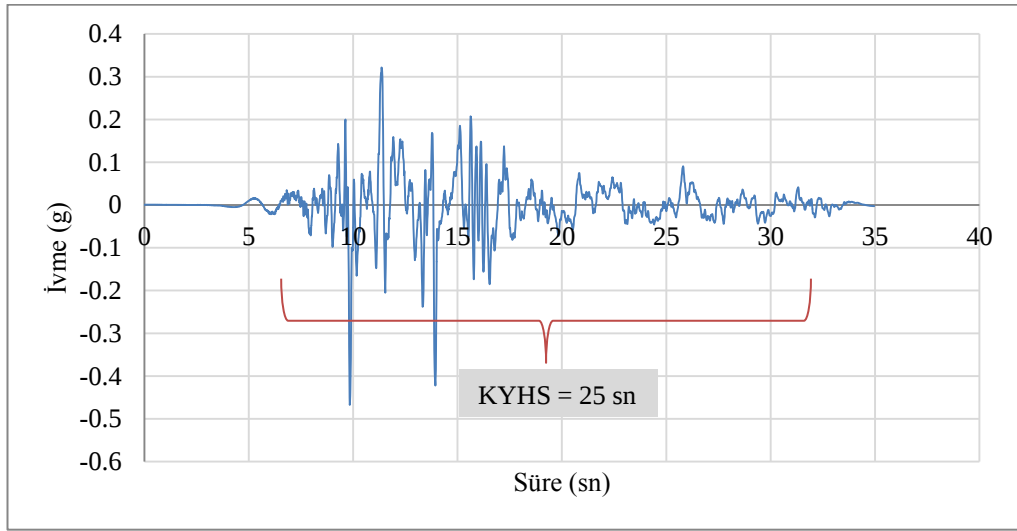


Şekil 5.2: Benzeştirilmiş deprem ivme kayıtlarına ait spektrumların Z2 talep spektrumu üzerinde gösterimi.

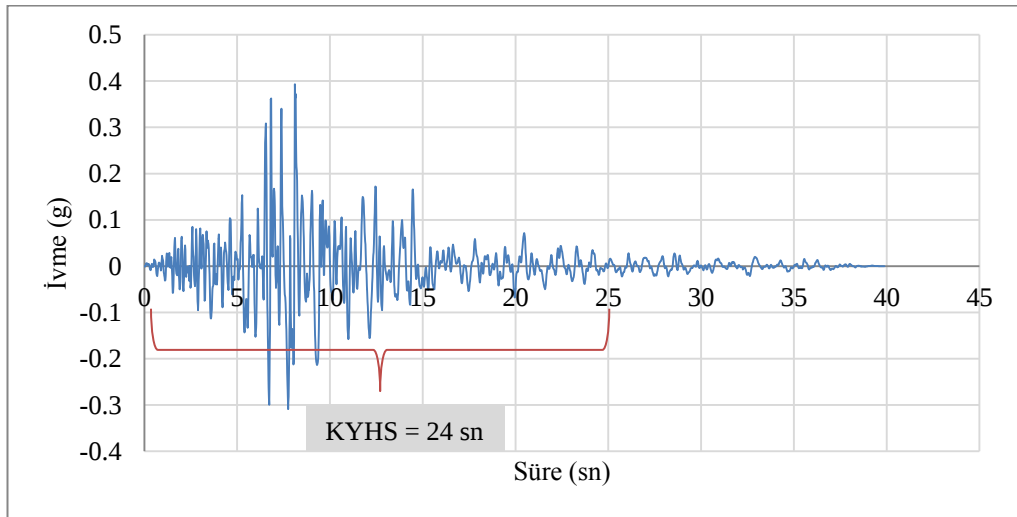
Bölüm 2’de açıklaması yapılan deprem kayıtlarının benzeştirilmesi ile ilgili şartların kontrolü aşağıda sunulmuştur.

Şart-1 : Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyotunun 5 katından (Koşul 1) ve 15 saniyeden (Koşul 2) daha kısa olmayacaktır.

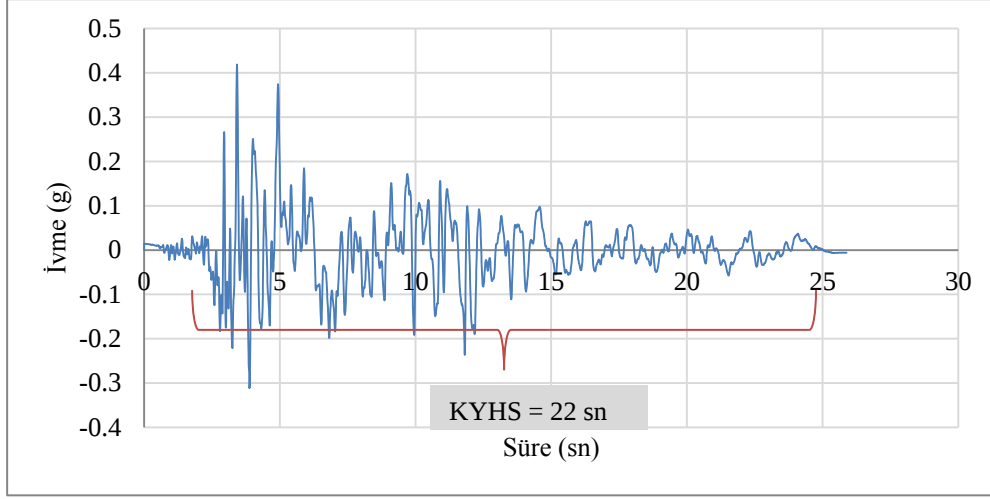
Kontrol-1 : 7 adet benzeştirilmiş deprem ivme kaydının kuvvetli yer hareketi sürelerini (KYHS) gösteren grafikler Şekil 5.3 – Şekil 5.9’da, Koşul 1 ve Koşul 2’nin kontrolü ise Çizelge 5.1’de verilmiştir.



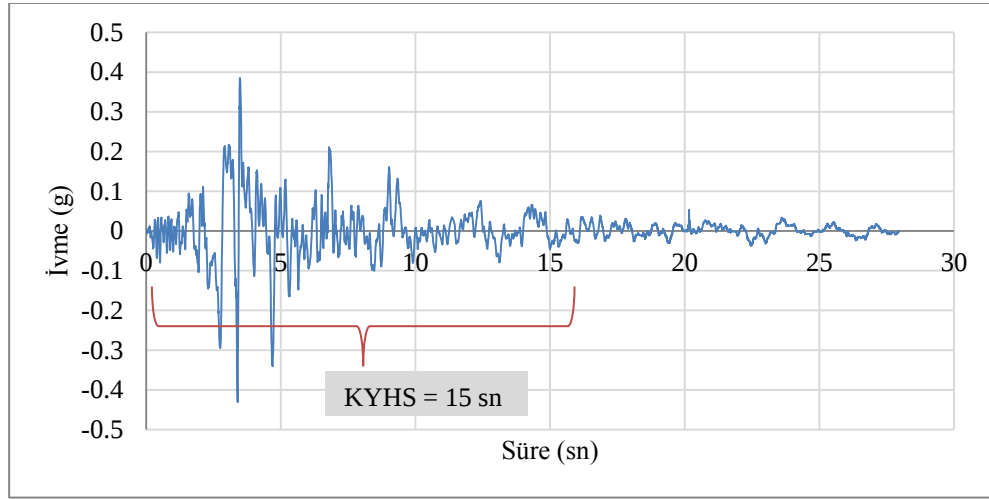
Şekil 5.3: Kocaeli depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



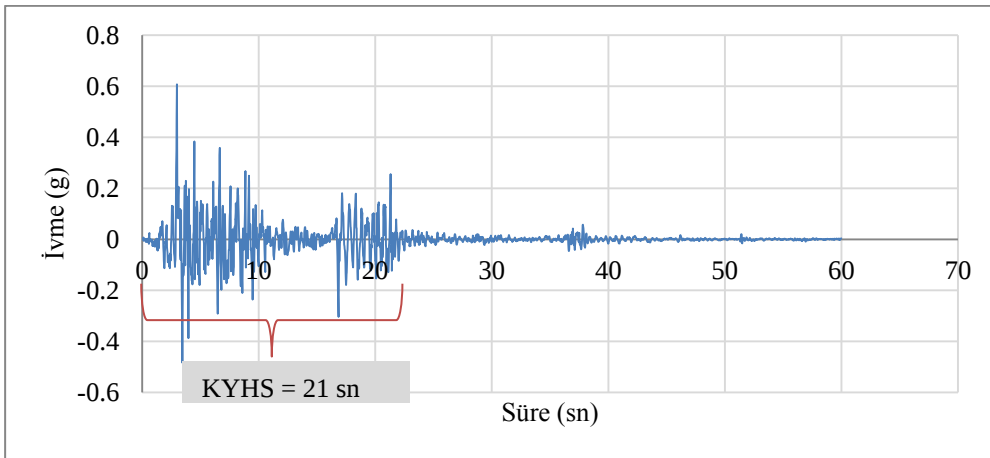
Şekil 5.4: Northridge depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



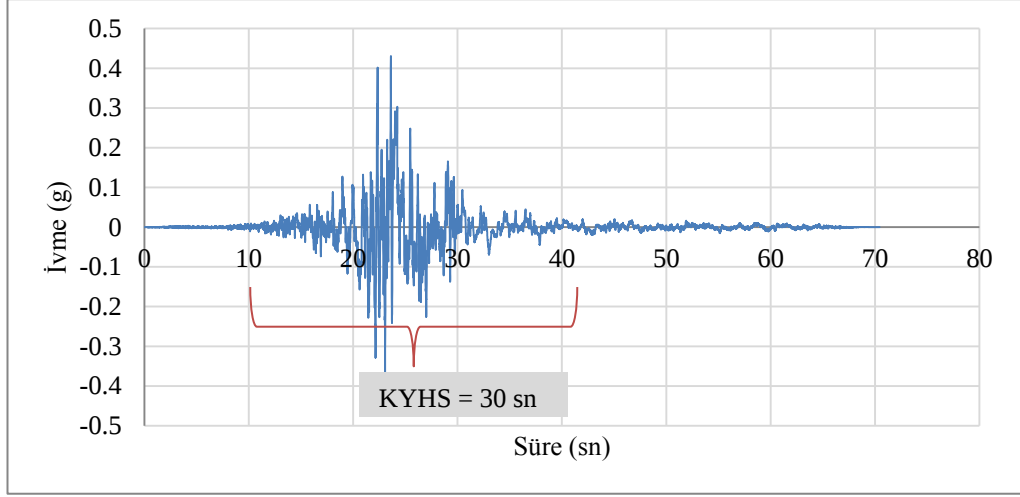
Şekil 5.5: Düzce depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



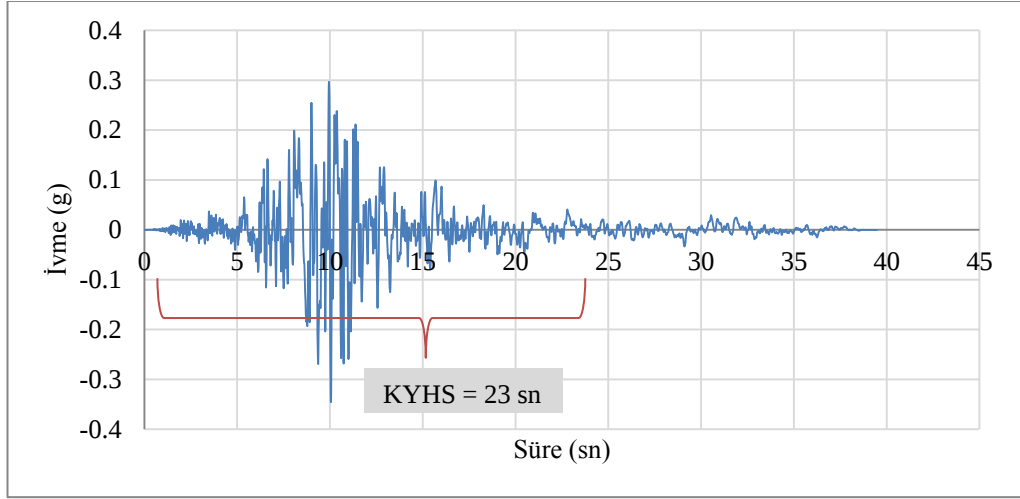
Şekil 5.6: Erzincan depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



Şekil 5.7: Petrolia depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



Şekil 5.8: Darfield depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.



Şekil 5.9: Imperial Valley depremi benzeştirilmiş ivme kaydı.

Çizelge 5.1: Benzeştirilmiş ivme kayıtları için Şart-1'in kontrolü.

Deprem No	Deprem İsmi	KYHS (sn)	Hâkim Mod Periyodu (sn) / 5 katı (sn)		Koşul 1 Kontrol	Koşul 2 Kontrol
			Çubuk Perdeli Model	Kabuk Perdeli Model		
1	Kocaeli	25	1.74 / 8.70	1.23 / 6.15	✓	✓
2	Northridge	24			✓	✓
3	Düzce	22			✓	✓
4	Erzincan	15			✓	✓
5	Petrolia	21			✓	✓
6	Darfield	30			✓	✓
7	Imperial Valley	23			✓	✓

Şart-2 : Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyota karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_0g 'den daha küçük olmayacaktır.

Kontrol-2 : ZTADOA yöntemi için seçilmiş olan 7 adet benzeştirilmiş deprem ivme kaydının %5 sönüm oranına göre çizilmiş ivme spektrumundaki $T=0$ periyota karşı gelen ivme değerleri Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

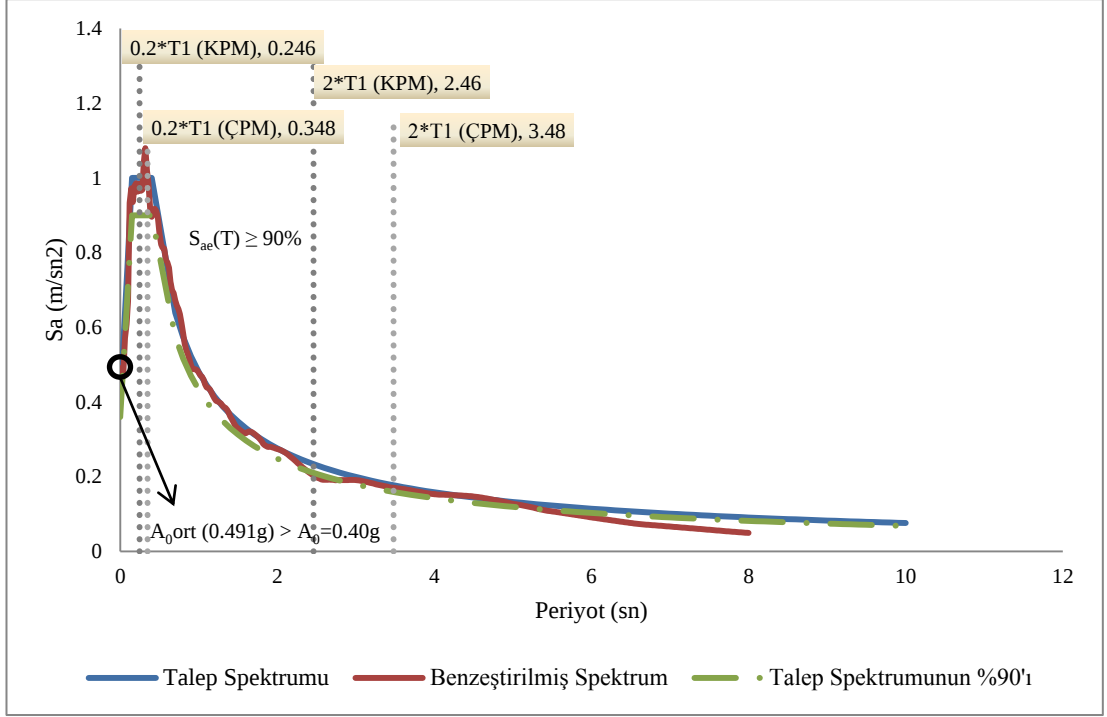
Çizelge 5.2: Benzeştirilmiş ivme kayıtları için Şart-2'nin kontrolü.

Deprem No	Deprem İsmi	$T = 0$ 'da S_a (g)	Ortalama S_a (g)
1	Kocaeli	0.468	0.491
2	Northridge	0.468	
3	Düzce	0.468	
4	Erzincan	0.468	
5	Petrolia	0.608	
6	Darfield	0.608	
7	Imperial Valley	0.346	

Yukarıdaki çizelgeden de görüleceği gibi 7 adet benzeştirilmiş ivme kaydının $T=0$ periyota karşı gelen S_a spektral ivme değerlerinin ortalaması 0.491g, TDY'07'nin öngördüğü şart olan ve bu çalışma için kabul edilen etkin yer ivme katsayısı $A_0g=0.40g$ 'den daha büyük olup istenilen şartı sağlamaktadır.

Şart-3 : Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hâkim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için önceden tanımlanmış elastik ivme spektrumundaki $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Kontrol-3 : Benzeştirilmiş olan 7 adet deprem ivme kaydının %5 sönüm oranı için ortalama değerleri ve çubuk ile kabuk perdeli modellere ait binaların deprem doğrultusundaki hâkim periyotuna göre $0.2T_1$ ve $2T_1$ değerleri Şekil 5.10'da sunulmuştur. Şart-2 ve Şart-3'ün kontrolleri de bu grafik yardımıyla gözlemlenebilir.



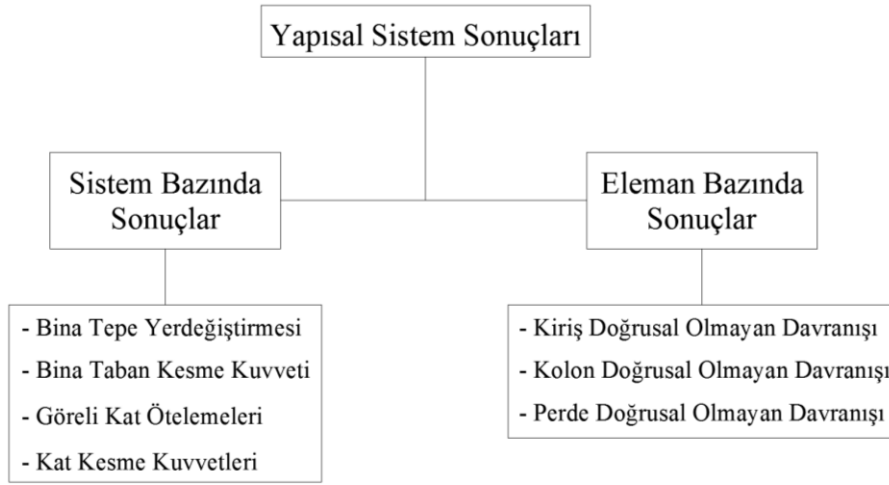
Şekil 5.10: Şart-2 ve Şart-3 kontrollerinin grafik yardımıyla gösterimi.

Sonuç olarak, TDY'07'nin öngördüğü tüm şartların sağlandığı 7 adet benzeştirilmiş deprem ivme kaydı, bu çalışma kapsamında ZTADOA yöntemi için kullanılmıştır.

6. AEDY VE ZTADOA YÖNTEMLERİ SONUÇLARININ İNCELENEN BİNALAR İÇİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışma kapsamında ele alınan 8 katlı betonarme bina için yapılan detaylı analizlerin sonuçları bu başlık altında verilmiştir. Buna göre; çubuk ve kabuk perdeli modeller için yapılan statik itme analizlerinin (AEDY) ve dinamik analizlerin (ZTADOA) sonuçları sunulmuş ve yapı modellemesi, yükleme tipi gibi farklı durumlar için karşılaştırmalar yapılmıştır.

TDY'07'nin [4] öngördüğü şekilde performans değerlendirmesi yapılmış ve bu değerlendirmeye ait sonuçlar; sistem bazında sonuçlar ve eleman bazında sonuçlar olmak üzere iki ayrı başlıkta sunulmuştur. Şekil 6.1'de bu sınıflandırma gösterilmiştir.



Şekil 6.1: Performans değerlendirmesi için kullanılan sonuçlar.

Yukarıdaki şekilde verilen sonuçlardan eleman bazında sonuçlar, TDY'07 uyarınca, doğrusal olmayan analiz yöntemleri için kullanılması gerekli ve yeterli olan sonuçlardır. Bu çalışma kapsamında yapılan analiz sonuçlarına katkıda bulunacağı düşünülerek, performans değerlendirmesi tespiti açısından bir zorunluluğu bulunmayan sistem bazında sonuçlar da ayrıca sunulmuştur.

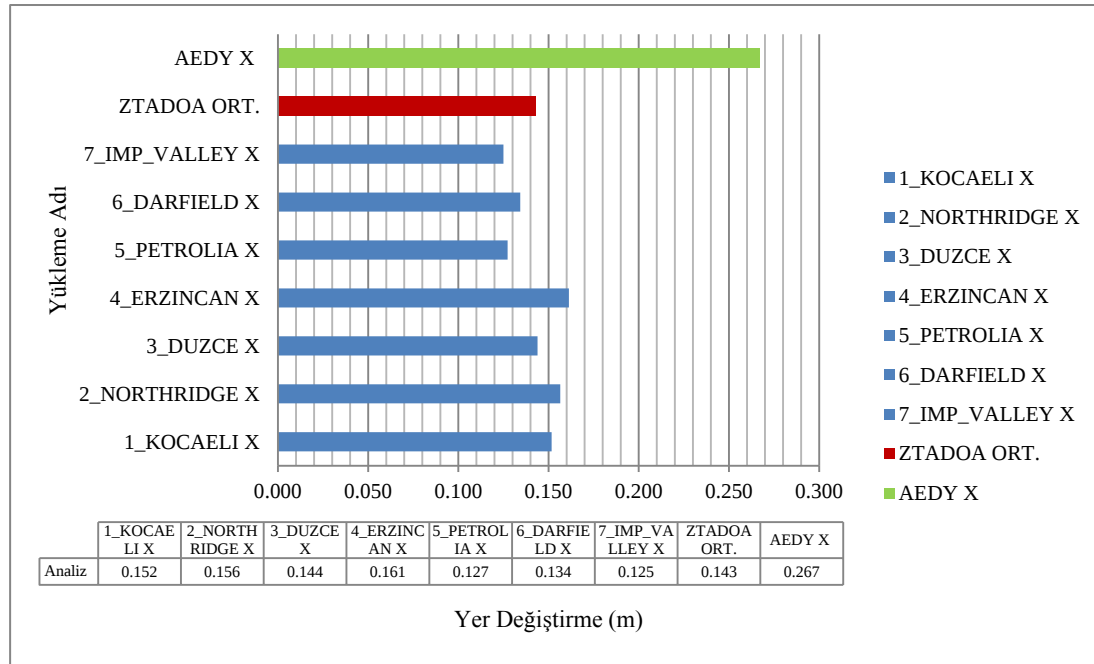
6.1 Sistem Bazında Sonuçlar

Sistem bazında yapı incelemesi, TDY'07'de, doğrusal olmayan analiz yöntemleri için bir performans kriteri belirlememekle beraber yapının genel davranışını kavrayabilmek bakımından kullanışlıdır. Detay seviyesi, eleman bazında değerlendirmeye göre daha düşük olup yapısal hasar durumu belirlemesi yapmak da oldukça güçtür fakat hızlı bir değerlendirme yapılması istenildiği durumda avantajlıdır.

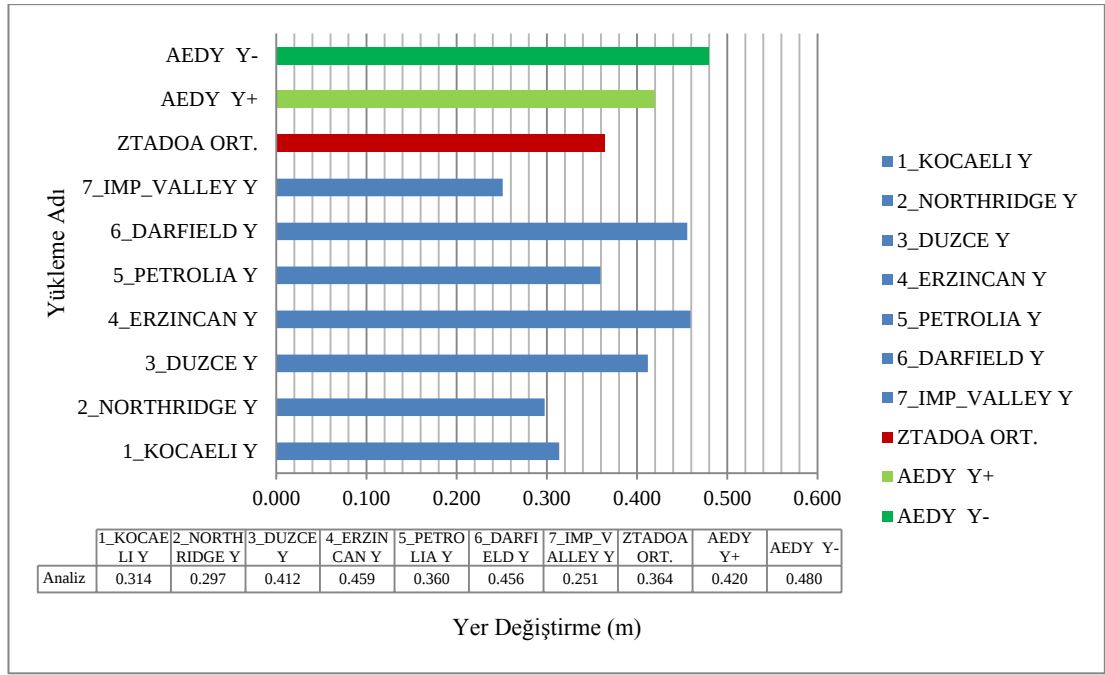
Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait yapısal sistemlerin AEDY ve ZTADOA yöntemlerine göre yapılan analiz sonuçlarının sistem bazında olanları 4 başlık altında Şekil 6.1'de gösterildiği biçimde verilmiştir.

6.1.1 Bina tepe yerdeğiştirmesi sonuçları

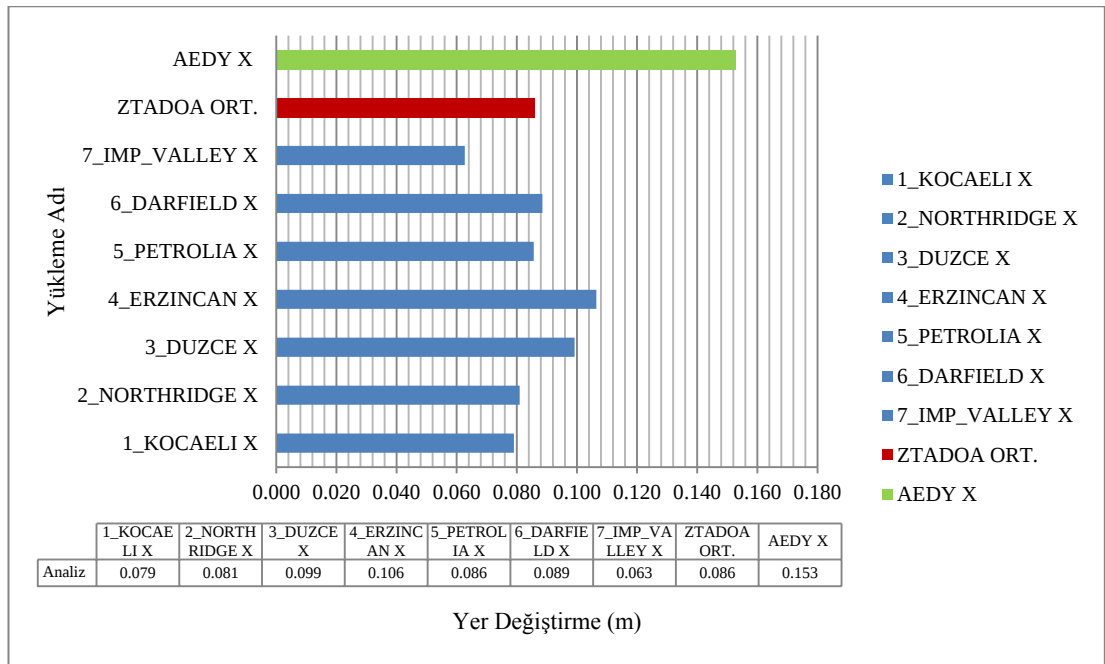
AEDY ve ZTADOA yöntemlerinden elde edilen sonuçlar Şekil 6.2 – Şekil 6.5'te gösterilmiştir.



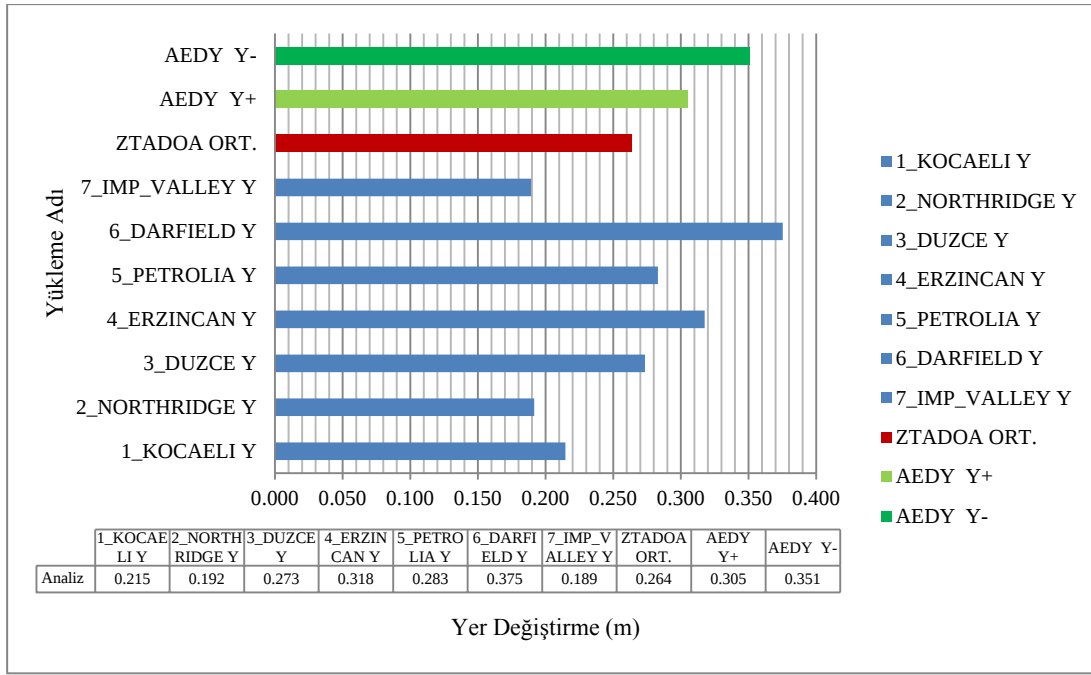
Şekil 6.2: Çubuk perdeli model için X doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.



Şekil 6.3: Çubuk perdeli model için Y doğrultusundaki tepe yerdeğişirmesi değerleri.



Şekil 6.4: Kabuk perdeli model için X doğrultusundaki tepe yerdeğişirmesi değerleri.



Şekil 6.5: Kabuk perdeli model için Y doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi değerleri.

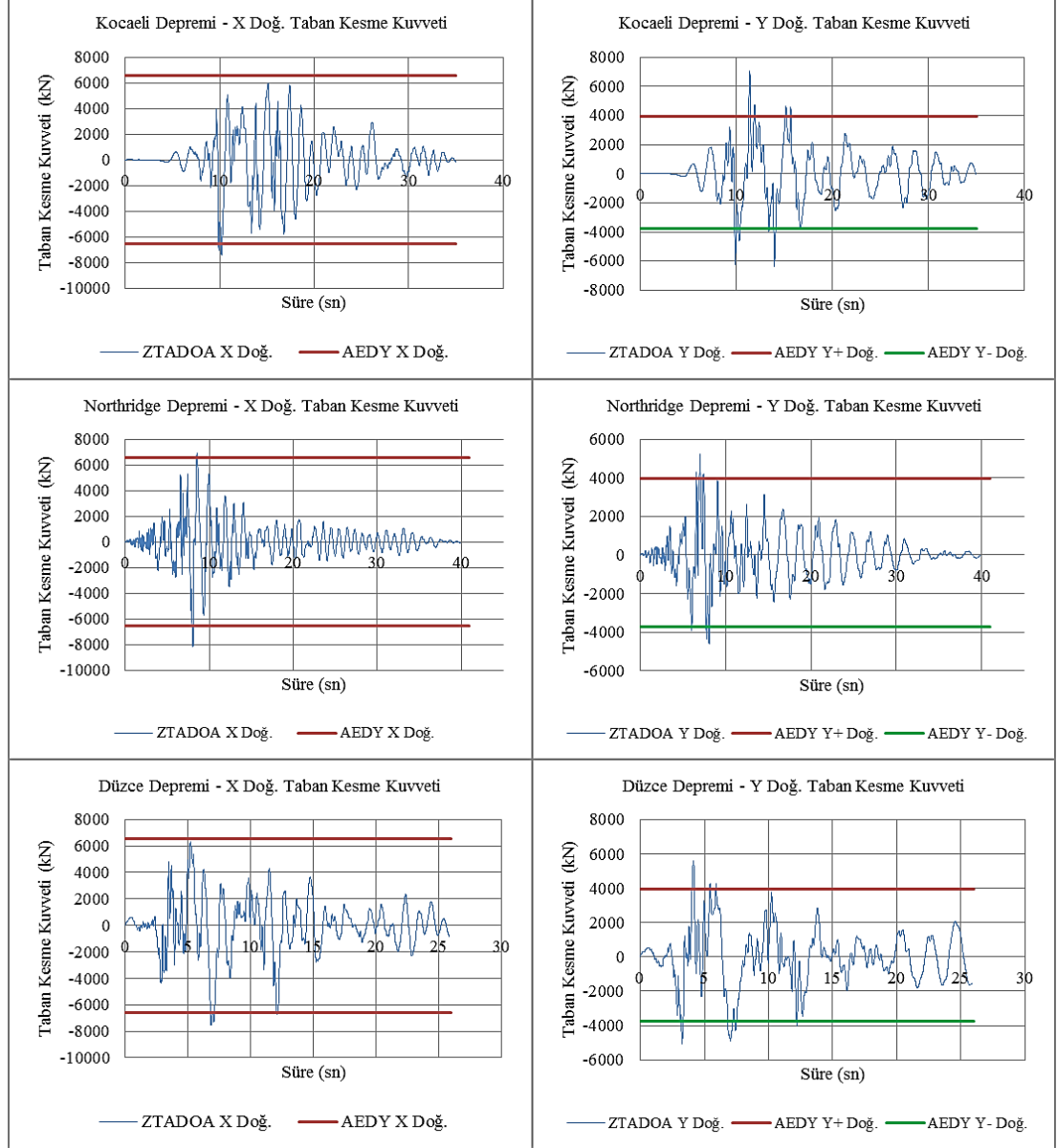
Tepe yerdeğiştirme değerleri ile ilgili elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- ☞ Hem çubuk hem de kabuk perdeli model için her iki doğrultuda da elde edilen tepe yerdeğiştirmesi değerleri AEDY yöntemi için ZTADOA yönteminden daha büyüktür.
- ☞ Her iki sistem için de AEDY ile ZTADOA yöntemleri sonuçları arasındaki sapmalar, X doğrultusunda Y doğrultusunda bulunan değerlerden daha fazladır. AEDY yöntemi sonuçları ZTADOA yöntemi sonuçlarından, X doğrultusu için çubuk ve kabuk perdeli modellerde sırasıyla %87 ve %78 oranında büyüktür. Diğer doğrultu Y için ise bu oran yaklaşık olarak, çubuk perdeli model için %23, kabuk perdeli model için ise %24'tür.
- ☞ Tepe yerdeğiştirmelerinde tüm yükleme durumları için, çubuk perdeli modele ait değerler kabuk perdeli modele ait değerlerden daha büyüktür. Bu durum, kabuk perdeli sistemin çubuk perdeli sisteme kıyasla, doğrusal olmayan davranışın dikkate alınması durumunda daha rijit davrandığını göstermektedir.

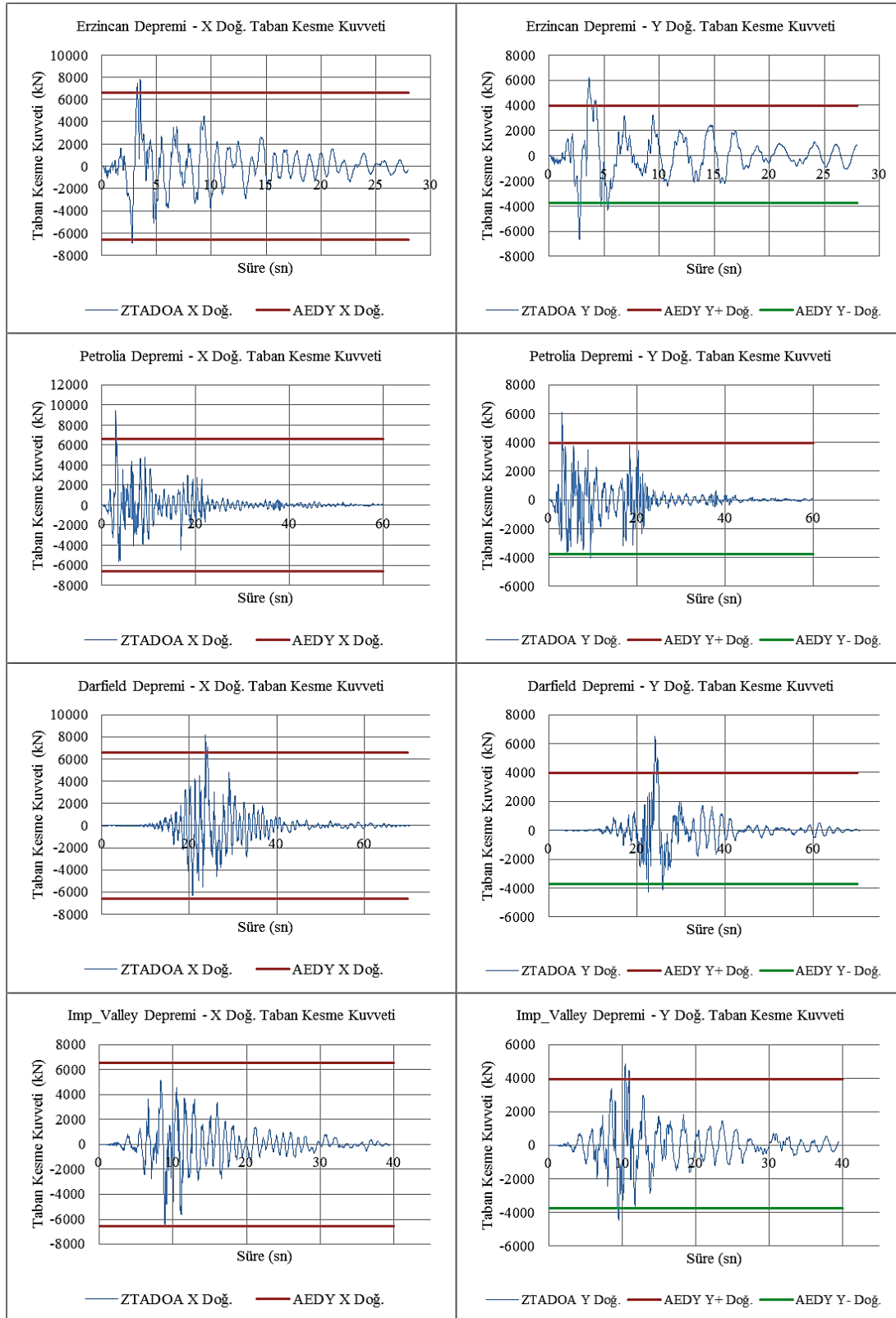
6.1.2 Bina taban kesme kuvveti sonuçları

Her iki modelleme durumu için elde edilen sonuçlar Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2’te sunulmuştur.

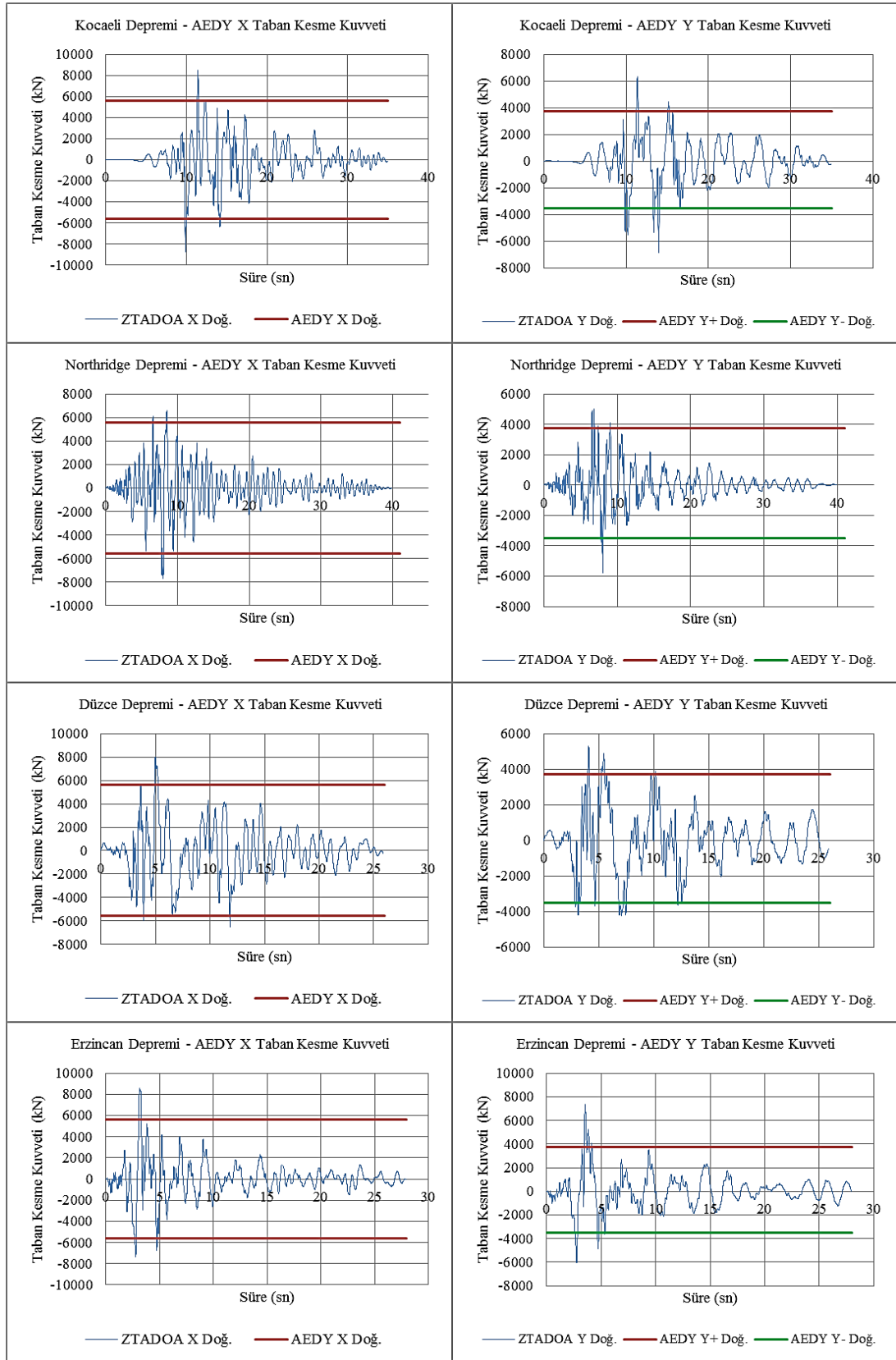
Çizelge 6.1: Çubuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.



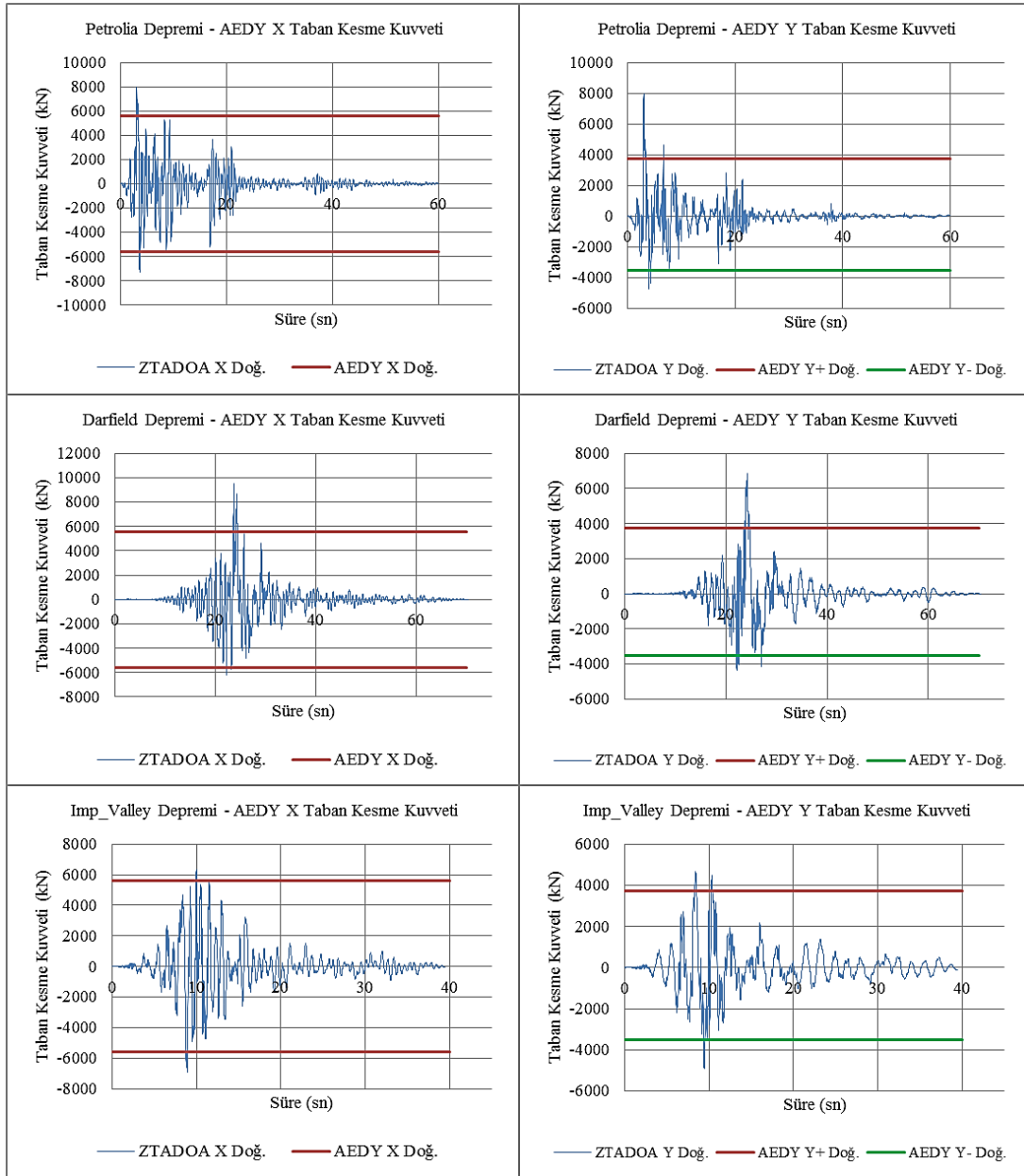
Çizelge 6.1 (devam): Çubuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.



Çizelge 6.2: Kabuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.



Çizelge 6.2 (devam): Kabuk perdeli model için taban kesme kuvvetleri.



Yukarıdaki çizelgelerde, çubuk ve kabuk perdeli modellere ait taban kesme kuvvetleri verilmiştir. Sol sütun X doğrultusundaki, sağ sütun ise Y doğrultusundaki etkileri göstermektedir. AEDY yönteminin ilgili modellere ait performans noktasındaki değerleri ile ZTADOA yönteminin her bir zaman adımı için bulunan değerleri aynı grafikler üzerinde gösterilmiştir. Çizelge 6.3'te, Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2'de verilen bu grafiklerdeki değerler bir tablo yardımıyla verilmiş ve bu analizlere ait karşılaştırma sonuçları da maddeler halinde aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 6.3: Tüm durumlar için taban kesme kuvvetleri.

Deprem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)											
	X Doğrultusu						Y Doğrultusu					
	Çubuk Perdeli Model			Kabuk Perdeli Model			Çubuk Perdeli Model			Kabuk Perdeli Model		
	Maks.	Min.	Mutlak Maks.	Maks.	Min.	Mutlak Maks.	Maks.	Min.	Mutlak Maks.	Maks.	Min.	Mutlak Maks.
Kocaeli	6014	-7405	7405	8542	-8772	8772	7043	-6384	7043	6363	-6850	6850
Northridge	6977	-8148	8148	6576	-7664	7664	5261	-4629	5261	5053	-5774	5774
Düzce	6360	-7555	7555	7983	-6530	7983	5624	-5093	5624	5323	-4229	5323
Erzincan	7839	-6887	7839	8570	-7363	8570	6252	-6670	6670	7365	-6079	7365
Petrolia	9426	-5609	9426	7958	-7303	7958	6110	-4063	6110	8009	-4753	8009
Darfield	8247	-6321	8247	9514	-6233	9514	6526	-4301	6526	6876	-4385	6876
Imp_Valley	5163	-6637	6637	6318	-6918	6918	4889	-4478	4889	4657	-4908	4908
Ortalama			7894			8197			6018			6443
AEDY			6573			5595			3951			3725

☞ Hem çubuk hem de kabuk perdeli model için her iki doğrultuda da elde edilen taban kesme kuvveti değerleri ZTADOA yöntemi için AEDY yönteminden daha büyüktür. Bu fark oran olarak ifade edilecek olursa; ZTADOA yöntemine ait taban kesme kuvvetlerinin mutlak değer cinsinden maksimum değerlerinin ortalamaları, çubuk perdeli model için X doğrultusunda %20, Y doğrultusunda ise %52 mertebesinde AEDY yönteminin performans noktasındaki değerlerinden büyüktür. Aynı karşılaştırma kabuk perdeli model için yapıldığı durumda, X doğrultusunda %47 ve Y doğrultusunda da %73 olarak tespit edilmiştir. Bu oranlardan da anlaşılacağı üzere X doğrultusundaki sapma Y doğrultusuna kıyasla daha azdır.

☞ İvme kayıtlarına ait taban kesme kuvvetlerinin ortalama değerleri dikkate alındığı zaman, kabuk perdeli modelin, hem X hem de Y doğrultularında en büyük etkiye maruz kaldığı görülmektedir. Bu kuvvet değeri, X doğrultusunda %4, Y doğrultusunda ise %7 oranında çubuk perdeli modele ait ortalama değerlerden daha büyüktür.

☞ AEDY yöntemine göre yapılan analiz sonuçlarına göre, performans noktasındaki taban kesme kuvvetleri, çubuk perdeli model için X ve Y doğrultularının her ikisinde birden kabuk perdeli modele ait değerlerden daha büyüktür. Bu değerler arasındaki fark yüzde cinsinden, X doğrultusunda %17, Y doğrultusunda ise %6'dır.

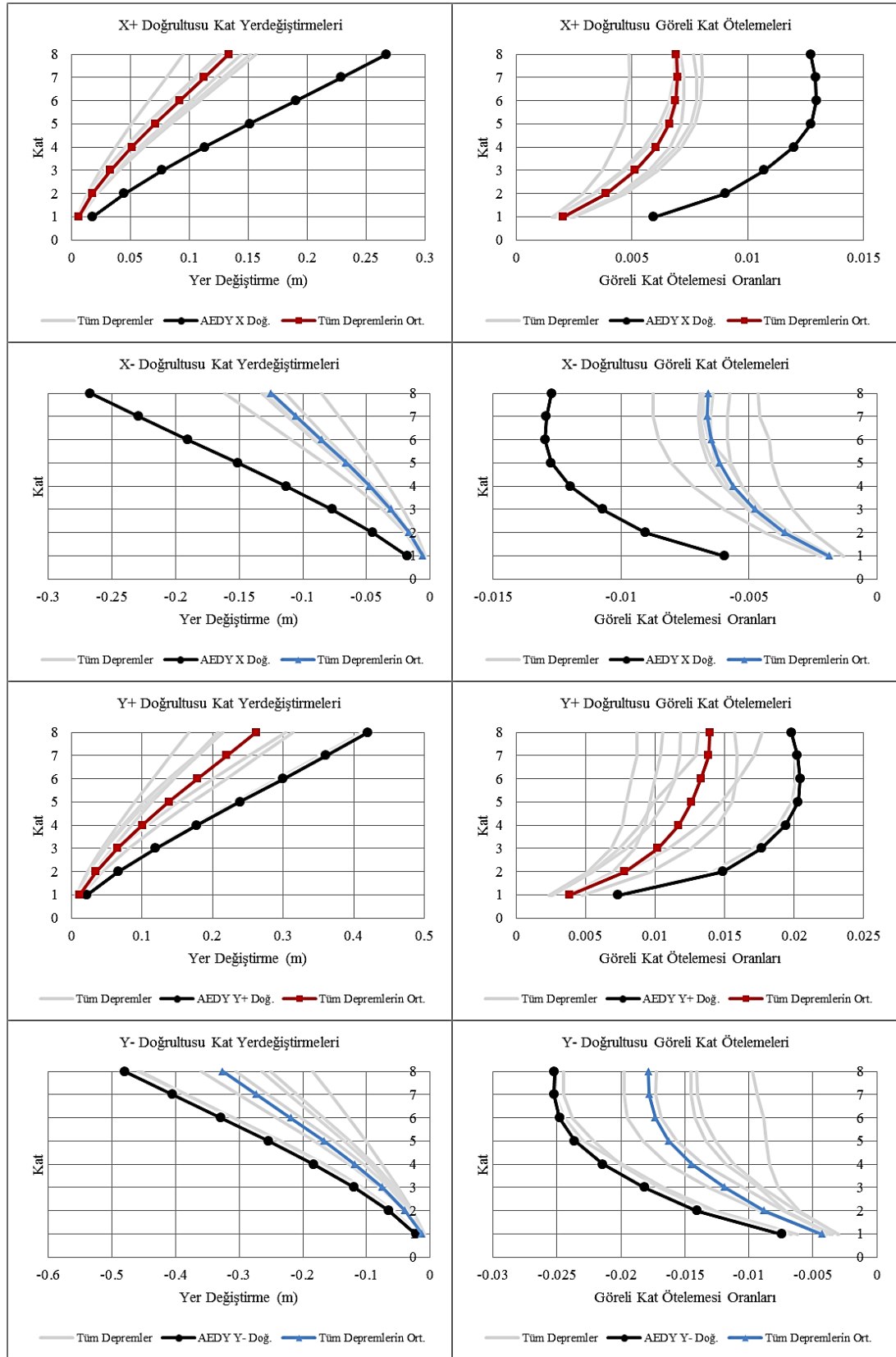
- Binanın, tüm değerler dikkate alındığı zaman, perdeye dair modelleme farkı gözlemlenmez, X doğrultusu boyunca Y doğrultusuna göre daha fazla etkiye maruz kaldığı, bu durumun da yapının X doğrultusunda daha rijit bir davranış göstermesiyle ilgili olduğu anlaşılmıştır. Bunun sebebi, çekirdek perdesinin uzun olan kolunun X doğrultusunda yer almasıdır.
- Yukarıdaki maddeler birlikte göz önüne alınarak, kabuk perdeli modelin, ZTADOA yöntemi için daha rijit bir davranış gösterme eğiliminde olduğu bundan dolayı da daha fazla etkiye maruz kalmakta olduğu anlaşılmaktadır. Ancak bu durum, AEDY yöntemi için daha farklı bir şekilde gözlemlenmiş olup çubuk perdeli modelin kabuk perdeli modele kıyasla her iki doğrultu için de daha fazla kuvvet aldığı şeklindedir.

6.1.3 Göreli kat ötelemeleri sonuçları

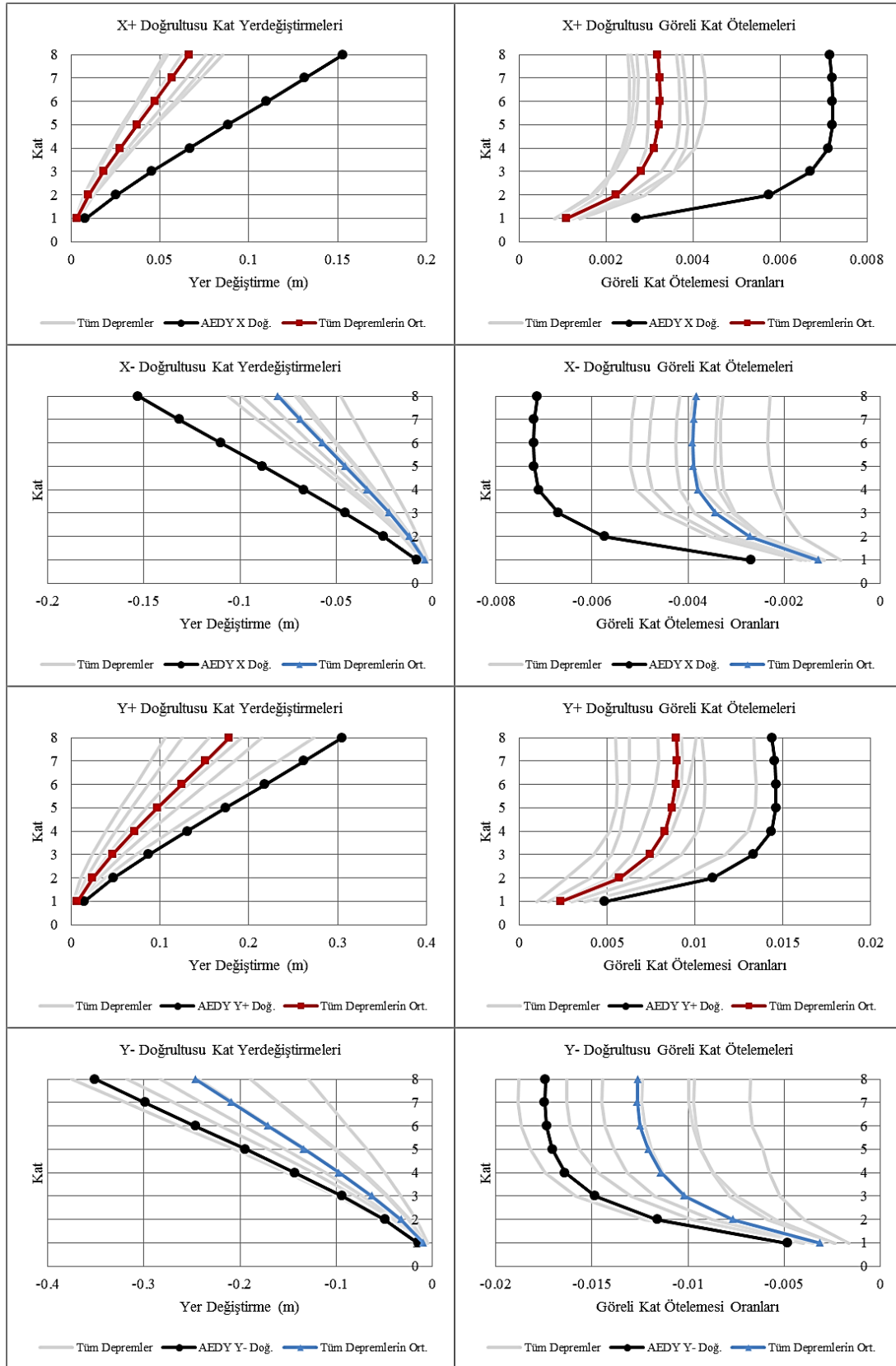
Burada, 6.1.1’de verilen bina tepe yerdeğiştirme değerlerine ilaveten tüm katların her bir yükleme ve modelleme durumu için yanal ötelenmeleri ve bunların göreli değerleri grafikler yardımıyla sunulmuştur. Buna göre, çubuk ve kabuk perdeli modellere ait değerler her iki doğrultu için Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5’te verilmiştir. ZTADOA yöntemi için kullanılan ivme kayıtlarına ait tüm değerler ortalamalarıyla birlikte gösterilmiş ve AEDY yönteminin sonuçlarıyla aynı grafik üzerinde çizilmiştir. ZTADOA yöntemi, AEDY yönteminden farklı olarak tek bir yönde itme durumunu ifade etmediğinden dolayı, ivme grafiğinin ilerleyen her bir adımı için binada oluşan plastik mafsallara da bağlı olarak farklı yerdeğiştirme sonuçları verebilmektedir. Diğer bir deyişle AEDY yönteminde, simetrik herhangi bir binanın farklı yönlerden yapılacak itme analizlerinin aynı sonuçları vermesi beklenirken ZTADOA yöntemi için aynı şey söylenemez. Bundan dolayı, 6.1.1’de tepe yerdeğiştirmelerinin mutlak maksimum değerleri için verilen ifade yerine bu kısımda her iki yön için elde edilen değerler ayrı ayrı grafikler üzerinde gösterilmiştir. Buna göre, pozitif ve negatif değerler ilgili doğrultudaki yönleri temsil etmesi için kullanılmış olup nicelik bakımından özel bir anlam taşımamaktadır.

Çizelgelerde, sol sütun ilgili deprem doğrultusunu ve kat yerdeğiştirme değerlerini gösterirken sağ sütunda ise bu yerdeğiştirme değerlerine karşı gelen göreli kat ötelemesi oranlarının değerleri verilmiştir. Verilen bu grafiklerin yorumlanması maddeler hâlinde çizelgelerin altında sıralanmıştır.

Çizelge 6.4: Çubuk perdeli model için kat yerdeğiştirmeleri ve göreli kat ötelemeleri.



Çizelge 6.5: Kabuk perdeli model için kat yerdeğiştirmeleri ve göreli kat ötelemeleri.

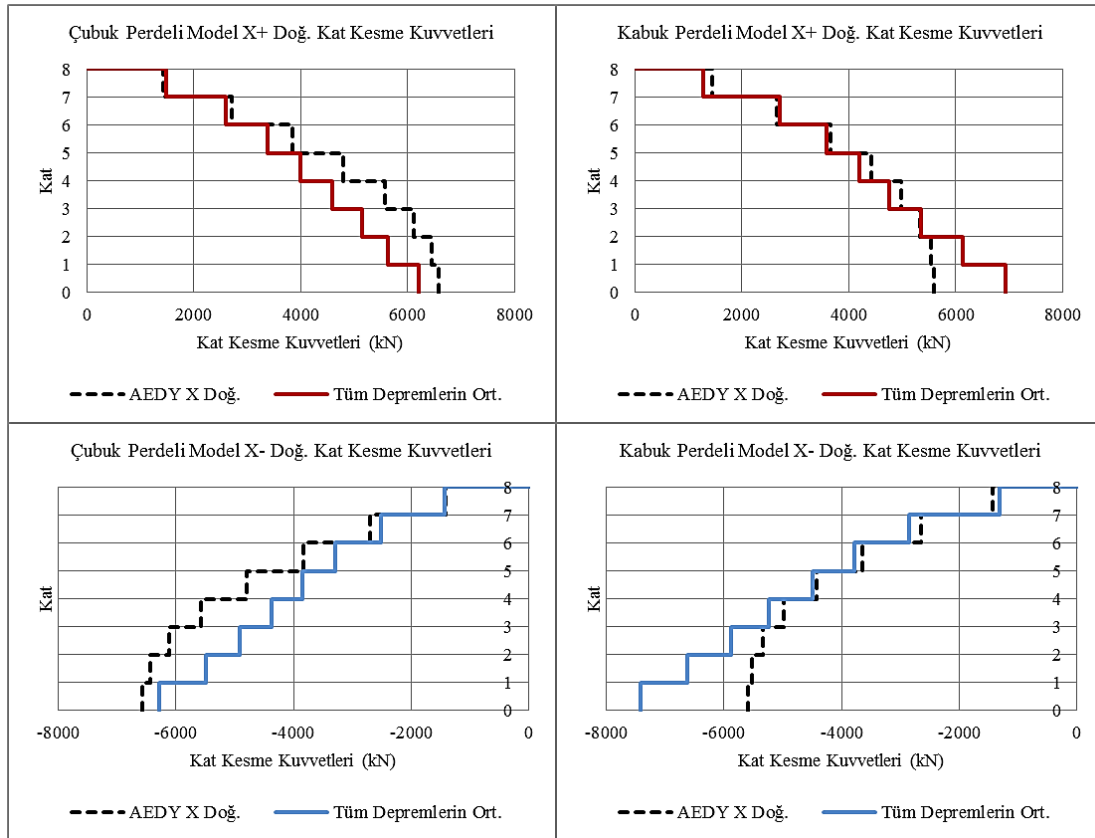


- ☞ AEDY yöntemine ait kat yerdeğiştirmesi ve görelı kat ötelemesi değeri, model ve doğrultu farkı olmaksızın ZTADOA yöntemi sonuçlarından daha büyük tespit edilmiştir. AEDY yönteminde çubuk perdeli model için en üst kattaki yerdeğiştirme değeri, X doğrultusu için ZTADOA yönteminin değeri, yaklaşık 2 katı mertebesinde, Diğer doğrultular olan Y+ ve Y- için ise bu fark daha az olup sırasıyla %62 ve %47 oranlarındadır. Görelı kat ötelemesinde ise bu farkların azami değeri, X doğrultusu için %90, Y+ için %68 ve Y- için ise %47'dir. Kabuk perdeli modelde de çubuk perdeli modeldeki gibi bir durum söz konusu olup AEDY yöntemi sonuçları ZTADOA yöntemi sonuçlarından tepe yerdeğiştirme değeri için, X doğrultusunda yaklaşık 2.3 kat daha büyüktür. Bu oran, Y+ için %65, Y- için ise %45 dolaylarındadır. Görelı kat ötelemesi değeri söz konusu olduğunda ise azami farklar, X doğrultusunda %220, Y+ doğrultusunda %75 ve Y- doğrultusunda da %44 olarak belirlenmiştir.
- ☞ Kabuk perdeli modele ait değeri, her iki yükleme tipi için de tüm doğrultularda çubuk perdeli modele kıyasla daha az bulunmuştur. Bu durum, kabuk perdeli modelin daha rijit davranma eğiliminde olduğunu veya çubuk perdeli modele ait sonuçların daha muhafazakâr neticeler verdiğini göstermektedir.
- ☞ TDY'07'de, doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılması durumunda, performans değeri, yapılabildiği için yukarıda bahsedilen kat yerdeğiştirmesi veya görelı kat ötelemesi sınırları gibi kıstaslar konulmamıştır. Öte yandan, burada bilgi amaçlı verilen bu sonuçlar binanın nasıl davranabileceği konusunda fikir verebilir. Farklı yöntemlerin sonuçlarının hızlı bir biçimde karşılaştırılabilmesine olanak sağlama bakımından da kullanışlıdır.

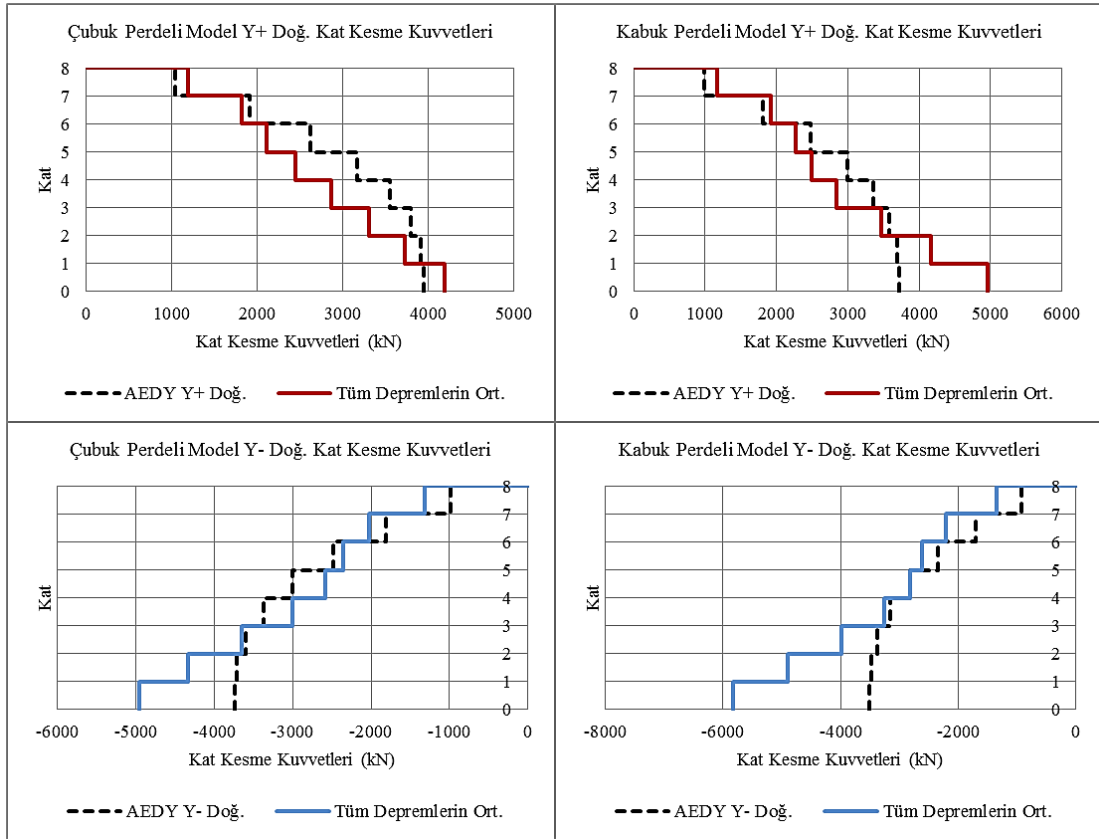
6.1.4 Kat kesme kuvveti sonuçları

6.1.2’de verilen bina taban kesme kuvveti sonuçlarına ilave olarak kat kesme kuvveti değerlerinin de incelenmesi yapıya ait davranışın daha iyi anlaşılması bakımından faydalı olabilmektedir. Bu sebeple AEDY ve ZTADOA yöntemlerine ait sonuçlar her iki perde modelleme tipine ait binalar üzerinde incelenmiş ve Çizelge 6.6’da gösterilen değerler yardımıyla sonuçları tartışılmıştır. ZTADOA yöntemi AEDY yönteminden farklı olarak tek bir doğrultuda monotonik artan yüklerin etkisini taşımadığından dolayı binanın simetrik eksene sahip olduğu X doğrultusunda dahi farklı yönler için aynı sonuçları vermemektedir. Bundan dolayı tüm kat kesme kuvveti istemleri X ve Y doğrultuları için farklı yönleri ifade etmesi bakımından “+” ve “-” şeklinde gösterilmiştir.

Çizelge 6.6: Kat kesme kuvvetleri.



Çizelge 6.6 (devam): Kat kesme kuvvetleri.



Elde edilen sonuçlar maddeler hâlinde ifade edilirse;

- ☞ Tüm durumlar için ortak bir sonuç olarak kat kesme kuvvetlerinin üst katlardan alt katlara doğru gidildikçe arttığı görülmektedir. Bu, ani rijitlik değişiminin olmadığı düzenli yapı sistemleri için olağan bir durumdur. Öte yandan ZTADOA yönteminden elde edilen kat kesme kuvvetlerinin katlar arası görelî farklılıkları, AEDY yöntemi sonuçlarına kıyasla daha düzenli olarak gözlemlenmiştir. Bunun sebebi AEDY yöntemine ait kat kesme kuvvetleri arasındaki görelî farkların alt katlara doğru gidildikçe neredeyse ortadan kalkması ve kat kesme kuvveti değerlerinin birbirine oldukça yaklaşmasıdır.
- ☞ Her iki perde modelleme tipine ait binaların farklı yükleme durumları için karşılaştırılması durumunda, üst katlarda büyük bir uyum göze çarpıyorken alt katlara doğru gidildikçe bu uyum bozulmaktadır. Çubuk perdeli modele ait X doğrultusunun + ve – yüklemeleri için orta katlarda AEDY yöntemi daha muhafazakâr sonuçlar vermekteyken üst ve alt katlarda elde edilen değerler ZTADOA yöntemininkine daha yakındır. Kabuk perdeli modelde ise üst ve orta katlardaki farklı yükleme durumlarına ait değerler birbirine oldukça yakın elde

edilmişken alt katlarda ZTADOA yöntemi sonuçları daha büyük çıkmıştır. Benzer karşılaştırma Y+ ve Y- doğrultuları için yapılacak olursa çubuk perdeli modelde, üst kat değerleri birbirine yakın gözlemlenmiş iken orta katlarda AEDY, alt katlarda ise ZTADOA yöntemi sonuçlarının daha muhafazakâr olduğu ifade edilebilir. Kabuk perdeli modele ait sonuçlar da aynı eğilimde olmasına karşın Y- doğrultusundaki ZTADOA yöntemine ait kat kesme kuvveti istemlerinin tüm katlarda daha fazla olduğu görülmüştür.

- ❧ Elde edilen sonuçların mukayesesinin nicel olarak yapılması durumunda, farklı perde modellemelerine sahip binalara etkiyen yüklerin kendi aralarındaki maksimum farkları; AEDY yöntemi için, X doğrultusunda + ve – yüklemelerinin simetri durumundan ötürü aynı olmasından dolayı %15, Y+ doğrultusunda %5 ve Y- için ise %6 olarak tespit edilmiştir. AEDY yöntemine ait tüm yükleme doğrultularında çubuk perdeli model daha muhafazakâr sonuçlar verme eğilimindedir. ZTADOA yöntemi için de benzer kıyaslama yapılırsa, tüm yükleme doğrultularındaki farklar, X+ için %13, X- için %20, Y+ için %19 ve Y- için ise %18 oranlarında belirlenmiştir. AEDY yönteminde bulunana sonuçların tersi olarak ZTADOA yöntemi kat kesme kuvveti sonuçlarında elde edilen değerler kabuk perdeli modelde çubuk perdeli modele kıyasla daha büyük çıkmıştır.
- ❧ Genel bir gözlem olarak, farklı yükleme durumlarının her iki perde modeline ait binalar üzerindeki etkileri üst katlarda birbirlerine daha yakındır. Diğer katlarda ise kesin bir yargı belirtmemekle beraber, orta katlarda AEDY, alt katlarda ise ZTADOA yöntemine ait değerlerin daha büyük istemlerde oluşabildiği anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra, AEDY yöntemi yüklemeleri için çubuk, ZTADOA yüklemeleri için ise kabuk perdeli modele ait değerlerin daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Tüm yükleme durumları için farklı perde modellerine ait binalarda elde edilen maksimum fark yaklaşık %20 elde edilmiştir. Bu farkın, yapısal sistem incelemesi gibi birçok etkeni içinde barındıran bir durum için kabul edilebilir tutarlılığa sahip olduğu düşünülmektedir.

6.2 Eleman Bazında Sonuçlar

Eleman bazında sonuçlar, sistem bazında sonuçlara kıyasla daha detaylıdır. Bunun yanında, sonuçların toparlanması ve karşılaştırılması bakımından çok daha zahmetlidir. Doğru bir irdeleme yapılması durumunda ise yapı sistemine ait tüm elemanların hasar durumunu belirlemek ve binanın genel performans düzeyini tespit etmek mümkün olmaktadır.

TDY'07, doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak performans değerlendirmesi yapılması durumunda eleman bazında sonuçların dikkate alınmasını şart koşturmuştur. Sünek davranacağı düşünülen elemanlarda plastik şekil değiştirme, gevrek olarak hasar görmesi beklenen elemanlarda ise iç kuvvet istemlerinin dikkate alınması istenmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan tüm elemanların sünek boyutlandırılma kriterlerini sağladığı kabul edilmiş ve tüm ilgili kesitlere ait plastik şekil değiştirme istemleri hesaplanmıştır. TDY'07 uyarınca, plastik mafsalsal boyu olarak da adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit alınmıştır ($L_p = 0.5h$).

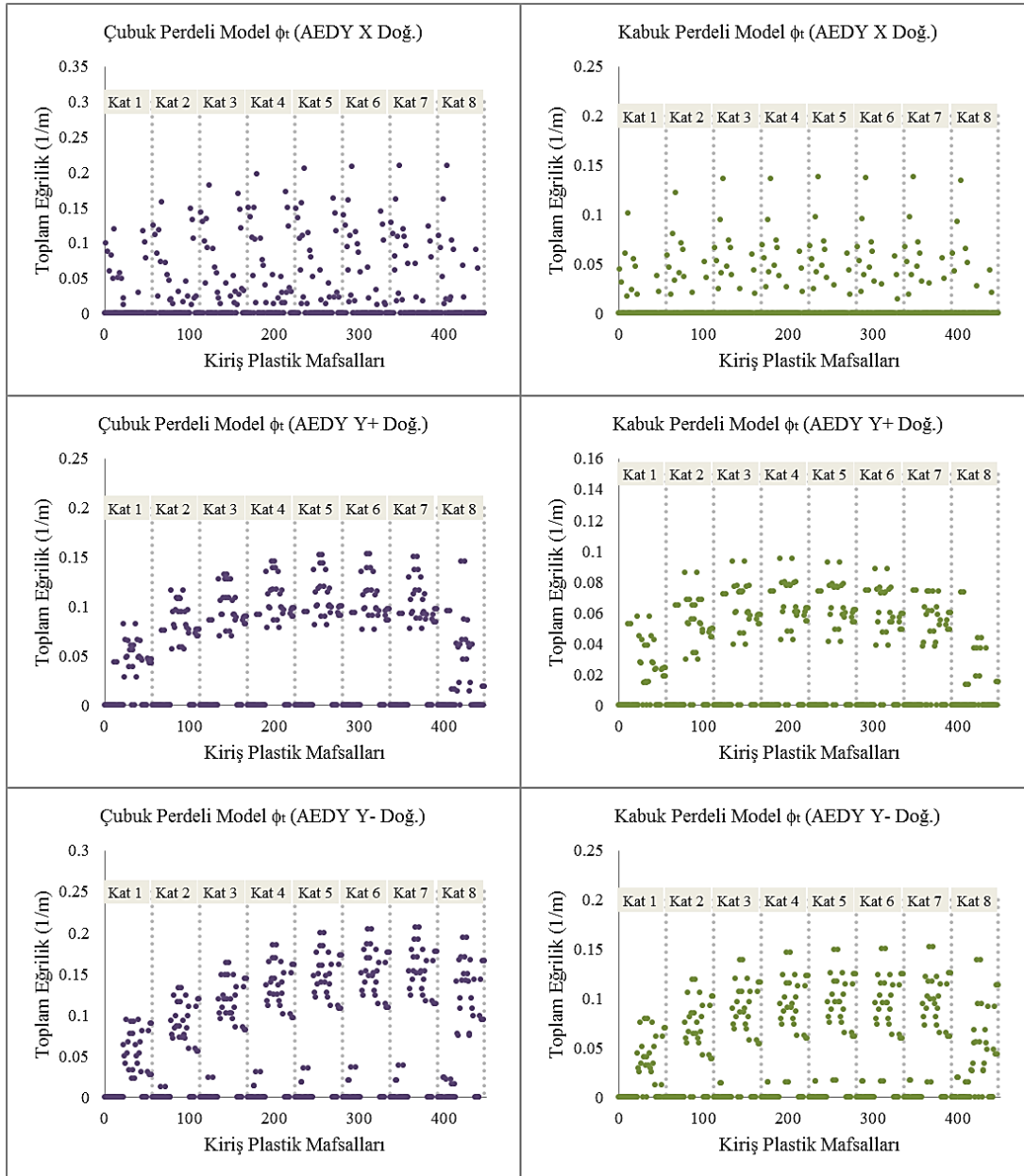
AEDY ve ZTADOA yöntemlerinin uygulandığı çubuk ve kabuk perdeli modeller için kiriş, kolon ve perde elemanlarına ait sonuçlar çizelge ve şekillerle aşağıdaki başlıklarda gösterilmiş ve bunların açıklamaları maddeler hâlinde yapılmıştır.

6.2.1 Kirişlerin doğrusal olmayan davranış sonuçları

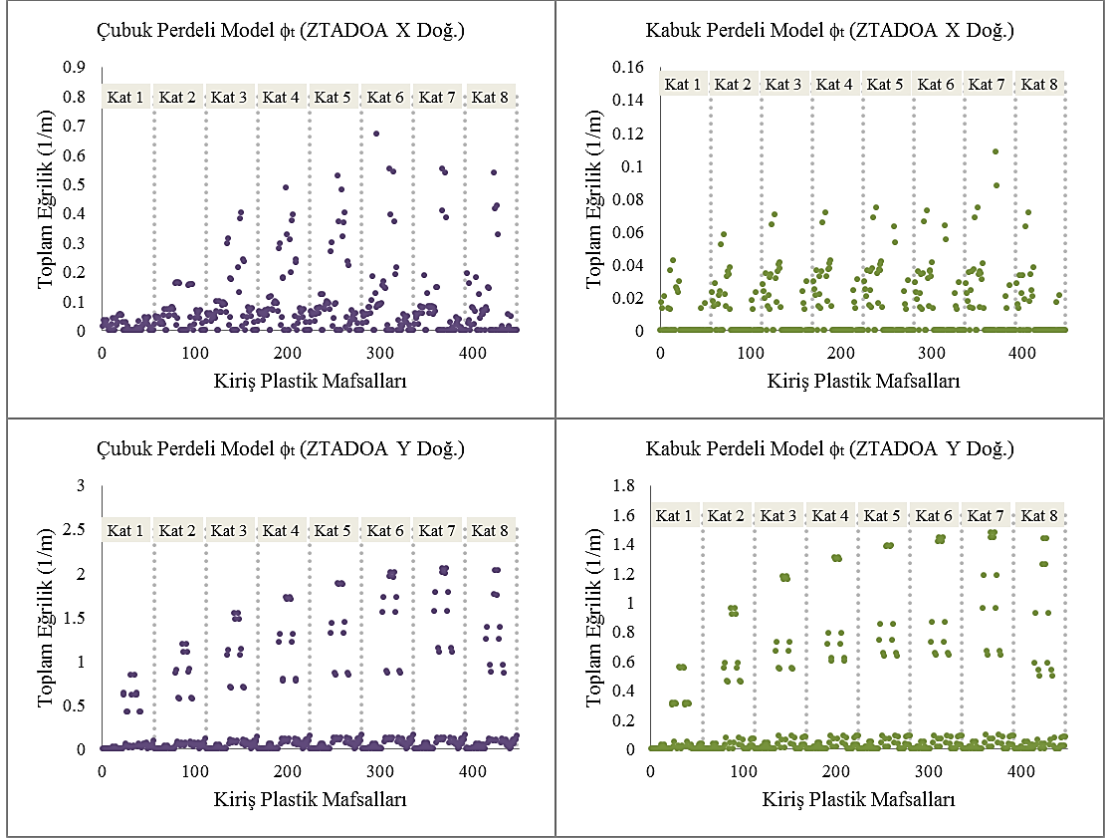
Kirişlerin doğrusal olmayan davranışı, her bir kirişin çubuk eleman olarak modellenip uç bölgelerine moment plastik mafsalsal atamak suretiyle gerçekleştirilmiştir. XTRACT [8] programından alınan moment – dönme ilişkisi değerleri Sap2000 [7] içerisinde tanımlanmış ve yapılan analizler sonucu tüm kirişlere ait θ_p plastik dönme değerleri elde edilmiştir. Binadaki tüm kirişler 60cm genişliğinde ve 30cm yüksekliğinde olduğundan dolayı tüm kirişlere ait L_p plastik mafsalsal boyu, kesit yüksekliği olan 30cm'nin yarısı olarak $L_p=0.15m$ alınmıştır. ϕ_p plastik eğrilik değerlerinin hesaplanmasında bu mafsalsal boyu kullanılmış olup tüm kirişlere ait ϕ_y akma eğriliği (elastik eğrilik) istemleri ile toplanarak ϕ_t toplam eğrilik değerleri bulunmuştur. Kirişlere ait kesit boyutları aynı olmasına rağmen donatı miktarları ve dizilimleri farklılık gösterdiğinden dolayı birçok kiriş kesiti tanımlanmış ve bunların her birinin plastik şekil değiştirme istemleri belirlenmiştir.

Çizelge 6.7’de her iki modelleme tipi ve tüm yükleme durumlarına ait kirişlerin her iki uçlarındaki ϕ_t toplam eğrilik istemleri verilmiştir. Bu grafiklerde, betonarme elemanların ε birim şekil değiştirme değerleri verilmemiş olup TDY’07’nin öngördüğü kesit düzeyinde performans değerlendirmesinin tespiti gösterilmemiştir. Ek A’da kirişlere ait ϕ_t toplam eğrilikleri ve bu eğrilik değerlerine karşı gelen birim şekil değiştirme miktarları gösterilmiş, TDY’07’de belirtilen kesit bazında performans seviyesinin belirlenmesi yapılmıştır.

Çizelge 6.7: Kirişler için ϕ_t toplam eğrilik değerleri.



Çizelge 6.7 (devam): Kirişler için ϕ_t toplam eğrilik değerleri.



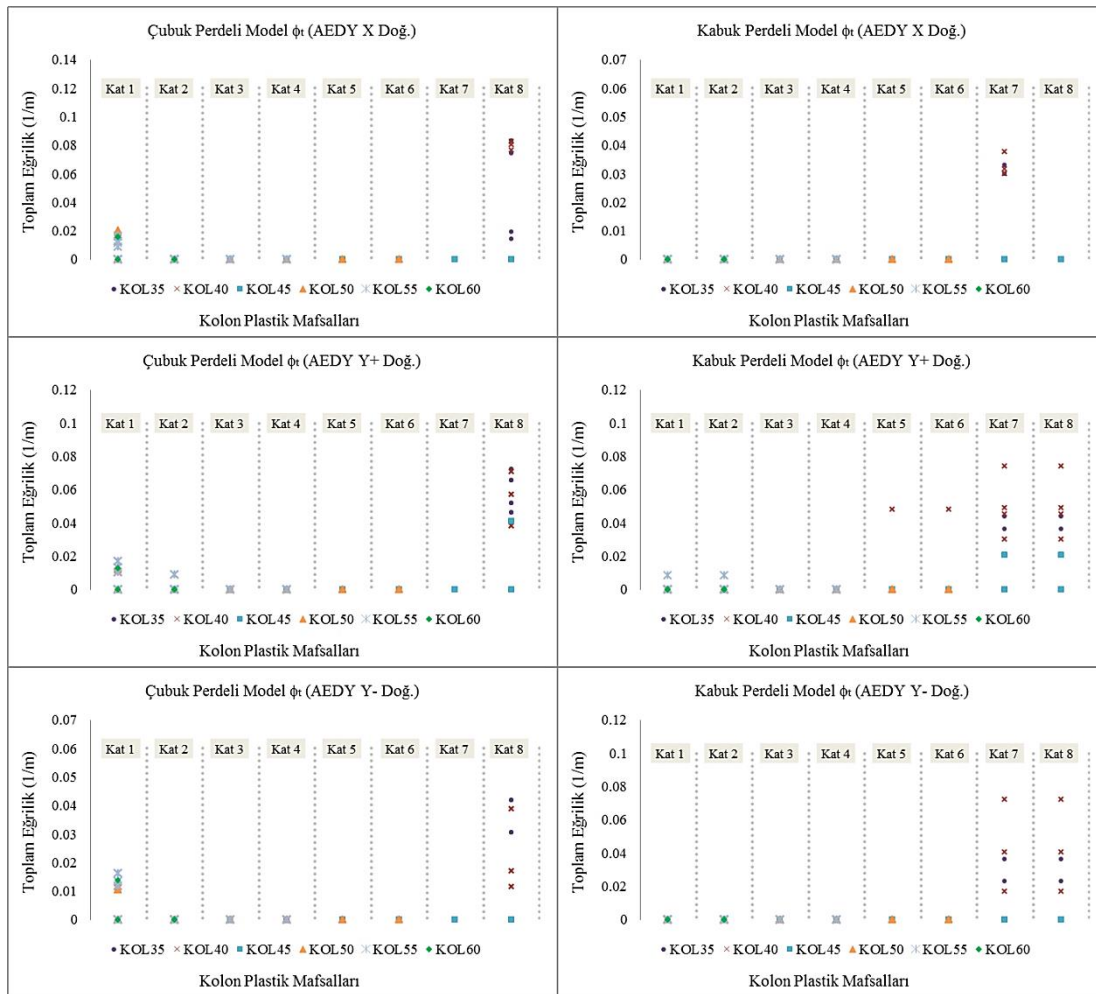
Çizelge 6.7’de sol sütun çubuk perdeli, sağ sütun ise kabuk perdeli modele ait değerleri göstermektedir. Buna göre elde edilen sonuçların yorumlanması şu şekildedir:

- Tüm yükleme durumları için, çubuk perdeli modele ait kirişlerin ϕ_t toplam eğrilikleri kabuk perdeli modele kıyasla daha büyüktür. Aradaki yaklaşık farklar, toplam eğriliklerin en büyük değerlerinin dikkate alınması durumunda; AEDY X doğrultusu için %50, AEDY Y+ doğrultusu için %60, AEDY Y- doğrultusu için %35, ZTADOA X doğrultusu için %500 ve ZTADOA Y doğrultusu için ise %50 mertebelerindedir.
- Yükleme durumlarının kendi aralarında kıyaslaması yapılacak olursa; ZTADOA yöntemine ait maksimum değerlerin AEDY yönteminden, çubuk perdeli model X doğrultusu için %195, Y doğrultusu için ise yönlerin pozitif ve negatif olması durumlarına göre sırasıyla %1340 ve %980 gibi çok büyük oranlarda çıktığı tespit edilmiştir. Aynı durum kabuk perdeli modelin X, Y+ ve Y- doğrultuları için sırasıyla, -%22, %1430 ve %850’dir.

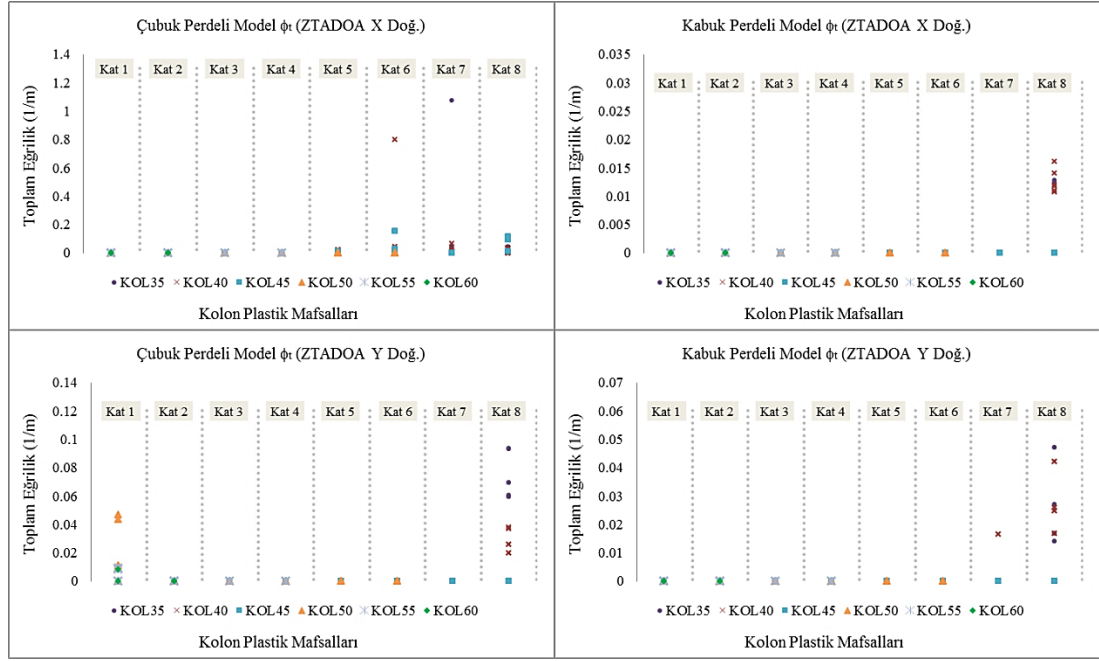
6.2.2 Kolonların doğrusal olmayan davranış sonuçları

Kolonların doğrusal olmayan davranışı, normal kuvvet ve farklı doğrultudaki momentlerin ortak etkisini içerdiğinden dolayı kirişlerinkinden daha farklıdır. Bu yüzden, kirişlerdeki gibi eğilme momenti mafsalların yalnızca ϕ_t toplam eğrilikleri yerine normal kuvvet etkisini de dikkate alan PMM karşılıklı etkileşim diyagramları her bir kolon tipi için çizilmiş ve TDY'07'de belirtilen hasar durumlarına göre performans değerlendirmesi bu şekilde yapılmıştır. Çubuk ve kabuk perdeli modellere ait kolonların tüm doğrultulardaki analiz sonuçları Ek B'de verilmiştir. Bu kısımda, kolonlar üzerindeki eksenel yükler gösterilmemiş olup yalnızca kolonların ϕ_t toplam eğrilik değerlerini gösteren grafikler verilmiş ve bunların karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu değerler Çizelge 6.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.8: Kolonlar için ϕ_t toplam eğrilik değerleri.



Çizelge 6.8 (devam): Kolonlar için ϕ_t toplam eğrilik değerleri.



☞ ϕ_t toplam eğrilik değerleri, tüm yükleme durumları için her iki modelde de özellikle üst katlarda daha büyük değerlere ulaşmıştır. Tüm kolon tiplerinin farklı lejant şekilleriyle gösterildiği Çizelge 6.8’den de görülebileceği üzere üst katlarda bulunan KOL35 ve KOL40 tipindeki kolonlar en büyük eğrilik değerlerine sahiptir.

☞ Çubuk ve kabuk perdeli modellerdeki kolonlara ait maksimum eğriliklikler, genel olarak, aynı doğrultulardaki yüklemeler karşılaştırıldığı vakit görece benzer sonuçlar vermiştir. %5 - %100 aralığında değişkenlik gösterebilen bu değerler, çubuk perdeli modelin kabuk perdeli modelden, ZTADOA yönteminin X doğrultusundaki sonuçları için oldukça büyük bir mertebe sayılabilecek yaklaşık 65 kat daha büyük çıkmıştır. Bu kadar büyük bir farkın sebebi, bazı kolonların çubuk perdeli modelde göçme durumuna gelmesi ve bunun sonucu olarak da çok yüksek radyal dönme değerlerine ulaşmasıdır.

6.2.3 Perdelerin doğrusal olmayan davranış sonuçları

Perdelerin doğrusal olmayan davranışı, tıpkı kolonlardaki gibi, normal kuvvet ve momentlerin ortak etkisine bağlıdır. Bu tez çalışması kapsamında iki farklı perde modeli üzerinde çalışılmış ve bu perde modellerinin farklı yükleme durumlarına göre sonuçları karşılaştırılmıştır. Doğrusal olmayan davranış, çubuk perdeli model için her bir katta perde alt uçlarına “lifli plastik mafsallara” ataması yapılarak, kabuk perdeli modelde ise “çok katmanlı kabuk” modeli kullanılarak tarif edilmiştir. Perdeler için toplam eğrilikler, TDY’07 uyarınca, U şeklindeki perdenin çalışan doğrultudaki uzunluğunun yarısı L_p plastik mafsallara uzunluğu kabul edilerek, bu uzunluğun θ_p plastik dönme değerine bölünmesiyle elde edilmiştir. Buna göre L_p plastik mafsallara uzunluğu, X doğrultusu (kısa doğrultu) yüklemeleri için perdenin çalışan kolunun uzunluğu olan 6m’nin yarısı 3m, Y doğrultusu (uzun doğrultu) için ise çalışan uzunluk 3m’nin yarısı olarak 1.5m alınmıştır. Perde kesitlerine ait doğrusal olmayan davranışların Sap2000 programında nasıl tarif edildiği Ek C’de anlatılmıştır.

Perdelere ait hesaplar, perdelerin eğilme momenti istemlerine karşı ve kesme kuvveti istemlerine karşı gösterdiği davranışlar olarak iki kısma ayrılmıştır.

6.2.3.1 Perdelerin eğilme momenti etkisi altındaki davranışları

TDY’07, $H_w / l_w > 2$ koşulunu sağlayan perde elemanların eğilme etkisi altındaki sünek elemanlar olarak kabul edilebileceğini belirtmektedir. Ele alınan binada H_w toplam perde yüksekliği 24m iken perde parçasının plandaki uzunluğu l_w , X doğrultusu için 6m ve Y doğrultusu için ise 3m’dir. Buna göre bu koşulun sağlandığı, dolayısıyla U şeklindeki perdenin her iki doğrultu için de sünek davranış gösterdiği kabul edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında iki tür perde modelleme seçeneği üzerinde durulduğundan dolayı bu farklı modellemelerden kaynaklı olarak sonuçların elde edilmesi de birbirinden ayrı olmuştur. Çubuk eleman olarak modellenen perdelerde, her bir katta ait dönme istemleri, önceden tarif edilmiş olan lifli plastik mafsallarda hesaplanmış ve bu dönme değerlerine karşı gelen birim şekil değiştirmeler bulunarak kesit bazında performans değerlendirmesi yapılmıştır. Kabuk eleman olarak modellenen perdelerde ise her bir katmandaki malzeme gerilmeleri incelenerek perdelerin performans tespiti yapılmaya çalışılmıştır. Çizelge 6.9 – Çizelge 6.13’te çubuk, Çizelge 6.14’te ise kabuk perdeler için bu sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 6.9: AEDY yöntemi X doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değerlendirmesi.

Perde İsmi	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Toplam Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
UPER_KAT_8	1210	-337	-449	-2.18E-06	3	-7.28E-07	-3.11E-05	-2.71E-05	1.17E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_7	2418	-5410	-946	-3.80E-05	3	-1.27E-05	-9.83E-05	-8.73E-05	2.11E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_6	3629	-13278	-1518	-2.08E-04	3	-6.93E-05	-1.72E-04	-1.68E-04	2.73E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_5	4841	-24217	-2267	-5.02E-04	3	-1.67E-04	-2.78E-04	-2.72E-04	7.54E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_4	6058	-37188	-3130	-8.01E-04	3	-2.67E-04	-3.99E-04	-3.93E-04	1.24E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_3	7278	-51927	-4063	-9.47E-04	3	-3.16E-04	-5.18E-04	-5.14E-04	1.43E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_2	8502	-68100	-5030	-1.94E-03	3	-6.48E-04	-8.17E-04	-7.80E-04	3.33E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_1	9703	-78941	-6555	-5.07E-03	3	-1.69E-03	-1.25E-03	-1.17E-03	9.61E-03	-	<MN	<MN

Çizelge 6.10: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değerlendirmesi.

Perde İsmi	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Toplam Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
UPER_KAT_8	1233	1	-2685	-1.31E-04	1.5	-8.73E-05	-1.34E-04	-6.67E-05	-1.37E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_7	2451	0	-991	-2.00E-05	1.5	-1.33E-05	-2.08E-05	-2.09E-05	-6.12E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_6	3668	0	2002	4.40E-05	1.5	2.93E-05	-6.92E-05	-6.92E-05	1.77E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_5	4883	0	7000	4.00E-04	1.5	2.67E-04	-1.56E-04	-1.55E-04	6.43E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_4	6098	0	12470	7.77E-04	1.5	5.18E-04	-2.36E-04	-2.36E-04	1.32E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_3	7311	0	19424	1.21E-03	1.5	8.07E-04	-3.26E-04	-3.26E-04	2.09E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_2	8523	0	23063	5.61E-03	1.5	3.74E-03	-5.58E-04	-5.55E-04	1.06E-02	-	<MN	MN~GV
UPER_KAT_1	9709	0	27028	6.19E-03	1.5	4.13E-03	-6.34E-04	-6.32E-04	1.17E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge 6.11: AEDY yöntemi Y- doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değerlendirmesi.

Perde İsmi	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Toplam Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
UPER_KAT_8	1176	0	96	2.10E-06	1.5	1.40E-06	-1.21E-05	-1.25E-05	-1.63E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_7	2346	0	-3796	-1.16E-04	1.5	-7.73E-05	-1.66E-04	-1.41E-04	6.71E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_6	3517	0	-8910	-4.35E-04	1.5	-2.90E-04	-4.25E-04	-3.34E-04	4.44E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_5	4688	0	-15809	-8.95E-04	1.5	-5.97E-04	-7.62E-04	-5.75E-04	1.03E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_4	5859	0	-23280	-1.30E-03	1.5	-8.64E-04	-1.09E-03	-8.95E-04	1.50E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_3	7028	0	-31755	-1.46E-03	1.5	-9.71E-04	-1.40E-03	-9.40E-04	1.52E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_2	8192	0	-39450	-3.30E-03	1.5	-2.20E-03	-2.47E-03	-1.09E-03	4.13E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_1	9341	0	-43838	-5.57E-03	1.5	-3.71E-03	-3.63E-03	-1.30E-03	7.51E-03	-	<MN	<MN

Çizelge 6.12: ZTADOA yöntemi X doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değerlendirmesi.

Perde İsmi	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Toplam Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
UPER_KAT_8	1203	2552	57	1.79E-05	3	5.95E-06	-3.67E-05	-3.37E-05	3.40E-06	-	<MN	<MN
UPER_KAT_7	2317	8316	168	9.69E-05	3	3.23E-05	-1.07E-04	-1.03E-04	7.51E-05	-	<MN	<MN
UPER_KAT_6	3847	16176	207	2.42E-04	3	8.06E-05	-1.80E-04	-1.75E-04	2.54E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_5	4856	25808	328	4.47E-04	3	1.49E-04	-2.85E-04	-2.62E-04	5.48E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_4	7028	36177	425	6.58E-04	3	2.19E-04	-3.92E-04	-3.89E-04	8.71E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_3	9234	49007	733	8.05E-04	3	2.68E-04	-4.92E-04	-4.87E-04	1.08E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_2	11254	62650	1035	1.18E-03	3	3.95E-04	-6.76E-04	-6.50E-04	1.65E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_1	11261	77155	1276	1.44E-03	3	4.80E-04	-8.12E-04	-7.73E-04	2.00E-03	-	<MN	<MN

Çizelge 6.13: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu analiz sonuçlarına göre çubuk perdeye ait performans değerlendirmesi.

Perde İsmi	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Toplam Dönme (rad)	Mafsal Uzunluğu (m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
UPER_KAT_8	644	183	2960	2.94E-04	1.5	1.96E-04	-1.61E-04	-1.31E-04	5.22E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_7	1173	173	5222	4.54E-04	1.5	3.02E-04	-3.50E-04	-2.81E-04	7.19E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_6	4310	200	11836	6.81E-04	1.5	4.54E-04	-5.76E-04	-4.57E-04	9.41E-04	-	<MN	<MN
UPER_KAT_5	6370	224	18022	1.00E-03	1.5	6.69E-04	-8.38E-04	-6.50E-04	1.24E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_4	7019	271	22741	1.28E-03	1.5	8.57E-04	-1.06E-03	-8.18E-04	1.57E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_3	7229	300	26346	1.44E-03	1.5	9.57E-04	-1.22E-03	-9.63E-04	1.93E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_2	8173	359	31312	2.80E-03	1.5	1.87E-03	-1.70E-03	-1.03E-03	3.92E-03	-	<MN	<MN
UPER_KAT_1	10072	435	37494	3.54E-03	1.5	2.36E-03	-2.24E-03	-1.33E-03	4.82E-03	-	<MN	<MN

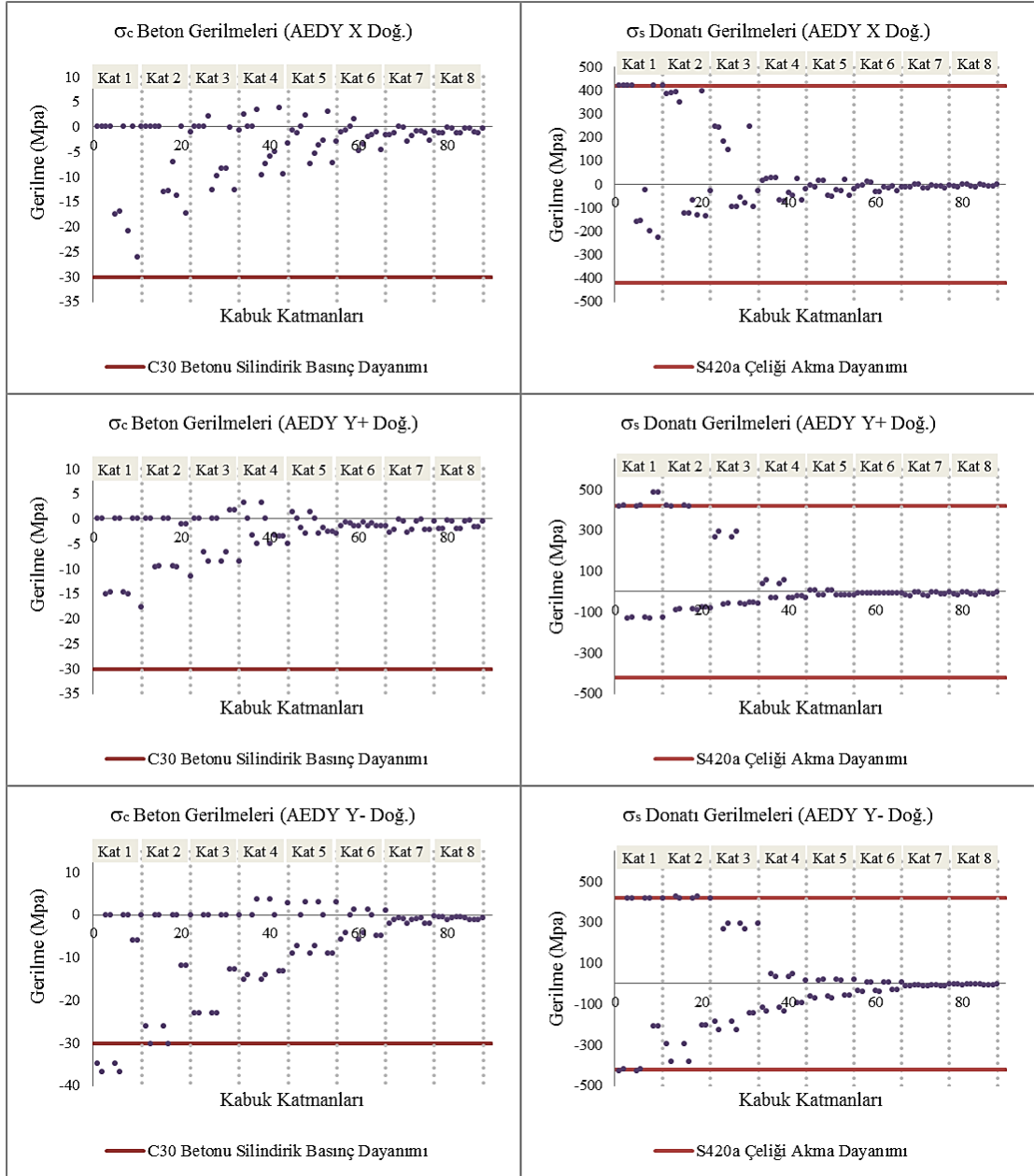
Çizelge 6.9 – Çizelge 6.13'te verilen çubuk perde modeline ait doğrusal olmayan özelliklerin ve analiz sonuçlarının yorumlanması maddeler hâlinde aşağıda sıralanmıştır.

- ❧ Bir eğilme elemanı olarak düşünülen perdelerin her bir katta yalnızca alt uçlarına lifli plastik mafsallar atanmıştır.
- ❧ P normal kuvveti ve M2 ile M3 eğilme momentlerinin ortak etkisi altında elde edilen dönme miktarları, ilgili doğrultudaki plastik mafsallık uzunluğuna bölünerek eğrilik değerleri bulunmuştur. Sap2000 programı, lifli plastik mafsallık kullanılması durumunda elastik ve plastik eğrilikleri bir arada göz önüne alabildiğinden dolayı elde edilen bu eğrilik değerleri ϕ_t toplam eğrilik değerleridir.
- ❧ TDY'07'de, kesit bazında performans değerlendirmesi yapılırken birim şekil değiştirme değerleri kıstas alınır. Buna göre, elde edilen eğrilik değerlerinden faydalanılarak sargılı ve sargısız beton ile donatı çeliğine ait birim şekil değiştirme değerleri bulunmuş ve TDY'de belirtilen sınırlar kullanılarak kesit bazında performans değerlendirmesi yapılmıştır. “MN” minimum hasar sınırını, “GV” güvenlik sınırını ve “GÇ” ise göçme sınırını ifade etmektedir.
- ❧ Tüm yükleme durumları için U perdelerin alt uçlarına yerleştirilmiş olan normal kuvvetin de etkisini dikkate alan eğilme plastik mafsallarında, sargılı ve sargısız betonların minimum hasar durumunda olduğu gözlemlenmiştir. Yalnızca AEDY yöntemine göre yapılan Y+ doğrultusundaki analiz sonucunda 1. ve 2. kat perdelerinin eğilme momentine karşı koyan boyuna (düşey) doğrultudaki donatılarında minimum hasar sınırı aşılmıştır.
- ❧ Bütün durumlarda, alt katlardan üst katlara doğru gidildikçe perde alt uçlarında meydana gelen dönme değerlerinin ve buna bağlı olarak da eğriliklerin arttığı görülmüştür. Bu sonuç, perde elemanlardan talep edilen kuvvet istemi büyüklükleri ile eleman rijitlik kapasitesine bağlıdır. Perdenin, yüksekliği boyunca çalışan yekpare bir konsol eleman olarak düşünülmesi durumunda ise mesnet bölgesi civarında diğer bir deyişle bina temel kotuna yakın kısımlarında en büyük etkilerin meydana geleceğini öngörmek ise gayet olağandır.

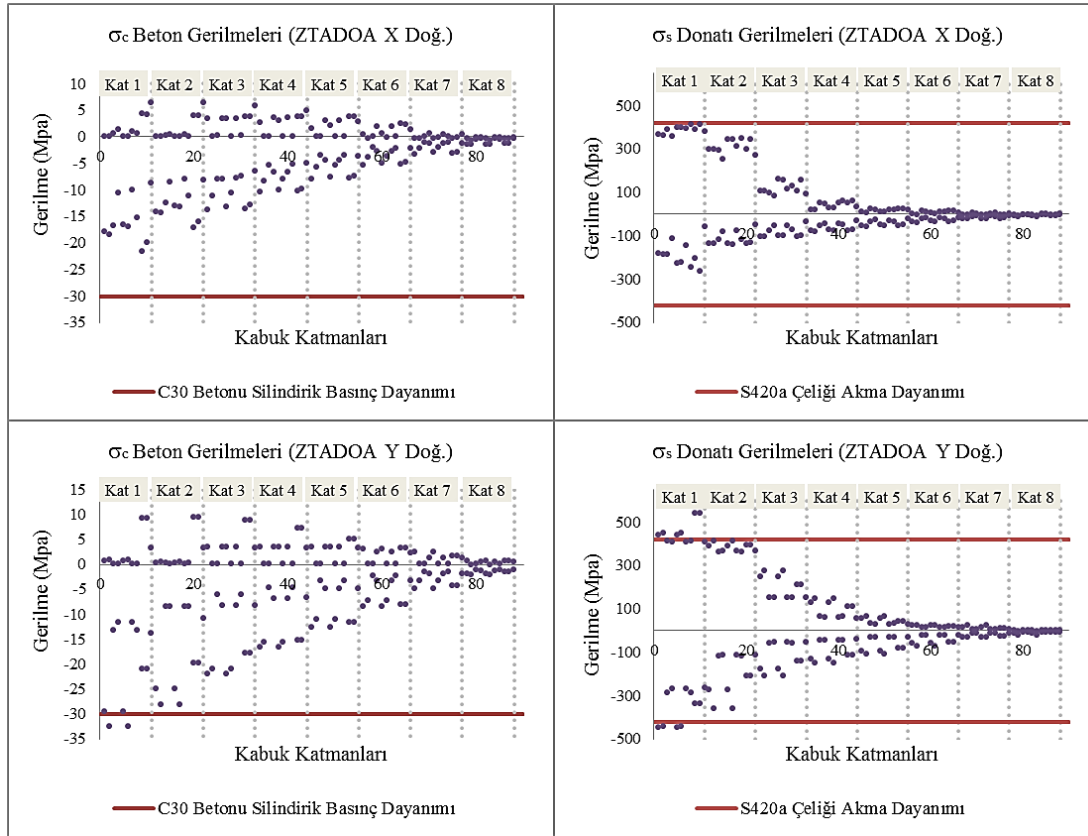
Eğilme elemanı olarak düşünülen perdenin, çok katmanlı kabuk olarak modellenmesi durumunda, eğilmeye karşı koyan kısımlarında yani basınca çalıştığı durumda betonda, çekmeye çalıştığı durumda ise donatı çeliğindeki malzeme gerilmeleri

Çizelge 6.14'te verilmiştir. Burada sol sütun betondaki, sağ sütun ise donatı çeliğindeki tüm kabuk katmanlarında tespit edilen gerilmeleri göstermektedir.

Çizelge 6.14: Çok katmanlı kabuk perdeye ait malzeme gerilmeleri.



Çizelge 6.14 (devam): Çok katmanlı kabuk perdeye ait malzeme gerilmeleri.



Çizelge 6.14’te, tüm yükleme durumları için, farklı kabuk katmanlarında eğilme doğrultusunda meydana gelen beton ve donatı çeliğine ait malzeme gerilmeleri verilmiştir. Tarif edilmiş malzeme modellerinde doğrusallık sınırını da tarif eden karakteristik dayanım değerleri, perde elemanlar üzerinde oluşan gerilmelerin ne mertebelerde oluştuğunu daha iyi anlayabilmek maksadıyla ayrıca sunulmuştur. Malzeme gerilmelerinin, beton için öngörülen davranış biçimi olan basınç (-), donatı çeliği için ise çekme (+) durumlarında incelenmesi yapılmıştır. Buna göre şu sonuçlar tespit edilmiştir:

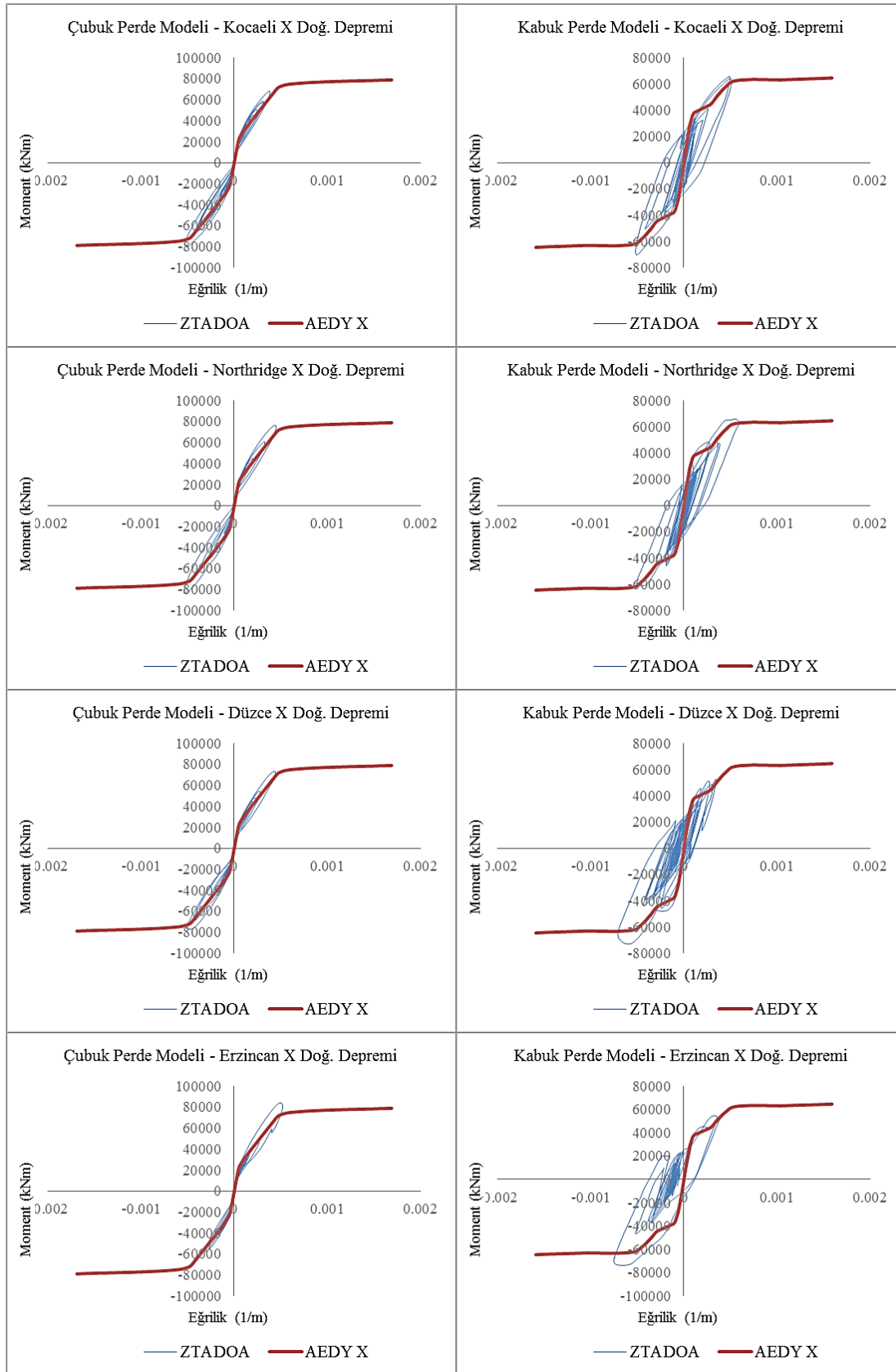
- ☞ Malzeme gerilmeleri tüm yükleme durumları için üst katlardan alt katlara doğru artma eğilimindedir. Tipik bir eğilme elemanı davranışı gösteren perdelerde bu beklenen bir durum olup mesnet bölgesine (bina temeline) yakın olan alt katların üst katlara kıyasla daha fazla zorlandığını göstermektedir.
- ☞ Perdelerde meydana gelen eğilme momenti etkisi altında, betonarme tasarım prensibinin bir sonucu olarak, beton katmanlarının basınca, donatı çeliği katmanlarının ise çekmeye çalıştığı kabul edilmiştir. Buna göre, hem beton hem de donatı çeliği için karakteristik dayanım diğer bir deyişle doğrusal elastiklik

sınırının, tüm yükleme durumları göz önüne alındığında yalnızca 1. katta aşıldığı gözlemlenmiştir. 2. katta ise eğilme momentinden kaynaklanan gerilmelerin bu sınıra yakın mertebelerde olduğu tespit edilmiştir. Bunun haricinde, diğer katlardaki perdelerin tüm yükleme durumları için doğrusal elastik davranış yapabilecek seviyede olduğunu söylemek mümkündür.

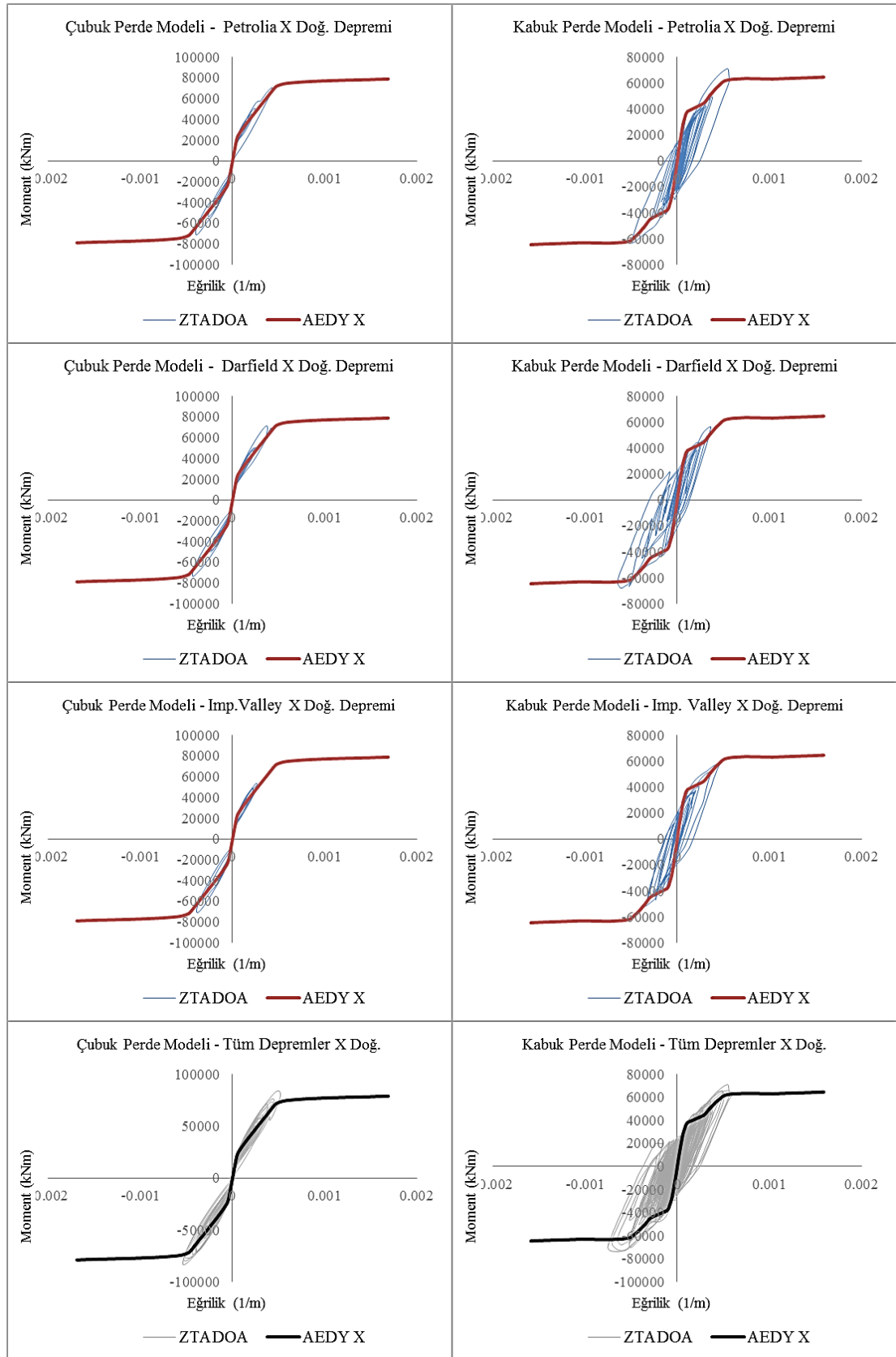
- ☞ Tüm yüklemelere ait değerlerin bir arada göz önüne alınması durumunda 1. kat perdelerindeki gerilmelerin, beton için karakteristik dayanım sınırından %6 ~ %20, donatı çeliği için ise %15 ~ %30 oranlarında daha fazla çıktığı görülmüştür. Beton için sargılama etkisinin, donatı çeliği için ise pekleşmenin ek bir dayanım artışına yol açacağını düşünürsek bu oranların daha da düşeceği söylenebilir.
- ☞ Çizelge 6.14'teki verilerden yola çıkarak, perdelerin eğilme momentleri ve normal kuvvetin ortak etkisi altındaki davranışının, eğilmeye karşı koyan kabuk katmanlarında, özellikle ilk iki kat harici katlarda bulunan perdeler için minimum hasar sınırında kaldığı görülmektedir. İlk iki katta ise beton için sargılama ve donatı çeliği için de pekleşme etkilerinin göz önüne alınması durumunda hemen hemen tüm katmanlara ait değerlerin doğrusal elastiklik sınırında kaldığı gözlemlenirken bu sınırı aşan değerlerin ise çok büyük mertebelere ulaşmadığı tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak ilk katlarda bulunan perdelerin de tüm yükleme durumlarının göz önüne alınması durumunda kesit minimum hasar sınırını (MN) büyük mertebelerle geçmeyeceği ve bu durumun nihayetinde kesit güvenlik sınırının (GV) aşılmayacağı düşünülmektedir.

Hem çubuk hem de kabuk perdeli modellere ait sonuçların, farklı doğrusal elastik olmayan davranış kabullerine sahip olmalarından ötürü birbirleriyle karşılaştırılmaları biraz güçtür. Öte yandan, normal kuvvetin de etkisini dikkate alan moment – eğrilik ($M-\phi$) ilişkileri yardımıyla bu farklı çözümleme yöntemleri sonuçlarının bir arada gözlemlenebilmesi mümkündür. Çizelge 6.15 ve Çizelge 6.16'da ZTADOA yöntemi için tüm deprem ivme kayıtlarına ait bu sonuçlar AEDY yöntemi sonuçlarıyla kıyaslanarak hem çubuk hem de kabuk perdeli modellerin, analiz sonuçlarından görüldüğü kadarıyla en çok zorlanan perde olan, ilk katında bulunan perde için verilmiştir.

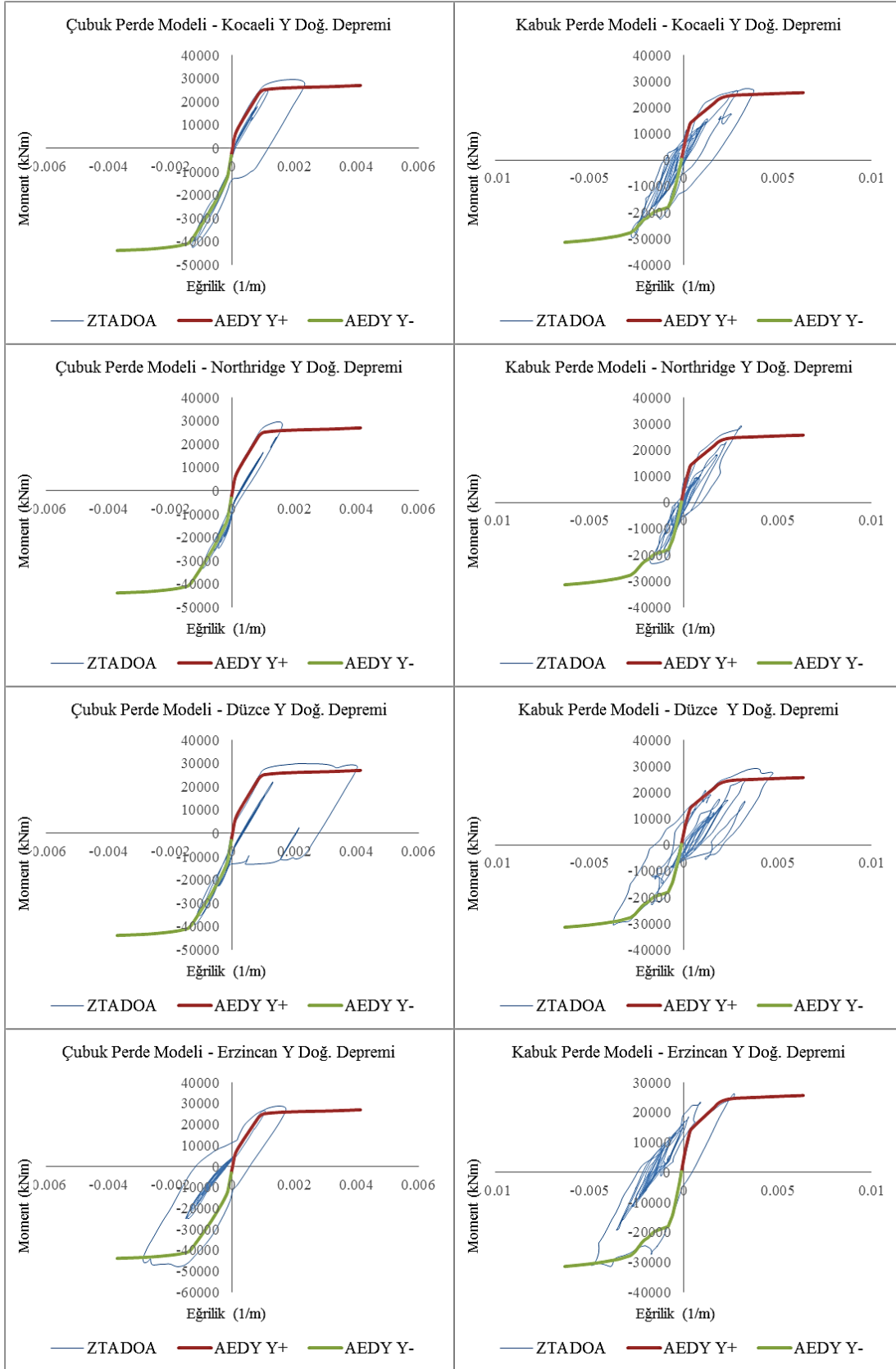
Çizelge 6.15: 1. kat perdesinin X doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.



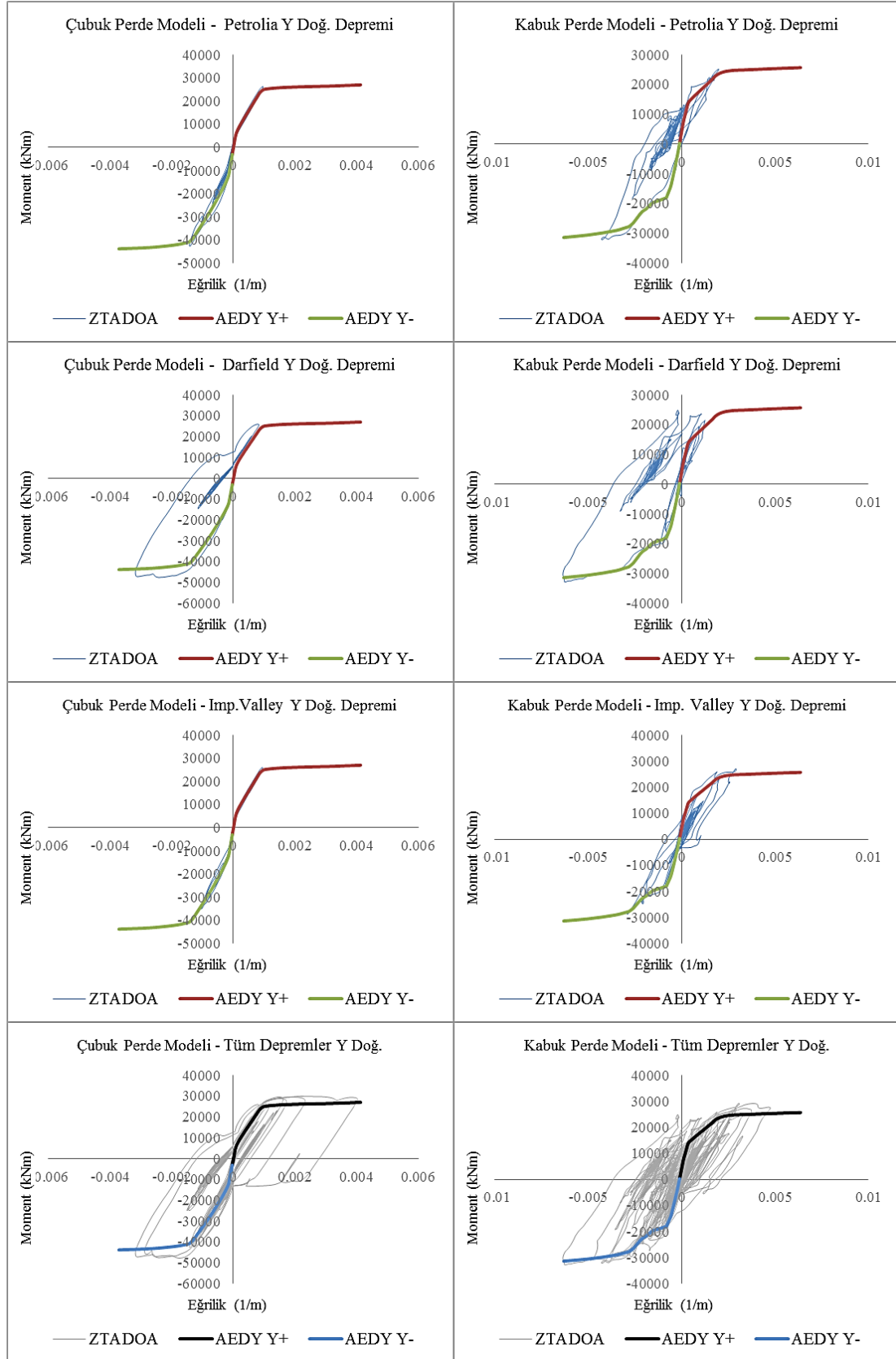
Çizelge 6.15 (devam): 1. kat perdesinin X doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.



Çizelge 6.16: 1. kat perdesinin Y doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.



Çizelge 6.16 (devam): 1. kat perdesinin Y doğrultusu yüklemeleri altındaki M- ϕ grafikleri.



Çizelge 6.15 ve Çizelge 6.16 yardımıyla farklı perde doğrusal olmayan davranış türlerinin ele alınan tüm yükleme durumları için 1. kat perdesi baz alınarak incelenmesi amaçlanmıştır. 7 adet deprem ivme kaydının ayrı ayrı etkimesi durumlarındaki moment – eğrilik ilişkileri gösterilmiştir. Dinamik etkiler sonucu oluşan histeresis diğer bir deyişle çevrimsel eğriler tekrarlı yükler etkisi altında perdedeki rijitlik – süneklik ilişkisini gösterir. Bu durumda moment ekseni rijitliği, eğrilik ekseni ise sünekliği ifade eder. Deprem ivme kayıtlarından elde edilen histeresis döngülerinin her bir çevrim adımındaki moment ve eğrilik için maksimum değerleri birleştirilerek bir eğri elde edilir. Buna “omurga eğrisi” veya “sırt eğrisi” denir. Bu eğri yardımıyla moment – eğrilik ilişkisi incelenen elemana ait kapasite değerleri belirlenir. AEDY yönteminin performans noktasına kadar adım adım kaydedilen momentler ve buna karşı gelen eğrilik değerleri ise bu çalışmada incelenen perde için yukarıda ifade edilen omurga eğrisi gibi düşünülmüş ve histeresis döngüleriyle aynı grafikler üzerinde çizilerek bu döngülere ait değerlerle karşılaştırılmıştır.

Buna göre elde edilen sonuçlar maddeler hâlinde şu şekilde sıralanabilir:

- ❧ Çizelge 15’e bakılarak X doğrultusundaki perde değerleri incelenecek olursa hem çubuk hem de kabuk perde için histeresis döngülerinin, AEDY yöntemine ait eğrinin bilinear diğer bir ifadeyle iki doğrulu olarak düşünülmesi durumunda, eğimi büyük olan ilk eğri kolu üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, AEDY yönteminin X doğrultusu için daha muhafazakâr sonuçlar verdiğini göstermektedir. Çizelge 6.16 yardımıyla Y doğrultusundaki değerlere bakılması durumunda ise X doğrultusundan farklı olarak moment ve eğrilik değerlerinin bilinear eğrinin ilk kolundan saptığı durumların olduğu gözlemlenmiştir. Hem çubuk hem de kabuk perde modelleri için tüm deprem durumlarına ait maksimum değerlerin incelenmesi yapılacak olursa, AEDY yöntemine ait değerlerin, histeresis döngülerinin maksimum moment değerleriyle bir uyum içinde olduğu ve omurga eğrisine büyük oranda benzediği görülmüştür. Öte yandan, AEDY yöntemine ait eğrilik değerleri, Y doğrultusunda X doğrultusundaki kadar sapma göstermemiş olup daha büyük bir uyum içerisindedir.
- ❧ Çubuk ve kabuk perdeli modellerin kıyaslanması yapılacak olursa, X doğrultusunda histeresis döngüleri maksimum değerleri çubuk perdeli modelde kabuk perdeli modelden %5 ~ %15 daha büyük moment değerleri vermiştir.

Eğrilikler bazında ise sonuçlar birbirine oldukça yakın olmakla beraber kabuk perdeli modele ait değerlerin her bir çevrim adımındaki genlik farkı daha belirgin bir biçimde görülmektedir. AEDY yöntemine ait eğrilerde ise elde edilen maksimum moment istemi, çubuk perdeli modelde kabuk perdeli modelden yaklaşık %20 daha fazladır. Maksimum eğrilik değerleri ise büyük oranda uyuşmakta ve yaklaşık aynı mertebelerde sonuçlar vermektedir. Farklı perde modellerine ait sonuçların Y doğrultusundaki karşılaştırılması durumunda ise yalnızca histeresis döngülerine bakılarak, moment maksimum değerleri için, çubuk perdede kabuk perdedekinden %20 civarında daha büyük moment istemi olduğu görülmüştür. Elde edilen azami eğrilik değerlerinde, kabuk perdeli model Y+ doğrultusunda %15, Y- doğrultusunda ise %120'e yakın daha fazla eğrilik istemi göstermiştir. AEDY eğrilerinin maksimum değerleri kıyaslanırsa, maksimum moment istemleri kapsamında Y+ doğrultusunda yaklaşık aynı mertebeler elde edilmekteyken Y- doğrultusunda çubuk perde modeli %35 ~ %40 kadar daha büyük sonuçlar vermiştir. Maksimum eğrilikler ele alınacak olursa kabuk perde modelinin Y+ doğrultusunda %50, Y- doğrultusunda ise %80 civarında daha fazla eğrilik isteminde bulunduğu anlaşılmaktadır.

- Genel bir değerlendirme yapılması durumunda, X doğrultusu için, AEDY yönteminin her iki perde modelleme durumu için de daha muhafazakâr sonuçlar verdiği görülmüştür. Hem histeresis döngülerinin hem de AEDY eğrilerinin maksimum moment değerleri birbirlerine yakın olmasına karşın eğrilik değerlerinde büyük sapmalar meydana gelmiştir. Tıpkı X doğrultusunda olduğu gibi Y doğrultusunda da AEDY yöntemi sonuçları genel olarak daha büyük eğrilik değerleri vermiştir. Histeresis döngülerinin maksimum moment değerleri yakın mertebelerde olup eğrilik değerlerinin de bazı ivme kayıtları için oldukça tutarlı sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Bu duruma bakılarak Y doğrultusundaki değerlerin moment ve eğrilik ilişkisi kapsamında, AEDY ve ZTADOA yöntemleri sonuçları karşılaştırılması açısından, X doğrultusuna kıyasla daha yakın seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir.

6.2.3.2 Perdelerin kesme kuvveti etkisi altındaki davranışları

Perdelere ait moment – eğrilik ilişkisini ifade eden doğrusal olmayan davranışın belirli bir süneklik kabulü çerçevesinde yapılmasından ötürü bu elemanların yeterli şartları sağlaması gerekmektedir. Bu bağlamda, perde elemanlarının artan eğilme

etkisi altında sünek bir davranış gösterebilmesi için kesme kuvveti değerleri de belirli mertebelerde tutulmalıdır. Aksi takdirde bu tür elemanlar için süneklik durumundan söz edilemez ve meydana gelebilecek olan olası kırılma türünün gevrek olduğuna karar verilir. Kesme kuvveti kapasitesi, eleman boyutları ve kesme kuvvetini karşılayacak olan kayma donatılarıyla doğrudan ilişkilidir.

Betonarme elemanların gevrek veya sünek olarak hasar görmesinin tespiti TDY'07 ve TS-500'e [5] göre belirlenir. Buna göre, kesme kuvveti dayanımının kesme kuvveti isteminden daha düşük olduğu elemanlar, gevrek hasar gören elemanlar olarak nitelendirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında ele alınan U şeklindeki perdenin tüm yükleme ve farklı modelleme durumları için kesme kuvveti kapasite hesapları Çizelge 6.17 – Çizelge 6.24'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.17: Çubuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)	Vd (kN)	Vcr (kN)	Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw		Vr > Vd Şartının Kontrolü	
				Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)	Durum (2)
8	1210	534	1905	2551	1759	4075	3283	√	√
7	2418	2105	1957	2551	1759	4117	3325	√	√
6	3628	3039	2009	2551	1759	4158	3367	√	√
5	4841	4060	2062	3054	2262	4703	3911	√	X
4	6058	4726	2114	3671	2879	5362	4570	√	X
3	7278	5289	2167	3958	3167	5692	4900	√	X
2	8501	5732	2220	3958	2375	5734	4151	√	X
1	9703	3878	2272	3958	2375	5776	4193	√	√

Çizelge 6.18: Çubuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-
8	1233	1176	-185	-22	1906	1903	2375	1979	3900	3898	3504	3502	√	√	√	√
7	2451	2346	1185	-1303	1958	1954	2375	1979	3942	3938	3546	3542	√	√	√	√
6	3668	3517	1612	-1708	2011	2005	2375	1979	3984	3979	3588	3583	√	√	√	√
5	4883	4688	2278	-2297	2064	2055	2941	2545	4591	4585	4196	4189	√	√	√	√
4	6098	5859	2430	-2482	2116	2106	3635	3239	5327	5319	4932	4923	√	√	√	√
3	7311	7028	2916	-2807	2169	2156	3958	3563	5693	5683	5297	5288	√	√	√	√
2	8523	8192	1801	-2542	2221	2207	3958	3167	5735	5724	4943	4932	√	√	√	√
1	9709	9341	1861	-1404	2272	2256	3958	3167	5776	5763	4984	4972	√	√	√	√

Çizelge 6.19: Çubuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
8	1139	1241	788	-873	1902	1906	2551	1759	4072	4076	3281	3284	√	√	√	√
7	1773	2830	2057	-2182	1929	1975	2551	1759	4094	4131	3303	3339	√	√	√	√
6	2092	4741	2607	-2727	1943	2057	2551	1759	4105	4197	3314	3405	√	√	√	√
5	2348	6732	3297	-3413	1954	2144	3054	2262	4617	4768	3825	3977	√	√	√	√
4	2484	8596	3757	-3918	1960	2224	3671	2879	5238	5450	4447	4658	√	√	√	√
3	3431	10075	4395	-4596	2001	2288	3958	3167	5559	5789	4767	4997	√	√	√	√
2	2865	12491	5122	-5145	1976	2392	3958	2375	5539	5872	3956	4289	√	√	X	X
1	3279	14535	5400	-5189	1994	2481	3958	2375	5554	5943	3970	4360	√	√	X	X

Çizelge 6.20: Çubuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
8	475	1780	808	-659	1873	1929	2375	1979	3873	3919	3478	3523	√	√	√	√
7	1039	3610	1359	-1557	1897	2009	2375	1979	3893	3982	3497	3586	√	√	√	√
6	1737	5222	1515	-1664	1928	2078	2375	1979	3917	4038	3521	3642	√	√	√	√
5	2711	6820	1895	-1992	1970	2147	2941	2545	4516	4658	4120	4263	√	√	√	√
4	4072	8017	2175	-2260	2029	2199	3635	3239	5257	5394	4862	4998	√	√	√	√
3	5781	9165	2588	-2918	2102	2249	3958	3563	5640	5757	5244	5362	√	√	√	√
2	6119	11391	3000	-3577	2117	2345	3958	3167	5652	5834	4860	5043	√	√	√	√
1	6238	13531	3038	-3498	2122	2437	3958	3167	5656	5908	4864	5117	√	√	√	√

Çizelge 6.21: Kabuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)	Vd (kN)	Vcr (kN)	Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw		Vr > Vd Şartının Kontrolü	
				Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)	Durum (2)
8	900	768	1891	2551	1759	4064	3272	√	√
7	2024	2228	1940	2551	1759	4103	3311	√	√
6	3147	3066	1989	2551	1759	4142	3350	√	√
5	4272	3942	2037	3054	2262	4683	3892	√	X
4	5397	4343	2086	3671	2879	5339	4547	√	√
3	6521	4825	2134	3958	3167	5666	4874	√	√
2	7647	4588	2183	3958	2375	5705	4121	√	X
1	8723	4557	2230	3958	2375	5742	4159	√	X

Çizelge 6.22: Kabuk perdeli modele ait AEDY yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-	Y+	Y-
8	885	910	-256	78	1891	1892	2375	1979	3888	3889	3492	3493	√	√	√	√
7	1997	2014	1032	-1166	1939	1940	2375	1979	3926	3927	3530	3531	√	√	√	√
6	3117	3117	1376	-1552	1987	1987	2375	1979	3965	3965	3569	3569	√	√	√	√
5	4239	4220	2109	-2177	2036	2035	2941	2545	4569	4568	4173	4173	√	√	√	√
4	5361	5324	2166	-2292	2084	2083	3635	3239	5302	5301	4906	4905	√	√	√	√
3	6481	6432	2576	-2525	2133	2131	3958	3563	5665	5663	5269	5267	√	√	√	√
2	7600	7545	1697	-1842	2181	2179	3958	3167	5703	5701	4912	4910	√	√	√	√
1	8667	8622	2064	-2231	2227	2225	3958	3167	5740	5739	4948	4947	√	√	√	√

Çizelge 6.23: Kabuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için X doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
8	819	924	1154	-1141	1888	1892	2551	1759	4061	4065	3270	3273	√	√	√	√
7	1852	2076	2449	-2561	1933	1942	2551	1759	4097	4105	3305	3313	√	√	√	√
6	2876	3238	3207	-3366	1977	1992	2551	1759	4132	4145	3341	3353	√	√	√	X
5	3891	4403	3883	-4133	2021	2043	3054	2262	4670	4688	3878	3896	√	√	X	X
4	4614	5884	4323	-4781	2052	2107	3671	2879	5312	5356	4520	4564	√	√	√	X
3	4523	8558	5025	-5494	2048	2222	3958	3167	5597	5736	4805	4945	√	√	X	X
2	3336	12359	5797	-6240	1997	2387	3958	2375	5556	5868	3972	4284	X	X	X	X
1	3336	14945	6358	-6813	1997	2498	3958	2375	5556	5957	3972	4374	X	X	X	X

Çizelge 6.24: Kabuk perdeli modele ait ZTADOA yöntemi için Y doğrultusundaki perde kesme kapasitesi hesapları.

Kat	Nd (kN)		Vd (kN)		Vcr (kN)		Vw (kN)		Vr = 0.8*Vcr+Vw				Vr > Vd Şartının Kontrolü			
	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Durum (1)	Durum (2)	Durum (1)		Durum (2)		Durum (1)		Durum (2)	
									Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min
8	833	1025	951	-704	1888	1897	2375	1979	3886	3892	3490	3497	√	√	√	√
7	1885	2288	1439	-1753	1934	1951	2375	1979	3922	3936	3526	3540	√	√	√	√
6	2923	3554	1575	-1910	1979	2006	2375	1979	3958	3980	3562	3584	√	√	√	√
5	3847	5076	1893	-2241	2019	2072	2941	2545	4556	4598	4160	4202	√	√	√	√
4	4605	7123	2098	-2551	2052	2160	3635	3239	5276	5363	4880	4967	√	√	√	√
3	5198	8895	2761	-3336	2077	2237	3958	3563	5620	5748	5224	5352	√	√	√	√
2	4950	11418	3302	-3967	2066	2346	3958	3167	5612	5835	4820	5044	√	√	√	√
1	5047	14142	4311	-5036	2071	2464	3958	3167	5615	5929	4823	5138	√	√	√	√

Perdelerin kesme kapasitesini tespit etmek için yapılan tahkikler neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır. Çizelgelerde belirtilen maksimum ve minimum ifadeleri ZTADOA yönteminin özelliğinden kaynaklanmış olup yüklerin sürekli yön değiştirmesini tanımlamak için kullanılmıştır. Durum (1) başlık bölgelerinde bulunan kayma donatılarının dikkate alındığı, Durum (2) ise dikkate alınmadığı hâlleri gösterir. Böyle bir ayrıma gidilmesinin sebebi, TDY'07 3.6.7'de kayma donatılarının katkısının yalnızca gövde bölgeleri için göz önüne alınmasıdır. Özellikle eğilme etkisine karşı perdenin en önemli kısımları olan başlık bölgelerinin, kayma etkilerine karşı gövde bölgelerine kıyasla etkisi ihmal edilmiştir. Buna göre;

- ☞ Tüm yükleme durumları için hem çubuk hem de kabuk perdelerde, Y doğrultusundaki tüm hâllerde perde kesme kapasitelerinin yeterli olduğu gözlemlenmiştir. Başlık bölgeleri yatay donatılarının katkısının dahil edildiğini ifade eden Durum (1)'de dahi X doğrultusunda ZTADOA yöntemi kabuk perde modeli için bu kapasitenin %14 mertebesinde aşıldığı tespit edilmiştir. Durum (2)'de ise bu doğrultu için daha kötü bir tablo ortaya çıkmış olup kesme kuvveti kapasiteleri tüm yükleme durumlarında muhtelif katlarda aşılmıştır. Maksimum aşılma oranı %60 seviyesindedir.
- ☞ TDY'07 ve TS-500'e göre belirlenen kesme kuvveti istemi üst sınırı denklem 6.1 ile elde edilmiştir. Burada verilen denklemde, tasarım yapılması durumunda uygulanan malzeme dayanımı azaltma katsayılarının kullanılması yerine, doğrusal olmayan analizler yapıldığı için TDY'07 uyarınca malzeme karakteristik dayanımları dikkate alınmıştır. Denklemde, A_c perdenin çalışan doğrultudaki brüt enkesit alanını, f_{ck} ise betonun karakteristik basınç dayanımını ifade etmektedir. Buna göre, perde boyutlarının herhangi bir yükleme durumu için talep edilen kesme kuvveti istemini karşılayabilecek kapasitede olduğu belirlenmiştir.

$$V_e \leq 0.22 f_{ck} A_c \quad (6.1)$$

- ☞ Sonuç olarak, kesme kuvveti kapasitelerinin perdenin uzun doğrultusu olan X için birçok hâlde aşıldığı gözlemlendiğinden ötürü gevrek kırılma riskinin ortada olduğu anlaşılmıştır. Bu durumun sonucu olarak, doğrusal olmayan davranışın tariflenmesi için yapılan süneklik kabulü geçersiz kalabilmektedir. TDY'07, gevrek olarak hasar görmesi beklenen bu tür elemanların güçlendirilmesi kaydıyla performans değerlendirmesinin süneklik kabulü çerçevesinde

yapılabileceğini belirtmiştir. Birçok güçlendirme tekniği kullanılabileceği gibi bir önceki maddede belirtilen kesme kuvveti istemi üst sınırının aşılması durumunda ise TDY'07 ve TS-500 uyarınca kesit boyutları büyütülmelidir.

7. SONUÇLAR

Ele alınan 8 katlı perde + çerçeve sistemindeki yapı, özellikle İstanbul'da devam eden kentsel dönüşüm projeleri kapsamında yapılan birçok binaya benzemesi açısından, yassı (sığ) kirişler ve yatay yükleri karşılayacak birincil eleman olarak tüm katlarda devam eden bir adet U şeklinde perdeye sahiptir. Yapılan incelemenin gerçek hayatta yapılan binalar hakkında da bir fikir verebilmesi bakımından bina boyutlandırılması, piyasada da sıklıkla kullanılan programlardan biri olan STA4-CAD [6] ile yapılmış ve bu programın sonuçlarına büyük oranda sadık kalınmıştır. Bina modellemesi, TDY'07'de [4] AEDY yöntemi için verilen sınır şartlarını da sağlayabilmesi açısından mümkün olduğunca dışmerkezlilik oluşmayacak şekilde yapılmıştır. Perde davranışını daha iyi gözlemleyebilmek için ise perdeler, rijit elemanlar vasıtasıyla sisteme bağlanan çubuk elemanlar ve çok katmanlı kabuk elemanlar olmak üzere iki farklı biçimde modellenmiştir. Tüm yapısal elemanlar için doğrusal olmayan davranışlar, farklı perde modellemelerine sahip bu binalara AEDY ve ZTADOA yöntemleri uygulanarak incelenmiştir.

Bu çalışmaya ait detaylı ve kapsamlı analizlerin sonuçları genel hatlarıyla maddeler hâlinde aşağıda sıralanmıştır.

☞ Elde edilen sonuçlara sistem bazında bakılacak olursa; bina tepe yerdeğiştirmeleri, tüm yükleme doğrultuları ve perde modelleme seçenekleri için AEDY yönteminde ZTADOA yöntemine kıyasla daha büyük değerler vermiştir. Öte yandan, taban kesme kuvvetleri için durum tepe yerdeğiştirme değerlerinin tam tersi olarak ZTADOA sonuçları AEDY sonuçlarına göre daha muhafazakâr neticeler sunmuştur. Göreli kat ötelemesi değerleri de tepe yerdeğiştirmesi değerlerine paralel olarak AEDY yöntemi için daha yüksek mertebelerdedir. Kat kesme kuvvetlerinin her bir yükleme durumu için incelenmesi durumunda ise farklı perde modellemelerine sahip binaların her ikisinde de AEDY ve ZTADOA yöntemleri sonuçları üst katlarda birbirlerine daha yakındır. Diğer katlar için ise bu farklı analiz yöntemleri sonuçlarının karşılaştırılması durumunda orta katlarda AEDY, alt katlarda da ZTADOA sonuçlarının daha büyük olduğu söylenebilir.

- TDY'07, doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılması durumunda bina performansının tespiti için eleman bazında birim şekil değiştirme değerlerinin incelenmesini istemektedir. Buna göre, Bölüm 6 ve EK F'de verilen grafikler ve veriler yardımıyla bir genelleme yapılacak olursa, ZTADOA yöntemi AEDY yöntemine kıyasla yapı elemanlarını daha çok zorlamıştır. Hem çubuk hem de kabuk perdeli modeller için AEDY yönteminin tüm doğrultulardaki analiz sonuçlarına göre yapı performansı "Can Güvenliği" seviyesindedir. ZTADOA yönteminde ise kabuk perdeli modelin X doğrultusu için "Can Güvenliği", diğer durumlarda ise "Göçme" seviyesi tespit edilmiştir. Performans değerlendirmesinde belirleyici kriter kirişlerin hasar durumu olmuştur. Kolonlarda, yalnızca çubuk perdeli modelin ZTADOA X doğrultusu yüklemesi altında ileri hasar ve göçme durumu söz konusu olup ciddi hasar gören bu elemanların adetleri ve kat içindeki oranları düşük mertebelerdedir. Perdelerde ise eğilme altındaki davranışın haricinde kesme kuvveti kapasiteleri de incelenmiştir. Buna göre, birçok durumda kapasitelerin aşıldığı gözlemlenmiştir. Kesme kapasitelerinin artırılıp, süneklik koşullarının sağlanması hâlinde ise perde eğilme kapasitelerinin oldukça yeterli olduğu ve en elverişsiz durumda dahi belirgin hasar bölgesinin ötesine geçilmediği söylenebilir.
- Genel bir sonuç olarak, literatürde doğruluğu en kesin yöntem olarak kabul görmüş olan ZTADOA yöntemi sonuçları en elverişsiz değerleri sunmuştur. Bu çalışma kapsamında ele alınan bina yalnızca tek eksen etrafında simetrik olduğundan dolayı her ne kadar önlenmeye çalışılmışsa da bir miktar dışmerkezliğe sahiptir. AEDY yöntemi, sabit bir yük dağılımının monotonik olarak arttırılması ile yapıya uygulanır ve bu yük dağılımı plastik mafsalların oluşumundan bağımsızdır. ZTADOA yönteminde ise deprem etkisine karşı gösterilen davranış yapının ataleti ile ilgili olup plastik mafsal oluşumları bu davranışı doğrudan etkiler. Özellikle burulma tipi düzensizliğin olduğu binalarda iki yöntem arasındaki bu fark daha çok göze çarpar. Dolayısıyla, AEDY ile ZTADOA yöntemi sonuçlarının verdiği performans seviyesi değerleri arasındaki bu önemli farkın sebebinin yöntemler arasındaki kabullerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile özellikle kentsel dönüşüm projelerinde sıklıkla kullanılan bina türlerinden birisi üzerinde çalışılmak istenmiştir. Genel bir gözlem olarak, mimari,

işçilik vb. sebeplerden ötürü kiriş yüksekliklerinin oldukça kısıtlı tutulduğu ve pek çok durumda yalnızca bir adet çekirdek perdesine sahip yapıların bu kapsamda sıklıkla inşa edildiği tespit edilmiştir. Bundan dolayı, bu tip binaların incelenmesi maksadıyla analitik olarak bir model oluşturulmuş ve TDY'07'de belirtilen doğrusal olmayan performans değerlendirme yöntemlerinden iki tanesi bu modele uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına göre en “zayıf halka”, yükseklikleri kısıtlı tutulan kiriş elemanlar olarak belirlenmiştir. Yapı deprem performansını doğrudan etkileyen bu elemanlar, literatürde en doğru yöntem olarak kabul gören dinamik analizler altında, bu çalışmada ele alınan bina için oldukça riskli bir konumda gözükmektedirler. Diğer yapısal elemanların büyük oranda düşük hasarlarla bu etkileri karşıladığı gözlemlenmesine rağmen perdelerde kesme kuvveti isteminin kapasiteyi birçok durumda aştığı tespit edildiğinden ötürü bu tip binalarda yatay yükleri taşıyan asıl elemanlar olan perdelerin ani oluşabilecek gevrek kırılmalar ile güç tükenmesine erişebileceği anlaşılmıştır. Eğilme etkisine karşı yeterli performans gösteren perdelerin kesme istemlerine karşı yetersiz kalması, bu elemanlar için kabul edilen süneklik ilkesini geçersiz kılacağı gibi yapı performansını da doğrudan etkileyecektir. Bunun sonucu olarak yatay yüklerin yeniden dağılımı meydana gelecek ve çerçeveyi oluşturan diğer yapısal elemanların bu etkileri karşılaması beklenecektir. Kirişler ve kolonlar ile meydana getirilen bu çerçeve sistem, yatay yükleri karşılayabilmek için perdelerle yardımcı olan adeta bir “yedek sistem” gibi davranmak durumundadır. Bu çalışmada olduğu gibi düşük kapasiteli kirişlerin kullanılması durumunda ise elde edilmek istenilen “yedek sistem” için ne kadar olumsuz sonuçlar ortaya çıkabileceği aşîkârdır. Bahsedilen bu sebeplerden dolayı, yatay yükleri taşıyacak birincil eleman olan perdelerle ilavaten çerçeveyi oluşturan diğer elemanların da yapısal güvenlik için ek rezerv oluşturabilmesi adına belirli bir kapasitede olması gerektiği önerilmektedir. Öte yandan, bu çalışma kapsamında yalnızca bir adet bina üzerinde çalışıldığı da unutulmamalıdır. Benzer çalışmaların daha farklı bina modelleri üzerinde uygulanması ve elde edilecek sonuçların karşılaştırılması ile bu kapsamda genel bulgular ortaya konabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **ATC-40** (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Applied Technology Council. California.
- [2] **FEMA-356** (2000). *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Federal Emergency Management Agency. Washington.
- [3] **Alyamaç, K. E. ve Erdoğan, A. S.** (2005). Geçmişten Günümüze Afet Yönetmelikleri ve Uygulamada Karşılaşılan Tasarım Hataları. *Deprem Sempozyumu*, (s.707-715). Kocaeli: 23–25 Mart.
- [4] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik** (2007). Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara.
- [5] **TS-500** (2000). *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- [6] **STA4-CAD** (version 13.1) [Computer software]. *Betonarme ve Çelik Bina Tasarım Yazılımı*. Sta Bilgisayar Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti. İstanbul.
- [7] **SAP2000** (version 15.2.1) [Computer software]. *Structural Analysis Program*. Computers and Structures Inc. Berkeley, California.
- [8] **XTRACT** (version 3.0.8) [Computer software]. *Cross Section Analysis Program for Structural Engineers*. Imbsen Software Systems. California.
- [9] **SeismoMatch** (version 2.1.0) [Computer software]. *An Application for Adjusting Earthquake Accelerograms*. Seismosoft Ltd. Pavia, Italy.
- [10] **Celep, Z.** (2014). *Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme*. İstanbul.: Beta Dağıtım.
- [11] **Casarotti, C. & Pinho, R.** (2006). Seismic response of continuous span bridges through fiber-based finite element analysis, *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, Vol.5 No.1, 119–131.
- [12] **Miao, Z. W., Lu, X. Z., Jiang J. J., Ye L. P.** (2006). Nonlinear FE Model for RC Shear Walls Based on Multi-layer Shell Element and Microplane Constitutive Model. In Tsinghua University Press & Springer-Verlag. *Computational Methods in Engineering and Science*, Sanya, Hainan, China, 21–23 Ağustos (CD-ROM).
- [13] **Pacific Earthquake Engineering Research Center.** (2015). Retrieved May 3, 2015, from <http://ngawest2.berkeley.edu/>
- [14] **Center for Engineering Strong Motion Data.** (2015). Retrieved May 3, 2015, from <http://www.strongmotioncenter.org/cgi-bin/CESMD/archive.pl>
- [15] **Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.** (2015). Retrieved May 5, 2015, from http://kyhdata.deprem.gov.tr/2K/kyhdata_v4.php

- [16] **CSI Computer and Structures Inc.** (2015). Retrieved June 10, 2015, from http://docs.csiamerica.com/help-files/sap2000/Menus/Define/Load_Cases/Time_History/Time_Integration_Parameters_Form.htm

EKLER

EK A: Kirişlerin doğrusal olmayan davranışları hakkında ek bilgiler.

EK B: Kolonların doğrusal olmayan davranışları hakkında ek bilgiler.

EK C: Sap2000’de taşıyıcı sistemin oluşturulması.

EK D: Sap2000’de AEDY yönteminin tariflenmesi.

EK E: Sap2000’de ZTADOA yönteminin tariflenmesi.

EK F: Sonuçlar için özet tablolar.

EK A

Kirişlerin doğrusal olmayan davranışlarına ait bulgular ile elde edilen ve performans değerlendirmesinde kullanılan kesit bazında analiz sonuçları Çizelge A.1 – Çizelge A.10’da verilmiştir.

Tüm yükleme durumları ve giriş tiplendirmeleri birlikte verildiğinden dolayı çıktı dosyasının büyüklüğü oldukça fazla olmuştur. Bu yüzden tüm katlara ait giriş verileri yerine yalnızca ilk kata ait girişlerin çıktı bilgileri, girişlerin davranışıyla ilgili bir örnek teşkil etmesi maksadıyla sunulmuştur.

Talep edilen toplam eğrilik istemine göre elde edilen ε birim deformasyon değerleri sargılı, sargısız ve donatı çeliği için tespit edilmiş ve bu veriler yardımıyla kesit bazında performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Performans seviyesini gösteren “<MN” minimum hasar durumunu, “MN~GV” belirgin hasar durumunu, “GV~GÇ” ileri hasar durumunu ve “>GÇ” ise göçme durumunu ifade etmektedir. Herhangi bir kesit için performans değerlendirmesi bu hasar durumları içerisinde en elverişsiz seviyeyi verene göre yapılmıştır. Buna göre kesitte belirlenen sargılı, sargısız ve donatı çeliği katmanlarına ait hasar durumlarından en elverişsiz olanı o kesitin performans seviyesini göstermektedir. Hasar durumlarının elverişsiz olma durumlarına göre çoktan aza doğru sıralanması ise şu şekildedir; göçme, ileri hasar, belirgin hasar ve minimum hasar.

Çizelge A.1: AEDY yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY X	K1_SOL	37H1	-31.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY X	K1_SAG	37H2	-166.2	-1.30E-02	0.15	-8.69E-02	0.01294	0.09988	-7.16E-05	-3.84E-03	2.04E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K102	38	AEDY X	K2_SOL_SAG	38H1	-25.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY X	K2_SOL_SAG	38H2	-186.1	-1.11E-02	0.15	-7.40E-02	0.01326	0.08725	-6.67E-04	-4.16E-03	1.70E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K103	39	AEDY X	K1_SAG	39H1	-2.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY X	K1_SOL	39H2	-231.8	-6.96E-03	0.15	-4.64E-02	0.01389	0.06028	-8.11E-04	-3.23E-03	1.14E-02	-	<MN	MN~GV
K104	20	AEDY X	K4_SOL_SAG	20H1	75.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY X	K4_SOL_SAG	20H2	-163.5	-1.04E-02	0.15	-6.95E-02	0.01308	0.08256	-3.01E-04	-3.61E-03	1.64E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K105	21	AEDY X	K4_SOL_SAG	21H1	20.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY X	K4_SOL_SAG	21H2	-161.0	-5.51E-03	0.15	-3.67E-02	0.01308	0.04983	-1.48E-04	-2.15E-03	9.96E-03	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY X	K6_SOL	24H1	30.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY X	K6_SAG	24H2	-92.0	-1.61E-02	0.15	-1.07E-01	0.01192	0.11901	-1.57E-05	-3.78E-03	2.51E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K107	17	AEDY X	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY X	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY X	K6_SAG	25H1	13.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY X	K6_SOL	25H2	-146.7	-5.70E-03	0.15	-3.80E-02	0.01259	0.05060	-1.57E-05	-2.04E-03	1.02E-02	-	<MN	MN~GV
K109	44	AEDY X	K9_SOL	44H1	-31.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY X	K9_SAG	44H2	-87.9	-6.81E-03	0.15	-4.54E-02	0.01196	0.05736	0.00E+00	-1.58E-03	1.24E-02	-	<MN	MN~GV
K110	45	AEDY X	K10_SOL_SAG	45H1	-29.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY X	K10_SOL_SAG	45H2	-98.5	-5.59E-03	0.15	-3.73E-02	0.01201	0.04926	0.00E+00	-1.52E-03	1.05E-02	-	<MN	MN~GV
K111	46	AEDY X	K9_SAG	46H1	-6.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY X	K9_SOL	46H2	-145.3	-1.30E-03	0.15	-8.67E-03	0.01289	0.02156	-2.93E-04	-1.16E-03	4.08E-03	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY X	K12_SOL	30H1	-81.4	-4.10E-05	0.15	-2.73E-04	0.01190	0.01217	-1.27E-04	-6.15E-04	2.34E-03	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY X	K12_SAG	30H2	38.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY X	K13_SOL	31H1	-128.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY X	K13_SAG	31H2	88.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY X	K14_SOL	32H1	-80.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY X	K14_SAG	32H2	33.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY X	K15_SOL	27H1	-117.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY X	K15_SAG	27H2	78.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.1 (devam): AEDY yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY X	K16_SOL	47H1	48.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K116	47	AEDY X	K16_SAG	47H2	-102.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY X	K15_SOL	26H1	-1.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY X	K15_SAG	26H2	-49.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY X	K16_SOL	49H1	-29.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY X	K16_SAG	49H2	-11.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY X	K12_SOL	40H1	30.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY X	K12_SAG	40H2	-76.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY X	K13_SOL	41H1	50.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY X	K13_SAG	41H2	-60.6	-2.75E-03	0.15	-1.84E-02	0.01181	0.03016	0.00E+00	-8.88E-04	6.44E-03	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY X	K14_SOL	42H1	28.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY X	K14_SAG	42H2	-74.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY X	K22_SOL	33H1	-80.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY X	K22_SAG	33H2	35.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY X	K23_SOL	34H1	45.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY X	K23_SAG	34H2	-113.2	-1.57E-02	0.15	-1.05E-01	0.01220	0.11709	0.00E+00	-3.62E-03	2.48E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K124	35	AEDY X	K24_SOL_SAG	35H1	55.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY X	K24_SOL_SAG	35H2	-139.2	-1.32E-02	0.15	-8.79E-02	0.01260	0.10047	-7.26E-05	-4.04E-03	2.04E-02	MN~GV	>MN	MN~GV
K125	36	AEDY X	K23_SOL	36H1	-178.7	-9.71E-03	0.15	-6.47E-02	0.01323	0.07797	-3.74E-04	-3.50E-03	1.54E-02	-	<MN	MN~GV
K125	36	AEDY X	K23_SAG	36H2	73.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY X	K22_SOL	43H1	29.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY X	K22_SAG	43H2	-74.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY X	K28_SOL	50H1	-6.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY X	K28_SAG	50H2	-39.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY X	K28_SOL	48H1	-42.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY X	K28_SAG	48H2	-1.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.2: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ε_c (sargılı)	ε_c (sargısız)	ε_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY Y+	K1_SOL	37H1	-134.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY Y+	K1_SAG	37H2	-139.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y+	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y+	K2_SOL_SAG	38H2	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y+	K1_SAG	39H1	-139.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y+	K1_SOL	39H2	-134.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	20H1	-83.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	20H2	-76.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	21H1	-76.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	21H2	-83.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y+	K6_SOL	24H1	-42.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y+	K6_SAG	24H2	-89.9	-4.74E-03	0.15	-3.16E-02	0.01192	0.04354	0.00E+00	-1.31E-03	9.27E-03	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y+	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y+	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y+	K6_SAG	25H1	-89.9	-4.74E-03	0.15	-3.16E-02	0.01192	0.04354	0.00E+00	-1.31E-03	9.27E-03	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y+	K6_SOL	25H2	-42.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y+	K9_SOL	44H1	-77.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y+	K9_SAG	44H2	-81.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y+	K10_SOL_SAG	45H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y+	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y+	K9_SAG	46H1	-81.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y+	K9_SOL	46H2	-77.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY Y+	K12_SOL	30H1	-82.3	-1.05E-02	0.15	-7.03E-02	0.01190	0.08217	0.00E+00	-1.98E-03	1.80E-02	-	<MN	MN~GV
K112	30	AEDY Y+	K12_SAG	30H2	88.2	2.45E-03	0.15	1.63E-02	0.01195	0.02830	0.00E+00	-9.94E-04	5.88E-03	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y+	K13_SOL	31H1	-153.3	-8.08E-03	0.15	-5.39E-02	0.01278	0.06665	-4.55E-05	-2.72E-03	1.35E-02	-	<MN	MN~GV
K113	31	AEDY Y+	K13_SAG	31H2	137.2	5.32E-03	0.15	3.55E-02	0.01273	0.04821	-2.91E-05	-1.84E-03	9.87E-03	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY Y+	K14_SOL	32H1	-111.8	-5.56E-03	0.15	-3.71E-02	0.01209	0.04916	0.00E+00	-1.59E-03	1.03E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	AEDY Y+	K14_SAG	32H2	51.4	8.11E-03	0.15	5.40E-02	0.01192	0.06595	0.00E+00	-1.39E-03	1.46E-02	-	<MN	MN~GV
K115	27	AEDY Y+	K15_SOL	27H1	-167.6	-3.86E-03	0.15	-2.58E-02	0.01316	0.03892	-1.37E-03	-2.93E-03	6.52E-03	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY Y+	K15_SAG	27H2	125.9	6.56E-03	0.15	4.37E-02	0.01241	0.05613	0.00E+00	-2.00E-03	1.16E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge A.2 (devam): AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY Y+	K16_SOL	47H1	-126.4	-7.21E-03	0.15	-4.81E-02	0.01245	0.06052	0.00E+00	-2.08E-03	1.26E-02	-	<MN	MN~GV
K116	47	AEDY Y+	K16_SAG	47H2	102.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y+	K15_SOL	26H1	-167.6	-3.86E-03	0.15	-2.58E-02	0.01316	0.03892	-1.37E-03	-2.93E-03	6.52E-03	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y+	K15_SAG	26H2	125.9	6.56E-03	0.15	4.37E-02	0.01241	0.05613	0.00E+00	-2.00E-03	1.16E-02	-	<MN	MN~GV
K118	49	AEDY Y+	K16_SOL	49H1	-126.4	-7.21E-03	0.15	-4.81E-02	0.01245	0.06052	0.00E+00	-2.08E-03	1.26E-02	-	<MN	MN~GV
K118	49	AEDY Y+	K16_SAG	49H2	102.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY Y+	K12_SOL	40H1	-82.3	-1.05E-02	0.15	-7.03E-02	0.01190	0.08217	0.00E+00	-1.98E-03	1.80E-02	-	<MN	MN~GV
K119	40	AEDY Y+	K12_SAG	40H2	88.2	2.45E-03	0.15	1.63E-02	0.01195	0.02830	0.00E+00	-9.94E-04	5.88E-03	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y+	K13_SOL	41H1	-153.3	-8.08E-03	0.15	-5.39E-02	0.01278	0.06665	-4.55E-05	-2.72E-03	1.35E-02	-	<MN	MN~GV
K120	41	AEDY Y+	K13_SAG	41H2	137.2	5.32E-03	0.15	3.55E-02	0.01273	0.04821	-2.91E-05	-1.84E-03	9.87E-03	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY Y+	K14_SOL	42H1	-111.8	-5.56E-03	0.15	-3.71E-02	0.01209	0.04916	0.00E+00	-1.59E-03	1.03E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	AEDY Y+	K14_SAG	42H2	51.4	8.11E-03	0.15	5.40E-02	0.01192	0.06595	0.00E+00	-1.39E-03	1.46E-02	-	<MN	MN~GV
K122	33	AEDY Y+	K22_SOL	33H1	-135.9	-5.21E-03	0.15	-3.47E-02	0.01254	0.04725	-1.67E-05	-1.82E-03	9.66E-03	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY Y+	K22_SAG	33H2	88.5	5.06E-03	0.15	3.37E-02	0.01197	0.04570	0.00E+00	-1.34E-03	9.76E-03	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y+	K23_SOL	34H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y+	K23_SAG	34H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y+	K24_SOL_SAG	35H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y+	K24_SOL_SAG	35H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y+	K23_SOL	36H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y+	K23_SAG	36H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y+	K22_SOL	43H1	-135.9	-5.21E-03	0.15	-3.47E-02	0.01254	0.04725	-1.67E-05	-1.82E-03	9.66E-03	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y+	K22_SAG	43H2	88.5	5.06E-03	0.15	3.37E-02	0.01197	0.04570	0.00E+00	-1.34E-03	9.76E-03	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y+	K28_SOL	50H1	-144.0	-4.47E-03	0.15	-2.98E-02	0.01266	0.04248	-1.31E-03	-3.01E-03	7.31E-03	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y+	K28_SAG	50H2	92.6	5.15E-03	0.15	3.43E-02	0.01194	0.04627	0.00E+00	-1.36E-03	9.88E-03	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y+	K28_SOL	48H1	-144.0	-4.47E-03	0.15	-2.98E-02	0.01266	0.04248	-1.31E-03	-3.01E-03	7.31E-03	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y+	K28_SAG	48H2	92.6	5.15E-03	0.15	3.43E-02	0.01194	0.04627	0.00E+00	-1.36E-03	9.88E-03	-	<MN	<MN

Çizelge A.3: AEDY yöntemi Y- doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ε_c (sargılı)	ε_c (sargısız)	ε_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY Y-	K1_SOL	37H1	-133.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY Y-	K1_SAG	37H2	-139.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y-	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y-	K2_SOL_SAG	38H2	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y-	K1_SAG	39H1	-139.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y-	K1_SOL	39H2	-133.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	20H1	-41.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	20H2	-118.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	21H1	-118.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	21H2	-41.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y-	K6_SOL	24H1	-115.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y-	K6_SAG	24H2	-43.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y-	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y-	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y-	K6_SAG	25H1	-43.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y-	K6_SOL	25H2	-115.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y-	K9_SOL	44H1	-77.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y-	K9_SAG	44H2	-81.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y-	K10_SOL_SAG	45H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y-	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y-	K9_SAG	46H1	-81.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y-	K9_SOL	46H2	-77.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY Y-	K12_SOL	30H1	51.4	7.81E-03	0.15	5.21E-02	0.01192	0.06401	0.00E+00	-1.36E-03	1.42E-02	-	<MN	MN~GV
K112	30	AEDY Y-	K12_SAG	30H2	-110.8	-5.63E-03	0.15	-3.75E-02	0.01220	0.04971	0.00E+00	-1.65E-03	1.04E-02	-	<MN	MN~GV
K113	31	AEDY Y-	K13_SOL	31H1	108.7	4.38E-03	0.15	2.92E-02	0.01217	0.04134	-1.33E-05	-1.46E-03	8.58E-03	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y-	K13_SAG	31H2	-62.1	-1.24E-02	0.15	-8.30E-02	0.01181	0.09478	0.00E+00	-2.69E-03	2.03E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	AEDY Y-	K14_SOL	32H1	50.8	6.23E-03	0.15	4.15E-02	0.01216	0.05369	0.00E+00	-1.29E-03	1.18E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	AEDY Y-	K14_SAG	32H2	-82.7	-8.27E-03	0.15	-5.51E-02	0.01190	0.06702	0.00E+00	-1.62E-03	1.47E-02	-	<MN	MN~GV
K115	27	AEDY Y-	K15_SOL	27H1	92.2	3.25E-03	0.15	2.16E-02	0.01204	0.03369	0.00E+00	-1.17E-03	7.01E-03	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY Y-	K15_SAG	27H2	-114.2	-9.81E-03	0.15	-6.54E-02	0.01215	0.07754	0.00E+00	-2.62E-03	1.62E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge A.3 (devam): AEDY yöntemi Y- doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY Y-	K16_SOL	47H1	50.4	1.21E-02	0.15	8.04E-02	0.01203	0.09240	0.00E+00	-2.43E-03	2.00E-02	-	<MN	MN~GV
K116	47	AEDY Y-	K16_SAG	47H2	-144.2	-1.58E-03	0.15	-1.05E-02	0.01269	0.02321	-2.57E-04	-1.19E-03	4.45E-03	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y-	K15_SOL	26H1	92.2	3.25E-03	0.15	2.16E-02	0.01204	0.03369		-1.17E-03	7.01E-03	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y-	K15_SAG	26H2	-114.2	-9.81E-03	0.15	-6.54E-02	0.01215	0.07754	0.00E+00	-2.62E-03	1.62E-02	-	<MN	MN~GV
K118	49	AEDY Y-	K16_SOL	49H1	50.4	1.21E-02	0.15	8.04E-02	0.01203	0.09240	0.00E+00	-2.43E-03	2.00E-02	-	<MN	MN~GV
K118	49	AEDY Y-	K16_SAG	49H2	-144.2	-1.58E-03	0.15	-1.05E-02	0.01269	0.02321	-2.57E-04	-1.19E-03	4.45E-03	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY Y-	K12_SOL	40H1	51.4	7.81E-03	0.15	5.21E-02	0.01192	0.06401	0.00E+00	-1.36E-03	1.42E-02	-	<MN	MN~GV
K119	40	AEDY Y-	K12_SAG	40H2	-110.8	-5.63E-03	0.15	-3.75E-02	0.01220	0.04971	0.00E+00	-1.65E-03	1.04E-02	-	<MN	MN~GV
K120	41	AEDY Y-	K13_SOL	41H1	108.7	4.38E-03	0.15	2.92E-02	0.01217	0.04134	-1.33E-05	-1.46E-03	8.58E-03	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y-	K13_SAG	41H2	-62.1	-1.24E-02	0.15	-8.30E-02	0.01181	0.09478	0.00E+00	-2.69E-03	2.03E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	AEDY Y-	K14_SOL	42H1	50.8	6.23E-03	0.15	4.15E-02	0.01216	0.05369	0.00E+00	-1.29E-03	1.18E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	AEDY Y-	K14_SAG	42H2	-82.7	-8.27E-03	0.15	-5.51E-02	0.01190	0.06702	0.00E+00	-1.62E-03	1.47E-02	-	<MN	MN~GV
K122	33	AEDY Y-	K22_SOL	33H1	79.7	2.94E-03	0.15	1.96E-02	0.01191	0.03151	0.00E+00	-1.03E-03	6.62E-03	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY Y-	K22_SAG	33H2	-82.5	-1.03E-02	0.15	-6.86E-02	0.01191	0.08054	0.00E+00	-2.22E-03	1.73E-02	-	<MN	MN~GV
K123	34	AEDY Y-	K23_SOL	34H1	-77.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y-	K23_SAG	34H2	-81.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y-	K24_SOL_SAG	35H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y-	K24_SOL_SAG	35H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y-	K23_SOL	36H1	-77.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y-	K23_SAG	36H2	-81.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y-	K22_SOL	43H1	79.7	2.94E-03	0.15	1.96E-02	0.01191	0.03151	0.00E+00	-1.03E-03	6.62E-03	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y-	K22_SAG	43H2	-82.5	-1.03E-02	0.15	-6.86E-02	0.01191	0.08054	0.00E+00	-2.22E-03	1.73E-02	-	<MN	MN~GV
K127	50	AEDY Y-	K28_SOL	50H1	80.0	2.33E-03	0.15	1.55E-02	0.01196	0.02747	0.00E+00	-9.40E-04	5.73E-03	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y-	K28_SAG	50H2	-71.4	-1.16E-02	0.15	-7.76E-02	0.01181	0.08939	0.00E+00	-2.24E-03	1.95E-02	-	<MN	MN~GV
K128	48	AEDY Y-	K28_SOL	48H1	80.0	2.33E-03	0.15	1.55E-02	0.01196	0.02747	0.00E+00	-9.40E-04	5.73E-03	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y-	K28_SAG	48H2	-71.4	-1.16E-02	0.15	-7.76E-02	0.01181	0.08939	0.00E+00	-2.24E-03	1.95E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge A.4: ZTADOA yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	εc (sargılı)	εc (sargısız)	εs (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	ZTADOA_X	K1_SOL	37H1	-207.0	-1.41E-04	0.15	-9.40E-04	0.01389	0.01483	-6.60E-04	-1.25E-03	2.35E-03	-	<MN	<MN
K101	37	ZTADOA_X	K1_SAG	37H2	-163.5	-3.28E-03	0.15	-2.19E-02	0.01294	0.03481	-8.20E-05	-1.40E-03	7.05E-03	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_X	K2_SOL_SAG	38H1	-182.5	-1.86E-03	0.15	-1.24E-02	0.01326	0.02565	-4.04E-04	-1.43E-03	4.80E-03	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_X	K2_SOL_SAG	38H2	-181.8	-2.02E-03	0.15	-1.35E-02	0.01326	0.02675	-3.99E-04	-1.47E-03	5.03E-03	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_X	K1_SAG	39H1	-163.5	-3.16E-03	0.15	-2.10E-02	0.01294	0.03399	-8.72E-05	-1.38E-03	6.88E-03	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_X	K1_SOL	39H2	-209.3	-7.86E-06	0.15	-5.24E-05	0.01389	0.01394	-6.56E-04	-1.21E-03	2.17E-03	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	20H1	-133.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	20H2	-147.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	-4.32E-04	-9.56E-04	2.22E-03	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	21H1	-143.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	21H2	-137.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_X	K6_SOL	24H1	-145.2	-1.22E-03	0.15	-8.15E-03	0.01269	0.02084	0.00E+00	-8.03E-04	4.26E-03	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_X	K6_SAG	24H2	-90.7	-4.75E-03	0.15	-3.17E-02	0.01192	0.04358	0.00E+00	-1.31E-03	9.27E-03	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_X	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_X	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_X	K6_SAG	25H1	-90.7	-4.64E-03	0.15	-3.10E-02	0.01192	0.04288	0.00E+00	-1.25E-03	9.17E-03	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_X	K6_SOL	25H2	-146.0	-9.43E-04	0.15	-6.28E-03	0.01269	0.01897	-3.25E-04	-1.09E-03	3.52E-03	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_X	K9_SOL	44H1	-145.9	-2.22E-03	0.15	-1.48E-02	0.01289	0.02770	-2.32E-04	-1.34E-03	5.39E-03	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_X	K9_SAG	44H2	-88.6	-5.89E-03	0.15	-3.93E-02	0.01196	0.05124	0.00E+00	-1.43E-03	1.10E-02	-	<MN	MN~GV
K110	45	ZTADOA_X	K10_SOL_SAG	45H1	-98.9	-6.71E-03	0.15	-4.48E-02	0.01201	0.05676	0.00E+00	-1.71E-03	1.21E-02	-	<MN	MN~GV
K110	45	ZTADOA_X	K10_SOL_SAG	45H2	-98.8	-6.51E-03	0.15	-4.34E-02	0.01201	0.05543	0.00E+00	-1.68E-03	1.18E-02	-	<MN	MN~GV
K111	46	ZTADOA_X	K9_SAG	46H1	-88.6	-5.94E-03	0.15	-3.96E-02	0.01196	0.05155	0.00E+00	-1.44E-03	1.11E-02	-	<MN	MN~GV
K111	46	ZTADOA_X	K9_SOL	46H2	-145.9	-2.10E-03	0.15	-1.40E-02	0.01289	0.02692	-2.40E-04	-1.32E-03	5.22E-03	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_X	K12_SOL	30H1	-69.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_X	K12_SAG	30H2	-75.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_X	K13_SOL	31H1	-125.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_X	K13_SAG	31H2	-61.9	-2.71E-03	0.15	-1.80E-02	0.01181	0.02985	-1.83E-04	-1.35E-03	5.90E-03	-	<MN	<MN
K114	32	ZTADOA_X	K14_SOL	32H1	-71.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	ZTADOA_X	K14_SAG	32H2	-73.3	-2.11E-04	0.15	-1.40E-03	0.01190	0.01330	0.00E+00	-4.69E-04	2.76E-03	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_X	K15_SOL	27H1	-41.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_X	K15_SAG	27H2	-45.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.4 (devam): ZTADOA yöntemi X doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	ZTADOA_X	K16_SOL	47H1	-37.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K116	47	ZTADOA_X	K16_SAG	47H2	-51.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_X	K15_SOL	26H1	-40.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_X	K15_SAG	26H2	-45.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_X	K16_SOL	49H1	-35.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_X	K16_SAG	49H2	-52.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	ZTADOA_X	K12_SOL	40H1	-65.5	-7.14E-06	0.15	-4.76E-05	0.01190	0.01195	-9.65E-07	-4.44E-04	2.46E-03	-	<MN	<MN
K119	40	ZTADOA_X	K12_SAG	40H2	-77.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_X	K13_SOL	41H1	-121.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_X	K13_SAG	41H2	-61.9	-2.83E-03	0.15	-1.88E-02	0.01181	0.03064	0.00E+00	-8.98E-04	6.55E-03	-	<MN	<MN
K121	42	ZTADOA_X	K14_SOL	42H1	-67.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	ZTADOA_X	K14_SAG	42H2	-76.3	-4.80E-05	0.15	-3.20E-04	0.01190	0.01222	-1.26E-04	-6.16E-04	2.35E-03	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_X	K22_SOL	33H1	-72.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_X	K22_SAG	33H2	-74.0	-2.24E-04	0.15	-1.49E-03	0.01191	0.01340	-1.29E-04	-6.66E-04	2.59E-03	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_X	K23_SOL	34H1	-168.7	-1.16E-03	0.15	-7.73E-03	0.01323	0.02096	-5.09E-06	-8.33E-04	4.26E-03	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_X	K23_SAG	34H2	-111.4	-5.21E-03	0.15	-3.48E-02	0.01220	0.04695	0.00E+00	-1.37E-03	1.00E-02	-	<MN	MN~GV
K124	35	ZTADOA_X	K24_SOL_SAG	35H1	-136.2	-3.18E-03	0.15	-2.12E-02	0.01260	0.03377	0.00E+00	-1.10E-03	7.10E-03	-	<MN	<MN
K124	35	ZTADOA_X	K24_SOL_SAG	35H2	-136.9	-3.26E-03	0.15	-2.18E-02	0.01260	0.03436	-1.30E-04	-1.47E-03	6.88E-03	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_X	K23_SOL	36H1	-170.5	-1.13E-03	0.15	-7.50E-03	0.01323	0.02073	-4.34E-04	-1.27E-03	3.77E-03	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_X	K23_SAG	36H2	-111.4	-5.15E-03	0.15	-3.43E-02	0.01220	0.04652	0.00E+00	-1.36E-03	9.94E-03	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_X	K22_SOL	43H1	-67.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_X	K22_SAG	43H2	-77.1	-5.87E-05	0.15	-3.91E-04	0.01191	0.01230	-1.13E-04	-6.06E-04	2.38E-03	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_X	K28_SOL	50H1	-35.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_X	K28_SAG	50H2	-44.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_X	K28_SOL	48H1	-36.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_X	K28_SAG	48H2	-45.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.5: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsı Tipi	Mafsalsı Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsı Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	εc (sargılı)	εc (sargısız)	εs (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	ZTADOA_Y	K1_SOL	37H1	-134.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	ZTADOA_Y	K1_SAG	37H2	-140.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_Y	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_Y	K2_SOL_SAG	38H2	-138.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_Y	K1_SAG	39H1	-139.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_Y	K1_SOL	39H2	-135.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	20H1	-83.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	20H2	-99.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	21H1	-99.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	21H2	-83.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_Y	K6_SOL	24H1	-113.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_Y	K6_SAG	24H2	-90.4	-2.10E-03	0.15	-1.40E-02	0.01192	0.02592	0.00E+00	-9.50E-04	5.34E-03	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_Y	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_Y	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_Y	K6_SAG	25H1	-90.4	-2.10E-03	0.15	-1.40E-02	0.01192	0.02592	0.00E+00	-9.51E-04	5.35E-03	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_Y	K6_SOL	25H2	-112.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_Y	K9_SOL	44H1	-78.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_Y	K9_SAG	44H2	-82.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_Y	K10_SOL_SAG	45H1	-81.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_Y	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_Y	K9_SAG	46H1	-83.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_Y	K9_SOL	46H2	-77.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_Y	K12_SOL	30H1	51.5	9.03E-02	0.15	6.02E-01	0.01192	0.61409	-4.53E-04	-2.03E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K112	30	ZTADOA_Y	K12_SAG	30H2	-121.8	-9.38E-02	0.15	-6.25E-01	0.01220	0.63757	-4.29E-03	-2.49E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K113	31	ZTADOA_Y	K13_SOL	31H1	-153.0	-2.39E-03	0.15	-1.59E-02	0.01278	0.02871	-2.44E-04	-1.39E-03	5.58E-03	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_Y	K13_SAG	31H2	-62.0	-7.51E-03	0.15	-5.01E-02	0.01181	0.06190	0.00E+00	-1.66E-03	1.34E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	ZTADOA_Y	K14_SOL	32H1	-99.1	-6.12E-02	0.15	-4.08E-01	0.01216	0.42019	-4.92E-03	-2.18E-02	8.03E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K114	32	ZTADOA_Y	K14_SAG	32H2	37.7	6.11E-02	0.15	4.07E-01	0.01190	0.41931	-4.75E-04	-1.73E-02	8.46E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K115	27	ZTADOA_Y	K15_SOL	27H1	79.0	5.58E-04	0.15	3.72E-03	0.01204	0.01576	-8.73E-05	-7.19E-04	3.11E-03	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_Y	K15_SAG	27H2	-113.3	-3.74E-03	0.15	-2.49E-02	0.01215	0.03709	-3.48E-05	-1.36E-03	7.65E-03	-	<MN	<MN

Çizelge A.5 (devam): ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için ÇPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	ZTADOA_Y	K16_SOL	47H1	51.7	1.24E-01	0.15	8.29E-01	0.01203	0.84081	-2.25E-04	-2.00E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K116	47	ZTADOA_Y	K16_SAG	47H2	-164.7	-8.97E-02	0.15	-5.98E-01	0.01269	0.61058	-5.52E-03	-2.64E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K117	26	ZTADOA_Y	K15_SOL	26H1	79.1	5.58E-04	0.15	3.72E-03	0.01204	0.01576	-8.74E-05	-7.19E-04	3.11E-03	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_Y	K15_SAG	26H2	-113.3	-3.74E-03	0.15	-2.49E-02	0.01215	0.03709	-3.48E-05	-1.36E-03	7.65E-03	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_Y	K16_SOL	49H1	51.7	1.24E-01	0.15	8.28E-01	0.01203	0.84030	-2.25E-04	-2.00E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K118	49	ZTADOA_Y	K16_SAG	49H2	-164.7	-8.97E-02	0.15	-5.98E-01	0.01269	0.61067	-5.52E-03	-2.64E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K119	40	ZTADOA_Y	K12_SOL	40H1	51.5	9.06E-02	0.15	6.04E-01	0.01192	0.61579	-4.53E-04	-2.03E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K119	40	ZTADOA_Y	K12_SAG	40H2	-121.8	-9.41E-02	0.15	-6.27E-01	0.01220	0.63942	-4.29E-03	-2.49E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K120	41	ZTADOA_Y	K13_SOL	41H1	-153.0	-2.39E-03	0.15	-1.59E-02	0.01278	0.02871	-2.44E-04	-1.39E-03	5.58E-03	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_Y	K13_SAG	41H2	-62.0	-7.51E-03	0.15	-5.01E-02	0.01181	0.06190	0.00E+00	-1.66E-03	1.34E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	ZTADOA_Y	K14_SOL	42H1	-99.1	-6.15E-02	0.15	-4.10E-01	0.01216	0.42199	-4.94E-03	-2.18E-02	8.06E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K121	42	ZTADOA_Y	K14_SAG	42H2	37.7	6.14E-02	0.15	4.09E-01	0.01190	0.42102	-4.76E-04	-1.73E-02	8.49E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K122	33	ZTADOA_Y	K22_SOL	33H1	-123.1	-6.64E-04	0.15	-4.43E-03	0.01254	0.01697	-3.01E-04	-9.81E-04	3.14E-03	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_Y	K22_SAG	33H2	-82.9	-4.70E-03	0.15	-3.13E-02	0.01191	0.04323	0.00E+00	-1.25E-03	9.25E-03	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_Y	K23_SOL	34H1	-93.3	-7.06E-03	0.15	-4.71E-02	0.01323	0.06030	-2.86E-04	-2.70E-03	1.19E-02	-	<MN	MN~GV
K123	34	ZTADOA_Y	K23_SAG	34H2	-56.0	5.48E-03	0.15	3.65E-02	0.01220	0.04875	0.00E+00	-1.42E-03	1.04E-02	-	<MN	MN~GV
K124	35	ZTADOA_Y	K24_SOL_SAG	35H1	-56.4	6.37E-03	0.15	4.25E-02	0.01260	0.05510	0.00E+00	-2.08E-03	1.13E-02	-	<MN	MN~GV
K124	35	ZTADOA_Y	K24_SOL_SAG	35H2	-90.4	-8.79E-03	0.15	-5.86E-02	0.01260	0.07123	0.00E+00	-2.64E-03	1.47E-02	-	<MN	MN~GV
K125	36	ZTADOA_Y	K23_SOL	36H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_Y	K23_SAG	36H2	-85.9	-1.05E-03	0.15	-6.97E-03	0.01220	0.01917	-2.72E-05	-7.96E-04	3.86E-03	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_Y	K22_SOL	43H1	-123.1	-6.64E-04	0.15	-4.43E-03	0.01254	0.01697	-3.01E-04	-9.81E-04	3.14E-03	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_Y	K22_SAG	43H2	-82.9	-4.70E-03	0.15	-3.13E-02	0.01191	0.04323	0.00E+00	-1.25E-03	9.25E-03	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_Y	K28_SOL	50H1	-126.6	-1.02E-03	0.15	-6.80E-03	0.01266	0.01946	-3.14E-04	-1.09E-03	3.63E-03	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_Y	K28_SAG	50H2	-72.0	-5.76E-03	0.15	-3.84E-02	0.01194	0.05032	0.00E+00	-1.33E-03	1.09E-02	-	<MN	MN~GV
K128	48	ZTADOA_Y	K28_SOL	48H1	62.7	6.11E-03	0.15	4.08E-02	0.01266	0.05342	0.00E+00	-1.59E-03	1.14E-02	-	<MN	MN~GV
K128	48	ZTADOA_Y	K28_SAG	48H2	-72.4	-1.26E-02	0.15	-8.40E-02	0.01181	0.09582	0.00E+00	-2.58E-03	2.07E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge A.6: AEDY yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ε_c (sargılı)	ε_c (sargısız)	ε_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY X	K1_SOL	37H1	-84.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY X	K1_SAG	37H2	-162.3	-4.72E-03	0.15	-3.15E-02	0.01294	0.04442	-2.08E-05	-1.66E-03	9.13E-03	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY X	K2_SOL_SAG	38H1	-76.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY X	K2_SOL_SAG	38H2	-182.3	-2.78E-03	0.15	-1.86E-02	0.01326	0.03182	-3.77E-04	-1.65E-03	6.08E-03	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY X	K1_SAG	39H1	-63.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY X	K1_SOL	39H2	-210.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY X	K4_SOL_SAG	20H1	37.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY X	K4_SOL_SAG	20H2	-161.2	-7.10E-03	0.15	-4.73E-02	0.01308	0.06041	-1.49E-04	-2.57E-03	1.21E-02	-	<MN	MN~GV
K105	21	AEDY X	K4_SOL_SAG	21H1	8.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY X	K4_SOL_SAG	21H2	-159.7	-6.03E-04	0.15	-4.02E-03	0.01308	0.01710	-4.03E-04	-1.09E-03	3.07E-03	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY X	K6_SOL	24H1	3.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY X	K6_SAG	24H2	-90.7	-1.34E-02	0.15	-8.92E-02	0.01192	0.10107	0.00E+00	-2.99E-03	2.16E-02	-	<MN	MN~GV
K107	17	AEDY X	K7_SOL_SAG	17H1	-89.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY X	K7_SOL_SAG	17H2	-113.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY X	K6_SAG	25H1	-0.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY X	K6_SOL	25H2	-144.8	-1.71E-03	0.15	-1.14E-02	0.01259	0.02398	-2.76E-04	-1.24E-03	4.59E-03	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY X	K9_SOL	44H1	-34.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY X	K9_SAG	44H2	-87.7	-6.45E-03	0.15	-4.30E-02	0.01196	0.05496	0.00E+00	-1.52E-03	1.18E-02	-	<MN	MN~GV
K110	45	AEDY X	K10_SOL_SAG	45H1	-31.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY X	K10_SOL_SAG	45H2	-97.7	-5.35E-03	0.15	-3.57E-02	0.01201	0.04767	0.00E+00	-1.47E-03	1.01E-02	-	<MN	MN~GV
K111	46	AEDY X	K9_SAG	46H1	-9.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY X	K9_SOL	46H2	-144.3	-9.50E-04	0.15	-6.33E-03	0.01289	0.01922	-3.20E-04	-1.09E-03	3.58E-03	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY X	K12_SOL	30H1	-23.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY X	K12_SAG	30H2	-21.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY X	K13_SOL	31H1	-22.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY X	K13_SAG	31H2	-19.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY X	K14_SOL	32H1	-24.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY X	K14_SAG	32H2	-22.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY X	K15_SOL	27H1	-52.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY X	K15_SAG	27H2	30.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.6 (devam): AEDY yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY X	K16_SOL	47H1	48.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K116	47	AEDY X	K16_SAG	47H2	-94.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY X	K15_SOL	26H1	0.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY X	K15_SAG	26H2	-33.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY X	K16_SOL	49H1	-33.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY X	K16_SAG	49H2	-12.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY X	K12_SOL	40H1	-27.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY X	K12_SAG	40H2	-17.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY X	K13_SOL	41H1	-29.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY X	K13_SAG	41H2	-11.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY X	K14_SOL	42H1	-27.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY X	K14_SAG	42H2	-18.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY X	K22_SOL	33H1	-23.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY X	K22_SAG	33H2	-21.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY X	K23_SOL	34H1	-25.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY X	K23_SAG	34H2	-110.1	-3.91E-03	0.15	-2.61E-02	0.01220	0.03829	0.00E+00	-1.19E-03	8.11E-03	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY X	K24_SOL_SAG	35H1	-16.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY X	K24_SOL_SAG	35H2	-135.2	-1.47E-03	0.15	-9.80E-03	0.01260	0.02240	-2.39E-04	-1.14E-03	4.30E-03	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY X	K23_SOL	36H1	-149.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY X	K23_SAG	36H2	-10.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY X	K22_SOL	43H1	-27.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY X	K22_SAG	43H2	-18.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY X	K28_SOL	50H1	-26.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY X	K28_SAG	50H2	-19.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY X	K28_SOL	48H1	-25.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY X	K28_SAG	48H2	-19.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.7: AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ε_c (sargılı)	ε_c (sargısız)	ε_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY Y+	K1_SOL	37H1	-134.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY Y+	K1_SAG	37H2	-139.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y+	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y+	K2_SOL_SAG	38H2	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y+	K1_SAG	39H1	-139.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y+	K1_SOL	39H2	-134.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	20H1	-79.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	20H2	-79.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	21H1	-79.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y+	K4_SOL_SAG	21H2	-79.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y+	K6_SOL	24H1	-34.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y+	K6_SAG	24H2	-90.2	-6.09E-03	0.15	-4.06E-02	0.01192	0.05252	0.00E+00	-1.53E-03	1.12E-02	-	<MN	MN~GV
K107	17	AEDY Y+	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y+	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y+	K6_SAG	25H1	-90.2	-6.09E-03	0.15	-4.06E-02	0.01192	0.05252	0.00E+00	-1.53E-03	1.12E-02	-	<MN	MN~GV
K108	25	AEDY Y+	K6_SOL	25H2	-34.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y+	K9_SOL	44H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y+	K9_SAG	44H2	-81.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y+	K10_SOL_SAG	45H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y+	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y+	K9_SAG	46H1	-81.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y+	K9_SOL	46H2	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY Y+	K12_SOL	30H1	-82.0	-6.83E-03	0.15	-4.55E-02	0.01190	0.05743	0.00E+00	-1.44E-03	1.25E-02	-	<MN	MN~GV
K112	30	AEDY Y+	K12_SAG	30H2	78.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y+	K13_SOL	31H1	-152.9	-4.83E-03	0.15	-3.22E-02	0.01278	0.04498	-9.73E-05	-1.90E-03	9.03E-03	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y+	K13_SAG	31H2	136.7	2.34E-03	0.15	1.56E-02	0.01273	0.02830	-1.96E-04	-1.31E-03	5.56E-03	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY Y+	K14_SOL	32H1	-110.8	-2.32E-03	0.15	-1.55E-02	0.01209	0.02758	-8.68E-05	-1.13E-03	5.57E-03	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY Y+	K14_SAG	32H2	51.4	4.61E-03	0.15	3.07E-02	0.01192	0.04266	0.00E+00	-9.67E-04	9.39E-03	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY Y+	K15_SOL	27H1	-101.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY Y+	K15_SAG	27H2	124.5	3.26E-04	0.15	2.17E-03	0.01241	0.01458	-2.51E-04	-8.35E-04	2.71E-03	-	<MN	<MN

Çizelge A.7 (devam) : AEDY yöntemi Y+ doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY Y+	K16_SOL	47H1	-126.4	-3.99E-03	0.15	-2.66E-02	0.01245	0.03906	-8.07E-05	-1.51E-03	7.99E-03	-	<MN	<MN
K116	47	AEDY Y+	K16_SAG	47H2	107.7	5.20E-04	0.15	3.47E-03	0.01211	0.01558	-1.66E-04	-7.90E-04	2.99E-03	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y+	K15_SOL	26H1	-101.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y+	K15_SAG	26H2	124.5	3.26E-04	0.15	2.17E-03	0.01241	0.01458	-2.51E-04	-8.35E-04	2.71E-03	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY Y+	K16_SOL	49H1	-126.4	-3.99E-03	0.15	-2.66E-02	0.01245	0.03906	-8.07E-05	-1.51E-03	7.99E-03	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY Y+	K16_SAG	49H2	107.7	5.20E-04	0.15	3.47E-03	0.01211	0.01558	-1.66E-04	-7.90E-04	2.99E-03	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY Y+	K12_SOL	40H1	-82.0	-6.83E-03	0.15	-4.55E-02	0.01190	0.05743	0.00E+00	-1.44E-03	1.25E-02	-	<MN	MN~GV
K119	40	AEDY Y+	K12_SAG	40H2	78.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y+	K13_SOL	41H1	-152.9	-4.83E-03	0.15	-3.22E-02	0.01278	0.04498	-9.73E-05	-1.90E-03	9.03E-03	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y+	K13_SAG	41H2	136.7	2.34E-03	0.15	1.56E-02	0.01273	0.02830	-1.96E-04	-1.31E-03	5.56E-03	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY Y+	K14_SOL	42H1	-110.8	-2.32E-03	0.15	-1.55E-02	0.01209	0.02758	-8.68E-05	-1.13E-03	5.57E-03	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY Y+	K14_SAG	42H2	51.4	4.61E-03	0.15	3.07E-02	0.01192	0.04266	0.00E+00	-9.67E-04	9.39E-03	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY Y+	K22_SOL	33H1	-135.0	-1.58E-03	0.15	-1.05E-02	0.01254	0.02307	-2.30E-04	-1.15E-03	4.45E-03	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY Y+	K22_SAG	33H2	88.1	1.76E-03	0.15	1.17E-02	0.01197	0.02372	0.00E+00	-8.91E-04	4.87E-03	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y+	K23_SOL	34H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y+	K23_SAG	34H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y+	K24_SOL_SAG	35H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y+	K24_SOL_SAG	35H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y+	K23_SOL	36H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y+	K23_SAG	36H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y+	K22_SOL	43H1	-135.0	-1.58E-03	0.15	-1.05E-02	0.01254	0.02307	-2.30E-04	-1.15E-03	4.45E-03	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y+	K22_SAG	43H2	88.1	1.76E-03	0.15	1.17E-02	0.01197	0.02372	0.00E+00	-8.91E-04	4.87E-03	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y+	K28_SOL	50H1	-143.0	-9.63E-04	0.15	-6.42E-03	0.01266	0.01908	-3.18E-04	-1.08E-03	3.55E-03	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y+	K28_SAG	50H2	92.2	1.90E-03	0.15	1.27E-02	0.01194	0.02459	0.00E+00	-9.36E-04	5.04E-03	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y+	K28_SOL	48H1	-143.0	-9.63E-04	0.15	-6.42E-03	0.01266	0.01908	-3.18E-04	-1.08E-03	3.55E-03	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y+	K28_SAG	48H2	92.2	1.90E-03	0.15	1.27E-02	0.01194	0.02459	0.00E+00	-9.36E-04	5.04E-03	-	<MN	<MN

Çizelge A.8: AEDY yöntemi Y- doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsal Tipi	Mafsalsal Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsal Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ε_c (sargılı)	ε_c (sargısız)	ε_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	AEDY Y-	K1_SOL	37H1	-134.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	AEDY Y-	K1_SAG	37H2	-139.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y-	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	AEDY Y-	K2_SOL_SAG	38H2	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y-	K1_SAG	39H1	-139.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	AEDY Y-	K1_SOL	39H2	-134.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	20H1	-28.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	20H2	-131.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	21H1	-131.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	AEDY Y-	K4_SOL_SAG	21H2	-28.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y-	K6_SOL	24H1	-107.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	AEDY Y-	K6_SAG	24H2	-51.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y-	K7_SOL_SAG	17H1	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	AEDY Y-	K7_SOL_SAG	17H2	-101.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y-	K6_SAG	25H1	-51.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	AEDY Y-	K6_SOL	25H2	-107.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y-	K9_SOL	44H1	-77.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	AEDY Y-	K9_SAG	44H2	-81.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y-	K10_SOL_SAG	45H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	AEDY Y-	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y-	K9_SAG	46H1	-81.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	AEDY Y-	K9_SOL	46H2	-77.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY Y-	K12_SOL	30H1	50.6	4.94E-03	0.15	3.29E-02	0.01192	0.04485	0.00E+00	-1.00E-03	9.89E-03	-	<MN	<MN
K112	30	AEDY Y-	K12_SAG	30H2	-110.0	-2.64E-03	0.15	-1.76E-02	0.01220	0.02977	-5.66E-05	-1.16E-03	6.07E-03	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y-	K13_SOL	31H1	108.0	2.03E-03	0.15	1.35E-02	0.01217	0.02570	-5.34E-05	-1.05E-03	5.19E-03	-	<MN	<MN
K113	31	AEDY Y-	K13_SAG	31H2	-60.9	-9.67E-03	0.15	-6.45E-02	0.01181	0.07630	0.00E+00	-2.09E-03	1.64E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	AEDY Y-	K14_SOL	32H1	50.9	3.39E-03	0.15	2.26E-02	0.01216	0.03477	0.00E+00	-8.87E-04	7.56E-03	-	<MN	<MN
K114	32	AEDY Y-	K14_SAG	32H2	-81.7	-5.90E-03	0.15	-3.93E-02	0.01190	0.05123	0.00E+00	-1.32E-03	1.11E-02	-	<MN	MN~GV
K115	27	AEDY Y-	K15_SOL	27H1	54.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	AEDY Y-	K15_SAG	27H2	-112.2	-4.36E-03	0.15	-2.91E-02	0.01215	0.04123	-2.01E-05	-1.47E-03	8.55E-03	-	<MN	<MN

Çizelge A.8 (devam): AEDY yöntemi Y- doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	AEDY Y-	K16_SOL	47H1	50.5	1.01E-02	0.15	6.76E-02	0.01203	0.07959	0.00E+00	-2.03E-03	1.73E-02	-	<MN	MN~GV
K116	47	AEDY Y-	K16_SAG	47H2	-143.9	-2.92E-03	0.15	-1.95E-02	0.01269	0.03216	-1.66E-04	-1.45E-03	6.36E-03	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y-	K15_SOL	26H1	54.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	AEDY Y-	K15_SAG	26H2	-112.2	-4.36E-03	0.15	-2.91E-02	0.01215	0.04123	-2.01E-05	-1.47E-03	8.55E-03	-	<MN	<MN
K118	49	AEDY Y-	K16_SOL	49H1	50.5	1.01E-02	0.15	6.76E-02	0.01203	0.07959	0.00E+00	-2.03E-03	1.73E-02	-	<MN	MN~GV
K118	49	AEDY Y-	K16_SAG	49H2	-143.9	-2.92E-03	0.15	-1.95E-02	0.01269	0.03216	-1.66E-04	-1.45E-03	6.36E-03	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY Y-	K12_SOL	40H1	50.6	4.94E-03	0.15	3.29E-02	0.01192	0.04485	0.00E+00	-1.00E-03	9.89E-03	-	<MN	<MN
K119	40	AEDY Y-	K12_SAG	40H2	-110.0	-2.64E-03	0.15	-1.76E-02	0.01220	0.02977	-5.66E-05	-1.16E-03	6.07E-03	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y-	K13_SOL	41H1	108.0	2.03E-03	0.15	1.35E-02	0.01217	0.02570	-5.34E-05	-1.05E-03	5.19E-03	-	<MN	<MN
K120	41	AEDY Y-	K13_SAG	41H2	-60.9	-9.67E-03	0.15	-6.45E-02	0.01181	0.07630	0.00E+00	-2.09E-03	1.64E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	AEDY Y-	K14_SOL	42H1	50.9	3.39E-03	0.15	2.26E-02	0.01216	0.03477	0.00E+00	-8.87E-04	7.56E-03	-	<MN	<MN
K121	42	AEDY Y-	K14_SAG	42H2	-81.7	-5.90E-03	0.15	-3.93E-02	0.01190	0.05123	0.00E+00	-1.32E-03	1.11E-02	-	<MN	MN~GV
K122	33	AEDY Y-	K22_SOL	33H1	78.8	1.43E-04	0.15	9.53E-04	0.01191	0.01286	-8.85E-05	-6.04E-04	2.52E-03	-	<MN	<MN
K122	33	AEDY Y-	K22_SAG	33H2	-82.3	-7.50E-03	0.15	-5.00E-02	0.01191	0.06193	0.00E+00	-1.69E-03	1.33E-02	-	<MN	MN~GV
K123	34	AEDY Y-	K23_SOL	34H1	-77.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	AEDY Y-	K23_SAG	34H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y-	K24_SOL_SAG	35H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	AEDY Y-	K24_SOL_SAG	35H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y-	K23_SOL	36H1	-77.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	AEDY Y-	K23_SAG	36H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y-	K22_SOL	43H1	78.8	1.43E-04	0.15	9.53E-04	0.01191	0.01286	-8.85E-05	-6.04E-04	2.52E-03	-	<MN	<MN
K126	43	AEDY Y-	K22_SAG	43H2	-82.3	-7.50E-03	0.15	-5.00E-02	0.01191	0.06193	0.00E+00	-1.69E-03	1.33E-02	-	<MN	MN~GV
K127	50	AEDY Y-	K28_SOL	50H1	75.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	AEDY Y-	K28_SAG	50H2	-71.3	-8.72E-03	0.15	-5.81E-02	0.01181	0.06994	0.00E+00	-1.79E-03	1.52E-02	-	<MN	MN~GV
K128	48	AEDY Y-	K28_SOL	48H1	75.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	AEDY Y-	K28_SAG	48H2	-71.3	-8.72E-03	0.15	-5.81E-02	0.01181	0.06994	0.00E+00	-1.79E-03	1.52E-02	-	<MN	MN~GV

Çizelge A.9: ZTADOA yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsı Tipi	Mafsalsı Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsı Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	ϵ_c (sargılı)	ϵ_c (sargısız)	ϵ_s (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	ZTADOA_X	K1_SOL	37H1	-174.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	ZTADOA_X	K1_SAG	37H2	-162.6	-6.27E-04	0.15	-4.18E-03	0.01294	0.01712	-2.33E-04	-9.19E-04	3.24E-03	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_X	K2_SOL_SAG	38H1	-174.5	-1.13E-05	0.15	-7.52E-05	0.01326	0.01334	-4.80E-04	-1.01E-03	2.23E-03	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_X	K2_SOL_SAG	38H2	-168.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_X	K1_SAG	39H1	-162.9	-1.18E-03	0.15	-7.88E-03	0.01294	0.02082	-1.91E-04	-1.03E-03	4.03E-03	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_X	K1_SOL	39H2	-169.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	20H1	-121.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	20H2	-135.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	21H1	-145.5	-4.66E-05	0.15	-3.10E-04	0.01308	0.01339	-4.31E-04	-9.67E-04	2.29E-03	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_X	K4_SOL_SAG	21H2	-114.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_X	K6_SOL	24H1	-137.6	-6.10E-05	0.15	-4.07E-04	0.01269	0.01310	-3.83E-04	-9.08E-04	2.27E-03	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_X	K6_SAG	24H2	-90.5	-3.68E-03	0.15	-2.45E-02	0.01192	0.03646	0.00E+00	-1.17E-03	7.69E-03	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_X	K7_SOL_SAG	17H1	-120.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_X	K7_SOL_SAG	17H2	-117.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_X	K6_SAG	25H1	-90.6	-4.60E-03	0.15	-3.06E-02	0.01192	0.04255	0.00E+00	-1.29E-03	9.05E-03	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_X	K6_SOL	25H2	-134.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_X	K9_SOL	44H1	-122.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_X	K9_SAG	44H2	-88.2	-2.11E-03	0.15	-1.40E-02	0.01196	0.02600	0.00E+00	-9.27E-04	5.39E-03	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_X	K10_SOL_SAG	45H1	-98.2	-1.94E-03	0.15	-1.30E-02	0.01201	0.02497	-1.69E-05	-9.77E-04	5.09E-03	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_X	K10_SOL_SAG	45H2	-98.1	-1.68E-03	0.15	-1.12E-02	0.01201	0.02323	-1.82E-05	-9.39E-04	4.71E-03	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_X	K9_SAG	46H1	-88.2	-2.65E-03	0.15	-1.77E-02	0.01196	0.02965	0.00E+00	-9.97E-04	6.21E-03	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_X	K9_SOL	46H2	-118.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_X	K12_SOL	30H1	-26.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_X	K12_SAG	30H2	-32.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_X	K13_SOL	31H1	-27.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_X	K13_SAG	31H2	-38.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	ZTADOA_X	K14_SOL	32H1	-26.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K114	32	ZTADOA_X	K14_SAG	32H2	-33.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_X	K15_SOL	27H1	-19.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_X	K15_SAG	27H2	-36.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.9 (devam): ZTADOA yöntemi X doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	ZTADOA_X	K16_SOL	47H1	-26.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K116	47	ZTADOA_X	K16_SAG	47H2	-46.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_X	K15_SOL	26H1	-21.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_X	K15_SAG	26H2	-36.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_X	K16_SOL	49H1	-25.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_X	K16_SAG	49H2	-50.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	ZTADOA_X	K12_SOL	40H1	-26.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K119	40	ZTADOA_X	K12_SAG	40H2	-31.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_X	K13_SOL	41H1	-27.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_X	K13_SAG	41H2	-37.9	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	ZTADOA_X	K14_SOL	42H1	-26.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K121	42	ZTADOA_X	K14_SAG	42H2	-32.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_X	K22_SOL	33H1	-26.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_X	K22_SAG	33H2	-33.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_X	K23_SOL	34H1	-114.7	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_X	K23_SAG	34H2	-108.5	-2.36E-04	0.15	-1.58E-03	0.01220	0.01378	-1.19E-04	-6.71E-04	2.68E-03	-	<MN	<MN
K124	35	ZTADOA_X	K24_SOL_SAG	35H1	-116.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	ZTADOA_X	K24_SOL_SAG	35H2	-109.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_X	K23_SOL	36H1	-109.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_X	K23_SAG	36H2	-110.0	-6.89E-04	0.15	-4.59E-03	0.01220	0.01679	-6.95E-05	-7.43E-04	3.34E-03	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_X	K22_SOL	43H1	-26.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_X	K22_SAG	43H2	-32.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_X	K28_SOL	50H1	-23.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_X	K28_SAG	50H2	-29.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_X	K28_SOL	48H1	-23.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_X	K28_SAG	48H2	-30.1	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN

Çizelge A.10: ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

Kiriş İsmi	Kiriş Etiketi	Yükleme Adı	Mafsalsı Tipi	Mafsalsı Etiketi	Moment (kNm)	Plastik Dönme (rad)	Mafsalsı Uzunluğu (m)	Plastik Eğrilik (1/m)	Akma Eğriligi (1/m)	Toplam Eğrilik (1/m)	εc (sargılı)	εc (sargısız)	εs (donatı)	Kesit Bazında Kontrol (sargılı)	Kesit Bazında Kontrol (sargısız)	Kesit Bazında Kontrol (donatı)
K101	37	ZTADOA_Y	K1_SOL	37H1	-134.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K101	37	ZTADOA_Y	K1_SAG	37H2	-139.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_Y	K2_SOL_SAG	38H1	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K102	38	ZTADOA_Y	K2_SOL_SAG	38H2	-137.8	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_Y	K1_SAG	39H1	-139.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K103	39	ZTADOA_Y	K1_SOL	39H2	-134.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	20H1	-80.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K104	20	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	20H2	-110.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	21H1	-110.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K105	21	ZTADOA_Y	K4_SOL_SAG	21H2	-80.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_Y	K6_SOL	24H1	-106.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K106	24	ZTADOA_Y	K6_SAG	24H2	-90.4	-2.30E-03	0.15	-1.54E-02	0.01192	0.02727	0.00E+00	-9.78E-04	5.65E-03	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_Y	K7_SOL_SAG	17H1	-101.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K107	17	ZTADOA_Y	K7_SOL_SAG	17H2	-101.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_Y	K6_SAG	25H1	-90.4	-2.30E-03	0.15	-1.54E-02	0.01192	0.02727	0.00E+00	-9.78E-04	5.65E-03	-	<MN	<MN
K108	25	ZTADOA_Y	K6_SOL	25H2	-106.2	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_Y	K9_SOL	44H1	-77.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K109	44	ZTADOA_Y	K9_SAG	44H2	-82.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_Y	K10_SOL_SAG	45H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K110	45	ZTADOA_Y	K10_SOL_SAG	45H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_Y	K9_SAG	46H1	-82.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K111	46	ZTADOA_Y	K9_SOL	46H2	-77.4	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K112	30	ZTADOA_Y	K12_SOL	30H1	48.6	4.37E-02	0.15	2.92E-01	0.01192	0.30358	-3.27E-04	-1.25E-02	6.13E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K112	30	ZTADOA_Y	K12_SAG	30H2	-108.0	-4.54E-02	0.15	-3.03E-01	0.01220	0.31509	-2.02E-03	-1.47E-02	6.19E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K113	31	ZTADOA_Y	K13_SOL	31H1	-149.5	-7.50E-04	0.15	-5.00E-03	0.01278	0.01778	-3.44E-04	-1.06E-03	3.26E-03	-	<MN	<MN
K113	31	ZTADOA_Y	K13_SAG	31H2	-62.0	-6.00E-03	0.15	-4.00E-02	0.01181	0.05182	0.00E+00	-1.40E-03	1.12E-02	-	<MN	MN~GV
K114	32	ZTADOA_Y	K14_SOL	32H1	38.3	4.52E-02	0.15	3.01E-01	0.01216	0.31353	-2.12E-04	-1.28E-02	6.34E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K114	32	ZTADOA_Y	K14_SAG	32H2	-77.9	-4.48E-02	0.15	-2.98E-01	0.01190	0.31032	-1.74E-03	-1.42E-02	6.12E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K115	27	ZTADOA_Y	K15_SOL	27H1	-56.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K115	27	ZTADOA_Y	K15_SAG	27H2	-99.6	-1.12E-03	0.15	-7.47E-03	0.01215	0.01962	-1.41E-04	-9.27E-04	3.84E-03	-	<MN	<MN

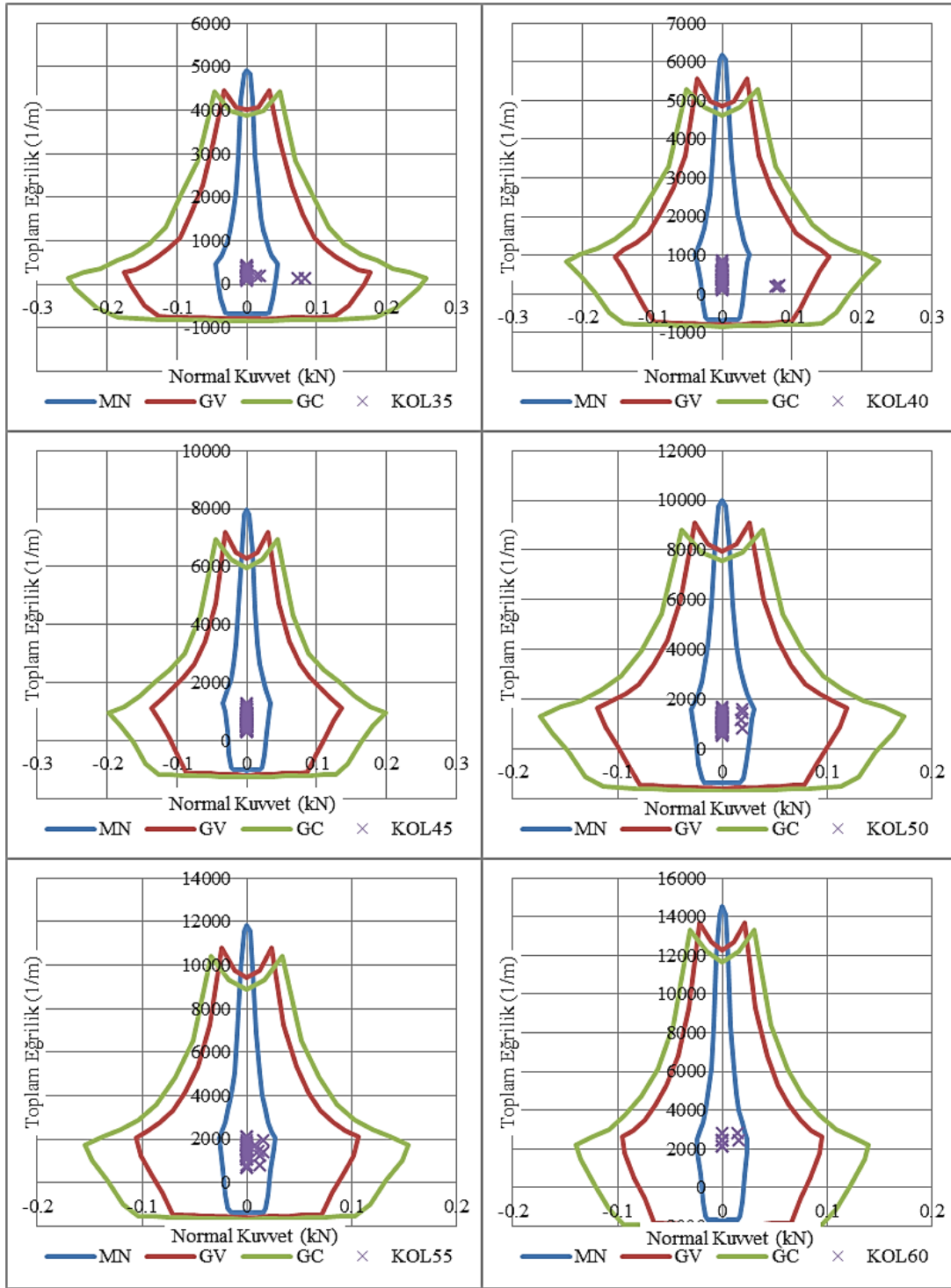
Çizelge A.10 (devam): ZTADOA yöntemi Y doğrultusu için KPM 1.kat kirişlerine ait kesit bazında performans değerlendirmesi.

K116	47	ZTADOA_Y	K16_SOL	47H1	50.6	8.19E-02	0.15	5.46E-01	0.01203	0.55792	-2.25E-04	-2.00E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K116	47	ZTADOA_Y	K16_SAG	47H2	-154.3	-8.08E-02	0.15	-5.39E-01	0.01269	0.55156	-5.52E-03	-2.64E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K117	26	ZTADOA_Y	K15_SOL	26H1	-56.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K117	26	ZTADOA_Y	K15_SAG	26H2	-99.6	-1.12E-03	0.15	-7.47E-03	0.01215	0.01962	-1.41E-04	-9.27E-04	3.84E-03	-	<MN	<MN
K118	49	ZTADOA_Y	K16_SOL	49H1	50.6	8.19E-02	0.15	5.46E-01	0.01203	0.55792	-2.25E-04	-2.00E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K118	49	ZTADOA_Y	K16_SAG	49H2	-154.3	-8.08E-02	0.15	-5.39E-01	0.01269	0.55156	-5.52E-03	-2.64E-02	1.00E-01	MN~GV	>MN	>GÇ
K119	40	ZTADOA_Y	K12_SOL	40H1	48.6	4.37E-02	0.15	2.92E-01	0.01192	0.30358	-3.27E-04	-1.25E-02	6.13E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K119	40	ZTADOA_Y	K12_SAG	40H2	-108.0	-4.54E-02	0.15	-3.03E-01	0.01220	0.31509	-2.02E-03	-1.47E-02	6.19E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K120	41	ZTADOA_Y	K13_SOL	41H1	-149.5	-7.50E-04	0.15	-5.00E-03	0.01278	0.01778	-3.44E-04	-1.06E-03	3.26E-03	-	<MN	<MN
K120	41	ZTADOA_Y	K13_SAG	41H2	-62.0	-6.00E-03	0.15	-4.00E-02	0.01181	0.05182	0.00E+00	-1.40E-03	1.12E-02	-	<MN	MN~GV
K121	42	ZTADOA_Y	K14_SOL	42H1	38.3	4.52E-02	0.15	3.01E-01	0.01216	0.31353	-2.12E-04	-1.28E-02	6.34E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K121	42	ZTADOA_Y	K14_SAG	42H2	-77.9	-4.48E-02	0.15	-2.98E-01	0.01190	0.31032	-1.74E-03	-1.42E-02	6.12E-02	MN~GV	>MN	>GÇ
K122	33	ZTADOA_Y	K22_SOL	33H1	53.1	6.37E-05	0.15	4.25E-04	0.01191	0.01233	-9.51E-05	-5.89E-04	2.41E-03	-	<MN	<MN
K122	33	ZTADOA_Y	K22_SAG	33H2	-80.9	-3.13E-03	0.15	-2.09E-02	0.01191	0.03280	0.00E+00	-1.04E-03	6.93E-03	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_Y	K23_SOL	34H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K123	34	ZTADOA_Y	K23_SAG	34H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	ZTADOA_Y	K24_SOL_SAG	35H1	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K124	35	ZTADOA_Y	K24_SOL_SAG	35H2	-80.5	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_Y	K23_SOL	36H1	-77.3	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K125	36	ZTADOA_Y	K23_SAG	36H2	-81.6	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_Y	K22_SOL	43H1	53.1	6.37E-05	0.15	4.25E-04	0.01191	0.01233	-9.51E-05	-5.89E-04	2.41E-03	-	<MN	<MN
K126	43	ZTADOA_Y	K22_SAG	43H2	-80.9	-3.13E-03	0.15	-2.09E-02	0.01191	0.03280	0.00E+00	-1.04E-03	6.93E-03	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_Y	K28_SOL	50H1	-105.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K127	50	ZTADOA_Y	K28_SAG	50H2	-71.8	-4.10E-03	0.15	-2.73E-02	0.01181	0.03913	0.00E+00	-1.09E-03	8.41E-03	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_Y	K28_SOL	48H1	-105.0	0.00E+00	0.15	0.00E+00	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	<MN	<MN
K128	48	ZTADOA_Y	K28_SAG	48H2	-71.8	-4.10E-03	0.15	-2.73E-02	0.01181	0.03913	0.00E+00	-1.09E-03	8.41E-03	-	<MN	<MN

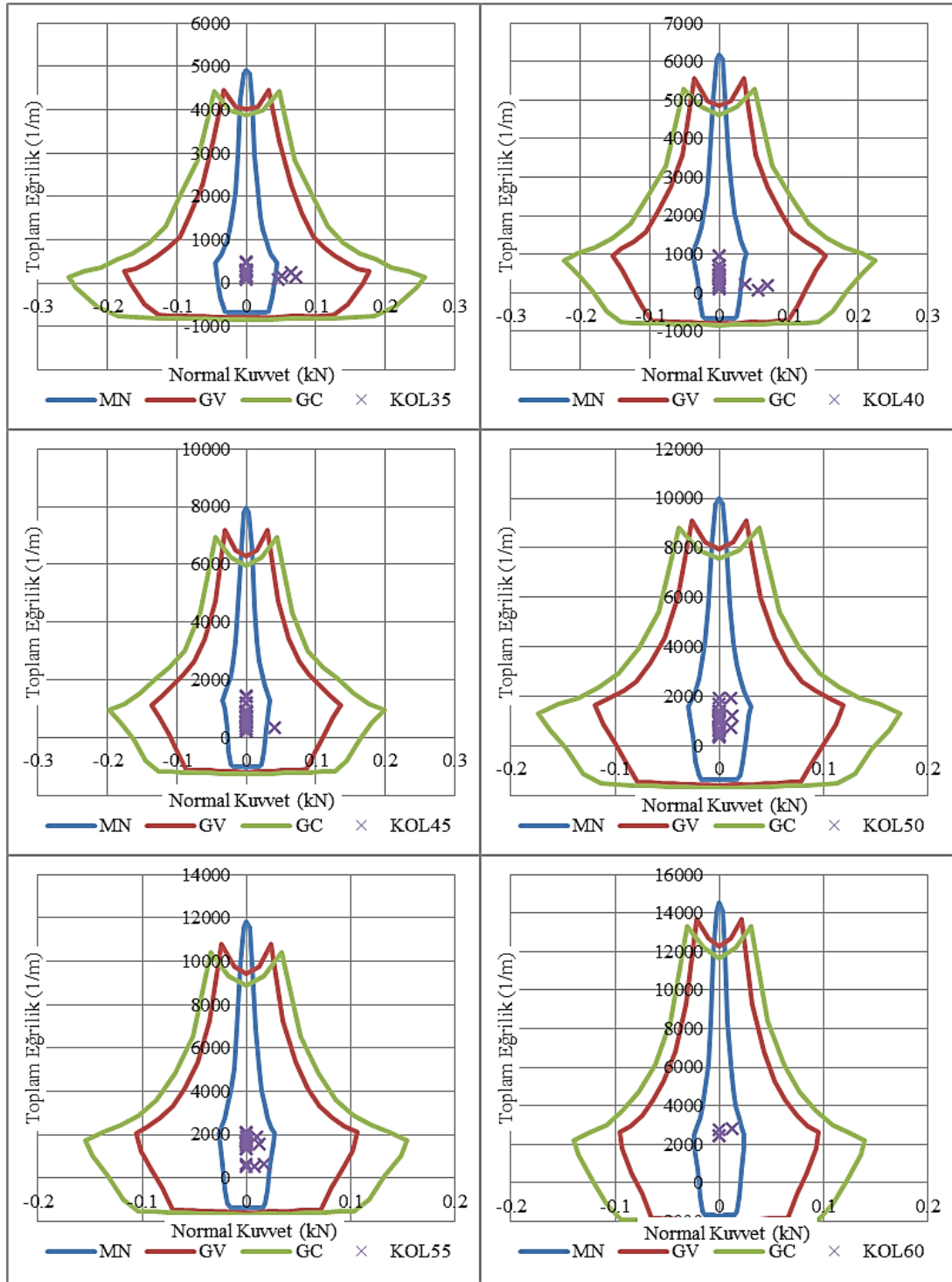
EK B

Kolonların doğrusal olmayan davranışları normal kuvvet ve momentlerin ortak etkisini içermesinden dolayı performans değerlendirme biçimi olarak kirişlerde olduğundan daha farklı bir yol izlenmektedir. Buna göre, hasar durumunu belirten performans gösterge eğrileri ile kolon üzerinde etkiyen normal kuvvet ve momentin ortak etkisini gösteren noktalar aynı grafikler üzerinde çizilmiştir. Tüm kolon tipleri için ayrı ayrı çizilen performans gösterge eğrilerinde, “MN” eğrisi içerisinde kalan alan minimum hasar bölgesini (MHB), “MN” ile “GV” arasındaki alan belirgin hasar bölgesini (BHB), “GV” ile “GÇ” arasındaki alan ileri hasar bölgesini (İHB) ve “GÇ” eğrisinin dışında kalan kısım ise göçme bölgesini (GB) ifade etmektedir. Bütün yükleme durumları için bu eğriler Çizelge B.1 – Çizelge B.10’da gösterilmiştir. TDY’07, yapı performansının belirlenebilmesi için kolonların eğilme etkisi altındaki doğrusal olmayan şekil değiştirmelerine ilave olarak kolonlar üzerine etkiyen kesme kuvvetleriyle de ilgili birtakım şartlar sunmuştur. Bundan dolayı her bir kolona etkiyen kesme kuvvetleri ve bu kolonların eğilme etkisi altındaki hasar durumlarına göre kat içerisindeki kolonlara etkiyen toplam kesme kuvvetlerine oranı da verilmiştir. Kat kesme kuvvetleri ile ilgili veriler Çizelge B.11 – Çizelge B.20’den takip edilebilir.

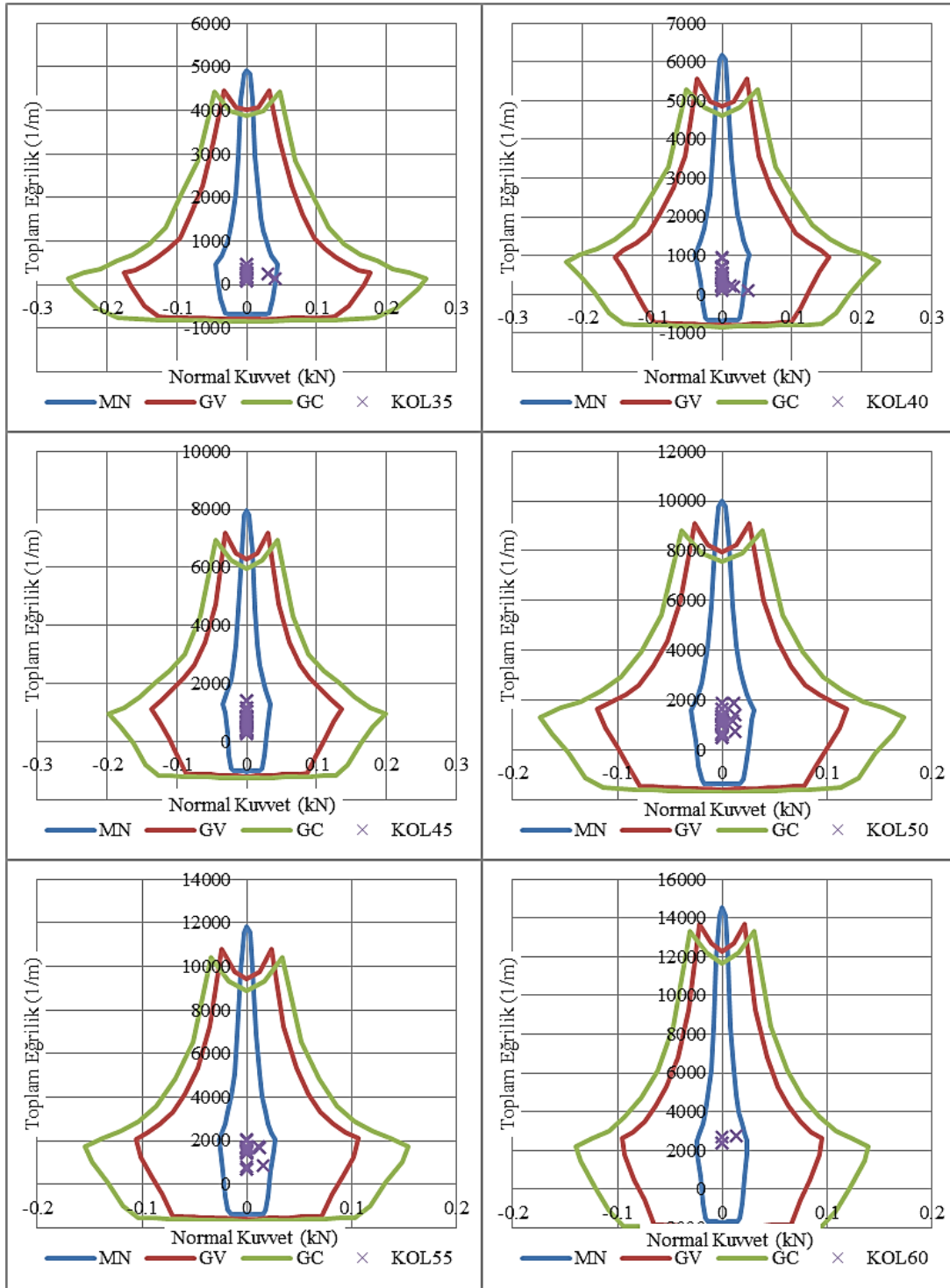
Çizelge B.1: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.



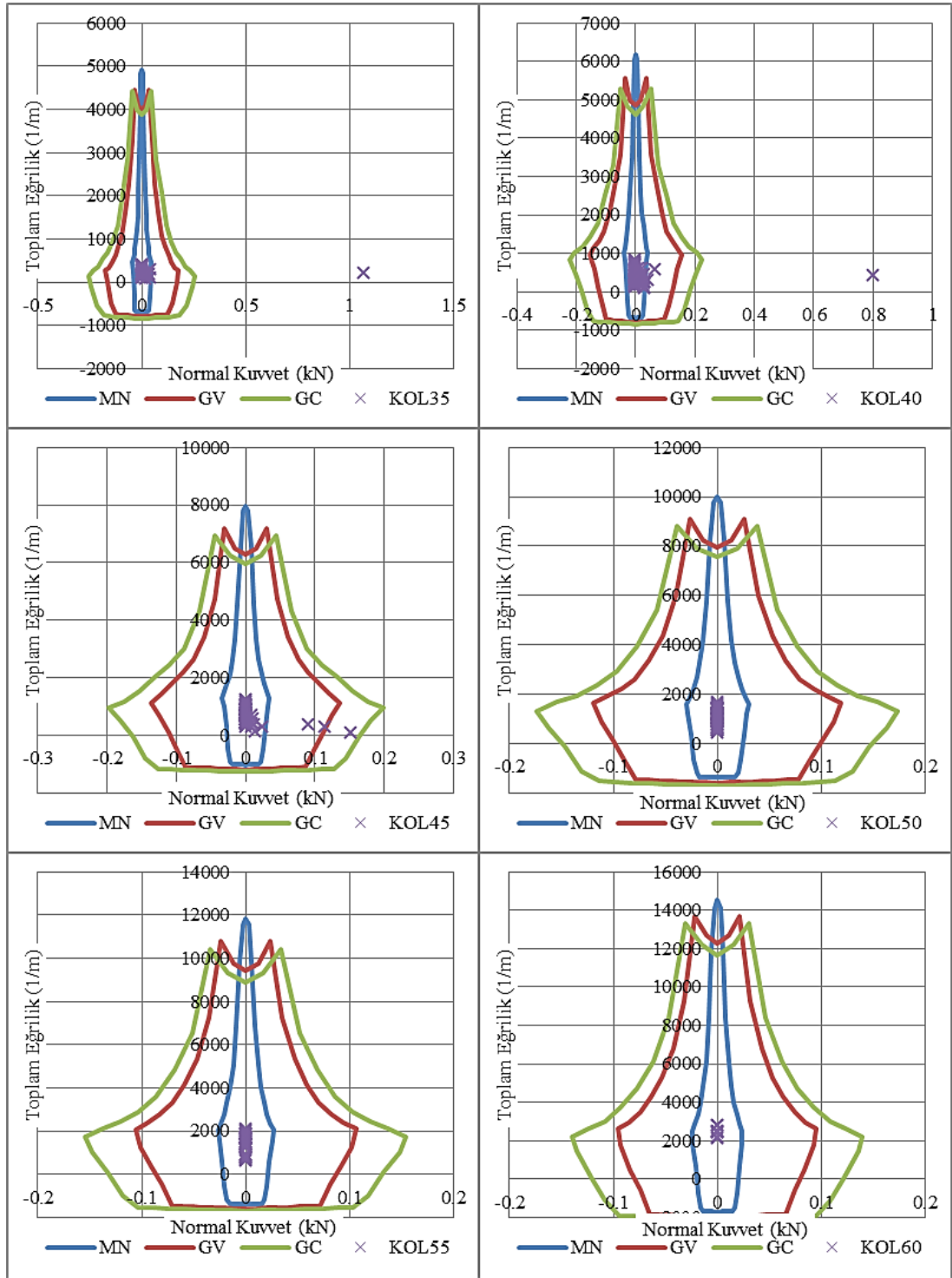
Çizelge B.2: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon performans eğrileri.



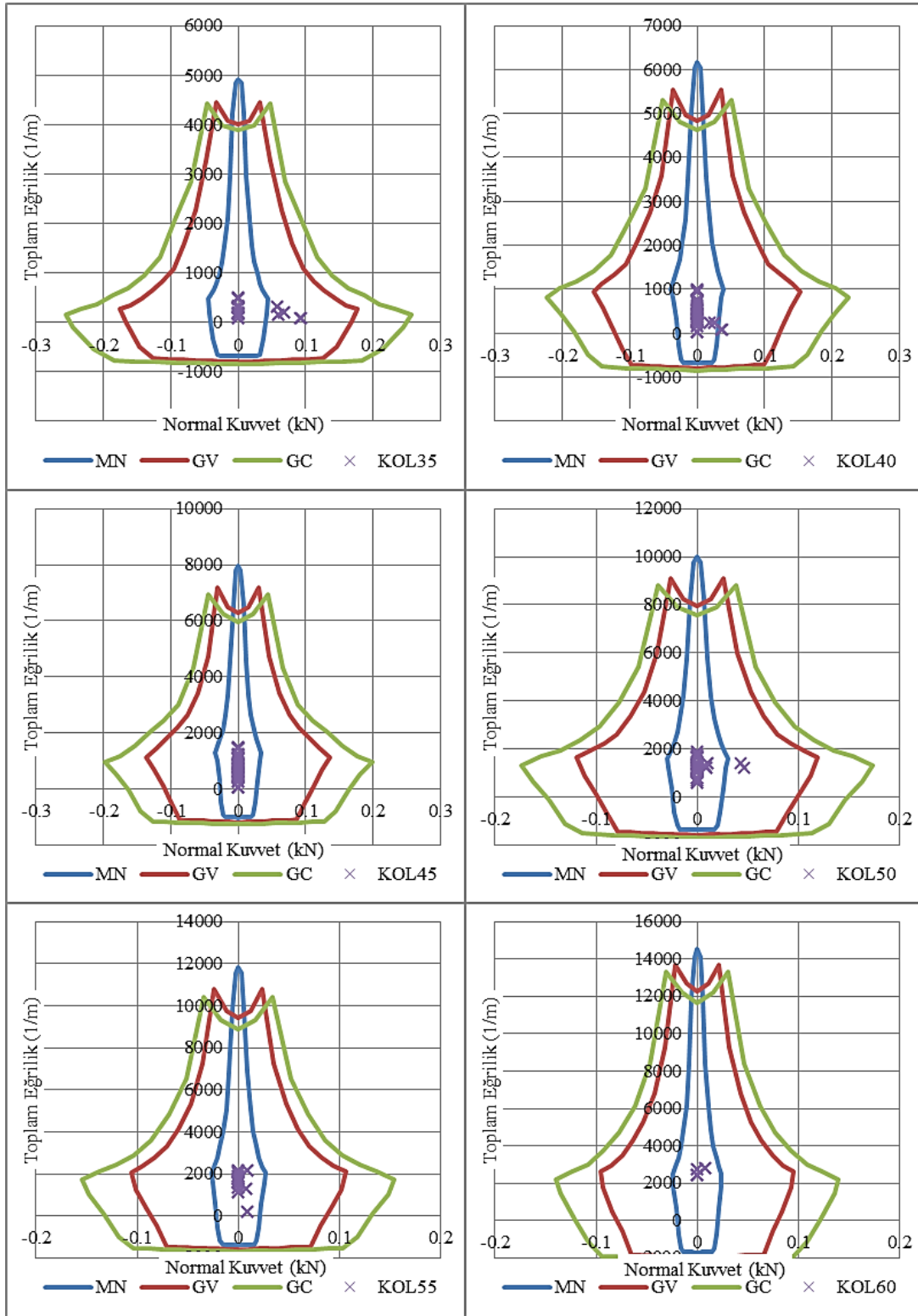
Çizelge B.3: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon performans eğrileri.



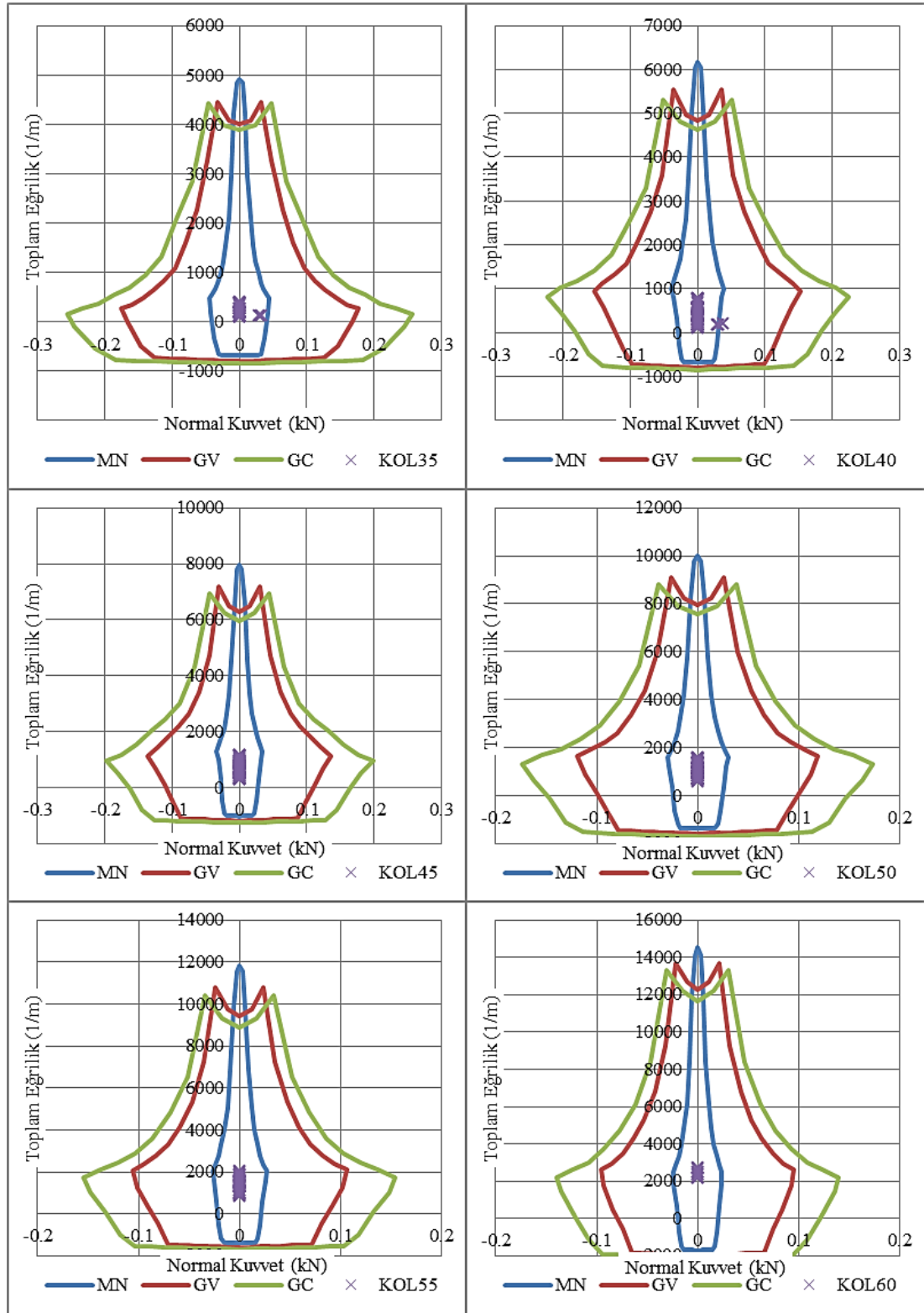
Çizelge B.4: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.



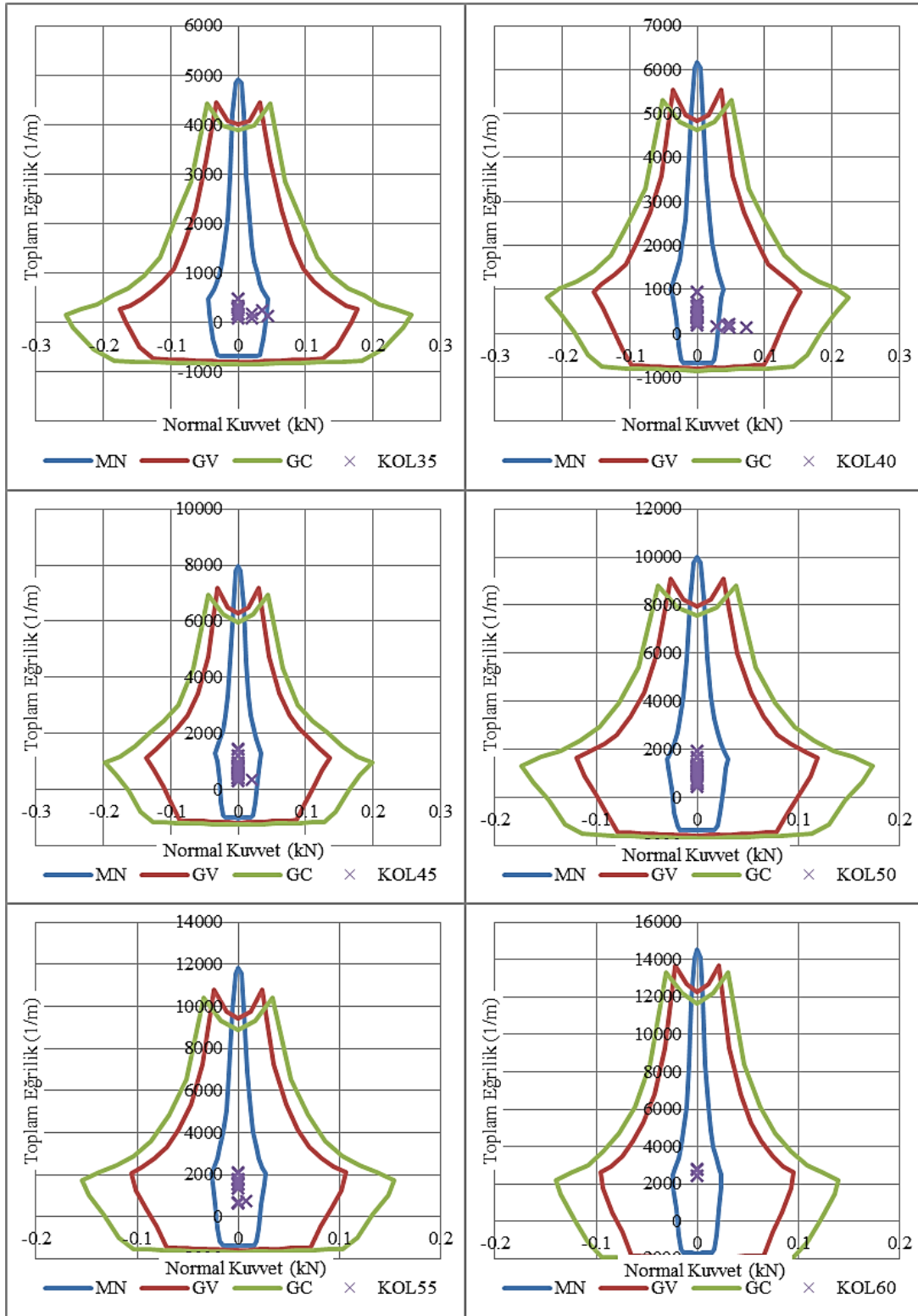
Çizelge B.5: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon performans eğrileri.



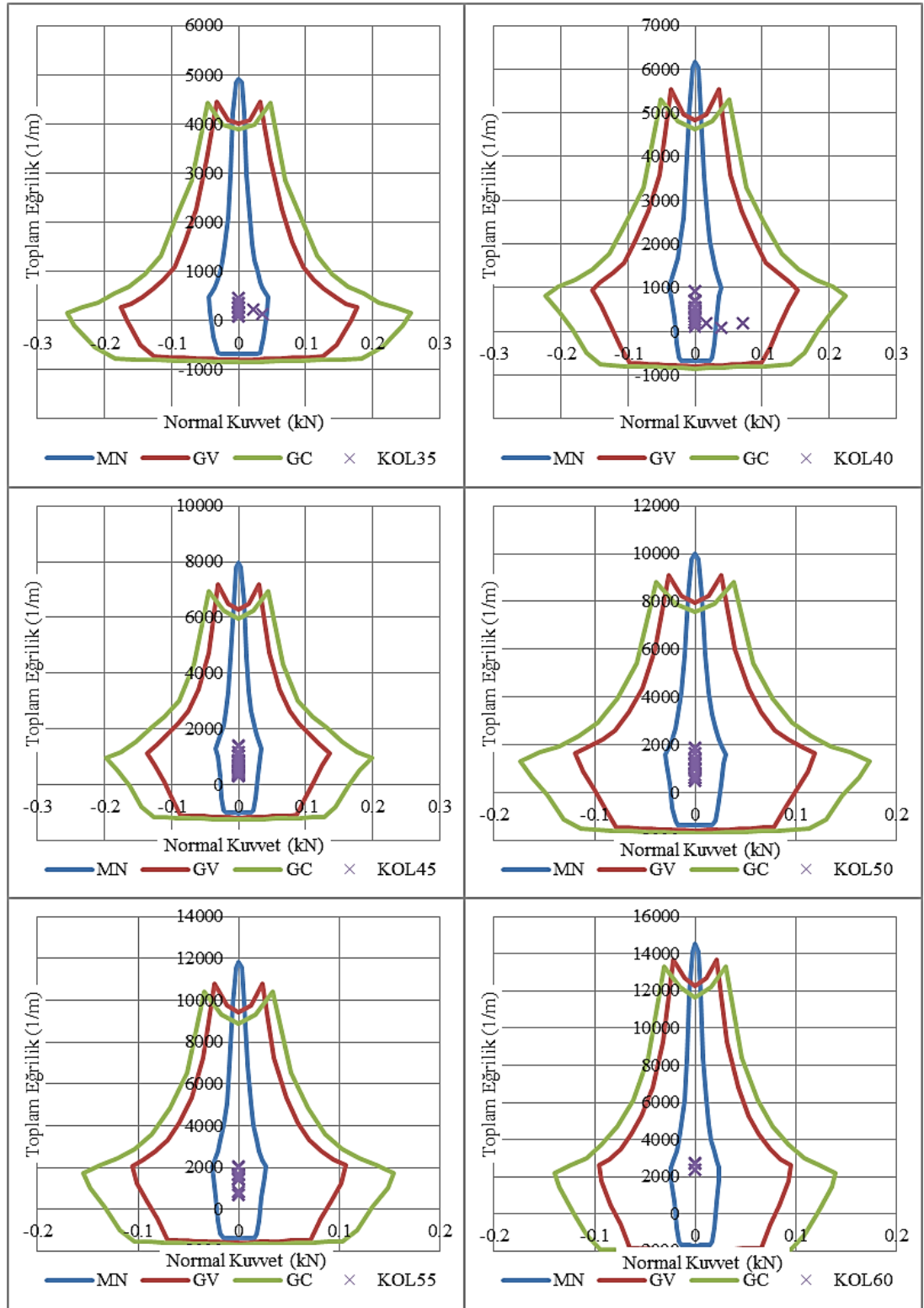
Çizelge B.6: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.



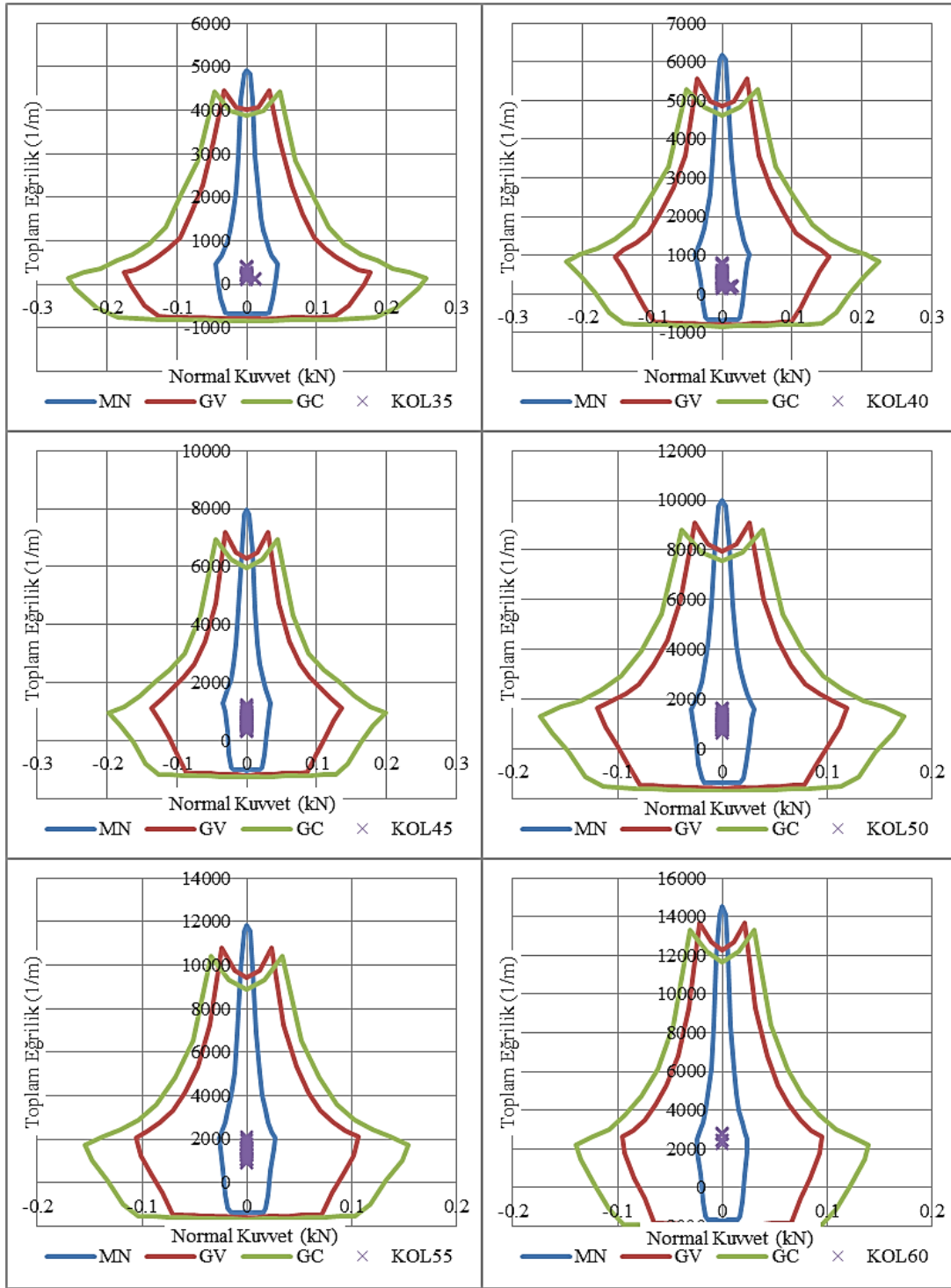
Çizelge B.7: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon performans eğrileri.



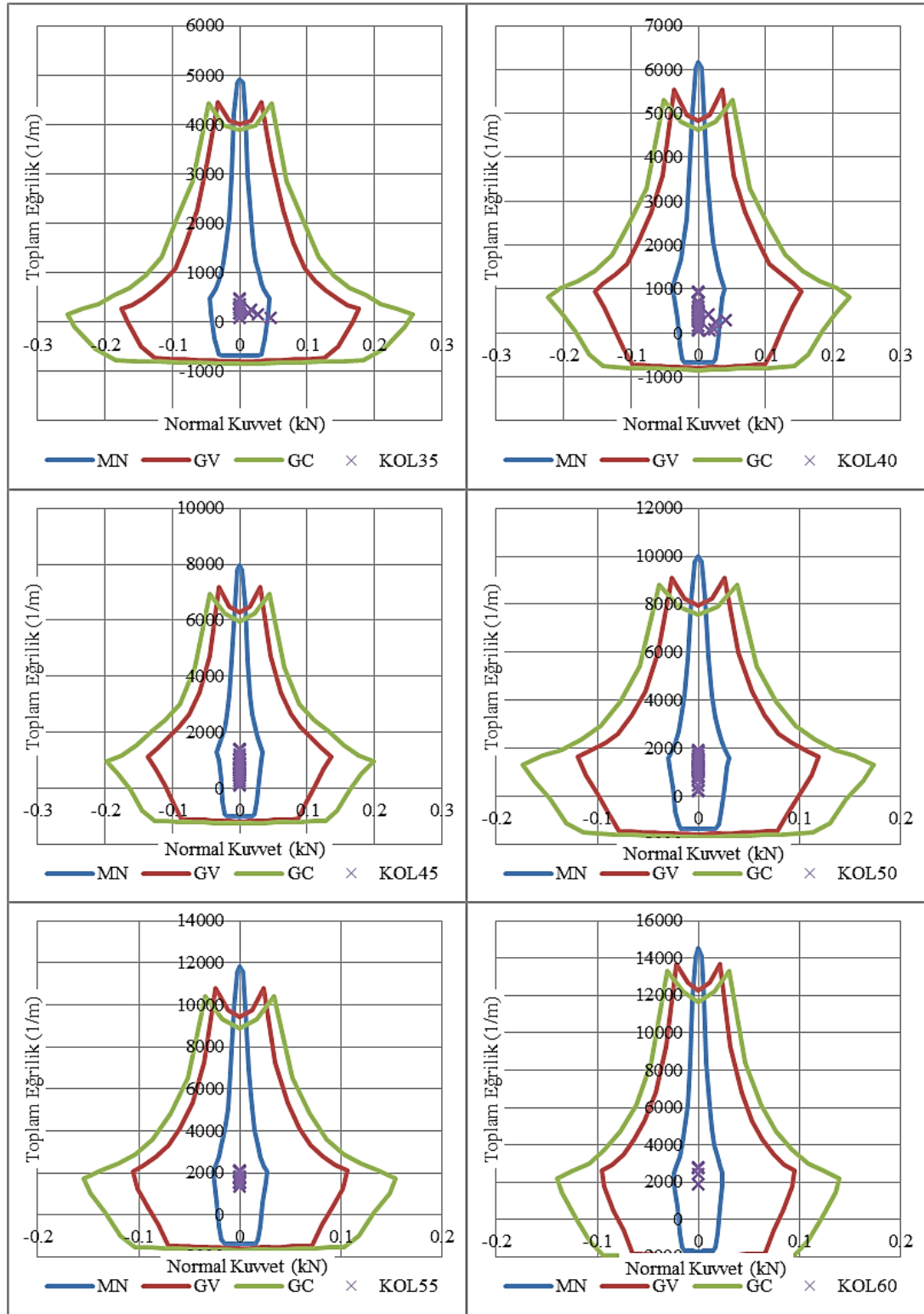
Çizelge B.8: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon performans eğrileri.



Çizelge B.9: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon performans eğrileri.



Çizelge B.10: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon performans eğrileri.



Çizelge B.11: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	133.6	2694.9	S201	4.4	713.7	S301	21.2	829.7	S401	11.4	845.4	S501	15.9	741.7	S601	5.0	802.1	S701	5.6	596.7	S801	-1.3	888.7
S102	253.6		S202	86.7		S302	87.9		S402	78.9		S502	76.2		S602	66.9		S702	51.8		S802	76.5	
S103	279.7		S203	98.9		S303	101.9		S403	94.8		S503	89.9		S603	82.6		S703	66.5		S803	87.4	
S104	203.5		S204	96.3		S304	91.3		S404	90.3		S504	81.1		S604	84.0		S704	70.9		S804	86.6	
S105	163.8		S205	22.9		S305	35.9		S405	35.1		S505	29.2		S605	32.5		S705	22.1		S805	41.3	
S107	195.0		S207	52.1		S307	60.3		S407	64.0		S507	53.2		S607	63.7		S707	45.3		S807	80.4	
S108	137.6		S208	6.2		S308	24.5		S408	32.3		S508	25.6		S608	31.7		S708	19.9		S808	43.6	
S109	215.5		S209	36.4		S309	53.0		S409	59.0		S509	47.2		S609	60.1		S709	39.9		S809	81.6	
S110	98.6		S210	-39.2		S310	-17.5		S410	-13.0		S510	-10.2		S610	-1.6		S710	-1.1		S810	14.2	
S111	145.4		S211	-9.4		S311	5.8		S411	16.0		S511	12.1		S611	25.7		S711	18.3		S811	43.4	
S112	152.1		S212	3.0		S312	15.5		S412	27.6		S512	21.5		S612	37.1		S712	27.4		S812	51.5	
S113	133.6		S213	28.5		S313	33.2		S413	45.2		S513	32.6		S613	50.2		S713	32.8		S813	66.6	
S114	109.1		S214	41.3		S314	50.1		S414	45.2		S514	40.9		S614	33.1		S714	22.6		S814	16.1	
S115	161.2		S215	91.6		S315	89.2		S415	83.9		S515	74.6		S615	74.1		S715	52.9		S815	65.0	
S116	163.5		S216	108.0		S316	98.9		S416	96.3		S516	84.3		S616	86.5		S716	65.7		S816	70.1	
S117	149.1		S217	86.1		S317	78.6		S417	78.4		S517	67.5		S617	70.6		S717	56.2		S817	65.4	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	11	57.2
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	5	42.8
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.12: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	131.0	2090.5	S201	154.3	2113.9	S301	64.2	877.9	S401	82.6	1124.3	S501	66.4	889.5	S601	73.2	1011.9	S701	57.4	727.7	S801	78.1	1224.6
S102	175.7		S202	221.2		S302	73.1		S402	97.9		S502	78.6		S602	86.7		S702	55.9		S802	131.5	
S103	175.7		S203	221.2		S303	73.1		S403	97.9		S503	78.6		S603	86.7		S703	55.9		S803	131.5	
S104	131.0		S204	154.3		S304	64.2		S404	82.6		S504	66.4		S604	73.2		S704	57.4		S804	78.1	
S105	170.7		S205	145.6		S305	67.1		S405	83.0		S505	65.5		S605	74.3		S705	56.5		S805	79.4	
S107	170.7		S207	145.6		S307	67.1		S407	83.0		S507	65.5		S607	74.3		S707	56.5		S807	79.4	
S108	89.4		S208	165.8		S308	69.1		S408	89.1		S508	70.3		S608	78.7		S708	62.6		S808	75.7	
S109	89.4		S209	165.8		S309	69.1		S409	89.1		S509	70.3		S609	78.7		S709	62.6		S809	75.7	
S110	93.3		S210	77.1		S310	29.7		S410	39.0		S510	29.5		S610	35.8		S710	22.5		S810	52.9	
S111	109.0		S211	103.9		S311	41.8		S411	54.1		S511	42.3		S611	48.4		S711	32.2		S811	62.9	
S112	109.0		S212	103.9		S312	41.8		S412	54.1		S512	42.3		S612	48.4		S712	32.2		S812	62.9	
S113	93.3		S213	77.1		S313	29.7		S413	39.0		S513	29.5		S613	35.8		S713	22.5		S813	52.9	
S114	131.7		S214	87.1		S314	44.9		S414	56.1		S514	43.9		S614	53.0		S714	38.1		S814	61.1	
S115	144.6		S215	102.0		S315	49.1		S415	60.4		S515	48.2		S615	55.9		S715	38.5		S815	70.8	
S116	144.6		S216	102.0		S316	49.1		S416	60.4		S516	48.2		S616	55.9		S716	38.5		S816	70.8	
S117	131.7		S217	87.1		S317	44.9		S417	56.1		S517	43.9		S617	53.0		S717	38.1		S817	61.1	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	0	0.0
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	16	100.0
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.13: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	155.5	2337.4	S201	81.0	1165.5	S301	54.8	785.5	S401	61.2	883.3	S501	49.1	701.8	S601	53.4	776.6	S701	36.2	507.8	S801	66.2	962.7
S102	197.8		S202	109.0		S302	60.0		S402	67.5		S502	54.6		S602	55.0		S702	33.3		S802	74.8	
S103	197.8		S203	109.0		S303	60.0		S403	67.5		S503	54.6		S603	55.0		S703	33.3		S803	74.8	
S104	155.5		S204	81.0		S304	54.8		S404	61.2		S504	49.1		S604	53.4		S704	36.2		S804	66.2	
S105	117.4		S205	114.5		S305	69.5		S405	82.6		S505	65.0		S605	73.5		S705	54.0		S805	74.9	
S107	117.4		S207	114.5		S307	69.5		S407	82.6		S507	65.0		S607	73.5		S707	54.0		S807	74.9	
S108	167.3		S208	70.6		S308	49.4		S408	53.7		S508	42.2		S608	44.7		S708	30.4		S808	51.9	
S109	167.3		S209	70.6		S309	49.4		S409	53.7		S509	42.2		S609	44.7		S709	30.4		S809	51.9	
S110	138.3		S210	52.7		S310	43.4		S410	48.3		S510	38.1		S610	46.0		S710	29.6		S810	58.0	
S111	154.5		S211	59.6		S311	47.7		S411	52.4		S511	42.1		S611	48.1		S711	28.9		S811	67.3	
S112	154.5		S212	59.6		S312	47.7		S412	52.4		S512	42.1		S612	48.1		S712	28.9		S812	67.3	
S113	138.3		S213	52.7		S313	43.4		S413	48.3		S513	38.1		S613	46.0		S713	29.6		S813	58.0	
S114	107.4		S214	45.7		S314	32.3		S414	36.8		S514	28.8		S614	33.5		S714	20.7		S814	44.1	
S115	130.4		S215	49.6		S315	35.6		S415	39.1		S515	31.0		S615	34.1		S715	20.7		S815	44.1	
S116	130.4		S216	49.6		S316	35.6		S416	39.1		S516	31.0		S616	34.1		S716	20.7		S816	44.1	
S117	107.4		S217	45.7		S317	32.3		S417	36.8		S517	28.8		S617	33.5		S717	20.7		S817	44.1	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	12	72.4
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	4	27.6
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.14: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	104.3	1520.0	S201	101.0	1289.4	S301	113.2	1361.6	S401	129.1	1676.1	S501	97.6	1353.9	S601	91.0	1422.5	S701	66.1	991.9	S801	92.2	1314.0
S102	151.3		S202	78.4		S302	79.6		S402	94.0		S502	117.3		S602	144.0		S702	120.3		S802	145.8	
S103	152.5		S203	77.7		S303	79.8		S403	98.9		S503	99.8		S603	133.4		S703	109.8		S803	131.5	
S104	104.0		S204	89.7		S304	91.7		S404	159.2		S504	103.4		S604	102.8		S704	66.5		S804	92.2	
S105	74.5		S205	65.1		S305	91.3		S405	108.4		S505	67.9		S605	81.3		S705	52.4		S805	84.6	
S107	79.0		S207	84.7		S307	76.4		S407	131.7		S507	61.5		S607	66.6		S707	45.4		S807	85.4	
S108	82.3		S208	74.8		S308	96.5		S408	112.8		S508	103.1		S608	112.1		S708	69.7		S808	83.2	
S109	81.0		S209	75.2		S309	103.4		S409	140.0		S509	111.3		S609	111.4		S709	53.1		S809	84.1	
S110	74.7		S210	68.8		S310	86.5		S410	104.0		S510	83.7		S610	71.3		S710	49.2		S810	69.6	
S111	82.2		S211	73.0		S311	72.9		S411	77.6		S511	67.8		S611	71.0		S711	53.0		S811	66.9	
S112	80.5		S212	70.5		S312	70.7		S412	76.8		S512	68.0		S612	69.8		S712	51.1		S812	64.9	
S113	76.4		S213	71.3		S313	82.3		S413	121.6		S513	94.6		S613	84.4		S713	47.8		S813	68.5	
S114	86.7		S214	85.2		S314	71.9		S414	73.4		S514	62.3		S614	68.2		S714	51.4		S814	64.3	
S115	104.3		S215	95.0		S315	88.2		S415	86.9		S515	74.9		S615	72.1		S715	51.7		S815	58.9	
S116	101.8		S216	94.7		S316	86.8		S416	88.1		S516	76.7		S616	74.7		S716	52.4		S816	55.8	
S117	84.5		S217	84.2		S317	70.2		S417	73.7		S517	63.9		S617	68.4		S717	52.0		S817	66.0	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	13	81.2	MHB	13	83.2	MHB	12	68.4
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	1	5.9	BHB	2	11.8	BHB	4	31.6
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	1	7.9	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	1	5.0	GB	1	5.0	GB	0	0.0

Çizelge B.15: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	143.7	2058.4	S201	84.3	1192.5	S301	69.6	996.8	S401	70.7	1027.9	S501	59.5	852.1	S601	70.3	1019.0	S701	49.9	729.4	S801	76.1	1200.7
S102	200.9		S202	93.5		S302	75.3		S402	68.9		S502	60.0		S602	65.7		S702	45.5		S802	91.5	
S103	201.4		S203	93.5		S303	75.3		S403	68.9		S503	60.0		S603	65.7		S703	45.5		S803	91.5	
S104	143.7		S204	84.3		S304	69.6		S404	70.7		S504	59.5		S604	70.3		S704	49.9		S804	76.1	
S105	145.9		S205	96.3		S305	79.3		S405	83.8		S505	69.6		S605	84.9		S705	63.3		S805	84.9	
S107	145.9		S207	96.4		S307	79.3		S407	83.8		S507	69.6		S607	84.9		S707	63.3		S807	84.9	
S108	136.5		S208	81.5		S308	70.2		S408	72.1		S508	60.1		S608	70.6		S708	52.9		S808	73.5	
S109	137.3		S209	81.5		S309	70.2		S409	72.1		S509	60.1		S609	70.6		S709	52.9		S809	73.5	
S110	87.8		S210	52.7		S310	44.8		S410	49.2		S510	39.5		S610	49.7		S710	34.8		S810	60.0	
S111	112.4		S211	61.2		S311	51.7		S411	52.9		S511	43.1		S611	51.1		S711	36.0		S811	72.0	
S112	112.4		S212	61.2		S312	51.7		S412	52.9		S512	43.1		S612	51.1		S712	36.0		S812	72.0	
S113	87.8		S213	52.9		S313	45.0		S413	49.2		S513	39.5		S613	49.7		S713	34.8		S813	60.0	
S114	91.6		S214	59.8		S314	50.8		S414	56.2		S514	45.0		S614	57.1		S714	40.5		S814	66.4	
S115	109.8		S215	66.9		S315	56.5		S415	60.0		S515	49.4		S615	60.1		S715	41.7		S815	75.9	
S116	109.8		S216	66.9		S316	56.5		S416	60.0		S516	49.4		S616	60.1		S716	41.7		S816	75.9	
S117	91.6		S217	59.8		S317	50.8		S417	56.2		S517	45.0		S617	57.1		S717	40.5		S817	66.4	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	14	89.3	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	6	40.2
BHB	2	10.7	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	10	59.8
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.16: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	40.6	1038.7	S201	2.7	946.0	S301	16.3	550.7	S401	15.2	675.6	S501	15.9	520.4	S601	19.2	639.1	S701	13.4	461.6	S801	23.0	734.6
S102	113.8		S202	78.6		S302	36.3		S402	47.9		S502	34.5		S602	40.9		S702	28.8		S802	54.5	
S103	120.4		S203	93.1		S303	49.8		S403	63.1		S503	48.0		S603	56.1		S703	42.9		S803	64.0	
S104	100.8		S204	109.6		S304	72.7		S404	87.9		S504	70.2		S604	83.8		S704	66.1		S804	88.7	
S105	53.6		S205	44.3		S305	21.7		S405	26.6		S505	19.3		S605	23.5		S705	17.0		S805	26.5	
S107	81.0		S207	88.9		S307	51.1		S407	61.9		S507	48.0		S607	61.6		S707	43.8		S807	78.6	
S108	46.5		S208	35.6		S308	13.4		S408	16.0		S508	11.3		S608	14.1		S708	10.1		S808	17.5	
S109	77.5		S209	86.7		S309	47.6		S409	56.9		S509	44.7		S609	57.4		S709	39.7		S809	78.2	
S110	20.7		S210	12.8		S310	2.0		S410	5.0		S510	4.5		S610	5.0		S710	3.5		S810	4.5	
S111	44.4		S211	51.6		S311	24.5		S411	26.1		S511	20.3		S611	24.7		S711	17.1		S811	28.0	
S112	51.1		S212	63.9		S312	34.1		S412	37.6		S512	29.7		S612	35.7		S712	25.6		S812	36.6	
S113	57.7		S213	78.2		S313	44.7		S413	53.0		S513	40.9		S613	53.6		S713	37.0		S813	63.7	
S114	30.5		S214	4.3		S314	1.8		S414	2.3		S514	0.4		S614	1.9		S714	1.0		S814	4.6	
S115	64.3		S215	53.3		S315	34.2		S415	46.3		S515	34.4		S615	40.7		S715	28.0		S815	45.9	
S116	70.1		S216	67.5		S316	47.5		S416	61.7		S516	47.0		S616	55.5		S716	39.8		S816	53.7	
S117	65.8		S217	74.9		S317	52.8		S417	68.2		S517	51.3		S617	65.4		S717	47.7		S817	66.6	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	14	77.2
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	2	22.8
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.17: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	119.1	1660.9	S201	136.8	1995.8	S301	69.0	1004.3	S401	80.5	1188.8	S501	60.4	882.3	S601	72.8	1104.9	S701	56.2	776.9	S801	78.1	1240.6
S102	178.1		S202	187.6		S302	82.5		S402	94.2		S502	68.6		S602	85.5		S702	54.3		S802	131.1	
S103	178.1		S203	187.6		S303	82.5		S403	94.2		S503	68.6		S603	85.5		S703	54.3		S803	131.1	
S104	119.1		S204	136.8		S304	69.0		S404	80.5		S504	60.4		S604	72.8		S704	56.2		S804	78.1	
S105	108.3		S205	131.7		S305	68.3		S405	79.8		S505	59.4		S605	73.2		S705	55.7		S805	76.2	
S107	108.3		S207	131.7		S307	68.3		S407	79.8		S507	59.4		S607	73.2		S707	55.7		S807	76.2	
S108	119.5		S208	186.6		S308	111.8		S408	135.6		S508	105.0		S608	130.6		S708	95.0		S808	88.6	
S109	119.5		S209	186.6		S309	111.8		S409	135.6		S509	105.0		S609	130.6		S709	95.0		S809	88.6	
S110	62.1		S210	70.3		S310	31.7		S410	37.6		S510	26.2		S610	35.4		S710	22.1		S810	50.9	
S111	83.7		S211	94.6		S311	44.2		S411	52.2		S511	37.9		S611	47.8		S711	30.5		S811	64.3	
S112	83.7		S212	94.6		S312	44.2		S412	52.2		S512	37.9		S612	47.8		S712	30.5		S812	64.3	
S113	62.1		S213	70.3		S313	31.7		S413	37.6		S513	26.2		S613	35.4		S713	22.1		S813	50.9	
S114	72.9		S214	89.2		S314	45.1		S414	55.3		S514	39.9		S614	52.2		S714	37.3		S814	60.1	
S115	86.9		S215	101.2		S315	49.7		S415	59.3		S515	43.7		S615	55.1		S715	37.4		S815	71.1	
S116	86.9		S216	101.2		S316	49.7		S416	59.3		S516	43.7		S616	55.1		S716	37.4		S816	71.1	
S117	72.9		S217	89.2		S317	45.1		S417	55.3		S517	39.9		S617	52.2		S717	37.3		S817	60.1	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	14	75.5	MHB	10	63.4
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	2	24.5	BHB	6	36.6
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.18: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	89.5	1282.7	S201	110.9	1641.3	S301	56.7	851.7	S401	56.5	872.1	S501	42.0	644.8	S601	49.9	788.1	S701	34.4	540.8	S801	65.6	1006.4
S102	131.4		S202	148.9		S302	65.8		S402	59.5		S502	42.0		S602	49.4		S702	31.0		S802	73.9	
S103	131.4		S203	148.9		S303	65.8		S403	59.5		S503	42.0		S603	49.4		S703	31.0		S803	73.9	
S104	89.5		S204	110.9		S304	56.7		S404	56.5		S504	42.0		S604	49.9		S704	34.4		S804	65.6	
S105	91.2		S205	125.5		S305	70.8		S405	75.2		S505	56.7		S605	68.8		S705	51.6		S805	73.3	
S107	91.2		S207	125.5		S307	70.8		S407	75.2		S507	56.7		S607	68.8		S707	51.6		S807	73.3	
S108	88.4		S208	123.4		S308	74.3		S408	80.5		S508	62.2		S608	75.1		S708	58.1		S808	80.8	
S109	88.4		S209	123.4		S309	74.3		S409	80.5		S509	62.2		S609	75.1		S709	58.1		S809	80.8	
S110	59.0		S210	79.8		S310	42.5		S410	45.9		S510	33.5		S610	43.4		S710	28.4		S810	56.2	
S111	69.4		S211	89.9		S311	46.8		S411	48.6		S511	36.1		S611	44.9		S711	27.4		S811	66.4	
S112	69.4		S212	89.9		S312	46.8		S412	48.6		S512	36.1		S612	44.9		S712	27.4		S812	66.4	
S113	59.0		S213	79.8		S313	42.5		S413	45.9		S513	33.5		S613	43.4		S713	28.4		S813	56.2	
S114	51.8		S214	66.9		S314	32.7		S414	34.2		S514	24.2		S614	31.2		S714	19.7		S814	43.5	
S115	60.8		S215	75.3		S315	36.2		S415	35.6		S515	25.6		S615	31.4		S715	19.8		S815	43.5	
S116	60.8		S216	75.3		S316	36.2		S416	35.6		S516	25.6		S616	31.4		S716	19.8		S816	43.5	
S117	51.8		S217	66.9		S317	32.7		S417	34.2		S517	24.2		S617	31.2		S717	19.7		S817	43.5	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	12	69.4
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	4	30.6
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.19: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	71.9	823.6	S201	75.5	835.7	S301	66.4	727.8	S401	77.3	857.3	S501	63.0	689.0	S601	74.5	831.3	S701	54.2	585.3	S801	86.1	957.2
S102	79.0		S202	45.0		S302	45.5		S402	50.5		S502	41.1		S602	47.1		S702	34.9		S802	51.9	
S103	78.1		S203	42.2		S303	43.6		S403	48.3		S503	41.8		S603	47.8		S703	38.1		S803	52.1	
S104	68.3		S204	72.4		S304	63.5		S404	73.9		S504	60.8		S604	71.9		S704	51.8		S804	84.9	
S105	52.9		S205	58.3		S305	49.1		S405	57.6		S505	46.2		S605	58.3		S705	40.1		S805	75.6	
S107	49.4		S207	54.3		S307	47.1		S407	56.1		S507	45.5		S607	57.2		S707	39.4		S807	74.2	
S108	54.2		S208	64.1		S308	49.2		S408	56.9		S508	45.9		S608	58.0		S708	39.9		S808	79.0	
S109	49.4		S209	61.8		S309	48.1		S409	56.2		S509	45.8		S609	57.6		S709	39.8		S809	78.1	
S110	38.6		S210	59.0		S310	44.4		S410	52.6		S510	41.4		S610	52.2		S710	35.8		S810	60.2	
S111	31.2		S211	42.0		S311	33.4		S411	38.1		S511	31.3		S611	35.8		S711	25.5		S811	35.2	
S112	28.5		S212	39.9		S312	32.4		S412	37.6		S512	30.8		S612	34.8		S712	24.6		S812	33.3	
S113	35.5		S213	56.0		S313	42.9		S413	51.3		S513	40.4		S613	50.3		S713	34.3		S813	57.6	
S114	48.0		S214	49.2		S314	44.2		S414	55.2		S514	41.9		S614	52.7		S714	35.6		S814	59.1	
S115	46.8		S215	35.7		S315	38.8		S415	47.0		S515	36.4		S615	41.9		S715	29.3		S815	37.7	
S116	46.5		S216	33.3		S316	37.1		S416	45.8		S516	35.9		S616	40.5		S716	27.8		S816	35.9	
S117	45.3		S217	47.2		S317	42.2		S417	52.9		S517	40.6		S617	50.7		S717	34.1		S817	56.2	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

Çizelge B.20: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusu kolon kesme kuvvetleri.

1.KAT			2.KAT			3.KAT			4.KAT			5.KAT			6.KAT			7.KAT			8.KAT		
Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)	Kolon	Vkol (kN)	Vkol,t (kN)
S101	74.0	1044.2	S201	95.3	1443.5	S301	67.7	1006.6	S401	65.5	1020.7	S501	54.3	829.3	S601	64.7	1015.5	S701	48.2	747.1	S801	75.5	1182.0
S102	99.9		S202	124.2		S302	79.9		S402	64.1		S502	53.5		S602	63.2		S702	43.7		S802	90.5	
S103	99.9		S203	124.2		S303	79.9		S403	64.1		S503	53.5		S603	63.2		S703	43.7		S803	90.5	
S104	74.0		S204	95.3		S304	67.7		S404	65.5		S504	54.3		S604	64.7		S704	48.2		S804	75.5	
S105	77.0		S205	106.9		S305	75.6		S405	77.3		S505	63.2		S605	77.3		S705	59.7		S805	80.9	
S107	77.0		S207	106.9		S307	75.6		S407	77.3		S507	63.2		S607	77.3		S707	59.7		S807	80.9	
S108	83.2		S208	123.1		S308	88.3		S408	98.9		S508	81.0		S608	99.2		S708	75.8		S808	89.6	
S109	83.2		S209	123.1		S309	88.3		S409	98.9		S509	81.0		S609	99.2		S709	75.8		S809	89.6	
S110	44.1		S210	63.8		S310	43.1		S410	44.9		S510	36.0		S610	45.9		S710	33.6		S810	56.8	
S111	50.7		S211	71.4		S311	47.8		S411	48.5		S511	38.7		S611	47.1		S711	34.2		S811	65.6	
S112	50.7		S212	71.4		S312	47.8		S412	48.5		S512	38.7		S612	47.1		S712	34.2		S812	65.6	
S113	44.1		S213	63.8		S313	43.1		S413	44.9		S513	36.0		S613	45.9		S713	33.6		S813	56.8	
S114	43.0		S214	65.2		S314	48.1		S414	53.8		S514	42.0		S614	53.8		S714	38.7		S814	61.2	
S115	50.4		S215	71.9		S315	52.8		S415	57.3		S515	46.0		S615	56.5		S715	39.8		S815	70.9	
S116	50.4		S216	71.9		S316	52.8		S416	57.3		S516	46.0		S616	56.5		S716	39.8		S816	70.9	
S117	43.0		S217	65.2		S317	48.1		S417	53.8		S517	42.0		S617	53.8		S717	38.7		S817	61.2	

Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)	Hasar Durumu	Adet	Oran (%)
MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	16	100.0	MHB	12	75.2
BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	0	0.0	BHB	4	24.8
İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0	İHB	0	0.0
GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0	GB	0	0.0

EK C

Taşıyıcı sistem için malzeme modellerinin, eleman kesitlerinin, doğrusal olmayan özelliklerin ve diğer birtakım yapısal kabullerin Sap2000 [7] programına tanıtılması bu bölüm içerisinde anlatılmıştır.

Bu tez kapsamında iki farklı perde modelleme seçeneği üzerinde çalışıldığından dolayı aynı yükleme durumları iki farklı bina modeli üzerinde analiz ettirilmiştir. İki binayı birbirinden ayıran temel unsur perdelerin modelleme biçimi olduğu için diğer taşıyıcı elemanların tüm özellikleri aynıdır. Bu sebepten ötürü bu bölümde tanıtılacak olan kolon ve kirişler her iki bina modelinde de aynen kullanılmıştır. Perdeler ise ilgili taşıyıcı sistem modeline göre ayrıca tanıtılmıştır.

Çubuk ve kabuk perdeli binaların Sap2000 programında modellenmesi maddeler hâlinde aşağıda anlatılmıştır.

1. Öncelikli olarak, modellerde kullanılacak olan malzemelerin programa tanıtılması gerekmektedir. Bölüm 3'te verilmiş olan malzeme modellerinden C30 beton malzemesi, S420 ise donatı çeliği malzemesi olarak ilgili elemanlara atanmıştır. Çubuk olarak modellenen ve plastik şekil değiştirmelerin yalnızca kesit uçlarında yığılı bir biçimde olduğu kabul edilen elemanların diğer kısımlarının doğrusal elastik davrandığı kabul edilmiştir. Buna göre, Şekil C.1'de verilen beton malzeme modeli tüm yapıdaki doğrusal elastik çalışan betonarme eleman kesitlerinde kullanılmıştır. Doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin dikkate alındığı kısımlarda ise boyuna donatı ve sargılama durumu betonarme davranışı etkilediğinden dolayı bu bölgeler için kullanılmış olan malzeme modelleri ileriki maddelerde anlatılmıştır. Malzeme modellemesinin gerçekleştirilmesi *Define > Materials > Add New Material* diyalog kutusundan *User* ve *Concrete* seçenekleri seçilerek yapılır.

Material Property Data

Material Name: C30

Material Type: Concrete

Symmetry Type: Isotropic

Modulus of Elasticity: E = 32000000

Poisson's Ratio: U = 0.2

Coeff of Thermal Expansion: A = 9.900E-06

Shear Modulus: G = 13333333

Weight and Mass: Weight per Unit Volume = 25, Mass per Unit Volume = 2.5493

Units: KN, m, C

Other Properties for Concrete Materials: Specified Concrete Compressive Strength, f'c = 30000

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Advanced Material Property Data: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., Time Dependent Properties..., Thermal Properties...

OK Cancel

Şekil C.1: C30 beton sınıfı için malzeme modelinin oluşturulması.

S420 çelik malzemesinin tanıtımı ise Şekil C.2’de gösterilmiştir. Doğrusal olmayan şekil değiştirme özelliklerinin dikkate alınmış olduğu bu malzeme modeli de tıpkı C30 betonu gibi tüm yapıda kullanılmıştır. Beton modellemesinin gerçekleştirilmesi için takip edilen adımlar burada da aynen gerçekleştirilir. Tek fark *User* ve *Steel* seçeneklerinin seçilmesidir. Bu kısımdaki ilgili yerlere gereken değerler Şekil C.2’deki gibi yazıldıktan sonra *Nonlinear Material Data* seçeneğine tıklanır ve doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin çelik malzemesi için nasıl tanımlanması gerektiğini gösteren kısımlar Şekil C.3’te gösterildiği biçimde doldurulur. *Show Stress-Strain Plot* sekmesi açılarak doğrusal olmayan davranışın tariflendiği malzeme modeli Şekil C.4’teki gibi gözlemlenebilir.

Material Property Data

Material Name S420	Material Type Rebar	Symmetry Type Isotropic
Modulus of Elasticity E 1.999E+08	Weight and Mass Weight per Unit Volume 76.9729 Mass per Unit Volume 7.849	Units KN, m, C
Poisson's Ratio U 0.3	Other Properties for Rebar Materials Minimum Yield Stress, Fy 420000 Minimum Tensile Stress, Fu 550000 Expected Yield Stress, Fye 462000 Expected Tensile Stress, Fue 605000	
Coeff of Thermal Expansion A 1.170E-05		
Shear Modulus G 76903069		
Advanced Material Property Data Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties... Thermal Properties...		
OK Cancel		

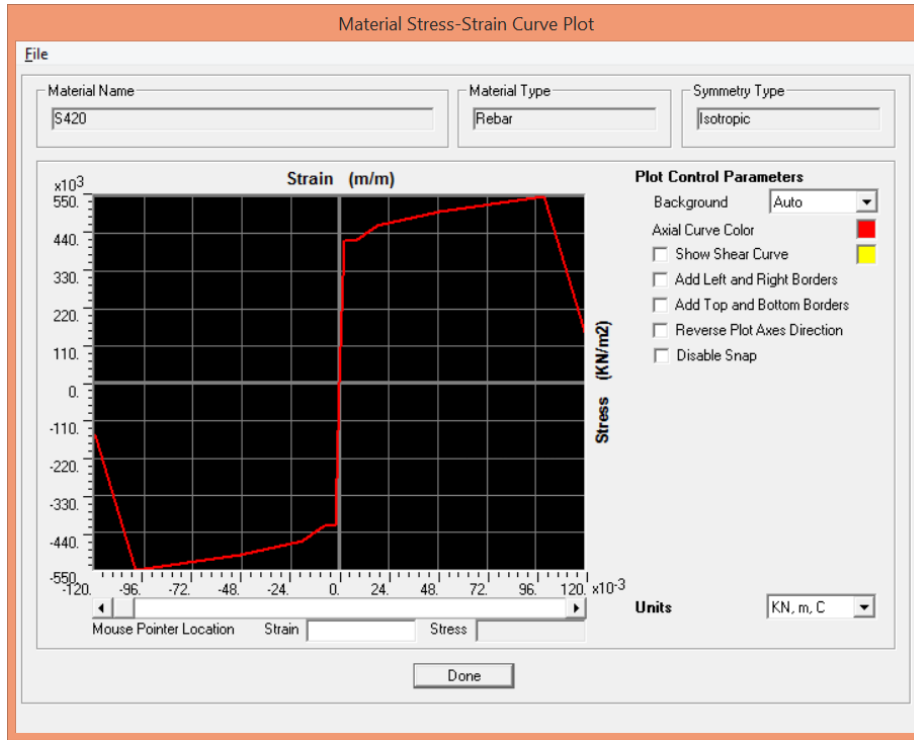
Şekil C.2: S420 çelik sınıfı için malzeme modelinin oluşturulması.

Nonlinear Material Data

Edit

Material Name S420	Material Type Rebar	Units KN, m, C
Hysteresis Type Kinematic	Drucker-Prager Parameters Friction Angle Dilatational Angle	
Stress-Strain Curve Definition Options ☒ Parametric ☐ User Defined Simple Convert To User Defined		
Parametric Strain Data Strain At Onset of Strain Hardening 8.000E-03 Ultimate Strain Capacity 0.1 Final Slope (Multiplier on E) -0.1 ☐ Use Caltrans Default Controlling Strain Values (Bar Size Dependent)		
Show Stress-Strain Plot...		
OK Cancel		

Şekil C.3: S420 çelik sınıfı için doğrusal olmayan şekil değiştirme değerleri.



Şekil C.4: S420 çeliğine ait doğrusal olmayan şekil değiştirme eğrisi.

2. Malzeme modellerinin tanıtımı yapıldıktan sonra taşıyıcı sistem elemanlarının tanıtımına geçilebilir. Bu çalışma kapsamında ele alınan taşıyıcı elemanlar; kirişler, kolonlar ve perdelerdir. Döşemeler, modellemelere dahil edilmemiş, zati ağırlıkları ve taşıdıkları yüklerle birlikte ilgili kiriş, kolon ve perde elemanlara sahip oldukları yük aktarım doğrultuları boyunca yük etkisi olarak aktarılmışlardır. Öte yandan, temel de modellenmemiş olup tüm yapının zemine ankastre biçimde mesnetlendiği kabul edilmiştir.

Tüm yapıda kullanılan 60cm genişlik ve 30cm yüksekliğindeki kiriş kesitinin tanımlanması Şekil C.5'te gösterilmiştir. Burada tarif edilmiş olan kesit bir önceki maddedeki C30 betonu için anlatılan duruma benzer olarak sadece kiriş elemanların doğrusal elastik olarak davrandığı kısımlar içindir. Plastik şekil değiştirmelerin dikkate alındığı uç kısımlara ait kesit özellikleri ise ileriki maddelerde anlatılmıştır. Kolonlar için de aynı durum geçerli olup sonraki maddelerde plastik kesit özelliklerinden bahsedilmiştir. Doğrusal elastik kısımlardaki kesitler için ise yapıda kullanılan kolon tiplerinden KOL35'in tanımlanması bir örnek olarak Şekil C.6'da gösterilmiştir.

Rectangular Section

Section Name KIR_60_30

Section Notes Modify/Show Notes...

Properties **Property Modifiers**

Material

+ C30

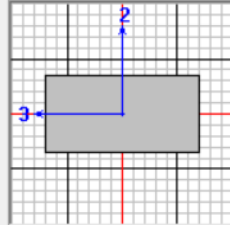
Dimensions

Depth (t3) 0.3

Width (t2) 0.6

Display Color ☐

Concrete Reinforcement... OK Cancel



Şekil C.5: Tüm yapı için doğrusal elastik kısımlarda kullanılacak kiriş kesiti.

Rectangular Section

Section Name KOL35

Section Notes Modify/Show Notes...

Properties **Property Modifiers**

Material

+ C30

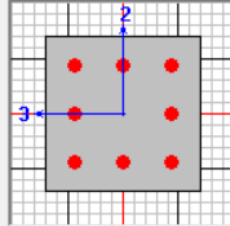
Dimensions

Depth (t3) 0.35

Width (t2) 0.35

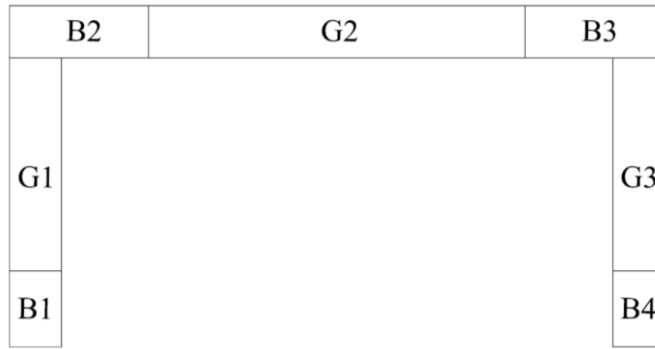
Display Color ☒

Concrete Reinforcement... OK Cancel



Şekil C.6: KOL35 kolonu için doğrusal elastik kısımlarda kullanılacak kolon kesiti.

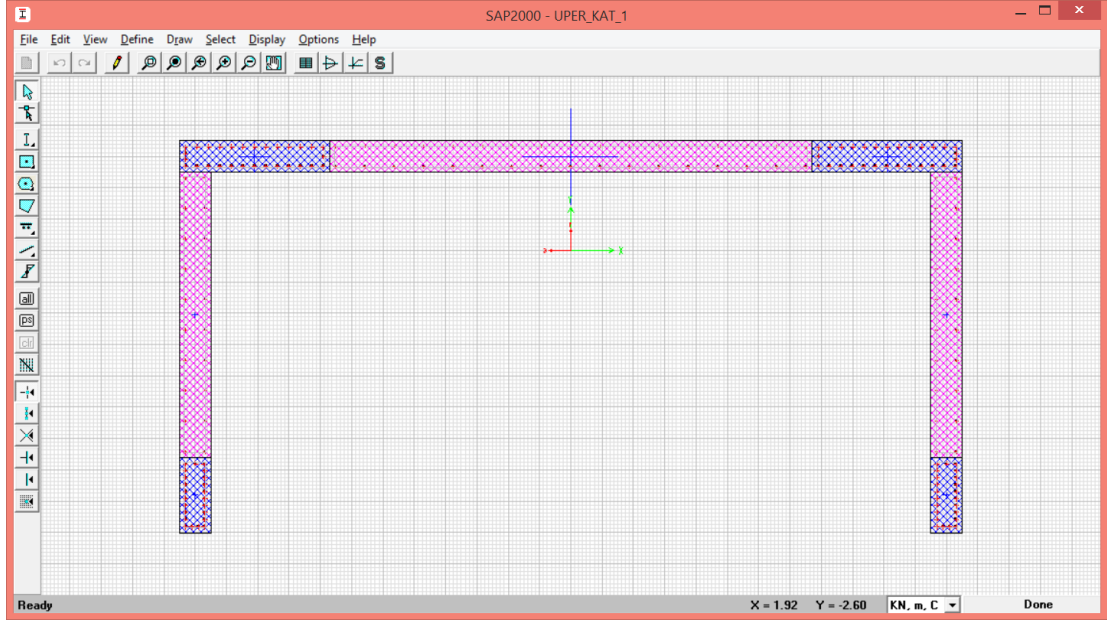
3. Perdeler, Bölüm 3’te detayları verildiği üzere birçok farklı kesit tipine sahiptir. Bu kesit tiplerinden 1.kat perdesine ait olan UPER_KAT_1 kesitinin Sap2000 programına tanımlanması, bir örnek olarak çubuk ve kabuk perdeli modeller için bu kısımda gösterilmiştir. Her iki perde modelinde de aynı donatı düzenleri ve beton malzemeleri kullanılmıştır. İki model arasında farklılık oluşturan en önemli husus doğrusal olmayan davranışın tariflenme biçimidir. Öte yandan, her iki perde modellemesi için de geçerli ve aynı olan bir diğer durum, başlık ve gövde bölgelerinin düzenlenmesidir. Bu bölgelerin perde içerisindeki konumu Şekil C.7’de verildiği gibidir. Simetri durumundan dolayı B1 ile B4, B2 ile B3 ve G1 ile G3 aynı özelliklere sahiptir. Her iki perde modelleme seçeneğinde de başlık bölgeleri olan B1, B2, B3 ve B4’te sargılı, gövde bölgeleri olan G1, G2 ve G3’te ise sargısız kesit kabulü yapılmıştır.



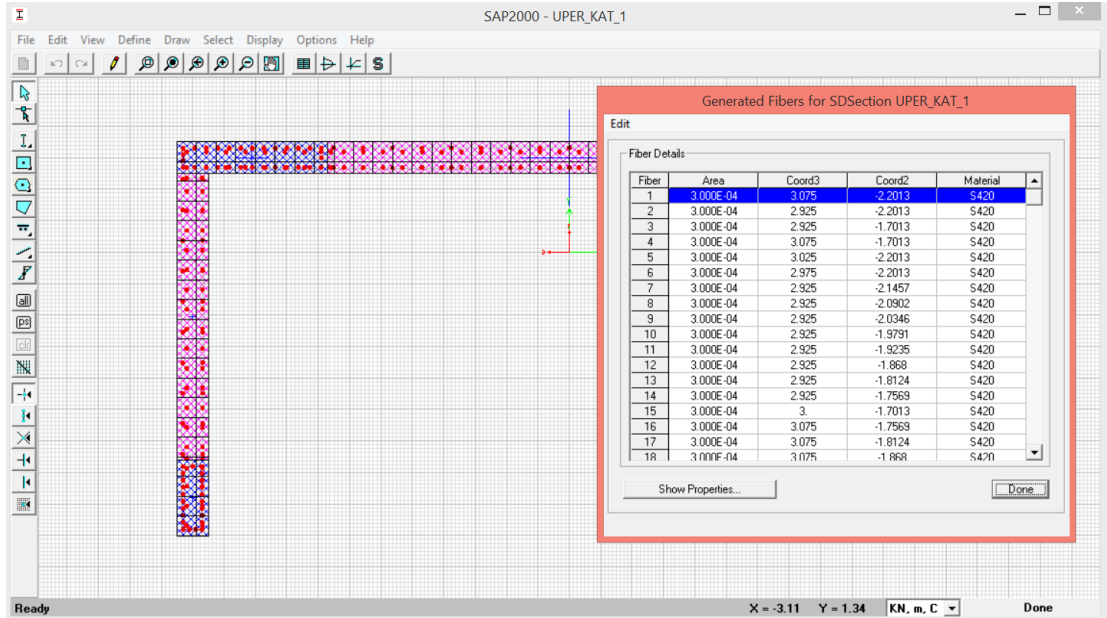
Şekil C.7: Perde başlık ve gövde bölgelerinin isimlendirilmesi.

Çubuk perdeli model için perde kesiti, Sap2000 programının *Section Designer* özelliği kullanarak tanımlanmıştır. Perde kesiti oluşturulurken Şekil C.7’de belirtilen bölgeler dikkate alınmış ve Bölüm 3’te verilen donatı düzenleri programa tanıtılmıştır. Doğrusal olmayan davranışın tariflenmesi, tüm katlardaki perdelerin alt uçlarına lifli plastik mafsalları atamak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Perde uzun doğrultusu olan kısım 40, kısa doğrultu ise 20 eş parçaya bölünerek 40x20’lik bir lif ağı oluşturulmuştur. Bu ağ içerisinde her bir beton ve donatı bölgesinin alanına lifler atanmış ve boyuna donatı, sargılama etkisi gibi parametreler dikkate alınarak önceden tariflenmiş olan perde kesiti içerisindeki tüm bölgelere ait doğrusal olmayan istemler elde edilmiştir.

Şekil C.8’de oluşturulmuş perde kesiti, Şekil C.9’da ise perde kesiti üzerinde kırmızı renkteki noktalar yardımıyla liflerin yerleri ve buna ilave olarak aynı şekil içerisinde liflere ait koordinat, malzeme ve alan özelliklerini veren tablo da gösterilmiştir.

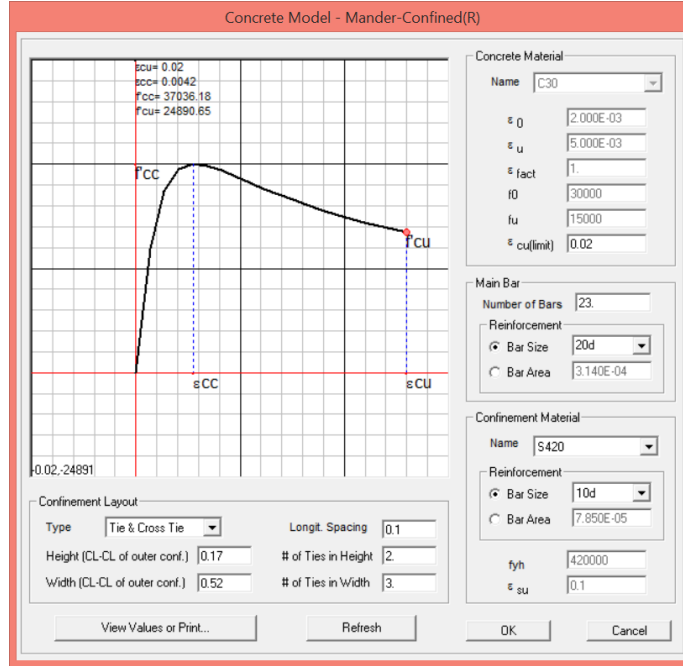


Şekil C.8: Çubuk perde modeli için 1.kat perde kesiti.

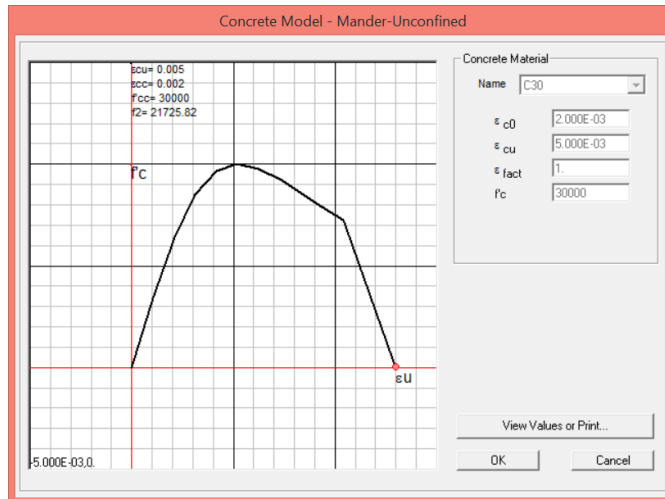


Şekil C.9: Çubuk perde modeli için 1.kat perde kesitindeki liflerin gösterimi.

Doğrusal olmayan davranışı tarif eden gerilme – birim şekil değiştirme eğrileri ise Şekil C.10’da 1.kat perdesi başlık bölgelerinden B1 ve Şekil C.11’de ise yapıdaki perdeler için tüm gövde bölgeleri için gösterilmiştir. Gövde bölgelerinin hepsinde aynı malzeme modelinin kullanılmasının sebebi bu bölgelerin donatı düzeninden bağımsız olarak sargısız beton davranışı göstereceği kabulüdür.



Şekil C.10: ÇPM için 1.kat perdesi B1 başlık bölgesinin malzeme davranışı tanımlanması.



Şekil C.11: ÇPM için perde gövde bölgeleri malzeme davranışının tanımlanması.

Çok katmanlı kabul perde modeline ait kesit tanıtılması yapmadan önce bu kesite ait malzemenin tanımlanması gerekmektedir. Tıpkı çubuk perde modelinde olduğu gibi her bir başlık ve gövde bölgesi için ayrı malzeme tanımlaması yapılmıştır. Çubuk perde modeli için kullanılan malzeme tanımlamaları kabuk katmanları için de aynen uygulanmıştır. Buna göre; UPER_KAT_1 perde kesitine ait malzeme tanımlamaları B1 başlık bölgesi için Şekil C.12’de verilmiştir. Çubuk perde modeli için yapılan kabulde olduğu gibi tüm kabuk perde modeline ait gövde bölgelerinde de sargısız beton modeli kullanılmıştır. Gövde bölgeleri için olan malzeme eğrisinin tanımlanması Şekil C.13’te gösterilmiştir. *Show Stress-Strain Plot* sekmesi açılarak bu eğri gözlemlenebilir.

Nonlinear Material Data

Edit

Material Name: UST1_B1_B4

Material Type: Concrete

Hysteresis Type: Takeda

Drucker-Prager Parameters:

Friction Angle: 0

Dilational Angle: 0

Units: KN, m, C

Stress-Strain Curve Definition Options:

☐ Parametric

☒ User Defined

Convert To User Defined

User Stress-Strain Curve Data

Number of Points in Stress-Strain Curve: 21

	Strain	Stress	Point ID
1	-0.02	-24891.	
2	-0.0189	-25456.	
3	-0.0179	-26058.	
4	-0.0168	-26701.	
5	-0.0158	-27389.	
6	-0.0147	-28126.	
7	-0.0137	-28917.	
8	-0.0126	-29765.	
9	-0.0116	-30674.	
10	-0.0105	-31646.	
11	-9.474E-03	-32677.	
12	-8.421E-03	-33755.	
13	-7.368E-03	-34849.	

Order Rows

Show Plot...

OK Cancel

Şekil C.12: KPM için 1.kat perdesi B1 başlık bölgesinin malzeme davranışı tanımlanması.

Nonlinear Material Data

Edit

Material Name: Material Type:

Hysteresis Type:

Drucker-Prager Parameters:

Friction Angle: Dilatational Angle:

Units:

Stress-Strain Curve Definition Options:

☒ Parametric ☐ User Defined

Mander:

Parametric Strain Data:

Strain At Unconfined Compressive Strength, ϵ_c :

Ultimate Unconfined Strain Capacity:

Final Compression Slope (Multiplier on E):

Şekil C.13: KPM için perde gövde bölgeleri malzeme davranışının tanımlanması.

Kabuk perde modelinde çok katmanlı kabukların tanımlanması ise şu şekilde gerçekleştirilir; *Define > Area Sections > Add New Section > Shell – Layered/Nonlinear* adımları takip edilerek Şekil C.14’te gösterilmiş olan sekme açılır.

Shell Section Layer Definition

Layer Definition Data

Layer Name	Distance	Thickness	Type	Num Int. Points	Material	Material Angle	Material S11	Material S22	Material Behavior S12
1	0	1	Shell	2	C30	0	Linear	Linear	Linear

☐ Highlight Selected Layer

Transparency Control:

Section Name:

Order Layers By Distance:

Calculated Layer Information:

Number of Layers:

Total Section Thickness:

Sum of Layer Overlaps:

Sum of Gaps Between Layers:

Şekil C.14: Kabuk katmanlarının tanımlanması - 1.

Açılan bu pencereden sol kısımda bulunan *Quick Start* butonuna basılarak *Concrete Shell Section Quick Start Parameters* diyalog kutusu açılır, Şekil C.15'te gösterildiği şekilde doldurulur. Burada, doğrusal olmayan davranışın daha iyi gözlemlenebilmesi açısından tüm düzlem içi ve dışı eleman davranışları doğrusal olmayan özellikler dikkate alınarak tariflenmiştir. *Ok* butonuna basılarak sekme kapatılır ve bu sayede Sap2000 programı otomatik olarak 1.kat perdesine ait B1 başlık bölgesi için kabuk katmanlarının doğrusal olmayan davranışını tanımlamış olur.

The screenshot shows the 'Concrete Shell Section Quick Start Parameters' dialog box. The 'Section Name' is 'UST1_B1_B4'. 'Rebar Layers' is set to 'Two Layers'. 'Units' are 'KN, m, C'. 'Concrete Material' is 'UST1_B1_B4' and 'Rebar Material' is 'S420'. 'Concrete Thickness' is '0.25'. 'In-Plane Element Component Behavior' has 'S11 Nonlinear', 'S22 Nonlinear', and 'S12 Nonlinear' all checked. 'Out-of-Plane Element Component Behavior' is set to 'Same as In-Plane'. The 'Rebar Size, Spacing and Clear Cover' section has a table with the following data:

Direction	Size	Spacing	Cover
Top Bars - Direction 1	10d	@ 0.1	0.04
Top Bars - Direction 2	20d	@ 0.067	0.04
Bottom Bars - Direction 1	10d	@ 0.1	0.04
Bottom Bars - Direction 2	20d	@ 0.067	0.04

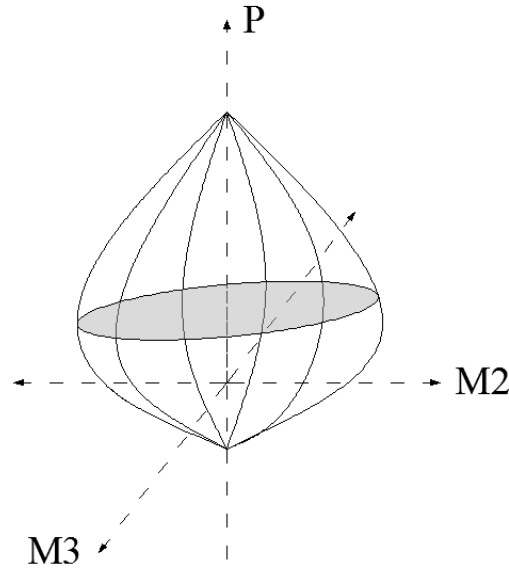
The 'Shell Section Elevation View' shows a cross-section with rebar and a coordinate system. The 'Shell Section Plan View' shows a plan view with rebar and a coordinate system.

Şekil C.15: Kabuk katmanlarının tanımlanması - 2.

- İkinci maddede kesitleri tanımlanan kolon ve kiriş çubuk elemanlarının uç bölgelerine atanacak olan plastik mafsallık özellikleri ise XTRACT [8] programından alınan veriler yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Kolonlar için plastik mafsallık tanımlaması, Sap2000 programının PMM plastik mafsallık tipi kullanılarak yapılmıştır. Bu mafsallık tipi şu şekilde elde edilir; 2 boyutlu P (normal kuvvet) ve M (moment) etkileşim yüzeylerinin, farklı

doğrultulardaki momentlerin etkilerinin toplanması sonucu 3 boyutlu hâle dönüştürülmesi gerçekleştirilir. Yapılan analizler neticesinde elde edilen normal kuvvet ve momentlerin ortak etkisinin sonucu, bu 3 boyutlu kapasite eğrisi içerisinde yer alıyorsa kesit elastik (linear), eğri üzerinde veya dışında yer alıyor ise elastik olmayan (nonlinear) davranış gösterir. Şekil C.16’da normal kuvvet ve momentlerin etkileşim eğrileri 3 boyutlu olarak gösterilmiştir.



Şekil C.16: Kolonlar için 3 boyutlu etkileşim yüzeyi.

Buna göre, Sap2000 programı kullanılarak, XTRACT değerleri ile elde edilen 3 boyutlu etkileşim yüzeyleri ve Bölüm 3’te kolonlar için verilen moment – eğrilik ilişkilerini gösteren veriler yardımıyla plastik mafsalları tanımlamaları şu şekilde gerçekleştirilir; *Define > Section Properties > Hinge Properties > Add New Property* adımları izlenerek *Default for Added Hinges* diyalog kutusu açılır. Burada *User Defined* seçimi yapılarak *Ok* butonuna basılır. Açılan pencereden Şekil C.17’de gösterildiği gibi *Deformation Controlled (Ductile)* seçeneği ve alt kısımda bulunan listeden *Interacting P-M2-M3* seçilerek sünek davranış kabulü yaptığımız plastik mafsalları için Şekil C.18’de verilen pencere açılır. Burada yalnızca 35*35cm ebatlarındaki KOL35 kolonu için gerçekleştirilen plastik mafsalları özellikleri gösterilmiş olup diğer kolonların plastik mafsalları özellikleri de benzer şekilde tanımlanmıştır.

Frame Hinge Property Data

Hinge Property Name
KOL35

Hinge Type
☐ Force Controlled (Brittle)
☒ Deformation Controlled (Ductile)
 Interacting P-M2-M3

Modify/Show Hinge Property...

OK Cancel

Şekil C.17: KOL35 kolonu için plastik mafsallık özellikleri - 1.

Frame Hinge Property Data for KOL35_35 - Interacting P-M2-M3

Hinge Specification Type
☒ Moment - Rotation
☐ Moment - Curvature
 Hinge Length
☒ Relative Length

Scale Factor for Rotation (SF)
☐ SF is Yield Rotation per FEMA 356 Eqn. 5-2 (Steel Objects Only)
☒ User SF 1

Load Carrying Capacity Beyond Point E
☒ Drops To Zero ☐ Is Extrapolated

Symmetry Condition
☐ Moment Rotation Dependence is Circular
☒ Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3
☐ Moment Rotation Dependence has No Symmetry

Requirements for Specified Symmetry Condition
 1. Specify curves at angles of 0° and 90°.
 2. If desired, specify additional intermediate curves where: 0° < curve angle < 90°.

Axial Forces for Moment Rotation Curves
 Number of Axial Forces 2
 Modify/Show Axial Force Values...

Curve Angles for Moment Rotation Curves
 Number of Angles 3
 Modify/Show Angles...

Modify/Show Moment Rotation Curve Data...
 Modify/Show P-M2-M3 Interaction Surface Data...

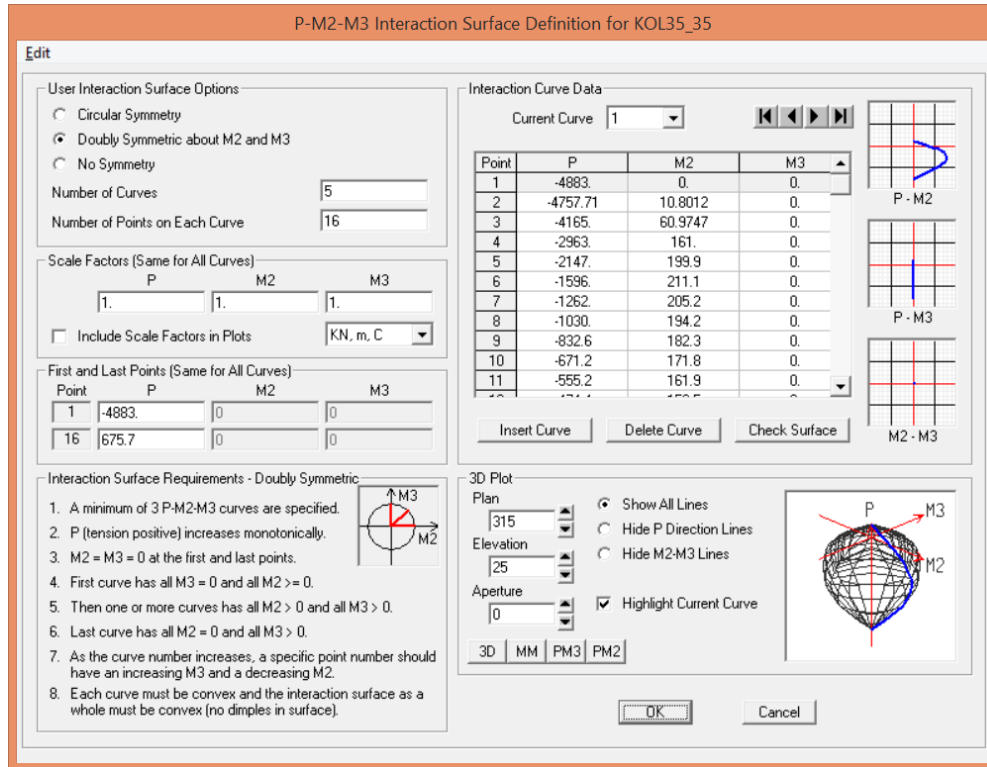
OK Cancel

Şekil C.18: KOL35 kolonu için plastik mafsallık özellikleri - 2.

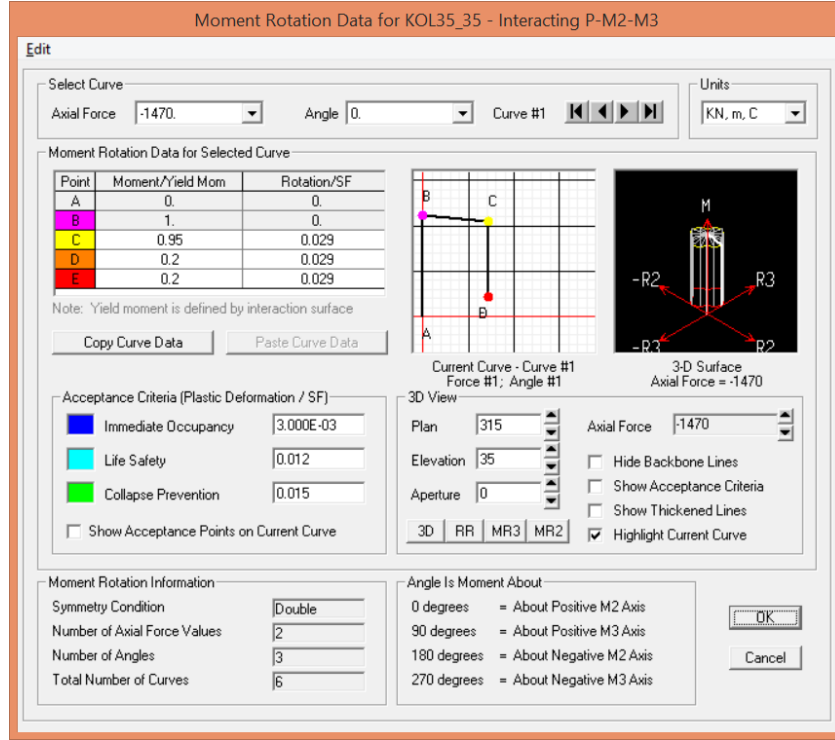
Bu çalışmada plastik mafsala ait özellikler tanımlanırken moment – dönme ilişkisi temel alınmıştır. Moment – dönme ilişkilerinin tanımlanmasında

kullanılacak normal kuvvet adeti 2, momentlerin farklı doğrultulardaki etkiye açılarının adeti ise 3 olarak belirlenmiştir. Bölüm 3'te verilen Çizelge 3.9'da bu değerler gösterilmiş olup KOL35 kolonu için normal kuvvet değerleri kN cinsinden $P1 = -368$ ve $P2 = -1470$, momentlerin etkiye açıları ise derece cinsinden 0, 45 ve 90 olarak programa tanıtılmıştır.

Yapıdaki tüm kolonlar kare şeklinde ve donatı düzenleri simetrik olduğu için moment – dönme ilişkisinin çift simetrik durumunu ifade eden *Moment Rotation Dependence is Doubly Symmetric about M2 and M3* seçimi yapılmıştır. Ayrıca, kesitin moment taşıma kapasitesine eriştikten sonra yük taşıyamacağını tanımlamak için *Load Carrying Capacity Beyond Point E* kısmından *Drops to Zero* seçeneği seçilmiştir. Öte yandan *User SF 1* alınarak Çizelge 3.9'daki değerlerin aynen kullanılması olanaklı hale getirilmiştir. Bu veriler yardımıyla, Şekil C.19 ile Şekil C.20'de sırasıyla P-M2-M3 etkileşim yüzeylerine ve moment – dönme eğrilerine ilişkin bilgiler gösterilmiştir.



Şekil C.19: KOL35 kolonu için P-M2-M3 karşılıklı etkileşim yüzeylerinin belirlenmesi.



Şekil C.20: KOL35 kolonu için moment – dönme ilişkilerinin belirlenmesi.

Yukarıda bahsedilen bu işlemler yapıldıktan sonra örnek tip olarak seçilmiş KOL35 için PMM tipi mafsalları tanımlanması gerçekleştirilmiş olunur. Benzer işlem diğer kolonlara da uygulanarak tüm kolonların plastik mafsalları özellikleri programa tanıtılır.

Kirişlerde durum kolonlardakinden biraz daha farklı olup sadece eğilme momentinin etkisi incelendiğinden dolayı daha basittir denilebilir. Sap2000’de eğilme momentinin etkisini ifade eden M3 tipi plastik mafsalları kirişlere atanması ise şu şekilde gerçekleştirilir; *Define > Section Properties > Hinge Properties > Add New Property* adımları izlenerek *Default for Added Hinges* diyalog kutusu açılır. *User Defined* seçimi yapıldıktan sonra ise kolonlardan farklı olarak plastik mafsalları tipi için Şekil C.21’de gösterildiği üzere yalnızca eğilme momenti etkisinin tanımlanacağı *Moment M3* seçilir. Açılan pencere, burada örnek kiriş plastik mafsalları tipi olarak belirlenen K1_SOL için Bölüm 3’teki Çizelge 3.10’dan alınan veriler yardımıyla Şekil C.21’deki gibi doldurulmuştur. Burada, moment ve dönme değerlerinin Sap2000 tarafından otomatik olarak hesaplanması yöntemi yerine XTRACT’ten alınan veriler kullanılmıştır.

Frame Hinge Property Data for K1_SOL - Moment M3

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-38.4
D-	-0.2	-38.4
C-	-1.151	-38.4
B-	-1.	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.134	40.1
D	0.2	40.1
E	0.2	40.1

☐ Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

☒ Drops To Zero
☐ Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

	Positive	Negative
☐ Use Yield Moment	Moment SF 135.4	230.2
☐ Use Yield Rotation (Steel Objects Only)	Rotation SF 1.860E-03	2.080E-03

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
☒ Immediate Occupancy	3.000E-03	-3.000E-03
☐ Life Safety	0.012	-0.012
☐ Collapse Prevention	0.015	-0.015

☐ Show Acceptance Criteria on Plot

Type

☒ Moment - Rotation
☐ Moment - Curvature

Hinge Length

☐ Relative Length

Hysteresis Type And Parameters

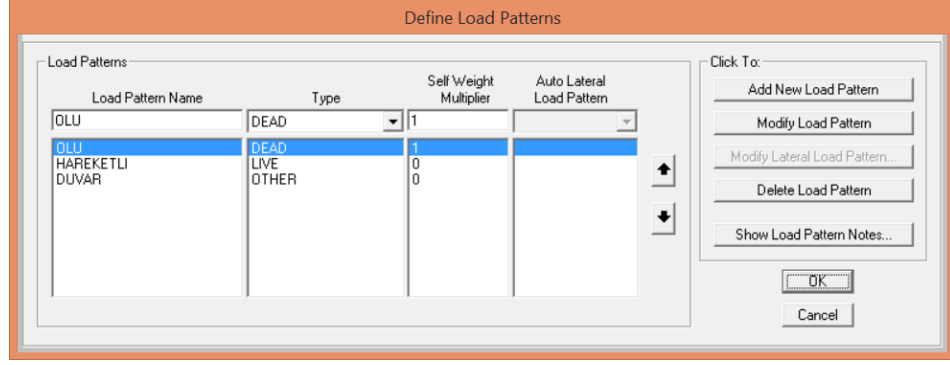
Hysteresis Type

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

Şekil C.21: K1_SOL kiriş plastik mafsalsı tipi için moment – dönme ilişkilerinin belirlenmesi.

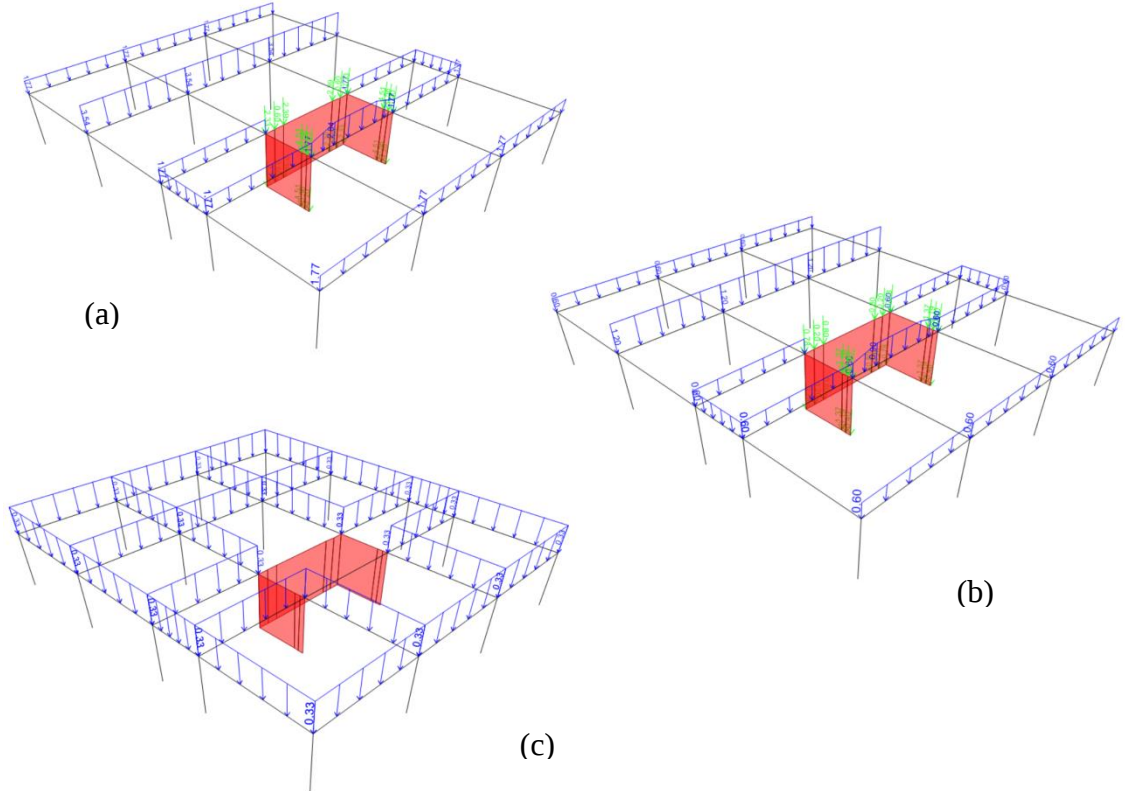
Böylelikle kolon, kiriş ve perde elemanlar için kesitlerin ve doğrusal olmayan özelliklerin tanımlanması yapılmış olunur.

- Yapısal elemanlara ait özellikler tanımlandıktan sonra bina modelinin oluşturulmasına geçilebilir. Bölüm 3'teki kesit ve yüklere ait veriler kullanılarak analitik sistem modeli Şekil 3.15'te gösterildiği gibi kurulur. Bu aşamadan itibaren yük tanımlamaları yapılabilir. Buna göre, Sap2000 programından *Define* > *Load Patterns* adımları izlenerek binaya etki ettirilecek olan yük durumları seçilir. Burada *Self Weight Multiplier* seçeneği ÖLÜ yük için "1" seçilmiştir. Bu sayede yapısal elemanlara ait kütleler de bu yük tipi içerisinde sistem davranışına dahil edilmiştir. Diğer yük durumları olan HAREKETLİ ve DUVAR için ise bu seçenek "0" olarak ayarlanmış ve bu sayede sistem elemanlarına ait kütsel yüklerin birden fazla kez etki ettirilmesi önlenmiştir. AEDY ve ZTADOA yöntemlerine ait yatay yük durumlarını ifade eden veriler ise bu bölüm altında sunulmamış olup sadece düşey yük durumları için olan bilgiler burada sunulmuştur. Şekil C.22'den düşey yükler için kullanılan bu yük modelleri gözlemlenebilir.



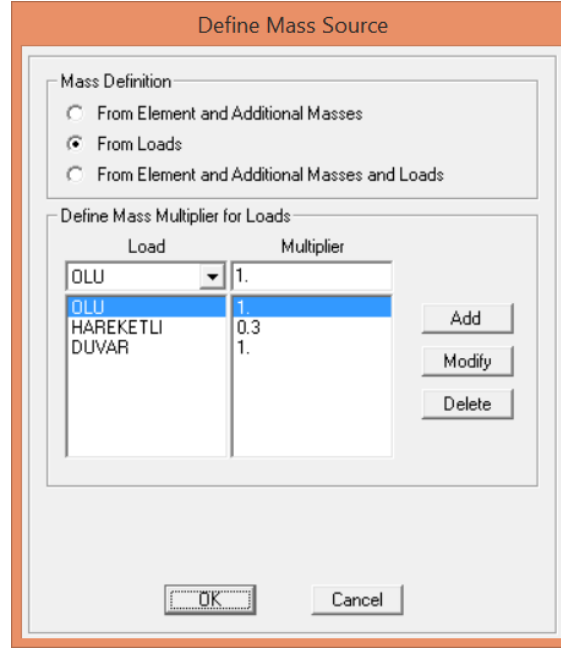
Şekil C.22: Düşey yük modelleri tanımlamaları.

Binaya düşey yüklerin etki ettirilmesi, yukarıda tarif edilen yük tanımlamalarına göre Bölüm 3'te bulunan Çizelge 3.3'teki yükler ve Şekil 3.12'de verilen bu yüklerin dağıtım doğrultuları kullanılarak gerçekleştirilir. Döşeme üzerinde bulunan tüm düşey yükler kirişlere, kirişler vasıtasıyla da düşey taşıyıcılara aktarılır. Tüm katlar için aynı yük durumları tarif edildiğinden dolayı Şekil C.23'te herhangi bir kat için düşey yükler ton/m birim cinsinden gösterilmiştir.



Şekil C.23: ÖLÜ (a), HAREKETLİ (b) ve DUVAR (c) yükleri.

Düşey yüklerin ataması yapıldıktan sonra ise modal hesaplamalar için kullanılacak olan kütle kaynaklarının tanımlanması gerekmektedir. TDY'07 ile uyumlu olacak biçimde, bu çalışma kapsamında ele alınan konut türü bina için sabit yükler olan ÖLÜ ve DUVAR yüklerinde modal yük katılım katsayısı $n=1.00$, hareketli yükler için ise $n=0.30$ alınmıştır. *Define > Mass Source* adımları izlenerek bu katsayıların Sap2000'e aktarılışı yapılmış ve Şekil C.24'te gösterilmiştir.

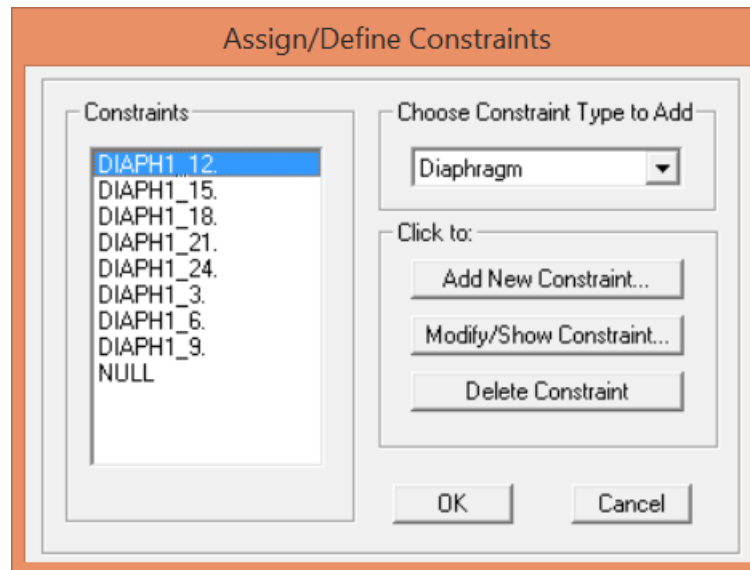


Şekil C.24: Kütle kaynağı tanımlamaları.

- Performans değerlendirmesi için kullanılacak olan yatay yüklerin tariflendirilmesinden önceki son adım olarak, her bir kat hizasındaki elemanların birlikte çalışabilmesini sağlayabilmek için rijit diyaframlar atamak gerekir. Bu işlem için temel hizası hariç tüm noktalar seçilir ve *Assign > Joint > Constraints* adımları izlenerek açılan sekmedeki sağ tarafta bulunan listeden *Diaphragm* seçili duruma getirilir, *Add New Constraint* butonuna tıklanılır. Şekil C.25'te gösterilen seçimler yapılarak Sap2000 programında düşey doğrultuyu ifade eden Z eksenı boyunca her bir farklı kat seviyesine ayrı rijit diyaframlar atanmış olunur. Şekil C.26'ta bu diyaframların isimleri son iki hanesinde bulunan kotlarla ifade edilmiştir.



Şekil C.25: Rijit diyafram atamaları - 1.



Şekil C.26: Rijit diyafram atamaları - 2.

EK D

Sap2000 [7] programına AEDY yönteminin nasıl tariflendiği bu kısımda anlatılmıştır. Yöntemin uygulanması, bu çalışma kapsamında kullanılan bina modellerinden hem çubuk hem de kabuk perdeli sistemler için aynı adımlar takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Aralarındaki en önemli fark her iki modelin farklı rijitlik değerlerine sahip olmasından ötürü eşdeğer deprem yükü dağılımlarının aynı olmamasıdır. Burada örnek olarak sadece çubuk perdeli model için olan değerler verilmiştir. Öte yandan, birden fazla doğrultuda itme analizi yapılmış olmasına karşın bu kısımda yalnızca X doğrultusu için olan itme analizinin nasıl yapıldığı gösterilmiştir.

AEDY yönteminin X doğrultusu için uygulanışı maddeler halinde şu şekilde sıralanmıştır:

1. Düşey yükler için yapılmış olan yük modelleri tanımlamalarına ilave olarak *Define > Load Pattern* adımları takip edilerek Şekil D.1’de gösterilen pencere açılır. Bu kısımdan, eşdeğer deprem yükü tanımının yapılabilmesi için yükleme adı ESDEGER X yazılıp *Type* kısmından *QUAKE, Auto Lateral Load Pattern* kısmından ise *User Loads* seçilir ve *Add New Load Pattern* butonuna basılır. Sağ kısımda bulunan *Modify Lateral Load Pattern* tıklanılarak önceden tarif edilmiş olan diyaframların kütle merkezlerine eşdeğer deprem yükü dağılımının katlar arasında hangi oranlarla etki ettirileceği tarif edilir. Şekil D.2’de gösterilmiş olan bu diyalog kutusundaki dikkat edilmesi gereken husus *Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)* ile ifade edilen dışmerkezlilik değerinin “0” alınmasıdır.

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
ESDEGER X	QUAKE	0	User Loads
OLU	DEAD	1	
HAREKETLI	LIVE	0	
DUVAR	OTHER	0	
ESDEGER X	QUAKE	0	User Loads

Click To:

Add New Load Pattern

Modify Load Pattern

Modify Lateral Load Pattern...

Delete Load Pattern

Show Load Pattern Notes...

OK

Cancel

Şekil D.1: Eşdeğer deprem yükü tanımlaması - 1.

Diaphragm	Diaphragm Z	FX	FY	MZ	X	Y
DIAPH1_24	24	1	0	0		
DIAPH1_21	21	0.839	0	0		
DIAPH1_18	18	0.685	0	0		
DIAPH1_15	15	0.524	0	0		
DIAPH1_12	12	0.377	0	0		
DIAPH1_9	9	0.238	0	0		
DIAPH1_6	6	0.124	0	0		
DIAPH1_3	3	0.041	0	0		

☐ User Specified Application Point

☒ Apply at Center of Mass

Additional Ecc. Ratio (all Diaph.) 0

OK

Cancel

Şekil D.2: Eşdeğer deprem yükü tanımlaması - 2.

2. Eşdeğer deprem yükü tanımlamasının ardından itme analizinin programa tanıtılmasına geçilebilir. İlk olarak, itme analizleri için başlangıç adımını ifade eden, yapının düşey yükler tarafından yüklenmesi gerçekleştirilir. *Define > Load Cases > Add New Load Case* adımları izlenerek açılan pencereden Şekil D.3'te gösterildiği gibi analiz türü olarak *nonlinear* seçilir. Yükleme türü *Load Case Type* kısmından *Static* olarak seçildikten sonra başlangıçta yapının hiçbir yük etkisi altında olmadığı durumunu belirten *Zero Initial Conditions – Start from Unstressed State* seçili hâle getirilir. Bu çalışma kapsamındaki analizlerde geometri bakımından doğrusal olmayan şekil değiştirmeler göz önüne alınmadığı

için *Geometric Nonlinearity Parameters* bölümünde *None* seçilmiştir. *Loads Applied* bölümündeki yükler ve katsayıları Şekil D.3'te gösterildiği gibi girildikten sonra düşey yüklerin tanımlanması tamamlanmış olur. Burada, *Other Parameters* bölümünden *Load Application* kısmı *Full Load* seçilerek tam yüklemenin gerçekleştirilmesi sağlanır. *Results Saved* kısmından ise *Final State Only* seçilerek yalnızca son duruma dair bilgi istemi programa aktarılır. *Nonlinear Parameters* kısmı ise doğrusal olmayan analiz ile alâkalı çözüm yöntemleri ve seçenekleri sunar. Çoğunlukla *Default* bırakılması önerilir.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DLU	1.
Load Pattern	DLU	1.
Load Pattern	HAREKETLI	0.3
Load Pattern	DUVAR	1.

Şekil D.3: AEDY yöntemi için düşey yükleme durumunun tanımlanması.

AEDY yöntemi için başlangıç adımını ifade eden düşey yükleme durumu ZTADOA yöntemi için de kullanılır.

3. Düşey yüklerle ilgili işlemler yapıldıktan sonra ise AEDY yöntemi tanımlaması için son adım olan yatay yüklerin programa tanıtılmasına geçilebilir. İkinci madde olduğu gibi *Define > Load Cases > Add New Load Case* adımları takip edilerek *Load Case Data – Nonlinear Static* penceresi açılır. Buradaki temel fark, başlangıç koşullarını ifade eden bölümden *Continue from State at End of Nonlinear Case* kısmından DUSEY_YUKLEME'nin seçilmesidir. Bu sayede

yatay yükler için başlangıç adımı olarak düşey yüklerin yapıya etki ettirilmiş hâli olan durum seçilmiş olur. *Loads Applied* bölümünden ise önceden tarif edilmiş olan X doğrultusu için eşdeğer deprem yüklemesi seçilir. Şekil D.4'te bu adım için yapılan işlemler gösterilmiştir.

The screenshot shows the 'Load Case Data - Nonlinear Static' dialog box. The 'Load Case Name' is 'AEDY_X'. The 'Load Case Type' is 'Static'. Under 'Initial Conditions', 'Continue from State at End of Nonlinear Case' is selected with 'DUSEY_YUKI' as the previous case. The 'Modal Load Case' section has 'All Modal Loads Applied Use Modes from Case' set to 'MODAL'. The 'Loads Applied' table has one entry: 'Load Pattern' (Load Pattern), 'Load Name' (ESDEGER X), and 'Scale Factor' (1). The 'Analysis Type' is 'Nonlinear'. The 'Geometric Nonlinearity Parameters' are set to 'None'. The 'Other Parameters' section has 'Load Application' set to 'Displ Control', 'Results Saved' set to 'Multiple States', and 'Nonlinear Parameters' set to 'User Defined'. Buttons for 'Add', 'Modify', 'Delete', 'OK', and 'Cancel' are present.

Şekil D.4: AEDY yöntemi için yatay yükleme durumunun tanımlanması.

Other Parameters kısmı da düşey yükler için yapılan kabullerden farklı olarak ayarlanır. Buna göre; *Load Application* kısmından Şekil D.5'te gösterildiği gibi *Displacement Control* seçilerek yükleme adımlarının istediğimiz yerdeğiştirme seviyesine kadar ilerletilmesi sağlanır. Sap2000 programı otomatik olarak en üst kat seviyesinde bulunan herhangi bir noktayı seçer ve bu noktanın bina yüksekliğinin %4'ü kadar yerdeğiştirme istemini talep eder. Program tarafından öngörülen bu yerdeğiştirme değeri makul olup seçilen noktanın kat hizasındaki kütle merkezinde veya ona yakın bir yerde olması tavsiye edilir.

Results Saved kısmından analiz sonuçlarının her bir yükleme adımı için kaydedilmesini tarif eden *Multiple States* seçilmiştir. Şekil D.6'dan bu durum görülebilir.

Nonlinear Parameters kısmı ise bir önceki maddede anlatıldığı gibi Default bırakılabilir veya kullanıcı tanımlı hâle getirilebilir.

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Load Application Control

☐ Full Load

☒ Displacement Control

Control Displacement

☐ Use Conjugate Displacement

☒ Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of 0.96

Monitored Displacement

☒ DOF U1 at Joint 1204

☐ Generalized Displacement

OK Cancel

Şekil D.5: AEDY yöntemi X doğrultusu yatay yüklemesi için yükleme türünün ve yerdeğiştirme isteminin belirlenmesi.

Results Saved for Nonlinear Static Load Cases

Results Saved

☐ Final State Only ☒ Multiple States

For Each Stage

Minimum Number of Saved States 100

Maximum Number of Saved States 500

☒ Save positive Displacement Increments Only

OK Cancel

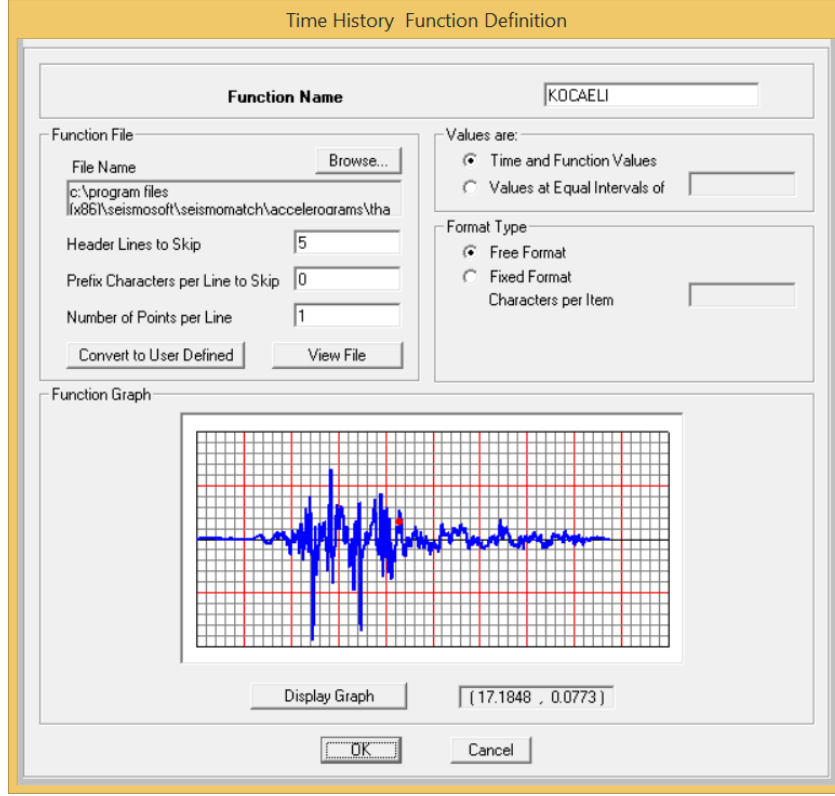
Şekil D.6: AEDY yöntemi X doğrultusu yatay yüklemesi için analiz sonuçlarının kayıt edilme yönteminin belirlenmesi.

Bu işlemlerin ardından Sap2000 programına AEDY yönteminin X doğrultusu için tanımlanması gerçekleştirilmiş olur. Diğer doğrultular için de benzer işlemler yapılır.

EK E

Sap2000 [7] programına ZTADOA yönteminin nasıl tariflendiği bu kısımda anlatılmıştır. Bu yöntemin uygulanışının çubuk ve kabuk perdeli sistemler için herhangi bir farkı yoktur. Buna göre, yöntemin uygulanışı aşağıda maddeler hâlinde anlatılmıştır.

1. ZTADOA yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle deprem ivme kayıtlarının Sap2000 programına aktarılması gerekmektedir. Bölüm 5'te ayrıntıları verilen bu ivme kayıtlarının SeismoMatch [9] yazılımı ile benzeştirilmeleri yapıldıktan sonra elde edilen yeni kayıtlar “.txt” uzantılı dosyalar biçiminde kaydedilerek Sap2000'e tanıtılmıştır. Bu işlem şu şekilde yapılır; *Define > Functions > Time History* adımları takip edilir ve açılan diyalog kutusundaki sağ kısımda bulunan listeden *From File* seçilir. Böylelikle önceden üretilmiş olan ivme kayıtlarının programa aktarılacağı pencere açılmış olunur. Programa aktarılmış olan 7 adet ivme kaydından KOCAELI depreminin yukarıda anlatıldığı şekilde Sap2000 programına tanıtılması Şekil E.1'de gösterilmiştir. Buradaki *Function File* kısmındaki ifadelerden *Header Lines to Skip* ivme kaydı dosyasında başlangıçtan itibaren kaç adet satırın atlanacağını, *Prefix Character per Line to Skip* her bir satır başı için atlanılması gereken karakter sayısını ve *Number of Points per Line* ise ivme datasında bulunan ivme sütunlarının sayısını ifade eder. Ele alınan ivme kaydındaki ivme değerleri zamana bağlı olarak tanımlandığı için *Values are* kısmından *Time and Function Values* seçilir. İvme kaydının türünü tarif eden *Format Type* kısmından ise *Free Format* seçeneğinin seçilmesi tavsiye edilir. Ayrıca, pencerenin alt kısmında bulunan *Display Graph* butonu ile deprem kaydı ivme – zaman eksenlerinde görsel olarak gözlemlenebilirken bu grafiğin üzerinde yer alan *View File* komutu ile de deprem kaydına ait sayısal değerler incelenebilir.



Şekil E.1: KOCAELI ivme kaydının Sap2000 programına tanıtılması.

Diğer deprem ivme kayıtlarının da benzer şekilde aktarımı yapılır ve böylelikle tüm depremler programa tanıtılmış olur.

2. Dinamik yükleme durumunun tanımlanması için *Define > Load Cases > Add New Load Case* adımları takip edilerek *Load Case Data* penceresi açılır. Şekil E.2'den incelenebilecek olan bu pencerede örnek olarak, X doğrultusu depremi için KOCAELI ivme kaydının programa aktarılması gösterilmiştir. Öncelikle, analiz türünün belirleneceği *Load Case Type* listesinden *Time History* seçilir. Doğrusal olmayan davranışın incelenebilmesi için *Analysis Type* kısmından *Nonlinear* seçilirken *Time History Type* kısmından ise çalışma kapsamında ele alınan model ve plastik mafsalları tanımlamalarıyla uyumlu olan *Direct Integration* seçilir. Geometri bakımından doğrusal olmayan davranış göz önüne alınmadığı için *Geometric Nonlinearity Parameters* bölümünde *None* seçili bırakılmalıdır. Ek D'de anlatıldığı üzere statik itme analizleri için yatay yükleme adımlarının başlangıç durumunu ifade eden DUSEY_YUKLEME, dinamik analizler için de başlangıç adımını teşkil etmektedir. Bu yüzden *Initial Conditions* kısmından bu ayarlama yapılmıştır.

Load Case Data - Nonlinear Direct Integration History

Load Case Name 1_KOCAELI EX Set Def Name		Notes Modify/Show...		Load Case Type Time History Design...	
Initial Conditions ☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State ☒ Continue from State at End of Nonlinear Case DUSEY_YUKI Important Note: Loads from this previous case are included in the current case			Analysis Type ☐ Linear ☒ Nonlinear		
			Time History Type ☐ Modal ☒ Direct Integration		
Modal Load Case Use Modes from Case MODAL			Geometric Nonlinearity Parameters ☒ None ☐ P-Delta ☐ P-Delta plus Large Displacements		
Loads Applied					
Load Type	Load Name	Function	Scale Factor		
Accel	U1	KOCAELI	9.81		
Accel	U1	KOCAELI	9.81		
				Add Modify Delete	
☐ Show Advanced Load Parameters					
Time Step Data Number of Output Time Steps 3496 Output Time Step Size 0.01			Time History Motion Type ☒ Transient ☐ Periodic		
Other Parameters					
Damping	Proportional Damping		Modify/Show...		
Time Integration	Hilber-Hughes-Taylor		Modify/Show...		
Nonlinear Parameters	Default		Modify/Show...		
				OK Cancel	

Şekil E.2: ZTADOA yöntemi için dinamik yükleme durumunun tarif edilmesi.

Load Applied bölümündeki *Load Type* seçeneklerinden *Accel* seçilerek ivme kaydı kullanılacağını tanıttımı yapılırken, *Load Name* seçeneklerinden *U1* ile yükleme doğrultusunun ve *Function* seçeneklerinden ise istenilen ivme kaydının seçimi yapılır. *Scale Factor* hücrelerine 9.81 yazılarak yerçekimi ivmesi cinsinden kayıt altına alınmış olan ivme kayıtlarının normalleştirilmesi sağlanır.

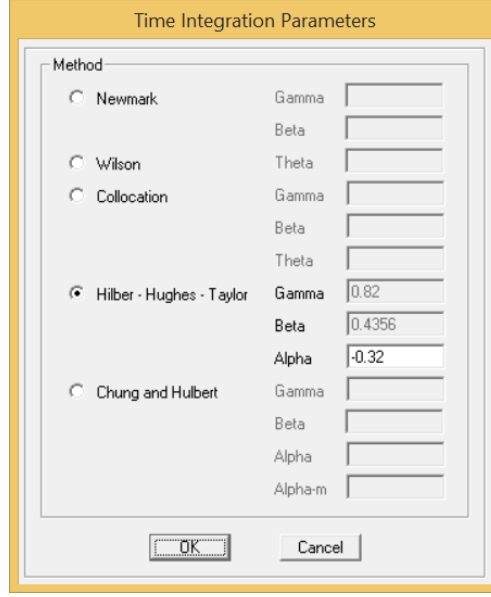
Time Step Data kısmındaki *Number of Output Time Steps* ivme kaydındaki adım sayısını, *Output Time Step Size* ise ivme kaydındaki adım aralıklarını ifade eder. Örnek durum için deprem süresi 34.96sn ve adım aralığı da 0.01sn'dir. Bundan dolayı toplam adım sayısı $34.96 / 0.01 = 3496$ olarak elde edilir.

Other parameters kısmında bulunan *Damping* sönüm ile ilgili ayarlamaların yapıldığı yerdir. Şekil E.3'ten görüleceği üzere Sap2000 sönüm katsayılarının belirlenebilmesi için 3 farklı seçenek sunmuştur. Bu çalışma kapsamındaki tüm dinamik analizler için sönüm katsayısının bina doğal titreşim periyotuna bağlı olarak belirleneceği seçenek seçilmiştir. Gösterilmiş olan değerler çubuk perdeli

modele aittir. Betonarme binalarda genellikle kullanılan değer olduğu için sönüm katsayısı olarak %5 (0.05) girilmiştir. *Recalculate Coefficients* butonuna basılarak yapıda kullanılacak olan sönüm matrisi değerleri, periyot ve sönüm oranları cinsinden Sap2000 programı tarafından otomatik olarak oluşturulur.

Şekil E.3: Sönüm katsayılarının elde edilmesi.

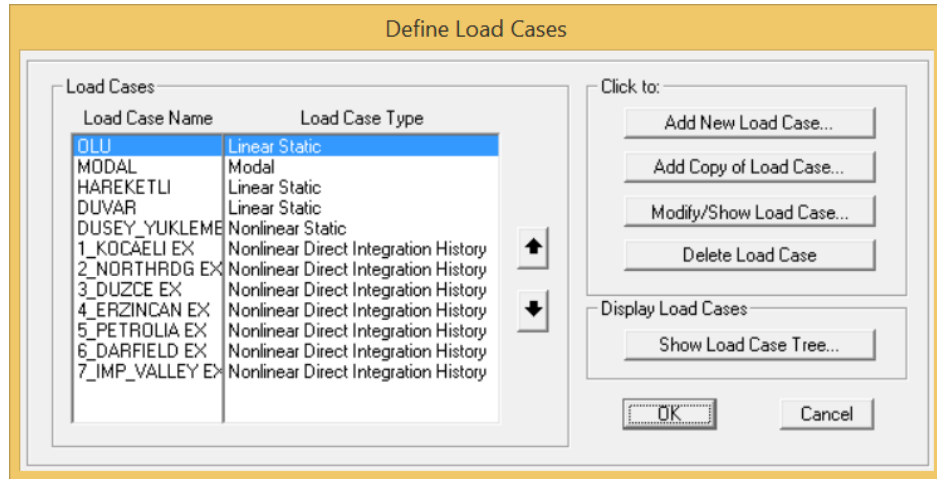
Time Integration diyalog kutusu, doğrusal olmayan dinamik analizin uygulanabilmesi için kullanılacak olan yöntemin seçildiği yerdir. Sap2000 programı tarafından otomatik olarak *Hilber – Hughes – Taylor (HHT)* yöntemi seçili durumdadır. Belirli, özel bir amaç için kullanılmayacaksa bu yöntemin seçili bırakılması uygun olacaktır. Ayrıca, bu yöntemin tek parametresi olan *Alpha* değerinin “0” olması durumunda *HHT*, *Gamma* = 0.50 ve *Beta* = 0.25 olan *Newmark* yöntemine eşit olur. *Alpha* parametresinin “0” ile “-1/3” arasında değerler alabildiği *HHT* yönteminde, *Alpha* = 0 alınması durumunda daha kesin doğrulukla sonuçlar alınabilmesine rağmen yakınsama problemleri ortaya çıkabilmektedir. Bundan dolayı “0”dan başlayıp negatif değerlere doğru gidecek şekilde iterasyonlar yaparak uygun parametrenin belirlenmesi tavsiye edilir [16]. Bu çalışma kapsamındaki tüm dinamik analizler için bu iterasyonlar yapılmış ve en tutarlı sonuçların “-1/3” değerine oldukça yakın bir değer olan “-0.32” için olduğuna karar verilmiştir. Bu sebeple, bu çalışmada kullanılan tüm doğrusal olmayan dinamik analizlerde *HHT* yöntemi *Alpha* = -0.32 için uygulanmıştır. Şekil E.4’ten bu durum görülebilir.



Şekil E.4: Doğrusal olmayan dinamik analizler için çözüm yönteminin seçilmesi.

Nonlinear Parameters seçeneği ile ZTADOA yöntemi için çözümlemeye dair özel ayarlamalar yapılır. Çoğunlukla *Default* bırakılması tavsiye edilir.

- Yukarıda anlatılan tüm adımların, ele alınan deprem ivme kayıtlarının herbiri için yapılmasıyla ZTADOA yöntemi için çözümleme aşamasına geçilebilir. Bu çalışmada kullanılan tüm deprem kayıtlarının programa aktarılması tamamlandıktan sonra *Load Cases* diyalog kutucuğunun görüntüsü Şekil E.5'te gösterildiği gibi oluşur.



Şekil E.5: ZTADOA yöntemi için yükleme durumları.

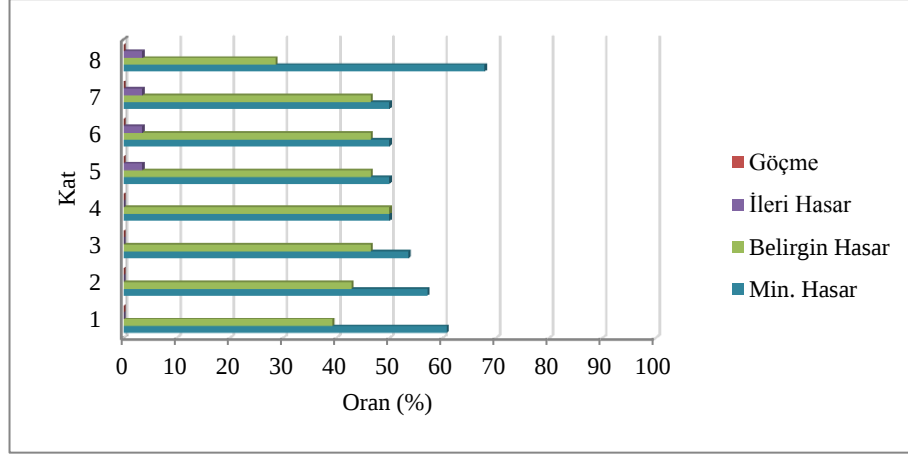
EK F

Bu çalışma kapsamında incelenen binalardan çubuk perdeli model (ÇPM) ve kabuk perdeli modele (KPM) ait yapısal performans değerlendirme sonuçları, sayısal değerler cinsinden Çizelge F.1 – Çizelge F.4’te, görsel grafikler cinsinden ise Şekil F.1 – Şekil F.30’da sunulmuştur.

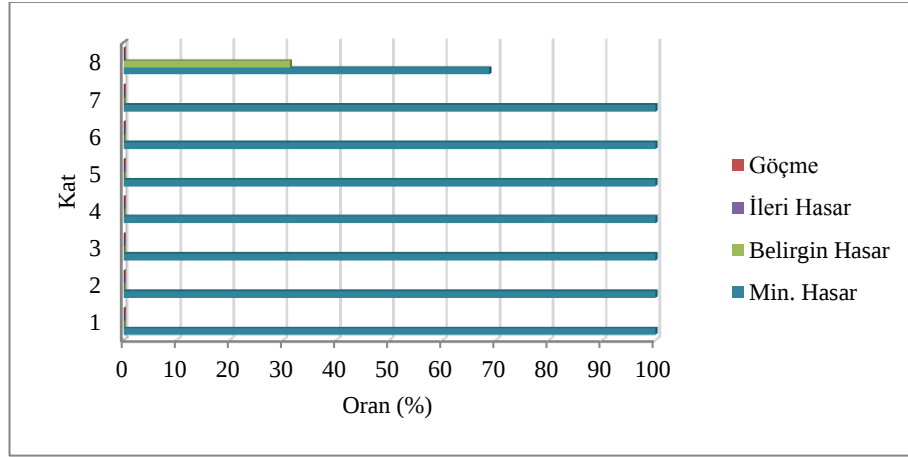
Kullanılan kısaltmalardan; “MHB” minimum hasar bölgesini, “BHB” belirgin hasar bölgesini, “İHB” ileri hasar bölgesini ve “GB” ise göçme bölgesini ifade etmektedir.

Çizelge F.1: ÇPM için AEDY yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.

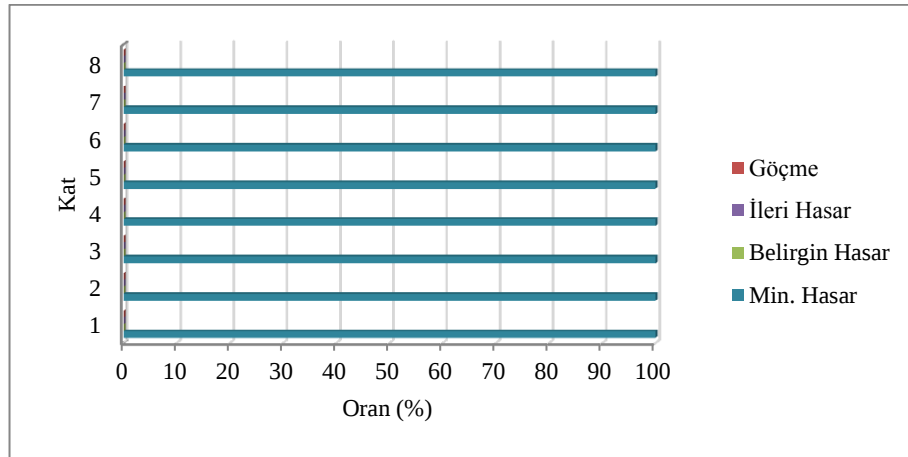
Kat No	Yükleme Adı	Kiriş (Adet)				Kolon (Adet)				Perde (Adet)				Performans Düzeyi
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	
8	AEDY_X	19	8	1	0	11	5	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_X	14	13	1	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_X	14	13	1	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_X	14	13	1	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_X	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_X	15	13	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_X	16	12	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	AEDY_X	17	11	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
8	AEDY_Y+	16	12	0	0	0	16	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	
1	AEDY_Y+	18	10	0	0	16	0	0	0	0	1	0	0	
8	AEDY_Y-	14	14	0	0	12	4	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_Y-	14	12	2	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_Y-	14	12	2	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_Y-	14	12	2	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	



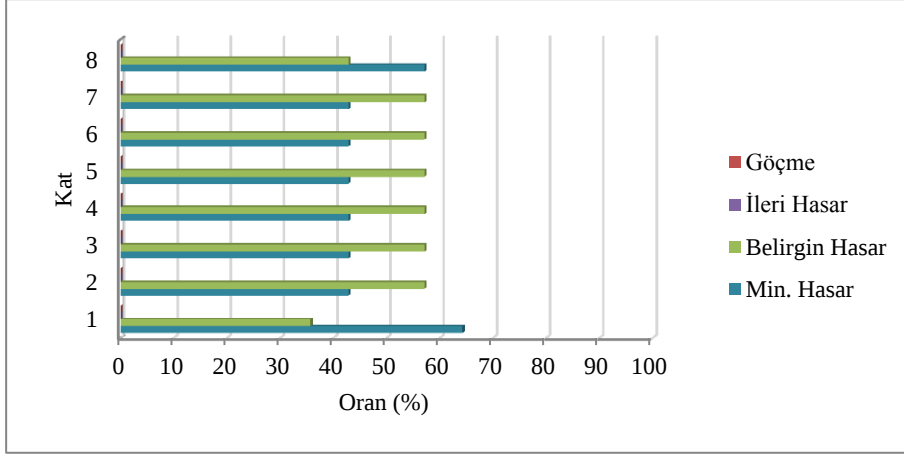
Şekil F.1: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



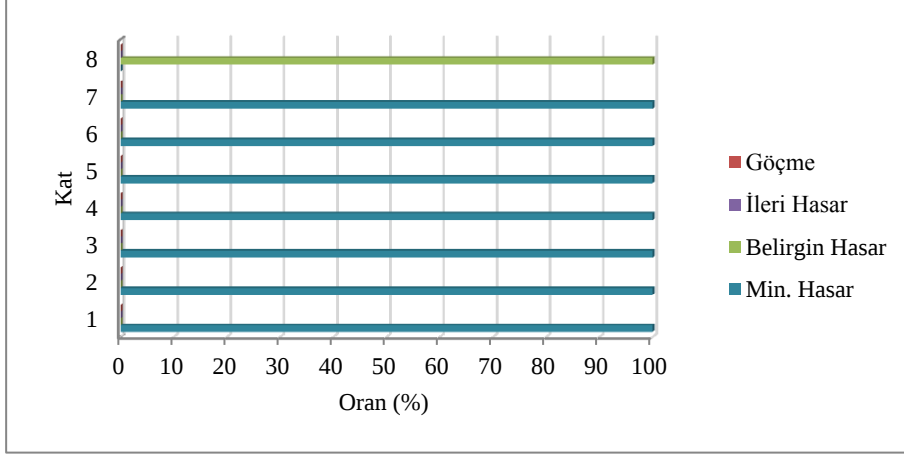
Şekil F.2: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



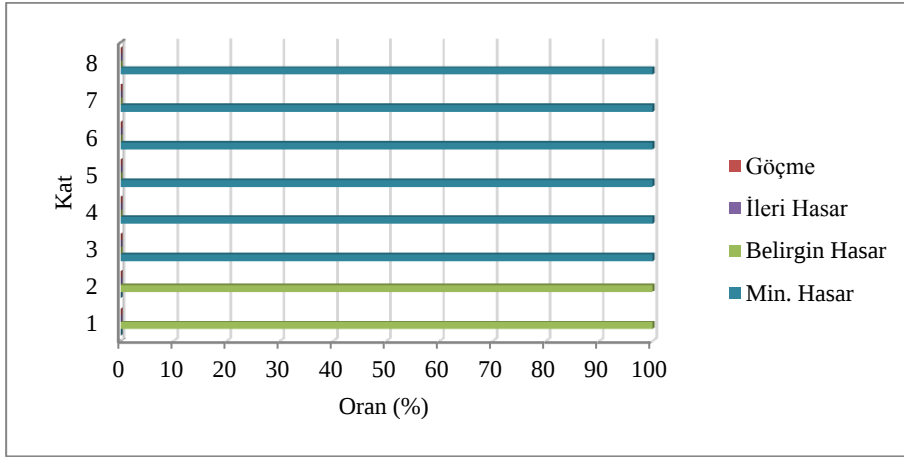
Şekil F.3: ÇPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



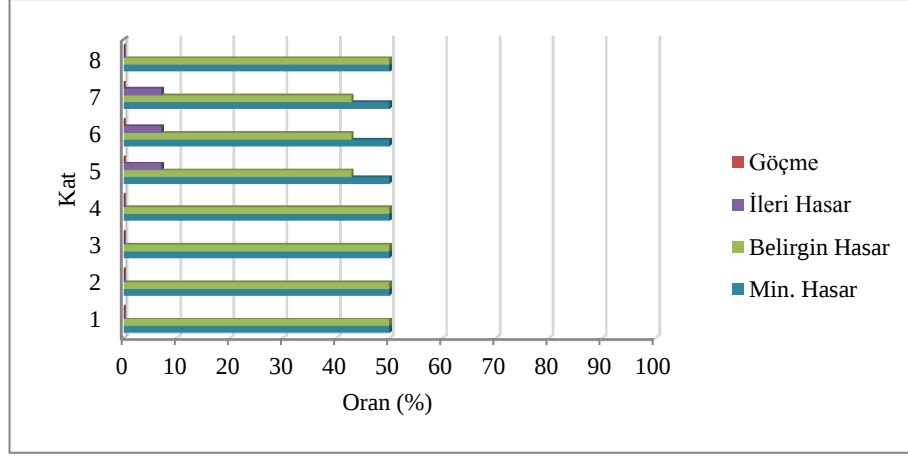
Şekil F.4: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait giriş hasar düzeyleri.



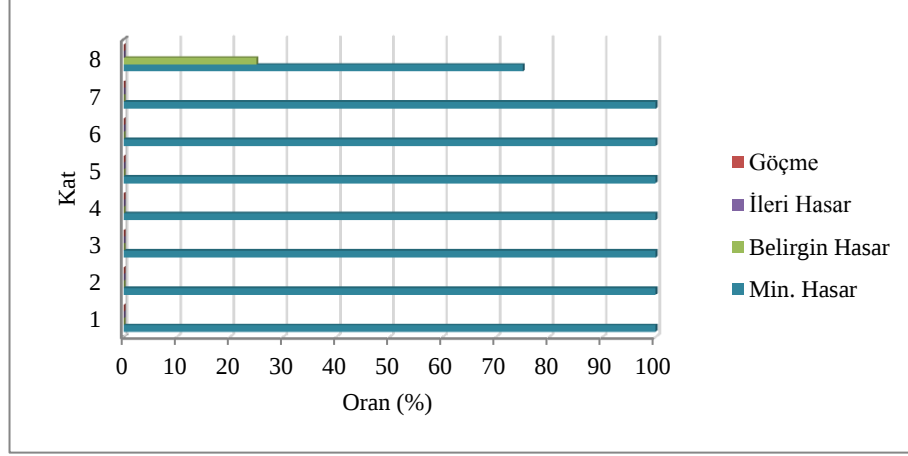
Şekil F.5: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



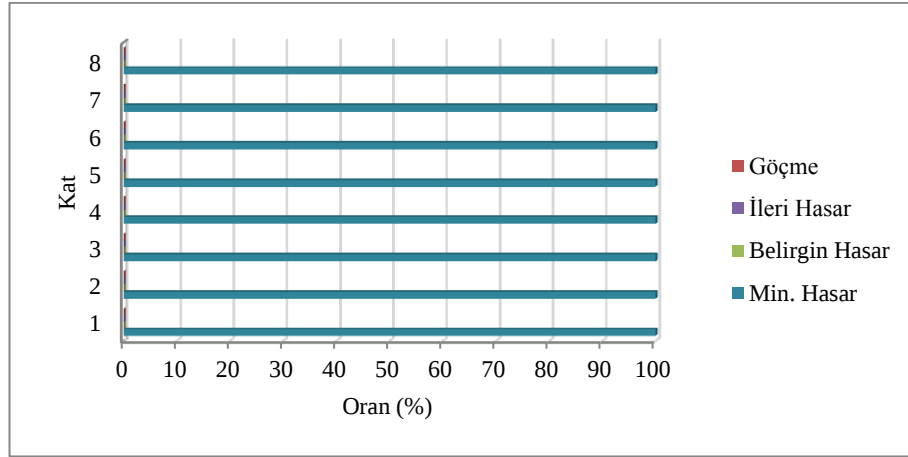
Şekil F.6: ÇPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



Şekil F.7: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



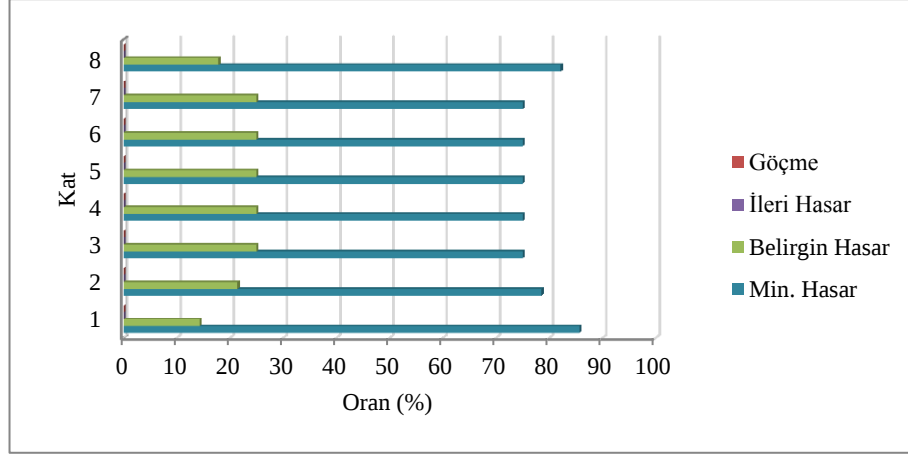
Şekil F.8: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



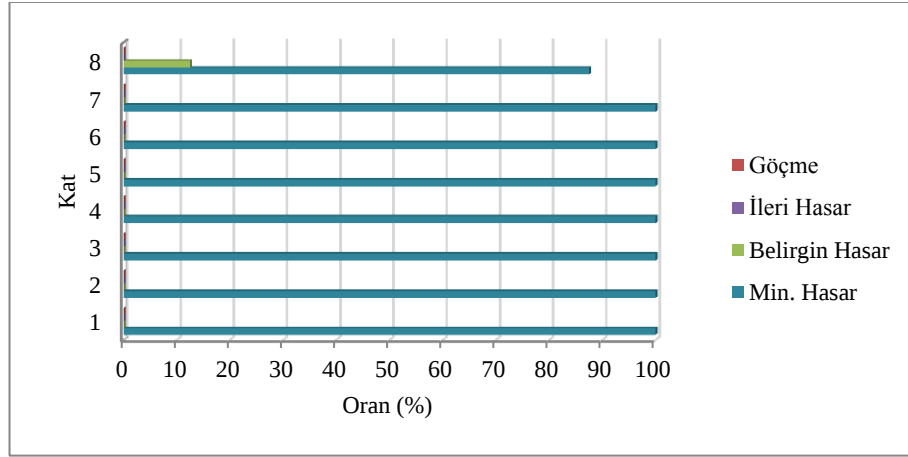
Şekil F.9: ÇPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.

Çizelge F.2: KPM için AEDY yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.

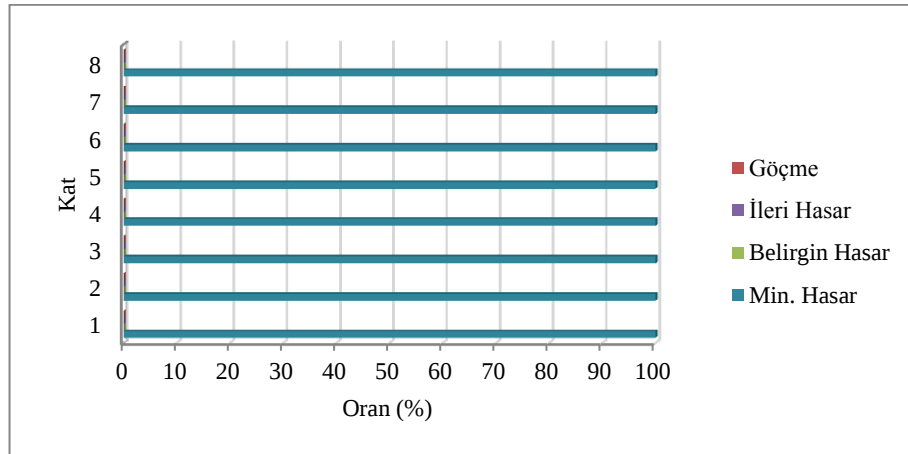
Kat No	Yükleme Adı	Kiriş (Adet)				Kolon (Adet)				Perde (Adet)				Performans Düzeyi
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	
8	AEDY_X	23	5	0	0	14	2	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_X	21	7	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_X	21	7	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_X	21	7	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_X	21	7	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_X	21	7	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_X	22	6	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	AEDY_X	24	4	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
8	AEDY_Y+	26	2	0	0	10	6	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_Y+	14	14	0	0	14	2	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_Y+	12	16	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	AEDY_Y+	24	4	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
8	AEDY_Y-	18	10	0	0	12	4	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	AEDY_Y-	14	14	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	AEDY_Y-	18	10	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	



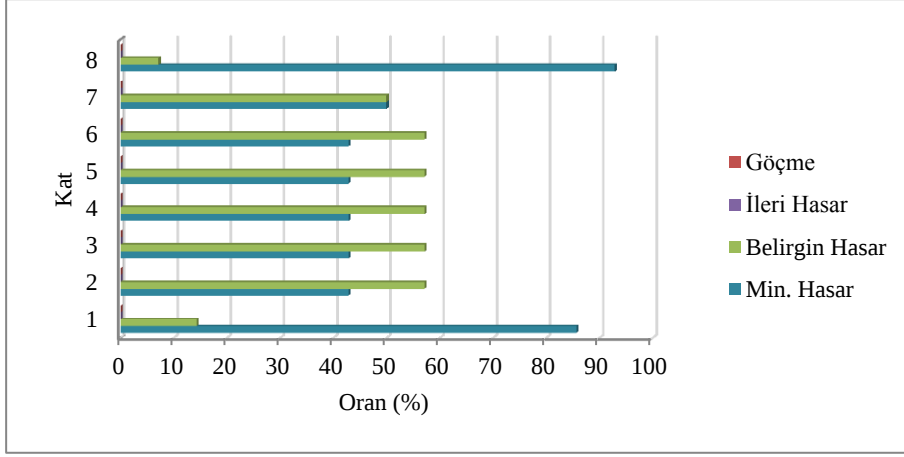
Şekil F.10: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



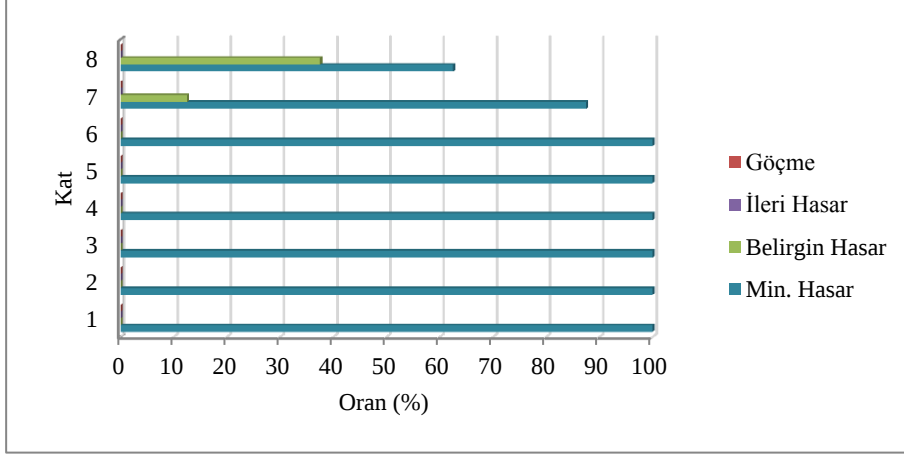
Şekil F.11: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



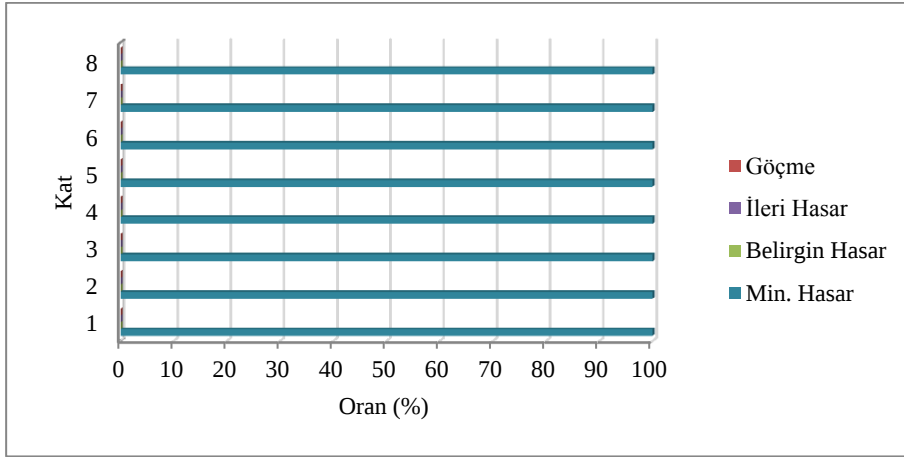
Şekil F.12: KPM için AEDY yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



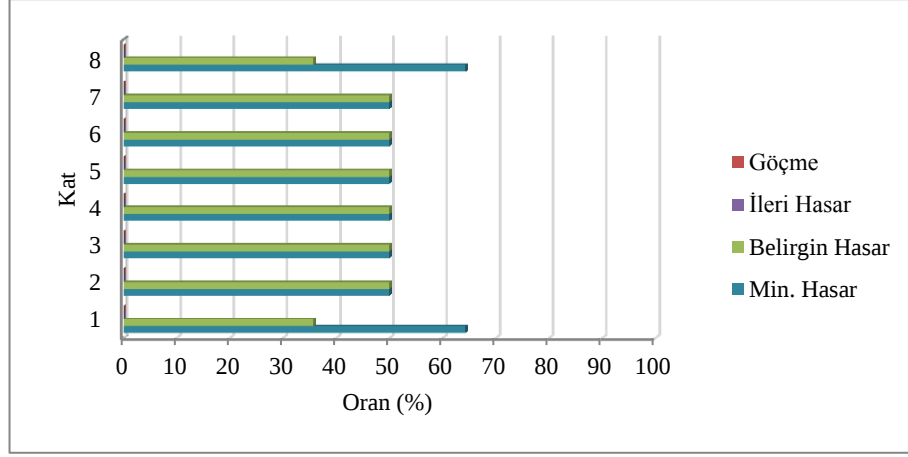
Şekil F.13: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



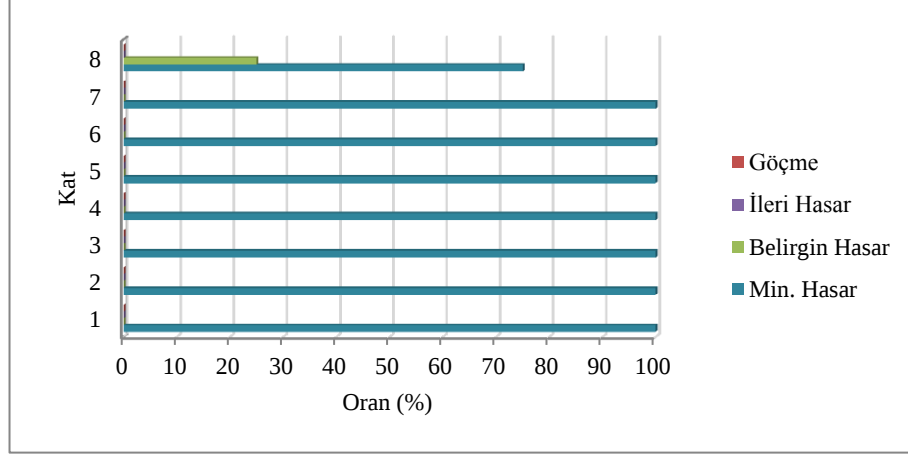
Şekil F.14: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



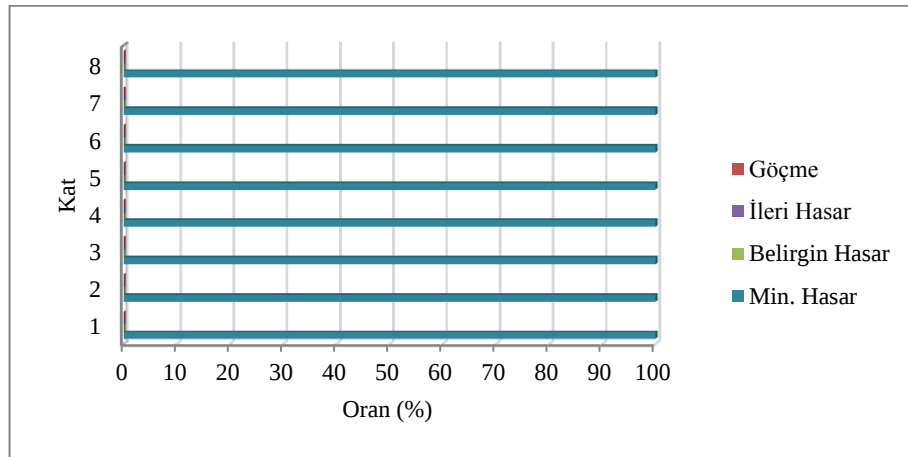
Şekil F.15: KPM için AEDY yöntemi Y+ doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



Şekil F.16: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



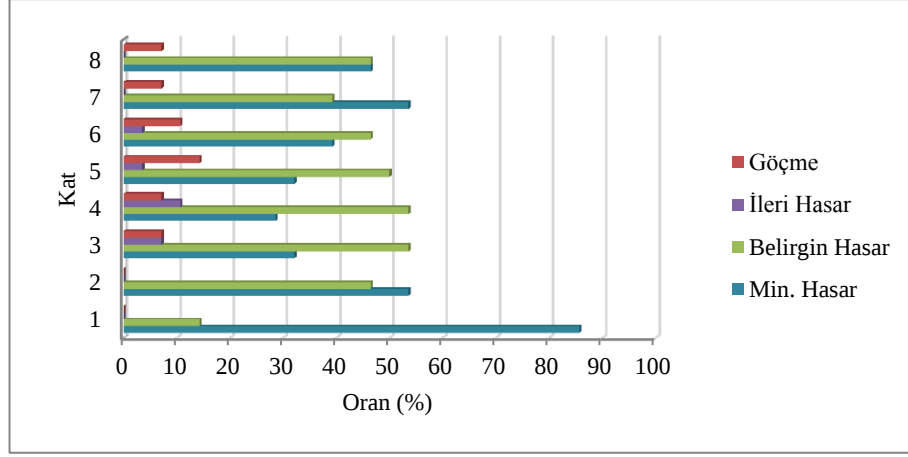
Şekil F.17: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



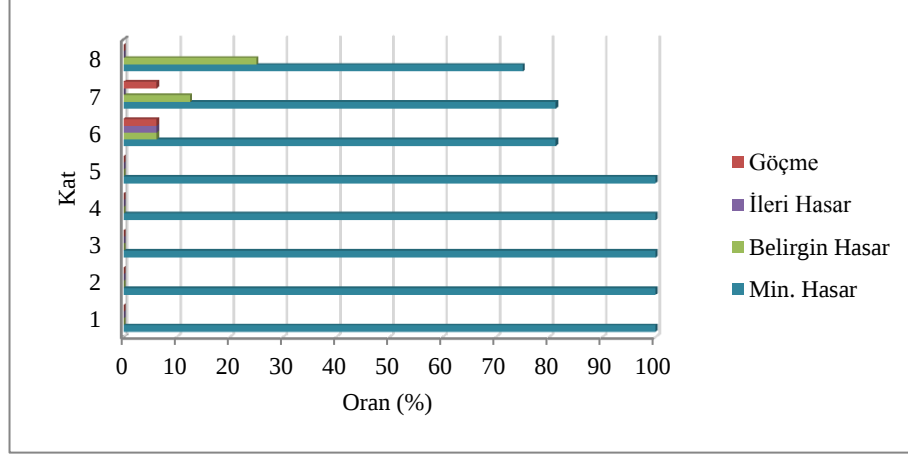
Şekil F.18: KPM için AEDY yöntemi Y- doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.

Çizelge F.3: ÇPM için ZTADOA yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.

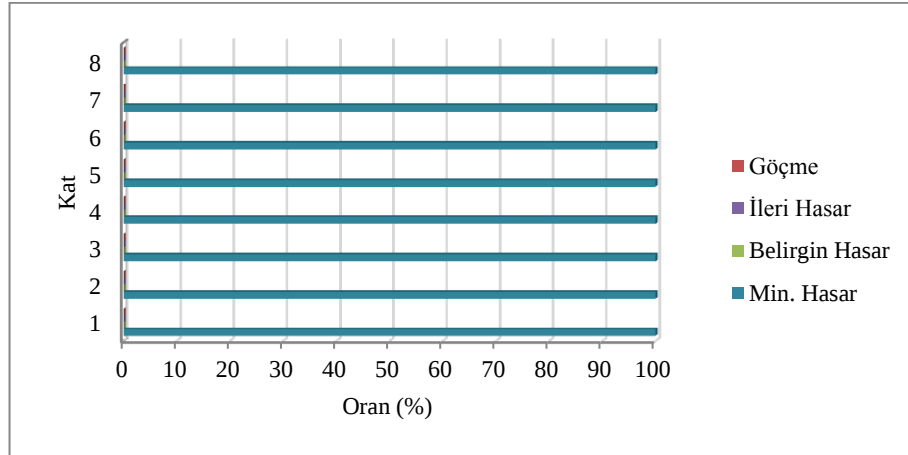
Kat No	Yükleme Adı	Kiriş (Adet)				Kolon (Adet)				Perde (Adet)				Performans Düzeyi
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	
8	ZTADOA_X	13	13	0	2	12	4	0	0	1	0	0	0	Göçme
7	ZTADOA_X	15	11	0	2	13	2	0	1	1	0	0	0	
6	ZTADOA_X	11	13	1	3	13	1	1	1	1	0	0	0	
5	ZTADOA_X	9	14	1	4	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	ZTADOA_X	8	15	3	2	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	ZTADOA_X	9	15	2	2	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	ZTADOA_X	15	13	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	ZTADOA_X	24	4	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
8	ZTADOA_Y	8	14	0	6	6	10	0	0	1	0	0	0	Göçme
7	ZTADOA_Y	10	12	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	ZTADOA_Y	10	12	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	ZTADOA_Y	10	12	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	ZTADOA_Y	10	12	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	ZTADOA_Y	10	12	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	ZTADOA_Y	12	10	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	ZTADOA_Y	16	6	0	6	14	2	0	0	1	0	0	0	



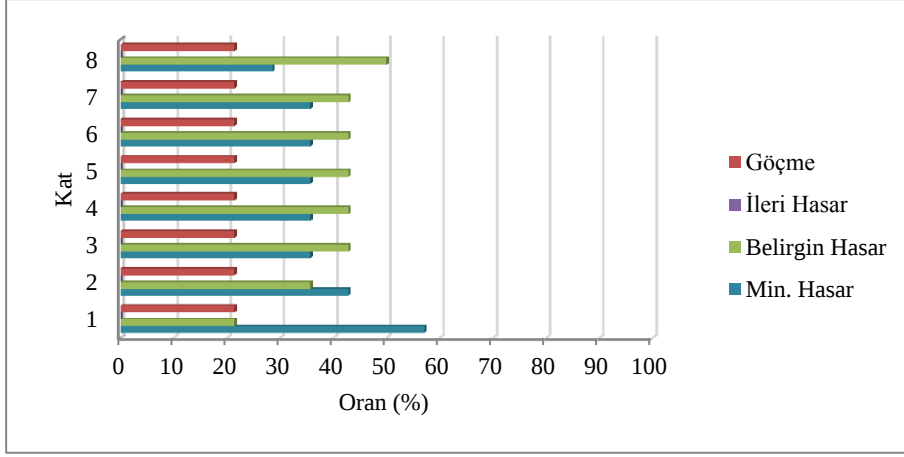
Şekil F.19: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



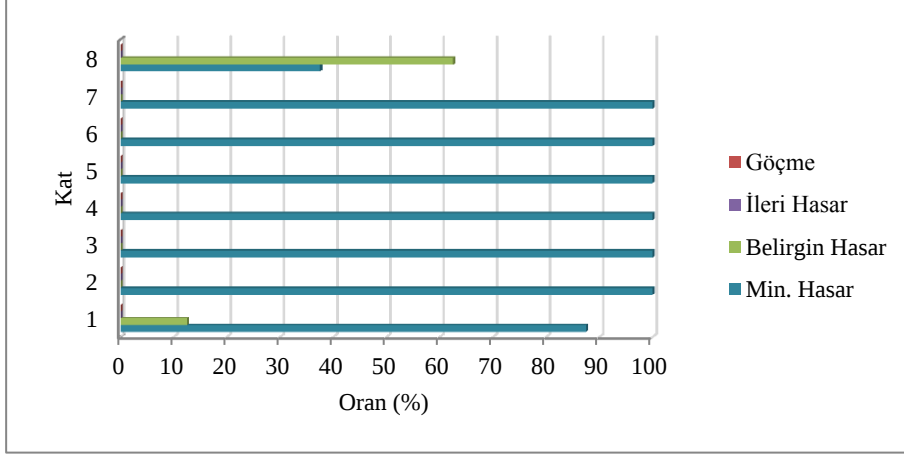
Şekil F.20: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



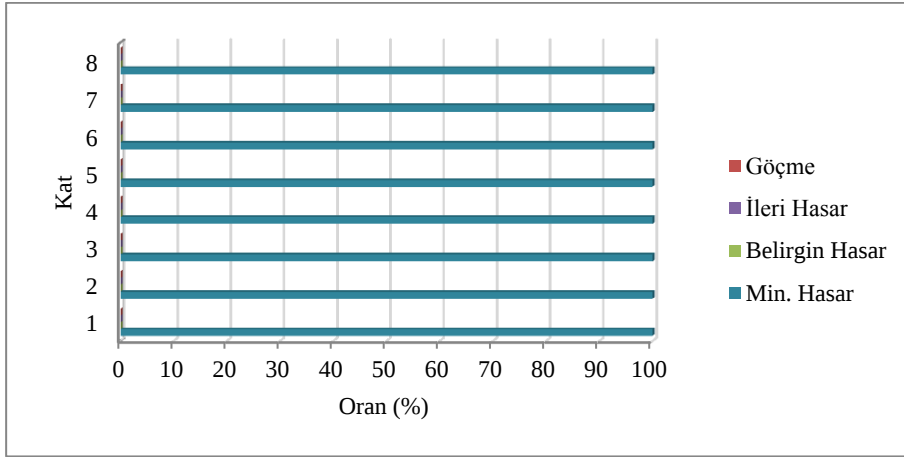
Şekil F.21: ÇPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



Şekil F.22: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



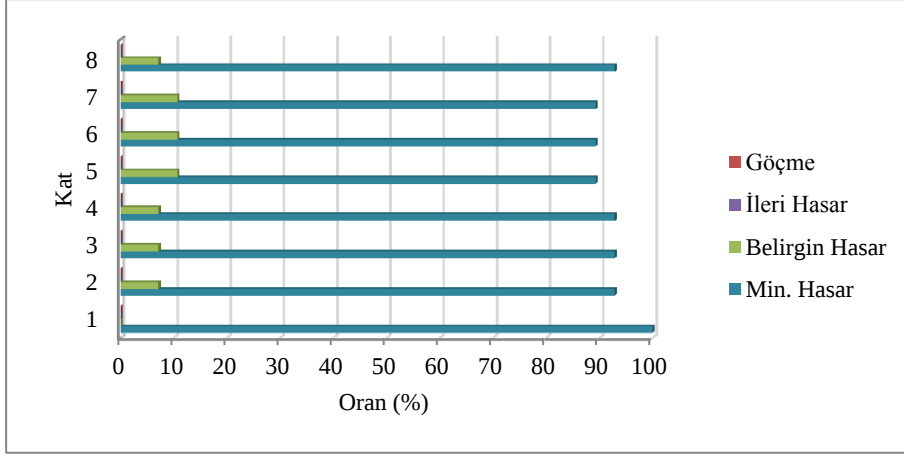
Şekil F.23: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



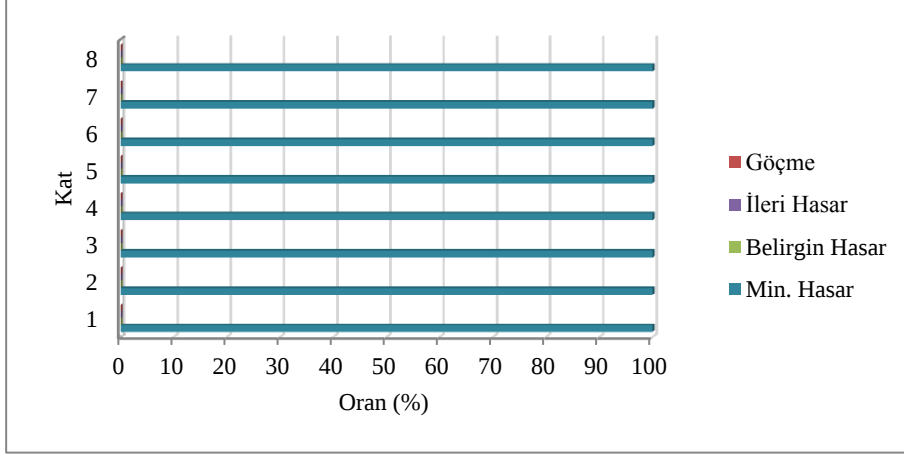
Şekil F.24: ÇPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.

Çizelge F.4: KPM için ZTADOA yöntemi sonuçlarının eleman bazında hasar durumları cinsinden gösterimi ve performans düzeyleri.

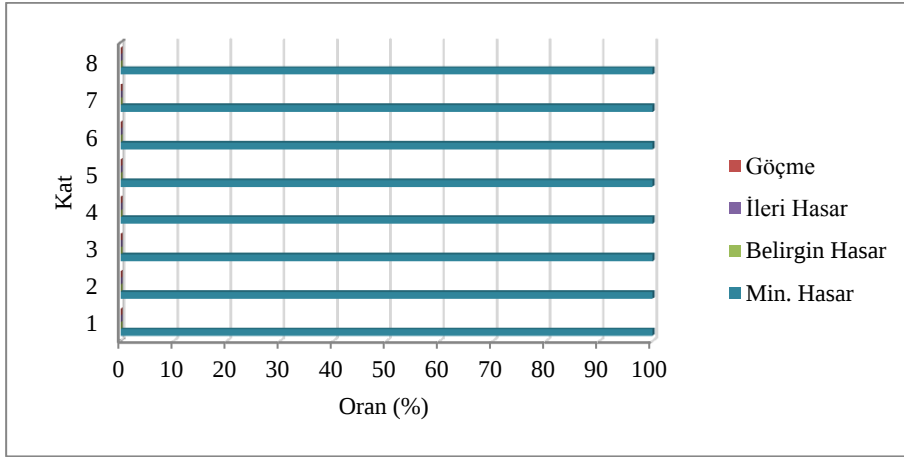
Kat No	Yükleme Adı	Kiriş (Adet)				Kolon (Adet)				Perde (Adet)				Performans Düzeyi
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB	
8	ZTADOA_X	26	2	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	Can Güvenliği
7	ZTADOA_X	25	3	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	ZTADOA_X	25	3	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	ZTADOA_X	25	3	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	ZTADOA_X	26	2	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	ZTADOA_X	26	2	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	ZTADOA_X	26	2	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	ZTADOA_X	28	0	0	0	16	0	0	0	1	0	0	0	
8	ZTADOA_Y	14	8	0	6	12	4	0	0	1	0	0	0	Göçme
7	ZTADOA_Y	12	10	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
6	ZTADOA_Y	12	10	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
5	ZTADOA_Y	12	10	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
4	ZTADOA_Y	14	8	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
3	ZTADOA_Y	14	8	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
2	ZTADOA_Y	16	6	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	
1	ZTADOA_Y	20	2	0	6	16	0	0	0	1	0	0	0	



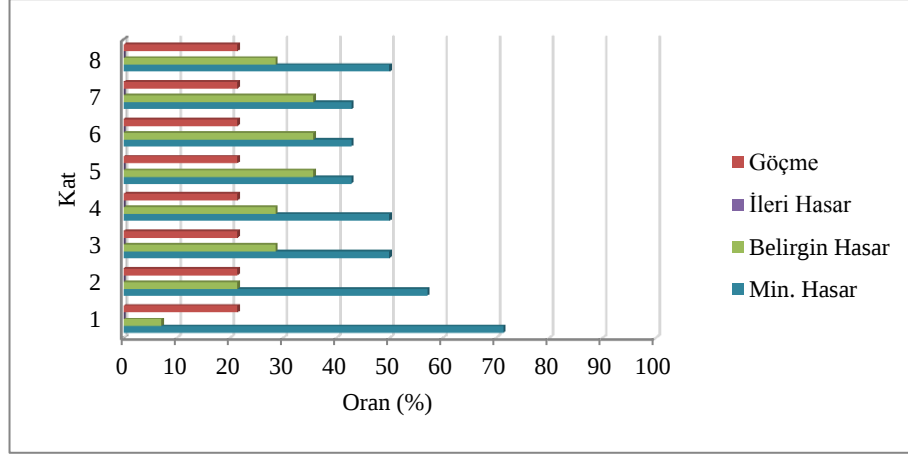
Şekil F.25: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



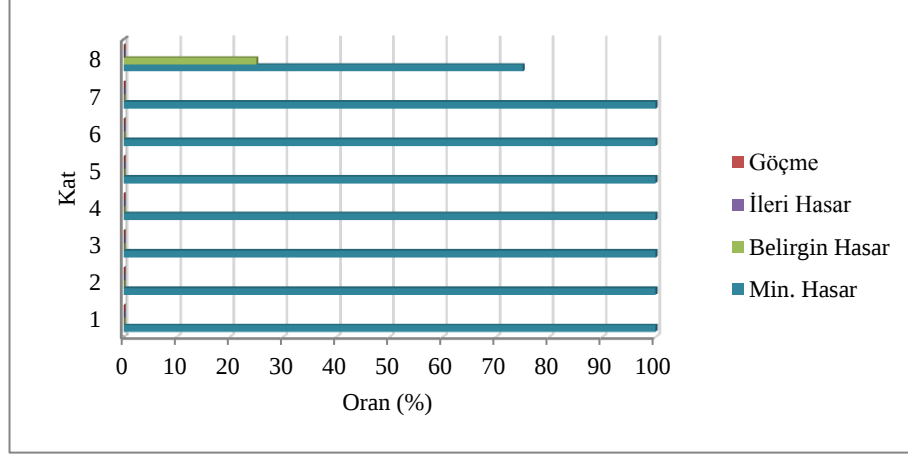
Şekil F.26: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



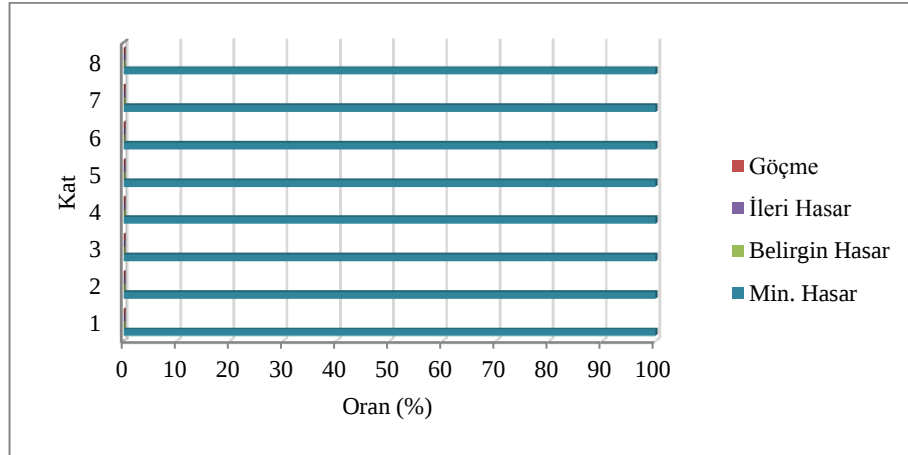
Şekil F.27: KPM için ZTADOA yöntemi X doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.



Şekil F.28: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kiriş hasar düzeyleri.



Şekil F.29: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait kolon hasar düzeyleri.



Şekil F.30: KPM için ZTADOA yöntemi Y doğrultusuna ait perde hasar düzeyleri.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ahmet Tuğrul AKYILDIZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 15/04/1990, Iğdır
E-posta : tugrulakyildiz@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Ocak, 2013'ten itibaren Büro İstanbul İnş. Müh. Müş. Ltd. Şti'de tasarım mühendisi olarak çalışıyor.