İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZAYIFLATILMIŞ KİRİŞ ENKESİTLİ (ZKE) ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM YÜKLERİ ALTINDA DOĞRUSAL OLMAYAN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS HESABI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cansu KARİP

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZAYIFLATILMIŞ KİRİŞ ENKESİTLİ (ZKE) ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM YÜKLERİ ALTINDA DOĞRUSAL OLMAYAN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS HESABI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cansu KARİP
501081017

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK

HAZİRAN 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501081017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Cansu KARİP**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"ZAYIFLATILMIŞ KİRİŞ ENKESİTLİ (ZKE) ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM YÜKLERİ ALTINDA DOĞRUSAL OLMAYAN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS HESABI"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Ercan YÜKSEL** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Canan GİRGİN .....
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **05/05/ 2014**
Savunma Tarihi : **25/06/ 2014**

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana danışmanlık ederek beni yönlendiren, her türlü olanağı sağlayan ve birlikte çalışmaktan büyük onur duyduğum çok değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Oğuz Cem ÇELİK'e ve bu süre zarfında yardımlarını esirgemeyen İnş. Y. Müh Mehmet SÖNMEZ'e değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tüm hayatım boyunca her konuda yardımlarını aldığım ve alacağım Aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2014

Cansu KARİP
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xvii**
SEMBOL LİSTESİ ..... **xxi**
ÖZET ..... **xxv**
SUMMARY ..... **xxvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Motivasyon 1
1.2 Zayıflatılmış Kiriş Enkesit (ZKE) Üzerine Yapılan Önceki Çalışmalar 2
1.3 Yönetmeliklerde Önerilen ZKE Birleşim Detayları ve Uygulama Sınırları 8
1.3.1 DBYBHY-07 yönetmeliğine göre ZKE birleşim detayı ve uygulama sınırları 9
1.3.2 FEMA 350 yönetmeliğine göre ZKE birleşim detayı ve uygulama sınırları 10
1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı 15
2. MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVE SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE DAVRANIŞI **17**
2.1 Giriş 17
2.2 Moment Aktaran Birleşimlerde Akma Mekanizması ve Göçme Durumu 18
2.2.1 Çerçeve sistemlerde plastikleşme mekanizması 19
2.2.2 Kirişin elastik ötesi davranış 20
2.2.3 Kolonun elastik ötesi davranışı 20
2.3 Doğrusal Olmayan Şekildeğiştirmelerin Belirli Kesitlerde Toplandığı Varsayımı 22
2.3.1 Plastik mafsal hipotezi 22
2.3.2 Çelik yapılarda plastik mafsal hipotezi 26
2.4 Değerlendirme 28
3. PERFORMANSA DAYALI YAPISAL TASARIMIN GENEL İLKELERİ **29**
3.1 Giriş 29
3.2 Bina Performansının Belirlenmesinde Deprem Hesabı 30
3.2.1 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesi 30
3.2.2 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile belirlenmesi 32
3.2.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre bina kapasitesinin belirlenmesi 32
3.3 Performans Düzeyleri 39
3.3.1 Yapısal performans düzeyleri ve performans aralıkları 39
3.3.2 Yapı performans düzeyleri 41
3.4 FEMA 356'ya Göre Doğrusal Olmayan Hasar Sınırlarının Belirlenmesi 42

4. SEÇİLEN YAPININ ÖZELLİKLERİ VE BOYUTLANDIRILMASI 47
4.1 Taşıyıcı Sistem Özellikleri 47
4.2 Yük Analizleri 49
4.3 Deprem Karakteristikleri 50
4.4 TS-1 İçin Doğrusal Elastik Analiz ve Sistemin Boyutlandırılması 51
4.4.1 Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması 51
4.4.2 Sistem analizinde kullanılan yük kombinasyonları 53
4.4.3 İkinci mertebe etkilerinin kontrolü 54
4.4.4 Etkin kat ötelemelerinin kontrolü 55
4.4.5 Yüksek süneklikli moment çerçevesi (kiriş-kolon) eleman tasarımı 56
4.4.5.1 Tali kirişlerin tasarımı (IPE 360) 56
4.4.5.2 Ana çerçeve kirişlerinin tasarımı (HE400A) 57
4.4.5.3 TİP-1 kolon tasarımı (HE 550 B) 59
4.4.5.4 Kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulu 62
4.4.6 TS-1 için genel değerlendirme 63
4.5 TS-1'e Farklı Şekillerde Uygulanan Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli (ZKE) Sistemlerin Boyutlandırılması 64
4.5.1 Genel 64
4.5.2 TS-ZKE'lerin boyutlandırılması 67
4.5.3 TS-ZKE'lerin etkin kat ötelemesi kontrolü 74
4.6 Genel Değerlendirme 75
5. SEÇİLEN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLERİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZLERİ 77
5.1 Genel Sistem Özellikleri 77
5.2 TS-1 İçin Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi 78
5.2.1 Plastik mafsal tanımlanması 79
5.2.2 Kapasite eğrisinin elde edilmesi 79
5.2.3 Deprem performans noktasının bulunması 81
5.2.4 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda eğilme performansı değerlendirmesi 84
5.2.4.1 Kirişlerin hasar durumları 84
5.2.4.2 Kolonların hasar durumları 88
5.2.5 Sistemin Performansı 91
5.2.6 Genel Değerlendirme 92
5.3 TS-ZKE1 İçin Doğrusal Olmayan Davranışının İncelenmesi 93
5.3.1 Deprem performans noktasının bulunması 93
5.3.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi 96
5.3.2.1 Kirişlerin hasar durumları 97
5.3.2.2 Kolonların hasar durumları 99
5.3.3 Sistemin Performansı 102
5.3.4 Genel Değerlendirme 103
5.4 TS-ZKE2 İçin Doğrusal Olmayan Davranışının İncelenmesi 104
5.4.1 Deprem performans noktasının bulunması 105
5.4.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi 108
5.4.2.1 Kirişlerin hasar durumları 108
5.4.2.2 Kolonların hasar durumları 112
5.4.3 Sistemin Performansı 115
5.4.4 Genel Değerlendirme 116
5.5 TS-ZKE3 İçin Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi 117
5.5.1 Deprem performans noktasının bulunması 118

5.5.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi 121
5.5.2.1 Kirişlerin hasar durumları 121
5.5.2.2 Kolonların hasar durumları 125
5.5.3 Sistemin Performansı 128
5.5.4 Genel Değerlendirme 130
6. ZKE'SİZ VE ZKE'Lİ ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 131
6.1 Genel 131
6.2 Sistemlerin Performans Karşılaştırması 131
6.3 Sistemlerin Sünekliklerinin Karşılaştırmaları 136
6.4 Sistemlerin ZKE Konfigürasyonuna Göre Ekonomik Karşılaştırılması 138
7. SONUÇLAR 141
KAYNAKLAR 145
EKLER 149
EK-A AISC-ASD89'a Göre Kolon Boyutlandırması 151
EK-B FEMA 356 Kiriş Hasarları Hesap Tabloları 155
EK-C FEMA 356 Kolon Hasarları Hesap Tabloları 203
ÖZGEÇMİŞ 261

KISALTMALAR

AISC-ASD89	**:**American Instıtute of Steel Construction, Allowable Stress Design and Plastic Design, 1989
ANSI/AISC-358-05	**:**Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications, 2009
DBYBHY-07	**:**Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007
FEMA 350	**:**Federal Emergency Management Agency, Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings, 2000
FEMA 356	**:** Federal Emergency Management Agency, Prestandard and Commentary For The Seismic Rehabilitation of Buildings, 2000
TS 648	: Türk Standartları Enstitüsü, Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, 1980
A-HK	**:**FEMA 356'ya göre doğrusal elastik davranış ile hemen kullanım performans düzeyi aralığı
HK-CG	**:**FEMA 356'ya göre hemen kullanım ile can güvenliği performans düzeyi aralığı
CG-GÖ	**:**FEMA 356'ya göre can güvenliği ile göçmenin önlenmesi performans düzeyi aralığı
CG	**:** Can Güvenliği
GÖ	**:** Göçmenin Önlenmesi
HK	**:** Hemen Kullanım
ZKE	**:** Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli Kiriş – Kolon Moment Birleşimi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : DBYBHY-07'de göre ZKE geometrik özellikleri [20]..... 10
Çizelge 1.2 : DBYBHY-07'de ZKE kaynaklı birleşim detayı uygulama sınırları [20]. 10
Çizelge 1.3 : FEMA 350'de ZKE kaynaklı birleşim detayı uygulama sınırları [21]. 11
Çizelge 3.1 : Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması-1. 33
Çizelge 3.2 : Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması – 2 [32]. 33
Çizelge 3.3 : Bina göreli kat ötelemesi oranları [20]. 42
Çizelge 3.4 : Plastik mafsalların modelleme parametreleri ve varsayılan plastik şekildeğiştirme kapasiteleri [23]. 43
Çizelge 4.1 : S355JR yapı çeliğinin özellikleri. 49
Çizelge 4.2 : Yapı tasarım sabit yükleri (G). 50
Çizelge 4.3 : Yapı tasarım hareketli yükleri (Q). 50
Çizelge 4.4 : Yapının inşa edileceği bölgeye ilişkin sismik ve geoteknik bilgiler. ... 50
Çizelge 4.5 : TS-1 için seçilen taşıyıcı sistemin kesit özellikleri. 51
Çizelge 4.6 : TS-1 için seçilen taşıyıcı sistemin kesitlerinin mekanik özellikleri. 51
Çizelge 4.7 : TS-1 kat ağırlıkları ve kat kütleleri. 52
Çizelge 4.8 : TS-1, katlara etkiyen (x) doğrultusu eşdeğer deprem yükleri. 53
Çizelge 4.9 : TS-1, katlara etkiyen (y) doğrultusu eşdeğer deprem yükleri. 53
Çizelge 4.10 : TS-1, ikinci mertebe etkilerinin kontrolü. 54
Çizelge 4.11 : TS-1 (x) doğrultusu için göreli kat ötelenmeleri kontrolü. 55
Çizelge 4.12 : TS-1 (y) doğrultusu için göreli kat ötelenmeleri kontrolü. 55
Çizelge 4.13 : DBYBHY-07'ye göre ZKE uygulama sınırları kontrolü. 68
Çizelge 4.14 : FEMA 350'ye göre ZKE uygulama sınırları kontrolü. 68
Çizelge 4.15 : ZKE kiriş tiplerine göre tasarım parametreleri. 69
Çizelge 4.16 : TS-ZKE1 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri. 70
Çizelge 4.17 : TS-ZKE2 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri. 70
Çizelge 4.18 : TS-ZKE3 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri. 70
Çizelge 4.19 : TS-ZKE1 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü. 74
Çizelge 4.20 : TS-ZKE2 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü. 74
Çizelge 4.21 : TS-ZKE3 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü. 74
Çizelge 5.1 : TS-1 için (x) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı. 78
Çizelge 5.2 : TS-1 için (y) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı. 78
Çizelge 5.3 : TS-1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x). 80
Çizelge 5.4 : TS-1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y). 81
Çizelge 5.5 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi uxN1(p) 'in hesaplanması. 83
Çizelge 5.6 : TS-ZKE1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x). 94

Çizelge 5.7 : TS-ZKE1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y). 94
Çizelge 5.8 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi uxN1(p) 'in hesaplanması. 96
Çizelge 5.9 : TS-ZKE2 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x). 106
Çizelge 5.10 : TS-ZKE2 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y). 106
Çizelge 5.11 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi uxN1(p) 'in hesaplanması. 107
Çizelge 5.12 : TS-ZKE3 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x). 119
Çizelge 5.13 : TS-ZKE3 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y). 119
Çizelge 5.14 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi uxN1(p) 'in hesaplanması. 120
Çizelge 6.1 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin K106 ve K221 kiriş elemanı (x) ve (y) eksenlerine göre plastik dönme oranı karşılaştırma tablosu. 135
Çizelge 6.2 : Yalın kiriş (HE400A) ve ZKE'li kiriş performans düzeyi sınır değerlerinin karşılaştırması. 136
Çizelge 6.3 : TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 kiriş ve kolon elemanlarının (x) doğrultusunda elde edilen plastik dönme değerlerinin TS-1'e göre ortalama yüzdesel karşılaştırması. 136
Çizelge 6.4 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerin (x) ve (y) doğrultusunda davranış özellikleri. 138
Çizelge 6.5 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerin ekonomik olarak karşılaştırması. 139
Çizelge A.1 : HE 550 B'ye ilişkin kesit özellikleri. 151
Çizelge A.2 : AISC-ASD89 Yönetmeliğine göre kesitlerin sınıflandırılmasında kullanılan genişlik-kalınlık oranları sınırları [37]. 152
Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 155
Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 161
Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 167
Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 173
Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 179
Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 185
Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 191
Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi. 197
Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 204
Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 211
Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 218
Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 225
Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 232
Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 239
Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 246
Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi. 253

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti tipleri [7]. 3
Şekil 1.2 : Döşeme etkisi nedeniyle yalın birleşimin (a) kiriş alt başlığında oluşan gevrek göçme, (b) kolon başlığında oluşan deformasyon [13]. 5
Şekil 1.3 : (a) ZKE'li kirişte akma oluşması, (b) Güçlendirilmiş ZKE'li kirişin davranışı [13]. 5
Şekil 1.4 : ZKE'de (a) %3 yön değiştiren tekrarlı yükleme davranışı (b) %4 yön değiştiren tekrarlı yükleme davranışı [14]. 6
Şekil 1.5 : Kiriş gövde enkesitinde yapılan azaltma [15]. 6
Şekil 1.6 : ZKE birleşimlerinde, akma gerilme dağılışı (a) H kesitli birleşim (b) Kutu kesitli birlleşim [16]. 7
Şekil 1.7 : ZKE bölgesinde kullanılan (a) merkezde bir berkitme elemanı (b) iki bertkitme elamanı (c) üç berkitme elemanı [17]. 7
Şekil 1.8 : ZKE'li ve ZKE'siz çelik taşıyıcı sistemler statik itme eğrileri [19]..... 8
Şekil 1.9 : Kuvvetli eksen yönünde ZKE'li birleşim geometrisi. 8
Şekil 1.10 : Zayıf eksen yönünde ZKE'li birleşim geometrisi. 9
Şekil 1.11 : DBYBHY-07 uyarınca ZKE kaynaklı birleşim detayı [20]. 9
Şekil 1.12 : FEMA 350 uyarınca ZKE birleşim detayı [21]. 10
Şekil 1.13 : Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki kritik kesitler [2]. 12
Şekil 2.1 : Moment Aktaran Çerçevelerde Birleşim Bölgesinde Oluşan Hasarlar (a)Kolon başlığında oluşan hasarlar (b)Küt kaynakta oluşan hasarlar (c)Panel bölgesindeki yırtılma (d)Panel bölgesinde hasar tipi [25]. 17
Şekil 2.2 : 1994 Northridge depremi sonrasında kiriş-kolon birleşimlerinde saptanan hasar çeşitleri (a) Kaynak bölgesinde yırtılma (b) Kolon başlığının kiriş başlığından ayrılması (c) Tüm kolon başlığına yayılan yırtılma (d) Yırtılma kolon gövdesine doğru ilerlemesi [27]..... 18
Şekil 2.3 : (a) Enerjinin kirişlerde yutulduğu çerçeve (b) Enerjinin kolonlarda yutulduğu çerçeve [28]..... 19
Şekil 2.4 : Kirişin elastik ötesi davranışı [28]..... 20
Şekil 2.5 : Eksenel Yük Altında Kolon Uç Momentleri [28]. 21
Şekil 2.6 : Kolonda (M/M_y - θ) diyagramı [28]. 21
Şekil 2.7 : Birleşim noktasında kiriş elemanda oluşan plastik mafsalın şematik gösterimi [31]. 22
Şekil 2.8 : Eğilme momenti - eğrilik diyagramı [30]..... 23
Şekil 2.9 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler [30]. 24
Şekil 2.10 : İdealleştirilmiş bünye bağıntısı [30]..... 25
Şekil 2.11 : Basit bir kirişte plastikleşme aşamaları (a) gerilme-şekildeğiştirme grafiği (b) kirişte oluşan plastik bölge (c) moment diyagramı (d) gerilme dağılımı [28]..... 27
Şekil 2.12 : I kesitte oluşan plastikleşme tipleri (a) tamamen elastik (b) plastikleşmenin başlaması (c) elastik bölgenin azalıp plastikleşmenin artması (d) tamamen plastik durum [28]. 27
Şekil 2.13 : Kolon-Kiriş birleşim bölgesine gelen kuvvetler [21]..... 28

Şekil 3.1 : Doğrusal olmayan statik itme analizi (a) Yükleme-yerdeğiştirme (b)Taşıyıcı sistem (c) Plastik mafsal oluşumu [33]..... 34
Şekil 3.2 : (a)Statik kapasite eğrisi (b) Modal kapasite eğrisi [20]..... 34
Şekil 3.3 : Performans noktasının belirlenmesi-1 ($T1(1) \geq TB$) [20]..... 36
Şekil 3.4 : Performans noktasının belirlenmesi-2 ($T11 < TB$) [20]..... 37
Şekil 3.5 : Performans noktasının belirlenmesi-3 ($T11 < TB$) [20]..... 38
Şekil 3.6 : Taşıyıcı eleman performans düzeyleri..... 39
Şekil 3.7 : Taşıyıcı eleman performans düzeylerinin kapasite eğrisi üzerinde gösterimi [30]..... 40
Şekil 3.8 : Yapının hedef performans düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan performans düzeyleri ve aralıkları..... 41
Şekil 3.9 : Çelik yapı elemanlar için genelleştirilmiş kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi [23]..... 44
Şekil 4.1 : Genel sistem görünüşü ve hesap modeli (TS-1)..... 48
Şekil 4.2 : Taşıyıcı sistem modülü (ölçüler mm'dir)..... 48
Şekil 4.3 : Taşıyıcı sistemin görünüşü (ölçüler mm'dir)..... 49
Şekil 4.4 : 2/B düğüm noktası görünüşü..... 62
Şekil 4.5 : Kiriş profili HE400A Zayıflatılmış Kiriş Enkesit (a) planı (b) kesiti..... 64
Şekil 4.6 : TS-1'e uygulanan ZKE'li sistemler (a) TS-ZKE1 (b) TS-ZKE2 (c) TS-ZKE3..... 65
Şekil 4.7 : Birinci ve ikinci kat Tip-1 Kolonu - ZKE birleşim planı (ölçüler mm'dir)..... 66
Şekil 4.8 : Üçüncü, dördüncü ve beşinci kat ZKE planı (ölçüler mm'dir)..... 66
Şekil 4.9 : Zayıf eksen doğrultusunda ZKE'li birleşim tipi [14]..... 67
Şekil 4.10 : TS-ZKE1 yapı modelinde 2/B düğüm noktası görünüşü..... 73
Şekil 5.1 : Doğrusal olmayan hesap işlem sırası..... 77
Şekil 5.2 : TS-1, (x) ve (y) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı..... 78
Şekil 5.3 : TS-1, (x) ve (y) doğrultusuna ilişkin statik itme eğrileri..... 80
Şekil 5.4 : TS-1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin kapasite spektrum eğrileri..... 81
Şekil 5.5 : Deprem istem spektrum eğrisi..... 82
Şekil 5.6 : TS-1, (x) doğrultusu için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi..... 82
Şekil 5.7 : TS-1, (y) doğrultusu için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi..... 83
Şekil 5.8 : TS-1 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsalların dağılımı (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda..... 84
Şekil 5.9 : TS-1, (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı..... 85
Şekil 5.10 : TS-1, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı. 86
Şekil 5.11 : TS-1, (x) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği..... 86
Şekil 5.12 : TS-1, (y) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği..... 87
Şekil 5.13 : TS-1 kirişlerinin (x) ve (y) doğrultularına göre karşılaştırmalı hasar durum grafiği..... 87
Şekil 5.14 : TS-1, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı..... 89
Şekil 5.15 : TS-1, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı..... 89
Şekil 5.16 : TS-1, (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği..... 90
Şekil 5.17 : TS-1, (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği..... 90
Şekil 5.18 : TS-1, itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda..... 91
Şekil 5.19 : TS-1, itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda..... 92

Şekil 5.20 : TS-ZKE1 yapı modelinin görünüşü. 93
Şekil 5.21 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin statik itme eğrisi. 94
Şekil 5.22 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin kapasite spektrum eğrisi. 95
Şekil 5.23 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi. 95
Şekil 5.24 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 96
Şekil 5.25 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki dağılımı. 97
Şekil 5.26 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki dağılımı. 97
Şekil 5.27 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği. 98
Şekil 5.28 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği. 98
Şekil 5.29 : TS-ZKE1 kirişlerinin (x) ve (y) doğrultularına göre hesapta hasar durumu karşılaştırma grafiği. 99
Şekil 5.30 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı. 100
Şekil 5.31 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı. 101
Şekil 5.32 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği. 101
Şekil 5.33 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği. 102
Şekil 5.34 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda. 103
Şekil 5.35 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda. 103
Şekil 5.36 : TS-ZKE2 yapı modelinin görünüşü. 104
Şekil 5.37 : TS-ZKE2 (x) ve (y) ekseni için statik itme eğrisi. 105
Şekil 5.38 : TS-ZKE2 (x) ve (y) doğrultularına göre kapasite spektrum eğrisi. 106
Şekil 5.39 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi. 107
Şekil 5.40 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 108
Şekil 5.41 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı. 109
Şekil 5.42 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı. 110
Şekil 5.43 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultularına göre ZKE'li kirişler için hasar durum grafiği. 110
Şekil 5.44 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultularına göre yalın kirişler (HE400A) için hasar durum grafiği. 111
Şekil 5.45 : TS-ZKE2, (x) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği. 111
Şekil 5.46 : TS-ZKE2, (y) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği. 112
Şekil 5.47 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı. 113
Şekil 5.48 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı. 114
Şekil 5.49 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği. 114
Şekil 5.50 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği. 115
Şekil 5.51 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 116
Şekil 5.52 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 116

Şekil 5.53 : TS-ZKE3 yapı modelinin görünüşü. 117
Şekil 5.54 : TS-ZKE3, (x) ve (y) ekseni için statik itme eğrisi. 118
Şekil 5.55 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre kapasite spektrum eğrisi..... 119
Şekil 5.56 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi..... 120
Şekil 5.57 : TS-ZKE3 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 121
Şekil 5.58 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı. 122
Şekil 5.59 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı. 123
Şekil 5.60 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre ZKE'li kirişler için hasar durum grafiği. 123
Şekil 5.61 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre yalın kirişler (HE400A) için hasar durum grafiği. 124
Şekil 5.62 : TS-ZKE3 (x) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği. 124
Şekil 5.63 : TS-ZKE3 (y) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği. 125
Şekil 5.64 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki dağılımı. 126
Şekil 5.65 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki dağılımı. 127
Şekil 5.66 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği..... 127
Şekil 5.67 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği..... 128
Şekil 5.68 : TS-ZKE3 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 129
Şekil 5.69 : TS-ZKE3, itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda. 129
Şekil 6.1 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin (x) ve (y) doğrultuları için kat ötelemesi oranları karşılaştırma tablosu. 132
Şekil 6.2 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin (x) ve (y) eksenlerine göre performans noktası karşılaştırması. 132
Şekil 6.3 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin kiriş elemanları için (x) ve (y) eksenlerine göre hasarların karşılaştırması. 133
Şekil 6.4 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin kolon elemanları için (x) ve (y) eksenlerine göre hasarların karşılaştırması. 133
Şekil 6.5 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin S116 ve S114 kolon elemanı (x) ve (y) eksenlerine göre plastik dönme oranı karşılaştırma tablosu. 135
Şekil 6.6 : Sistemlerin ilk plastik mafsalın oluştuğu adım ve sistemin mekanizma durumuna geldiği adımı gösteren, (a)TS-1'in x doğrultusunda, (b)TS-1'in y doğrultusunda, (c) TS-ZKE1'in x doğrultusunda, (d) TS-ZKE1'in y doğrultusunda, (e) TS-ZKE2'nin x doğrultusunda, (f) TS-ZKE2'nin y doğrultusunda, (g) TS-ZKE3'ün x doğrultusunda, (h) TS-ZKE3'ün y doğrultusunda itme eğrisi. 137

SEMBOL LİSTESİ

$\mathbf{A}$	:	Enkesit alanı
$\mathbf{A_o}$	:	Etkin yer ivmesi katsayısı
A(T)	:	Spektral ivme katsayısı
a	:	FEMA 350 uyarınca kiriş enkesit zayıflatma noktası başlangıcı olan dairesel kesik ile kolon yüzü arasındaki mesafe
$\mathbf{a_{y1}}$	:	Birinci moda ilişkin eşdeğer akma ivmesi
$\mathbf{a_1^{(i)}}$	:	(i). itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ilişkin modal ivme
b	:	FEMA 350 uyarınca zayıflatılmış kiriş enkesiti dairesel kesik mesafesi
$\mathbf{b_{bf}}$	:	Kiriş kesitinin başlık genişliği
$\mathbf{b_{cf}}$	:	Kiriş kesitinin başlık genişliği
$\mathbf{C_b}$	:	Çubuğun moment düzlemine dik düzlem içinde tutulan ve eğilme momenti diyagramının şekline göre tablo yardımıyla hesaplanan katsayı
$\mathbf{C_c}$	:	AISC-ASD89'a göre plastik narinlik sınırı
$\mathbf{C_{mx}}$, $\mathbf{C_{my}}$	:	M_x, M_y moment diyagramlarını ve hesap yapılan düzleme dik doğrultuda çubuğu tutulma düzlemini göz önünde bulunduran katsayı
$\mathbf{C_{pr}}$	:	FEMA 350 uyarınca birleşime ilişkin sınır dayanım katsayısı
$\mathbf{C_{R1}}$	:	Birinci moda ilişkin doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme
c	:	FEMA 350 uyarınca kiriş başlığında yapılacak azaltma miktarı
$\mathbf{D_a}$	:	DBYBHY-07 uyarınca akma gerilmesi arttırma katsayısı
$\mathbf{d_i}$	:	i'inci kattaki yerdeğiştirmelerinin en büyük değerleri
$\mathbf{d_1^{(i)}}$	:	(i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme
$\mathbf{d_1^{(p)}}$	:	Birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme istemi
$\mathbf{d_b}$	:	Kiris elemanı gövde yüksekliği
$\mathbf{d_c}$	:	Kolon elemanı gövde yüksekliği
E	:	Elastisite modulü
$\mathbf{E_x}$	:	Normal tasarım (x) doğrultusu deprem yükü
$\mathbf{E_y}$	:	Normal tasarım (y) doğrultusu deprem yükü
EI	:	Eğilme rijitliği
$\mathbf{F_a}$	:	AISC-ASD89 uyarınca yalnız (N) eksenel basınç kuvvetinde eksenel çekme emniyet gerilmesi
$\mathbf{F_{b33}}$, $\mathbf{F_{b22}}$	:	AISC-ASD89 uyarınca yalnız (M_x, M_y) eğilme momentleri etkisi altında uygulanacak (eğilme basınç) başlığı için emniyet gerilmeleri
$\mathbf{F'_{e33}}$, $\mathbf{F'_{e22}}$	:	AISC-ASD89 uyarınca (x) ve (y) asal eksenleri etrafındaki burkulmalar için hesaplanan ve "Euler Gerilmesi"nden türetilen gerilme
$\mathbf{F_y}$	:	AISC-ASD89 uyarınca akma gerilmesi
$\mathbf{F_u}$	:	AISC-ASD89 uyarınca kopma gerilmesi
$\mathbf{f_a}$	:	AISC-ASD89 uyarınca yalnız (N) eksenel basınç kuvvetinde hesaplanan gerilme
$\mathbf{f_{b33}}$, $\mathbf{f_{b22}}$	:	AISC-ASD89 uyarınca yalnız (M_{33}, M_{22}) eğilme momentleri etkisi altında hesaplanan (eğilme basınç) başlığı gerilmeleri
$\mathbf{f_{maks}}$	:	Elemanda oluşan maksimum sehim miktarı

G	**:**	Sabit yükler
G_i	**:**	TS-648 uyarınca kolon elemanın burkulma boyu hesabında kullanılacak kolon uç değeri
g	**:**	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/sn^2)
H	**:**	Bina yüksekliği
h_b	**:**	Kiriş gövde yüksekliği
h_c	**:**	Kolon gövde yüksekliği
h_i	**:**	Binanın i'inci kat yüksekliği
I	**:**	Bina önem katsayısı
I_x	**:**	Kuvvetli eksen atalet momenti
I_y	**:**	Zayıf eksen atalet momenti
I_b	**:**	Kiriş elemanı atalet momenti
I_c	**:**	Kolon elemanı atalet momenti
K_x, K_y	**:**	Mesnet koşulları ile kolona bağlanan kirişlerin eğilme rijitliklerine bağlı olarak, TS 648 Standardı Çizelge 5'te nomogramdan bulunan burulma katsayıları
L	**:**	İki kolonun eksenleri arasındaki uzaklık
L'	**:**	ZKE merkezleri arasındaki mesafe
l_p	**:**	Plastik mafsal boyu
M_c	**:**	FEMA 350 uyarınca kolon eksenindeki muhtemel maksimum moment
M_f	**:**	FEMA 350 uyarınca kolon yüzeyindeki muhtemel maksimum moment
M_p	**:**	Plastik momenti kapasitesi
M_{pb}	**:**	FEMA 350 uyarınca kiriş elemanın plastik moment kapasitesi
M_{pc}	**:**	FEMA 350 uyarınca kolon elemanın plastik moment kapasitesi
M_{prZKE}	**:**	FEMA 350 uyarınca ZKE plastik mafsal bölgesinde oluşması beklenen plastik moment
M_{pa}, $M_{pü}$	**:**	Kolonun alt, üst ucunda hesaplanan moment kapasitesi
M_{pi}, M_{pj}	**:**	Kirişin sağ, sol ucunda hesaplanan moment kapasitesi
M_v	**:**	FEMA 350 uyarınca kolon merkezinde plastik mafsalda oluşan kesme kuvvetinden dolayı oluşan moment
M_{33}, M_{22}	**:**	AISC-ASD89 uyarınca elemandaki kuvvetli ve zayıf yönlerdeki eğilme momentleri,
m_i	**:**	Binanın i'inci katının kütlesi
N_x, N_y	**:**	Deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında kolonda oluşan eksenel kuvvet
n	**:**	Hareketli yük katılım katsayısı
Q	**:**	Hareketli yükler
P	**:**	Eleman kesitinde oluşan en büyük eksenel kuvvet
P_{uc}	**:**	FEMA 350 uyarınca kolonda basınc dayanımı için gerekli kuvvet
P_y	**:**	Eksenel akma yükü
P_{ye}	**:**	Eleman kesitinde beklenen akma kuvveti
R_y	**:**	AISC-ASD89 uyarınca akma gerilmesi arttırma katsayısı
R	**:**	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	**:**	Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T_n)$	**:**	n'inci doğal titreşim moduna ilişkin elastik ivme spektrum katsayısı
$S_aR(T_n)$	**:**	n'inci doğal titreşim moduna ilişkin azaltılmış spektral ivme değeri
$S_{ae}(T_n)$	**:**	n'inci doğal titreşim moduna ilişkin spektral ivme değeri
S_d	**:**	Spektral yerdeğiştirme
S_{di1}	**:**	Birinci moda ilişkin spektral yerdeğiştirme oranı

S_{de1} : İtme analizinin ilk adımında birinci moda ilişkin doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme

S_h : ZKE'li sistemde plastik mafsal oluşması beklenen noktanın kolon eksenine olan uzaklığı

S_x, S_y : Plastik mukavemet momentleri

S_{kx}, S_{ky} : TS648 uyarınca kolonun burkulma boyları

S_{ZKE} : FEMA 350 uyarınca ZKE'li kiriş elastik mukavemet momenti

T : Periyot

T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotları

t_p : FEMA 350 uyarınca panel bölgesi kalınlığı

t_{wc} : Kolon elemanı gövde kalınlığı

t_{wb} : Kiriş elemanı gövde kalınlığı

t_{fc} : Kolon elemanı başlık kalınlığı

t_{fb} : Kiriş elemanı başlık kalınlığı

$u^{(i)}_{xN1}$: Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ilişkin yerdeğiştirme

$V^{(i)}_{x1}$: x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda (hakim moda) ilişkin taban kesme kuvveti

V_{v3}, V_{v2} : AISC-ASD89 uyarınca yalnız (V_3, V_2) eksenel basınç kuvveti altında uygulanacak çekme gerilmeleri

V_g : FEMA 350 uyarınca Sabit ve hareketli yüklerden oluşan kesme kuvveti

V_{gZKE} : FEMA 350 uyarınca sabit ve hareketli yük kesme kuvveti değerlerinde oluşan kesme kuvveti

V_{ZKE} : FEMA 350 uyarınca kiriş uçlarında ZKE'lerin merkezindeki maksimum kesme kuvveti

V_{pZKE} : FEMA 350 uyarınca plastik mafsal bölgesinde oluşan kesme kuvveti

W : Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı

W_{px} : Gözönüne alınan doğrultuda kesitin plastik mukavemet momenti

Z_{ZKE} : ZKE kesitinde plastik mukavemet momenti

Z_b : Tam kiriş kesitinin plastik mukavemet momenti

Z_c : FEMA 350 uyarınca kolon plastik mukavemet momenti

Δ_{FN} : Binanın n'inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü (DBYBHY-07)

$(\Delta_i)_{ort}$: i'inci kattaki kolonda hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemesinin kat içindeki ortalama değeri

β : Kolonun her iki ucuna etkiyen momentlerin işareti

σ_a : Malzemenin akma sınır gerilmesi

σ_{eb} : TS648 uyarınca yalnızca basınç kuvveti altında hesaplanan gerilme

σ_{bem} : Maksimum kolonun narinlik oranına göre TS 648 Standardı, Çizelge 8'den bulunan basınç emniyet gerilmesi

σ_{bx} , σ_{by} : TS648 uyarınca yalnız eğilme momentleri (Mx, My) altında hesaplanan gerilmeler

θ_i : İkinci mertebe gösterge değeri

θ_p : Plastik mafsal dönmesi

θ_y : FEMA 356 uyarınca akma dönmesi

λ : Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı

Γ_{x1} : x deprem doğrultusunda birinci moda ilişkin modal katkı çarpanı

φ_p : Plastik mafsalın dönme kapasitesi

δ_i : i'inci kattaki etkin göreli kat ötelenmesi

χ : Eğrilik

$\chi_{p,maks}$: Maksimum eğrilik
μ : Süneklik

ZAYIFLATILMIŞ KİRİŞ ENKESİTLİ (ZKE) ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM YÜKLERİ ALTINDA DOĞRUSAL OLMAYAN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS HESABI

ÖZET

17 Ocak 1994'te Northridge (ABD)'de ve 17 Ocak 1995'te Kobe (Japonya)'de meydana gelen depremlerde, moment aktaran çelik çerçeve sistemlerinin kiriş-kolon kaynaklı birleşimlerinde beklenmeyen hasarların ve erken göçmelerin oluştuğu gözlenmiştir. Bu tür birleşimlerin yetersiz davranışlarının iyileştirilmesi için yoğun çalışmalar başlatılmıştır. Bu bağlamda, depremler sırasında yetersiz performans gösteren birleşimler mevcut yönetmeliklerden çıkartılmış ve yeni birleşim türleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında, çelik birleşimlerin deprem performansını geliştirmek için kiriş başlığında azaltma yapılması düşüncesi (Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli (ZKE) ya da "Köpek kemiği" olarak da adlandırılan birleşimler) önerilmiş ve bu konuda deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu tür bir çözümde, kolon yüzeyinden belirli bir uzaklıkta plastik mafsal oluşabilmekte ve bu sayede kolonlar deprem etkisinden korunmaktadır. ZKE'li moment aktaran bir çerçevede, kirişin hem alt hem de üst başlığında yapılacak değişik geometrilerdeki azaltmalar yardımıyla elastik olmayan şekildeğiştirmeler zayıflatılmış bölgeye yönlendirilerek elastik olmayan hasar kontrol altına alınabilmektedir. Deneysel çalışmalar, bu tür birleşimlerin %3'ün üzerinde bir plastik dönme kapasitesine ulaşarak oldukça yüksek sünek bir davranış sergilediklerini göstermiştir. ZKE'li birleşimlerde yaygın olarak kullanılan uygun zayıflatma biçimlerinden biri, kiriş başlığında dairesel olarak yapılan azaltmadır. Bu zayıflatma biçimi gerçek mühendislik projelerinde de bir çok uygulama alanı bulmuş ve ayrıca "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-07)"de de önerilmiştir. Diğer bir zayıflatma tekniği ise çeşitli konfigürasyonlarla başlıklarda deliklerin oluşturulmasıdır.

Bu tez, ZKE'li çelik çerçevelerin deprem performanslarının değerlendirmesi kapsamında yapılan parametrik bir çalışmayı sunmaktadır. Çalışmanın en önemli katkısı, bina kat yüksekliği boyunca ZKE'li birleşimlerin yalnızca kritik katlarda bölgesel olarak kullanılmasının önerilmesi ve bu birleşim türünün kolonun hem kuvvetli hem de zayıf eksen doğrultusunda yapılmış olmasıdır. Performans analizlerinde Kapasite Spektrum Yöntemi yardımıyla Türkiye Yönetmeliği'nde önerilen itme analizi kullanılmıştır. Aynı zamanda, gerekli olan aşamalarda FEMA 350 ve FEMA 356 yönetmeliklerinden de yararlanılmıştır.

Seçilmiş bir dizi moment aktaran çerçeve üzerinde, farklı ZKE konfigürasyonlarının sistemin dayanım, rijitlik, birinci elastik titreşim periyotu, süneklik, enerji yutma kapasitesi ve performans düzeylerine etkisi parametrik olarak belirlenmiştir. Bu amaçlar için doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, plastik hesap kuramının temel kavramları da özetlenmiştir.

Bu tez aşağıda verilen yedi ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci Bölüm'de, bugüne kadar ZKE'li sistemler ile ilgili yapılmış olan literatür taramasına ve DBYBHY 07 ve FEMA 350 yönetmeliklerine göre ZKE'lerin boyutlandırılması ve tasarım koşullarına yer verilmiştir. Buna bağlı olarak, çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci Bölüm'de, moment aktaran çelik çerçeve sistemlerinin tasarımına esas oluşturan plastikleşme davranışı ve plastik mafsal hipotezi incelenmiştir. Buna ek olarak, moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş ve kolonlarının elastik ötesi davranışlarına etki eden parametreler kısaca özetlenmiştir.

Üçüncü Bölüm DBYBHY-07 ve FEMA 356'ya göre performansa dayalı doğrusal olmayan statik değerlendirme yöntemlerine ayrılmıştır.

Dördüncü Bölüm'de, yüksek süneklik düzeyli moment aktaran bir çelik taşıyıcı sistemin DBYBHY-07 ve TS 648'de belirtilen tasarım ilkeleri doğrultusunda tasarım adımları verilmiştir. Bu aşamadan sonra, ZKE sisteme üç farklı konfigürasyonda yerleştirilerek, tasarım yapılmıştır.

İlgili hesaplamalar hakkında DBYBHY-07 ve FEMA 356'ya göre performans düzeyi değerlendirilmesi Beşinci Bölüm'de verilmiştir.

Altıncı Bölüm bu parametrik çalışmada elde edilen sayısal sonuçlara ayrılmış ve çeşitli konfigürasyonlardaki sistemler arasında genel bir karşılaştırma yapılmıştır.

Çalışmanın son (Yedinci) Bölümü'nde, tüm çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve bu çalışmayı temel alarak gelecekte yapılabilecek potansiyel çalışmalardan söz edilmiştir.

COMPARATIVE PERFORMANCE ASSESSMENTS OF STEEL FRAMES WİTH REDUCED BEAM SECTION (RBS) UNDER EARTHQUAKE LOADS

SUMMARY

During the Northridge earthquake of Jan. 17th, 1994 (U.S.A.) and the Kobe earthquake of Jan. 17th, 1995 (Japan), unexpected damages and premature failures were observed around beam-to-column welded connections in steel moment frames. Intense research was then initiated to improve the poor behavior of these connections. Also, existing details that showed unsatisfactory seismic behavior were removed from the existing structural regulations and new beam-to-column connection details have been developed. Among these, the idea of trimming of beam flanges (so called Reduced Beam Sections (RBSs) or Dogbone connections) to improve the seismic performance of steel connections was proposed and tested. In this solution, plastic hinges can be moved away from the face of the column and therefore the columns are protected under earthquake effects. In a RBS configuration of a moment frame, damage can be controlled by leading inelastic deformation to the reduced area with the help of decreasing different geometrical changes either lower or upper beam flanges. Experimental results show that these connections have achived plastic rotations in excess of 3%, revealing a highly ductile behavior. A widely used strategic weakening in RBS connections is cutting the beam flange along a circular profile. This weakening procedure has found many application areas in real engineering practice and is also proposed in the Turkish Code of "Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones-2007(DBYBHY-07)". Other weakening techniques such as drilling holes in the flanges with several configurations also exist.

This study presents a parametric investigation into the seismic performance evaluation of steel frames with RBS connections. The major contribution from this study is to analyse the impact of partial use (i.e. zoning) of RBS connections along the building height in critical stories only and to use this connection type both in the strong and minor axis column connections. For performance analyses, the Capacity Spectrum Method (CSM) with the help of pushover analyses have been used as proposed in the Turkish Code. Also, FEMA 350 and 356 regulations have been used when required.

In a number of selected moment frames, the effect of different RBS configurations on strength, stiffness, fundamental periods, ductility, energy dissipation capacity, and the calculated performance levels of the systems was parametrically investigated. The nonlinear static procedure was used for this purpose. Besides, further information regarding plastic analysis and the methods used in this study are summarized.

This thesis consists of seven main chapters as given below:

First part includes the literature review about RBSs systems and the design criteria for RBS connections according to DBYBHY-07 and FEMA 350 regulations. Also, the aim and scope of this study are explained.

In the Second Chapter, plastic behavior that constitutes the base for the design of steel moment frames has been summarized in connection with plastic hinge hypothesis. In addition to this, parameters that affect the inelastic behavior of beam and column elements in a steel moment frame have been explained in brief.

Third Chapter includes the issues related to nonlinear static procedures to be used in performance analyses according to DBYBHY-07 and FEMA 356.

In the Fourth Chapter, design steps of a high ductility steel moment frame is given following the principles of DBYBHY-07 and TS648. After this stage, connections have been designed as RBSs which are placed in three different ways.

Relevant calculations about seismic performance levels per DBYBHY -07 and FEMA 356 are given in the Fifth Chapter.

The Sixth Chapter is devoted to the numerical results obtained from this parametric study and a general comparison is made among the various systems configurations considered herein.

In the last (Seventh) Chapter, results of the whole study are summarized and potential future studies based on this work are mentioned.

1. GİRİŞ

1.1 Motivasyon

Deprem bölgelerinde yer alan yapıların yüksek dayanımlı, ekonomik ve taşıyıcı sistemlerinin herhangi bir deprem etkisi altında doğrusal olmayan davranış gösteriyor olmaları süneklik düzeyleri ile yakından ilişkilidir [1]. Bu koşulları sağlayan yapı malzemelerinden birinin de çelik olduğu bilinmektedir. Son yıllarda teknolojinin gelişmesine yönelik olarak süneklik düzeyi yüksek yapıların üretiminin giderek yaygınlaştığı ve önem kazandığı bir gerçektir [2].

Başta Türkiye olmak üzere dünyanın çeşitli ülkelerinde meydana gelen yıkıcı depremler çok büyük can kayıplarına ve ciddi ekonomik hasarlara neden olmuştur. Şiddetli depremlerin yaşanmasıyla birlikte, mevcut yapılar etkin onarım ve güçlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi, depremlerin yol açabileceği can ve ekonomik kayıpların azalması bakımından, önem kazanmıştır.

17 Ocak 1994'te Northridge (Amerika Birleşik Devletleri) ve 17 Ocak 1995'te Kobe (Japonya) depremleri sonrası çelik yapılar ciddi hasarlar almış ve kiriş - kolon birleşim bölgelerinde gevrek göçmelerin meydana geldiği gözlenmiştir. Özellikle, 17 Ocak 1994 Northridge-California depreminde 120'den çok çelik yapıdaki şekil değiştirme ve hasar boyutunun sanılandan daha büyük, önemli ve yaygın olduğunun farkına varılması, yapı tasarımı ile uğraşan mühendis ve bilim adamlarının çelik yapıların doğrusal olmayan davranışları üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur [3]. Moment aktaran birleşimli çelik çerçeveler üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, birleşim ayrıntılarının incelenmesi ve yeni birleşimlerin nasıl olması konularında yeni yaklaşımlar ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, şekildeğiştirme ve yerdeğiştirmeye bağlı tasarım yöntemleri ile yapının deprem etkisi altında performansını belirleme yaklaşımında bulunulmuştur.

17 Ocak 1994 Northridge Depremi sonrasında, American Institute of Steel Construction (AISC) moment aktaran birleşimli çelik çerçevelerde görülen

problemleri çözmek amacıyla, geçici nitelikte çözümlerin geliştirilmesinde önder olmuştur. Bu çözüm önerileri:

- Plastik mafsallaşmanın kiriş - kolon ara yüzeyinden daha uzakta oluşmasını sağlayacak, dayanım, rijitlik ve süneklik değerleri bilinen/tahmin edilen bir sigorta tasarlayarak birleşimin diğer elemanlarını korumak,
- Eğilme momentine ve kesme kuvvetine neden olan kuvvetleri tamamen yeni bir yöntemle saptamak ve böylece birleşimin her parçasının dayanımını, rijitliğini ve sünekliğini anlaşılır ve kontrol edilebilir kılmak,
- Deprem yüklerin altındaki davranışları zayıf ya da belirsiz olan birleşim elemanlarını güçlendirmek ya da dayanım ve süneklik gereKsiniminin, davranışı bilinen başka noktalara taşındığından emin olmak,
- Daha yüksek dayanımda kaynak malzemesinin kullanılması, kaynak alanını arttırmak, kiriş alt ve üst ucuna guseler eklemek,

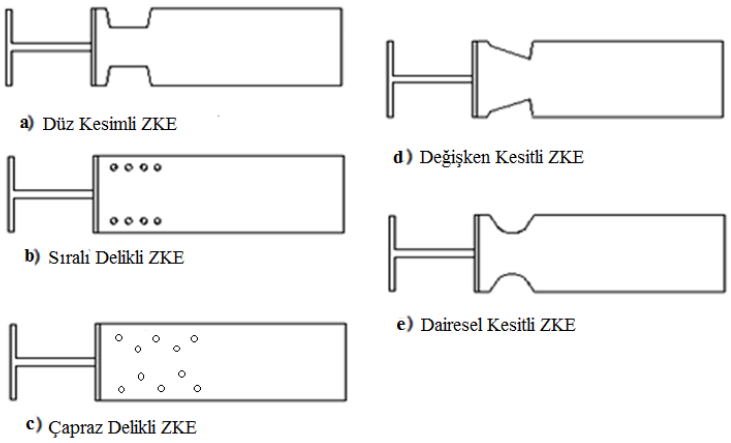
gibi önlemler önerilmektedir [4]. Yukarıda verilen bilgiler ışığında çeşitli kombinasyonlar kullanılarak yeni birleşimler geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan "kapasiteye göre tasarım" kavramına göre, kolon - kiriş birleşimlerinde elastik olmayan şekil değiştirmelerin belirli bir bölgeye yönlendirilmesi amaçlanır. Bu çalışmanın ana içeriğini oluşturan ve bu prensibe uygun olarak Zayıflatılmış Kiriş Enkesit (ZKE) kavramı ortaya atılmıştır. Bu birleşim tipinde, kolon yüzünden belli bir uzaklıkta, kirişin alt ve üst başlığında yapılacak azaltmalar yardımıyla yapıya bir anlamda yapısal bir sigorta yerleştirilerek, elastik olmayan şekil değiştirmelerin zayıflatılmış bölgeye yönlendirilerek kontrol altına alınabilmesi hedeflenmektedir [5].

1.2 Zayıflatılmış Kiriş Enkesit (ZKE) Üzerine Yapılan Önceki Çalışmalar

Çelik yapılarda uygulanan ZKE konfigürasyonu ile çelik yapılarda, birleşim bölgesinin enerji yutabilme kapasitesi arttırılabildiği gibi, plastik şekil değiştirmenin neden olacağı olası göçmelerin önlenebilmesi sağlanmaktadır. Deneylerde gösterdiği olumlu performans ve uygulaması zor herhangi bir detay gerektirmediğinden, bu tür kirişler depreme dayanıklı çelik yapı tasarımıyla ilgilenen araştırmacılardan yoğun ilgi görmüştür.

17 Ocak 1994 Northridge depremine kadar Luxemburg menşeli Dünyaca ünlü A.B.D.'li çelik üreticisi ArcelorMittal International ZKE'lerin patentini elinde bulundurmaktaydı. Ancak, 1994 depremi sonrası tüm telif haklarını serbest bırakarak; üzerinde araştırma yapılıp geliştirilmesine olanak sağlamıştır [6].

ZKE'nin şekli, boyutu ve konumu, birleşimin performansını etkileyen başlıca unsurlardır. Çeşitli geometrik şekiller test edilerek en uygun zayıflatma biçimi ortaya çıkarılmıştır. Zayıflatılmış kiriş enkesitine ilişkin olası kesim seçenekleri **Şekil 1.1**'de verilmiştir.



Şekil 1.1 : Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti tipleri [7].

İlk ortaya atılan ZKE kiriş tipi, Plumier [8] tarafından düz kesimli ZKE'dir (**Şekil 1.1a**). Kolon yüzüne yaklaştıkça artan momente uygun olarak bu etkiyi karşılayacak kesitin de artması fikri, değişen kiriş enkesitini Chen ve diğ. [9] ortaya çıkarmıştır (**Şekil 1.1d**). Yapılan analizlar sonucu bu iki tip de iyi sonuçlar vermiş ve büyük süneklik oranlarına ulaşabilmişlerdir. Ancak, kiriş başlıklarındaki kesimlerin ani değiştiği noktalarda, yırtılma ve göçmeler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak, yapılan kesimler sonucu başlıklarda kalan ve gözle görülmeyen ufak çentiklerin, gerilme yığılmaları sonucu yırtılmalara dönüşmesi şeklinde açıklanmaktadır. Deprem yükleri altında Lee ve diğ.'nin çapraz delikli ZKE'li birleşimleri, Tsai ve Chen'nin sıralı delikli ZKE'li birleşimlere göre daha yüksek kapasitede performans göstermesine rağmen, delikler etrafında gerilme yığılmaları meydana geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 1.1b, Şekil 1.1c) [10]. Bu sorunu ortadan kaldırmak için Engelhardt ve diğ., Popov ve diğ., Tremblay ve diğ., Plumier ve Uang tarafından yürütülen bilimsel çalışmalarda *dairesel ZKE tipi*, minimum gerilme yığılmalarına, üniform şekildeğiştirebilme, çok az hassaslıkta üretim detayına sahip

olması ve yüksek plastik dönme kapasitesine sahip olması nedenleriyle en çok kullanılan tip olarak yönetmeliklerde yer almıştır [10].

Cheol-Ho Lee ve Jae-Hoon Kim [11] kaynaklı ve/ya da bulonlu gövde birleşim türlerinin, ZKE'li çelik moment çerçevelerin sismik performansları üzerindeki etkiyi araştırmak için deneysel çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmaların sonucunda bulonlu ZKE'li numunelerin, kiriş - kolon birleşim bölgesi civarında yüksek kopma davranışı gösterdiği gözlemlenmiştir. Yalnız araştırmalarda, kaynaklı gövde bağlantılarına karşı bulonlu örneklerin hatasız olarak uygulandığı konusunda tam olarak bilgi yer almamaktadır.

Diğer taraftan Cheol-Ho Lee ve diğ. [12] panel bölgesi ve gövde birleşim şeklinin ZKE'li çelik moment çerçevelerin sismik performansları üzerindeki etkisi ile ilgili dayanım ölçütleri oluşturmak amacıyla analitik olarak çalışmalar yapmıştır. Bu çalışma sonucunda:

- Kaynaklı ZKE'li birleşimler, bulonlu birleşim tiplerine göre daha sünek davranış sergilemiş,
- Bulonlu numuneler kiriş alt başlığında yer alan kaynak erişim deliği bölgesinden gevrek göçmeye maruz kalmış,
- Birleşim kirişindeki ZKE bölgesinde oluşan plastik moment kullanılarak panel bölgesi için kesme kuvvetini veren eşitlik oluşturulmuş,
- Panel bölgesi, plastik dönme kapasitesini kirişte deformasyonlara neden olmadan arttırabilmesi için dayanım ölçütü belirlenmiştir [12].

17 Ocak 1994 Northridge ve 17 Ocak 1995 Kobe depremleri sonrası yapılan analitik çalışmaların çoğunda birleşim üzerindeki döşeme etkisi göz ardı edilmiştir. Sang-Hoon Oh ve diğ. [13] döşemenin, ZKE'li çelik moment çerçevelerin sismik performansı üzerinde etkisini incelemek ve bağlantı kirişinde pahalı olmayan berkitme elemanlar kullanarak dayanım performansını arttırmak amacıyla analitik olarak çalışmalar yapmışlar. Bu çalışma sonucunda:

- **Şekil 1.2**'de gösterildiği üzere, standart moment taşıyan çelik kiriş - kolon birleşimi (diğer bir deyişle ZKE'siz), döşeme etkisi nedeniyle kiriş alt başlığında oluşan çekme istemi nedeniyle gevrek göçmeye maruz kalmıştır.



(a) (b)

Şekil 1.2 : Döşeme etkisi nedeniyle yalın birleşimin (a) kiriş alt başlığında oluşan gevrek göçme, (b) kolon başlığında oluşan deformasyon [13].

- ZKE'li moment taşıyan kiriş - kolon birleşiminin ise betonarme döşeme ile birlikte iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır (**Şekil 1.3a**). Bununla birlikte, ZKE'li kirişin alt başlığında yapılan güçlendirmenin, güçlendirme yapılmayan ZKE'li kiriş modeline göre iki kat daha fazla plastik deformasyon kapasitesi gösterdiği görülmüştür (**Şekil 1.3b**).

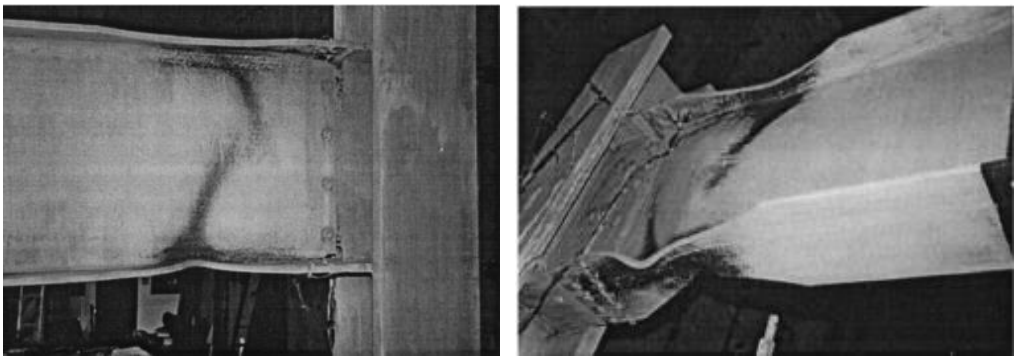


(a) (b)

Şekil 1.3 : (a) ZKE'li kirişte akma oluşması, (b) Güçlendirilmiş ZKE'li kirişin davranışı [13].

ZKE'li çelik çerçeveler ile ilgili önceki çalışmalar değerlendirildiğinde, performans değerlendirmesinin daha çok güçlü eksen yönünde olduğu gözlemlenmiştir. Gilton ve Uang [14] **Şekil 1.4**'de gösterilen zayıf eksen yönünde ZKE'li çelik moment birleşimlerinin performans değerlendirmesini yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda:

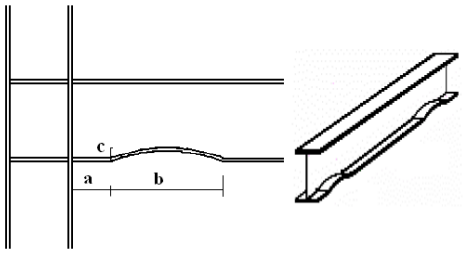
- Süreklilik levhası ekli olan modellerde maksimum çekme gerilmelerinin kiriş alt başlığında yer alan küt kaynakta meydana geldiği gözlemlenmiş,
- ZKE'li kesit varlığı sayesinde kaynak bölgesinde gevrek göçme gözlenmemiş ve plastik deformasyon performansı istenilen seviyede elde edilmiştir [14].



(a) (b)

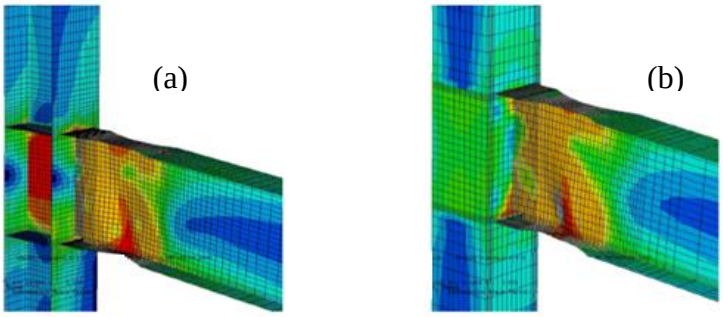
Şekil 1.4 : ZKE'de (a) %3 yön değiştiren tekrarlı yükleme davranışı (b) %4 yön değiştiren tekrarlı yükleme davranışı [14].

Literatürde ZKE'li sistemler ile ilgili yapılan çalışmaların bir çoğu, kiriş üst başlığı ve/ya da alt başlığında yapılan kesit azaltmalarını kapsamaktadır. Yousef Ashrafi ve diğ. [15] yaptıkları analitik çalışmalarda, **Şekil 1.5**'de gösterilen kiriş gövdesinde yapılan azaltmanın başlıkta yapılan azaltmaya oranla daha yüksek kapasiteye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gilton ve Uang deneysel çalışmalarda elde ettikleri sonuçlardan biri olan "kirişteki kesme kuvvetinin %95'ini kiriş gövdesinin karşılaması" bu çalışmayı desteklemektedir. Elde ettikleri diğer bir sonuç ise, tüm katlarda ZKE uygulanmasına gerek olmamasıdır.



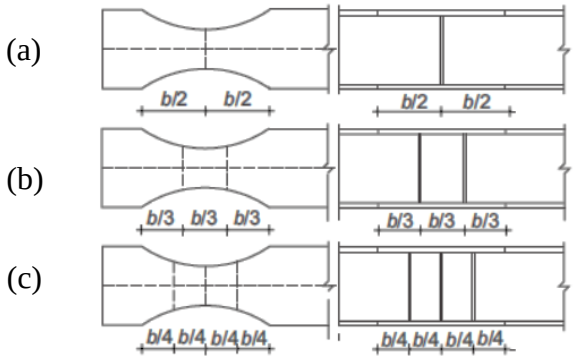
Şekil 1.5 : Kiriş gövde enkesitinde yapılan azaltma [15].

Moment aktaran kiriş - kolon birleşiminde kutu kesitli kolon tipi zayıf eksen sorunundan kaçınma üstünlüğünü sağlaması yanında H kesitli kolonlara oranla daha yüksek burulma rijitliği ve dayanımı gibi önemli özellikleri bulunmaktadır. Bu nedenle **Şekil 1.6**'da gösterildiği üzere, Kim ve diğ. [16] yaptıkları deneysel çalışmalarda ZKE moment birleşimlerde kutu kesitli kolonun davranış parametrelerinin, H kesitli kolonlara göre daha iyi olduğu sonucu çıkarılmıştır.



Şekil 1.6 : ZKE birleşimlerinde, akma gerilme dağılışı (a) H kesitli birleşim (b) Kutu kesitli birlleşim [16].

ZKE'li moment aktaran birleşimlerde yanal stabilite sağlanmasına karşın, ZKE bölgesinin yerel stabilitesinin zayıflığı yerel burkulmaya neden olabilmekte ve sistem erken göçmektedir. Bu nedenle Feng-Xiang Li ve diğ. [17] ZKE bölgesinde akma oluşmadan meydana gelebilecek göçmeyi engellemek için, **Şekil 1.7**'de gösterilen ve uygulanabilirliği kolay berkitme levhaları kullanmış ve yön değiştiren tekrarlı yükler altında yerel burkulma ve burkulma sonrası davranışlarını incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, berkitme elemanlarının yanal burkulmaya etkisi olmadığının gözlemlenmesine karşın, yerel burkulma oluşumunu erteleyerek yük taşıma kapasitesini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

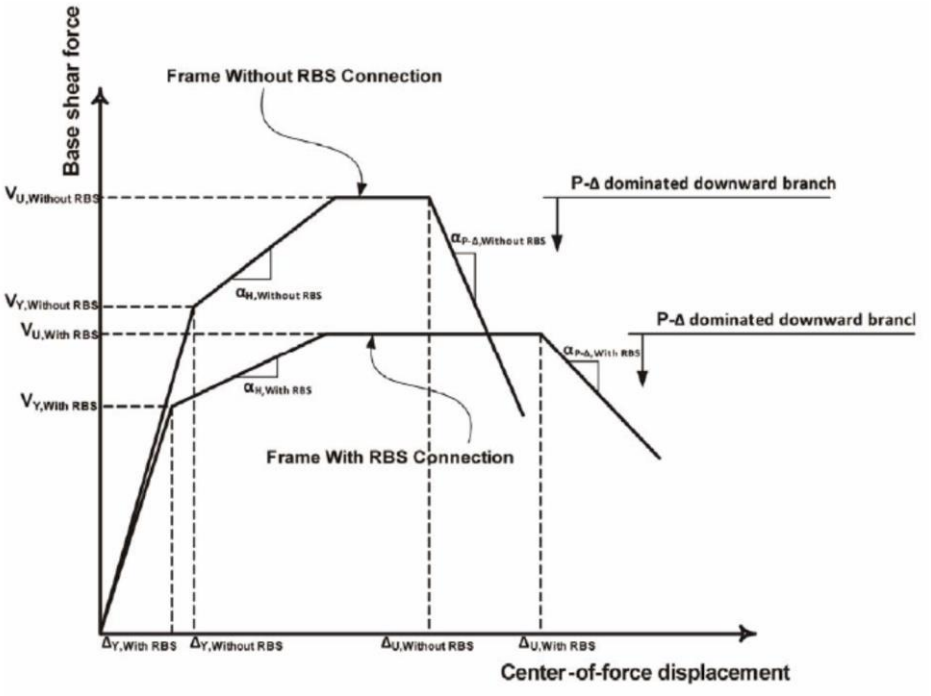


Şekil 1.7 : ZKE bölgesinde kullanılan (a) merkezde bir berkitme elemanı (b) iki bertkitme elamanı (c) üç berkitme elemanı [17].

Zhang ve Ricles [18] ZKE'li moment aktaran birleşimler üzerinde yaptıkları analitik çalışmada, küçük kesit modülüne sahip kolonun büyük gerilmeler etkisinde kaldığını ve kolon başlığında plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiğini gözlemlemişdir.

Kildashti ve diğ. [19] referans aldıkları 18 katlı moment aktaran çelik taşıyıcı sisteme ZKE konfigürasyonu uygulayarak yapıların süneklik kapasitesini arttırmak, aynı zamanda da dayanımını azaltacak etkilerden uzaklaştırmayı amaçlamışlardır.

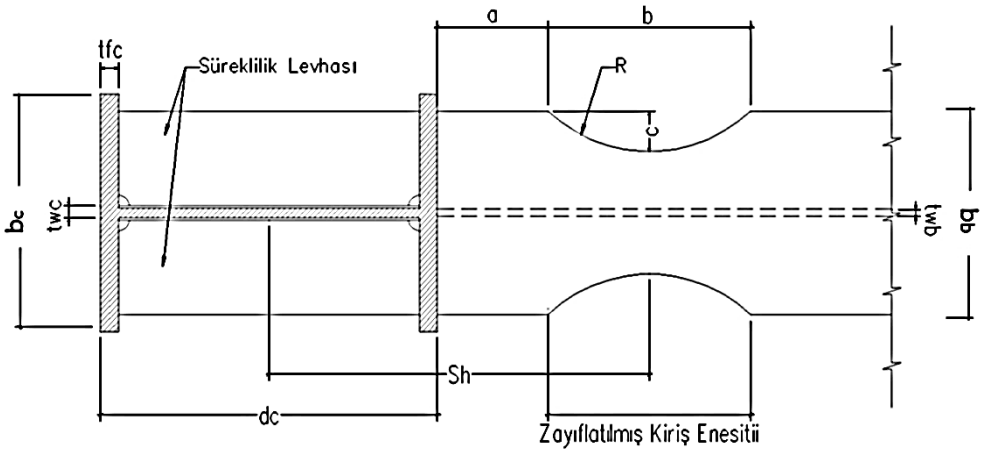
Çalışmanın sonucuna göre ZKE'li sistemlerin dayanımı azalmasına karşın, süneklik kapasitesi beklenildiği gibi artmıştır (**Şekil 1.8**).



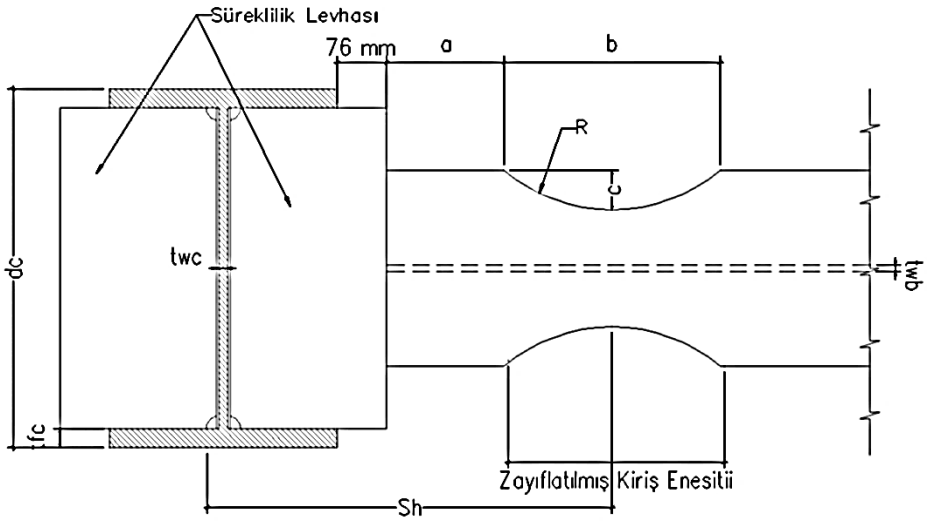
Şekil 1.8 : ZKE'li ve ZKE'siz çelik taşıyıcı sistemler statik itme eğrileri [19]

1.3 Yönetmeliklerde Önerilen ZKE Birleşim Detayları ve Uygulama Sınırları

Yönetmeliklerde ifade edildiği üzere zayıflatılmış kiriş enkesitlerinin kullanılması durumunda plastik mafsal noktasının yeri **Şekil 1.9** ve **Şekil 1.10**'da kuvvetli ve zayıf eksen yönlerinde belirtilen ortak parametreler kullanılarak belirlenecektir.



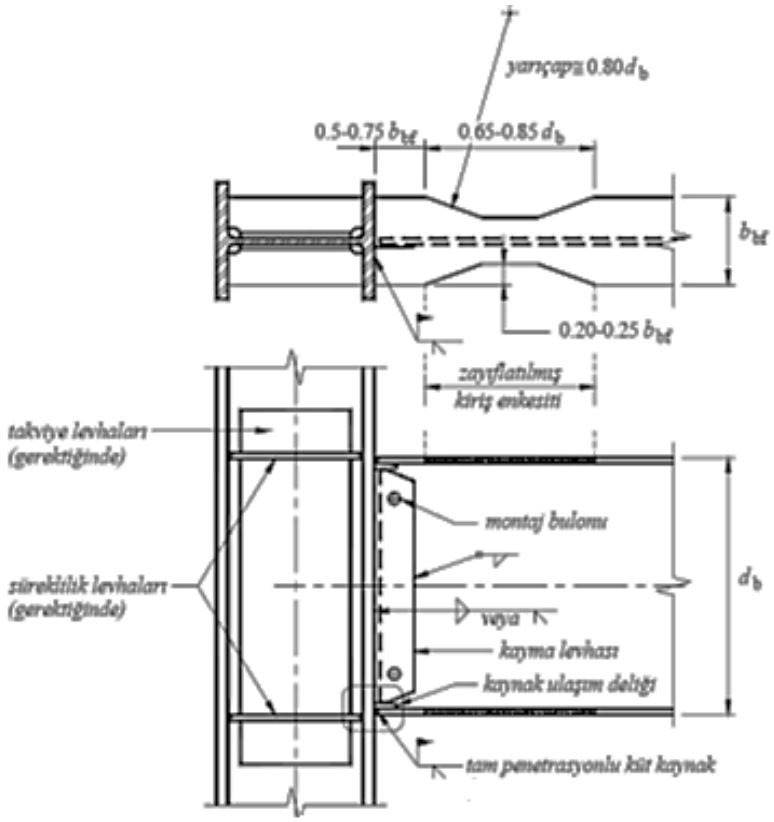
Şekil 1.9 : Kuvvetli eksen yönünde ZKE'li birleşim geometrisi.



Şekil 1.10 : Zayıf eksen yönünde ZKE'li birleşim geometrisi.

1.3.1 DBYBHY-07 yönetmeliğine göre ZKE birleşim detayı ve uygulama sınırları

DBYBHY-07 uyarınca süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kolon-kiriş birleşim bölgesinde zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı birleşim detayı **Şekil 1.11**'de, **Şekil 1.9**'a göre geometrik parametreleri de **Çizelge 1.1**'de verilmiştir.



Şekil 1.11 : DBYBHY-07 uyarınca ZKE kaynaklı birleşim detayı [20].

Çizelge 1.1 : DBYBHY-07'de göre ZKE geometrik özellikleri [20].

Birleşim Detayı Parametreleri	Geometri Değerleri
a	0.5 - 0.75 b_{bf}
b	0.65 - 0.85 d_b
c	0.20 - 0.25 b_{bf}
R	0.80d_b
S_h	$d_c/2+a+b/2$
L'	L-2S_h

*L', kiriş elemanın her iki ucunda oluşması beklenen plastik mafsal noktaları arasında kalan uzunluk

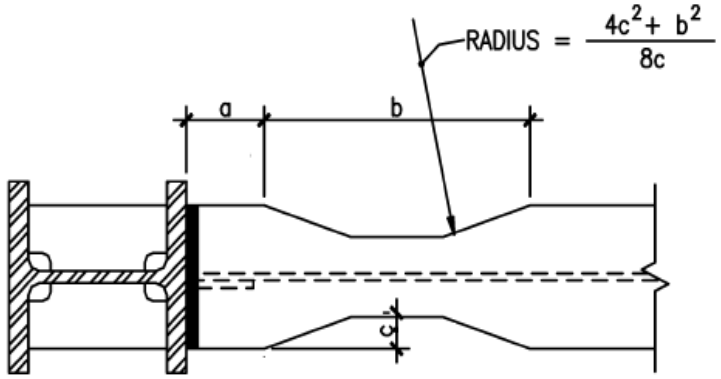
DBYBHY-07'in tasarım ilkeleri uyarınca kaynaklı kolon-kiriş birleşim detayının süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin **Çizelge 1.2**'de belirtilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.

Çizelge 1.2 : DBYBHY-07'de ZKE kaynaklı birleşim detayı uygulama sınırları [20].

Birleşim Detayı Parametreleri	**Uygulama Sınırları**
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm
Kiriş boy ağırlığı	≤ 450 kg/m
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 45 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Kaynak ulaşım deliği	gerekli
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

1.3.2 FEMA 350 yönetmeliğine göre ZKE birleşim detayı ve uygulama sınırları

ZKE tasarımında plastik mafsal noktasının belirlenmesi ve öngörülen geometrik detaylar FEMA 350 [21] yönetmeliği uyarınca **Şekil 1.12**'de uygulama sınırları Çizelge 1.3'de verilmiştir.



Şekil 1.12 : FEMA 350 uyarınca ZKE birleşim detayı [21].

Çizelge 1.3 : FEMA 350'de ZKE kaynaklı birleşim detayı uygulama sınırları [21].

Birleşim Detayı Parametreleri	**Uygulama Sınırları**
Genel	
Uygulanabilir sistem	OMF, SMF
S_h	$d_c/2+a+b/2$
Kiriş parametre sınırları	
Kiriş boyu	$\leq d_{bW36}$
Kiriş ağırlığı	$\leq$ 447 kg/m (300 Ibs/ft)
Kiriş açıklık/boy oranı	OMF için, ≥5 SMF için, ≥ 7
$b/2t_f$	$\leq 52/\sqrt{F_{ye}}$
Kiriş başlığı kalınlığı	$\leq$ 44.50 mm (1-3/4")
Kolon parametre sınırları	
Kolon boyu	OMF için, sınır yok SMF için, $\leq d_{cW12}$ / $\leq d_{cW14}$

†Çizelgede verilen verilerin birimleri Ksi'dır. Bu nedenle yapı çeliği akma gerilmesi Fye= 51.49 Ksi olarak kullanılacaktır.

FEMA 350'de belirtilen tasarım yöntemi aşağıda maddesel olarak sıralanmıştır [21].

1. Adım: **Şekil 1.12**'de belirtilen tasarım değerleri (a) ve (b), kiriş başlık genişliği (b_{bf}) ve kiriş yüksekliği (d_b)'ne bağlı olarak aşağıdaki limitlere göre seçilir.

$$a = (0.5 - 0.75)b_{bf} \quad \textbf{(1.1)}$$

$$b = (0.65 - 0.85)d_b \quad \textbf{(1.2)}$$

2. Adım: Kiriş başlığında yapılacak azaltma (c) aşağıdaki parametrelere göre belirlenmektedir.

   a. $c = 0.20b_{bf}$ seçilir

   b. ZKE kesitinde plastik mukavemet momenti (Z_{ZKE}) **(1.3)** ile hesaplanır,

$$Z_{ZKE} = Z_b - 2ct_f(d - t_f) \quad \textbf{(1.3)}$$

   Z_b = Tam kiriş kesitinin plastik mukavemet momenti

   c. Kolon yüzeyinde oluşabilecek maksimum moment **(1.4)** ve **(1.5)** ile hesaplanır.

$$M_f = M_{prZKE} + V_{pZKE}x \quad \textbf{(1.4)}$$

$$M_c = M_{prZKE} + V_{pZKE} S_h \quad \textbf{(1.5)}$$

$$M_{prZKE} = C_{pr} R_y Z_{ZKE} F_y \quad \textbf{(1.6)}$$

M_f : Kolon yüzeyinde olan maksimum moment

M_c : Kolon ekseninde olan maksimum moment

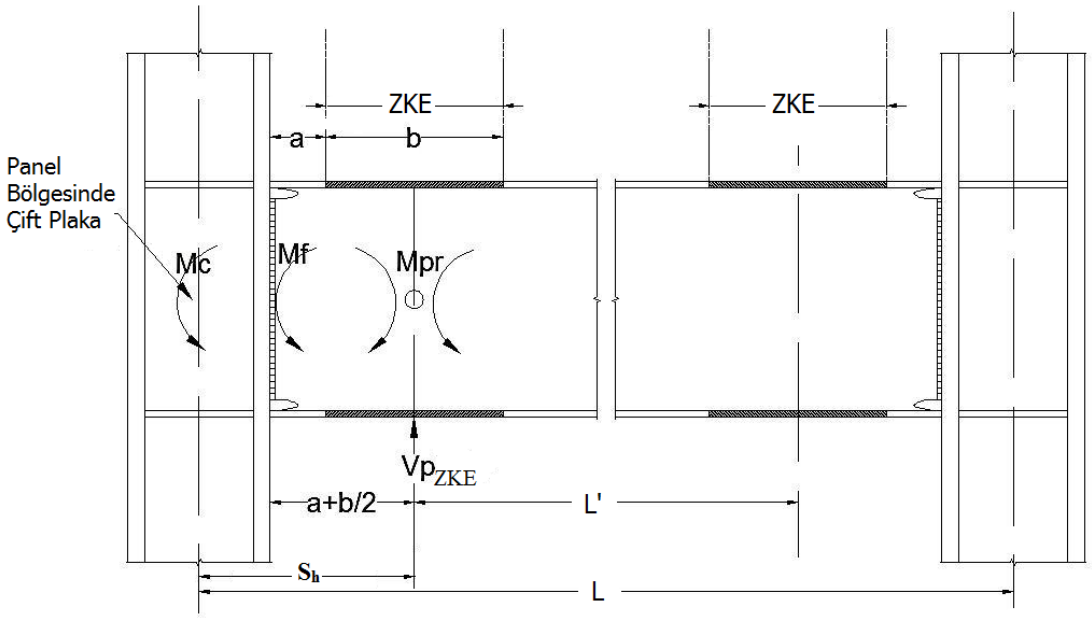
M_{prZKE}: ZKE plastik mafsal bölgesinde oluşması beklenen plastik moment

V_{ZKE}: Kiriş uçlarında ZKE'lerin merkezindeki maksimum kesme kuvveti

C_{pr} : 1.15

R_y : 1.1 (Fe 37 yapı çeliği dışında diğer yapı çeliklerinden üretilen hadde profilleri için arttırma katsayısı)

x = a + b/2



Şekil 1.13 : Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki kritik kesitler [2].

d. ($_C$) değeri için **(1.7)** ile kontrol edilir. Eğer M_f değeri sınır değerden büyük ise, (c)'ye $0.25b_f$'yi aşmayan bir değer verilir.

$$M_f < C_{pr} R_y Z_b F_y \quad \textbf{(1.7)}$$

3. Adım: Kolon yüzeyinde oluşan kesme kuvveti **(1.8)** ile hesaplanmaktadır:

$$V_f = \frac{2M_f}{L - d_c} + V_g \quad \textbf{(1.8)}$$

V_g : Sabit ve hareketli yüklerden oluşan kesme kuvveti

L : İki kolonun eksenleri arasındaki uzaklık

4. Adım: Plastik mafsal bölgesinde oluşan kesme kuvveti **(1.9)** ile özel deprem yük kombinasyonu ile hesaplanmaktadır.

$$V_{pZKE} = 2\frac{M_{prZKE}}{L'} + V_{gZKE} \quad \textbf{(1.9)}$$

V_{gZKE} : Sabit ve hareketli yük kesme kuvveti değerlerinde oluşan kesme kuvvetidir, yapının bilgisayar modeli üzerinden okunacaktır.

L' : ZKE merkezleri arasındaki uzaklık, **Şekil 1.13**'de gösterilmektedir.

5. Adım: Panel bölgesi kesme dayanımı kontrolü **(1.10)** ile kontrol edilmektedir. Panel bölgesi kalınlığı (t_p);

$$t_p = t_{wc} \geq t = \frac{C_y M_c \frac{H - d_b}{H}}{(0.9)0.6F_y R_y d_c (d_b - t_{fb})} \quad \textbf{(1.10)}$$

koşulunu sağlamalıdır. Burada;

$$C_y = \frac{1}{C_{pr}\frac{Z_{ZKE}}{S_{ZKE}}}$$

H : Kat yüksekliği

ZKE'ye ilişkin elastik mukavemet momenti (S_{ZKE}) ise

$$S_{ZKE} = \frac{\left[I_x - 2(2c)t_{bf}\left(\frac{d_b}{2} - \frac{t_{bf}}{2}\right)^2\right]}{(d_b/2)} \quad \textbf{(1.11)}$$

bağıntıları ile hesaplanmaktadır.

6. Adım: Süreklilik levhası gereklilik kontrolü **(1.12)** ve **(1.13)** ile kontrol edilmektedir. FEMA 350 yönetmeliği, birleşime giren kolon elemanı alt-üst

başlıklarının yeterli kalınlığa sahip olmaları durumunda süreklilik levhalarına gerek olmayabileceğini aşağıdaki kriterlere bağlanmıştır:

$$t_{fc} \geq t = \frac{b_{fb}}{6} \quad \textbf{(1.12)}$$

$$t_{fc} \geq t = (0.4)\sqrt{1.8 b_{fb} t_{fb} \left(\frac{F_{yb} R_{yb}}{F_{yc} R_{yc}}\right)} \quad \textbf{(1.13)}$$

Burada;

t : Minimum gerekli kolon üst-alt başlık kalınlığı

t_{fc} : Kolon başlık kalınlığı

b_{fb} : Kiriş başlık genişliği

F_{yb}, F_{yc} : Kiriş ve kolon akma gerilmesi

R_{yb}, R_{yc} : Akma gerilmesinin malzeme akma gerilmesine oranı, 1.10

Alınmaktadır.

7. Adım: Güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü AISC Seismic Design Manual 2006 [22] yönetmeliği uyarınca aşağıdaki koşulu sağlamalıdır:

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} \geq 1.0 \quad \textbf{(1.14)}$$

Kolonun plastik moment kapasitesi, $\sum M_{pc}$:

$$\sum M_{pc} = \sum \left(Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_c} \right) \right)$$

P_{uc} : Kolonda basınç dayanımı için gerekli kuvvet

Z_c : Kolon plastik mukavemet momenti

Kiriş plastik moment kapasitesi, $\sum M_{pb}$:

$$\sum M_{pb} = \sum \left(M_{prZKE} + M_v \right)$$

M_{prZKE} = ZKE plastik mafsal bölgesinde oluşması beklenen plastik moment, **(1.6)** ile hesaplanmaktadır.

M_v : Kolon merkezinde plastik mafsalda oluşan kesme kuvvetinden dolayı oluşan moment

$$M_v = (V_{pZKE} + V'_{pZKE})S_h$$

V_{pZKE} ve V'_{pZKE} : 4.Adım'da gösterildiği şekilde **(1.9)** ile hesaplanacaktır.

1.4 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, özellikle 17 Ocak 1994 Northridge depremi sonrasında çelik yapılarda ortaya çıkan hasarların azaltılması amacıyla üzerinde çok çalışılmış olan ZKE'li kiriş-kolon moment birleşimlerin referans alınan çelik taşıyıcı sistemin her katında ve yalnızca alt katlarında kullanılması ile, deprem yükleri altında performansa dayalı yapı tasarım ilkeleri kullanarak tüm (bütün katlarda) ve bölgesel (bazı katlarda) ZKE uygulamalı çelik taşıyıcı sistemlerin davranışlarının sayısal olarak incelenmesidir. Buna ek olarak kolonların zayıf eksenleri etrafında ZKE'li kiriş birleşimlerinin de etkinliğinin incelenmesi hedeflenmektedir.

Toplam yedi bölümden oluşan çalışmanın Birinci Bölüm'de, ele alınan konuya değinilmiş, bugüne kadar ZKE'li sistemler ile ilgili yapılmış olan deneysel ve kuramsal çalışmalara yer verilmiştir. DBYBHY 07 ve FEMA 350 yönetmeliklerine göre ZKE'lerin boyutlandırılması ve tasarım koşulları incelenmiştir. Buna bağlı olarak, çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci Bölüm'de, moment aktaran çelik çerçeve sistemlerinin tasarımına esas oluşturan plastikleşme davranışı ve plastik mafsal hipotezi incelenmiştir. Buna ek olarak, moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş ve kolonlarının elastik ötesi davranışlarına etki eden parametreler özetlenmiştir.

Üçüncü Bölüm'de, seçilen sistemlerin DBYBHY-07'ye göre doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ve FEMA 356'da tanımlanan performansa dayalı doğrusal olmayan statik değerlendirme yöntemleri ele alınmıştır.

Dördüncü Bölüm'de, seçilen sistemlerin DBYBHY-07 ve TS 648'de belirtilen tasarım ilkeleri doğrultusunda boyutlandırılmasına ayrılmıştır. Bu aşamadan sonra, ZKE sisteme üç farklı konfigürasyonda yerleştirilerek DBYBHY-07 ve FEMA 350 yönetmeliğinde belirtilen hesap adımlarına uygun olarak tasarım yapılmıştır.

Beşinci Bölüm'de, Dördüncü Bölüm'de boyutlandırması yapılan çelik taşıyıcı sistemlerin DBYBHY-07'ye göre doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi kullanılarak sonuçları elde edilmiş, FEMA 356'ya göre performans düzeyi değerlendirilmesi yapılmıştır.

Doğrusal olmayan hesap yöntemiyle performansı hesaplanan sistemlerin elde edilen sonuçları Altıncı Bölüm'de karşılaştırılmış ve genel bir değerlendirilme verilmiştir.

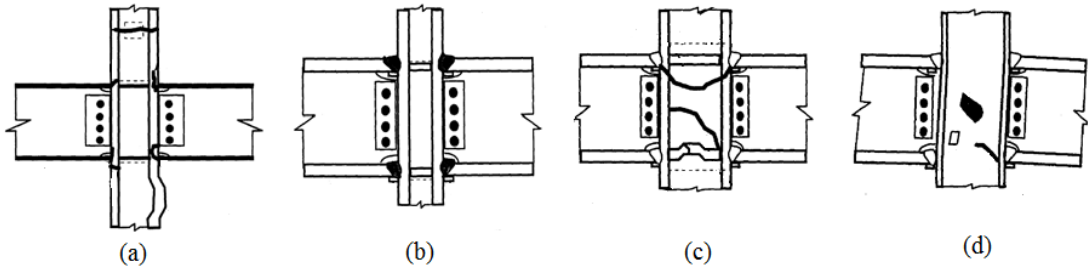
Çalışmanın Yedinci Bölümün'de ise tüm çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve karşılaştırılmalı bir değerlendirme yapılarak gelecekte yapılabilecek çalışmalardan söz edilmiştir.

2. MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVE SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE DAVRANIŞI

2.1 Giriş

Birbirine rijit olarak bağlanmış kolon ve kiriş elemanlardan oluşan moment aktaran çerçeve sistemlerinin çalışma prensibi, çerçevenin taşıma sınır durumundan önce deprem enerjisini yutacak şekilde inelastik deformasyona uğramasıdır. Bu deformasyonların emniyetli sınırlar içinde olabilmesi özellikle birleşim bölgesindeki sünek davranışa bağlıdır.

Moment aktaran çelik çerçeve sistemleri, 17 Ocak 1994 Northridge ve 17 Ocak 1995 Kobe depremlerinde beklenen performansı göstermemiş ve kolon - kiriş birleşim yerindeki kaynaklarda değişik düzeylere varan hasarlarla karşılaşılmıştır. Bununla birlikte, 17 Ocak 1994 Northridge depreminde hasar gören çelik çerçeveli binaların çoğu, yapı standartlarının öngördüğü temel koşulları sağlamış ve sınırlı yapısal hasara karşın tümden göçme görülmemiştir. **Şekil 2.1**'de ifade edildiği gibi kolon-kiriş birleşim bölgesinde meydana gelen hasarın kolonda, kaynakta ya da panel bölgesinde yoğunlaştığı gözlenmiştir [4].



Şekil 2.1 : Moment Aktaran Çerçevelerde Birleşim Bölgesinde Oluşan Hasarlar (a)Kolon başlığında oluşan hasarlar (b)Küt kaynakta oluşan hasarlar (c)Panel bölgesindeki yırtılma (d)Panel bölgesinde hasar tipi [25].

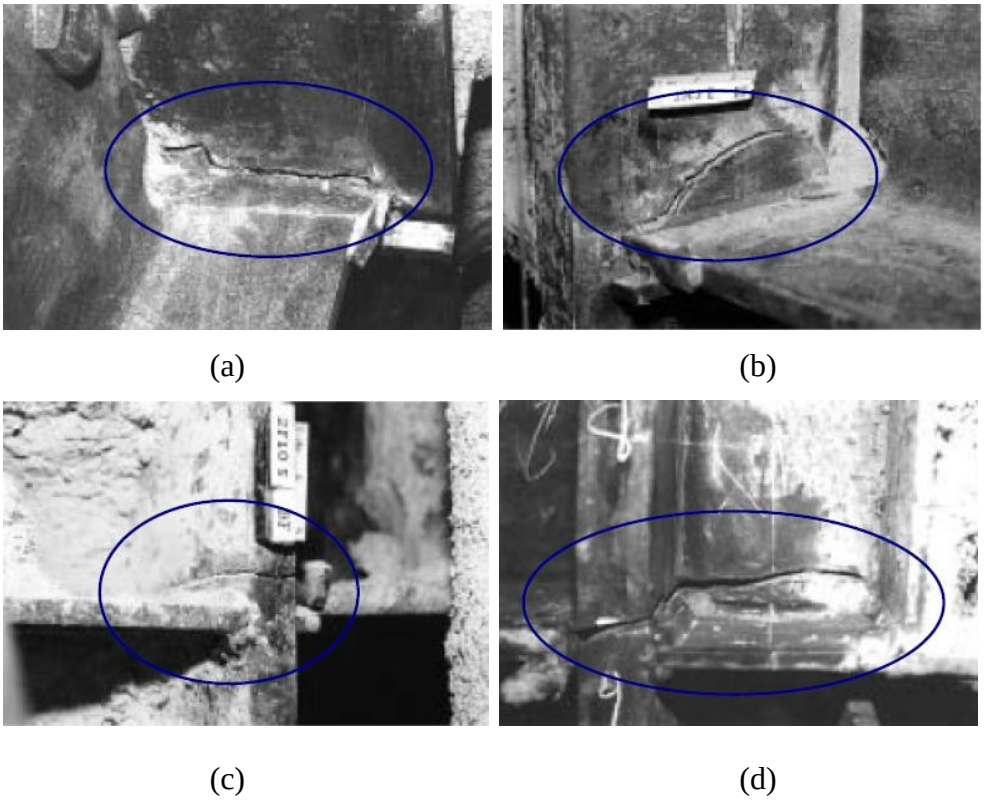
Moment aktaran çelik çereçeve sistemleri sismik aktivitenin yüksek olduğu birçok bölgede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni, bu çerçeve sistemlerinin yüksek süneklik kapasiteleri olarak açıklanmaktadır.

Aşağıda, 17 Ocak 1994 Northridge ve 17 Ocak 1995 Kobe depremlerinden sonra yapılmış araştırmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda moment aktaran çelik çerçevelerde, plastikleşme kavramına ve rijit birleşim noktasının açısal deformasyonuna katkı sağlayan kirişlerin ve kolonların sahip olması gereken özelliklerine kısaca değinilmiştir.

2.2 Moment Aktaran Birleşimlerde Akma Mekanizması ve Göçme Durumu

Yatay yük uygulanması sırasında yapıda düşey yüklerin bulunduğu varsayılarak ve yatay yük adım adım arttırılarak taşıyıcı sistemin çözümlemesi yapılır. Akma dayanımı, akmanın başladığı ve ilk rijitlik değişiminin beklendiği moment değeridir. Akma sonucu, önemli plastik dönme, rijitlik değişimi ve enerji yutulması oluşur.

Birleşim bölgesindeki olası gevrek davranıştan dolayı gerçekleşen göçme durumu, birleşim yeri kaynağında yırtılmaya ya da birleşimin dayanımında azalmaya neden olur [26].



(a) (b)

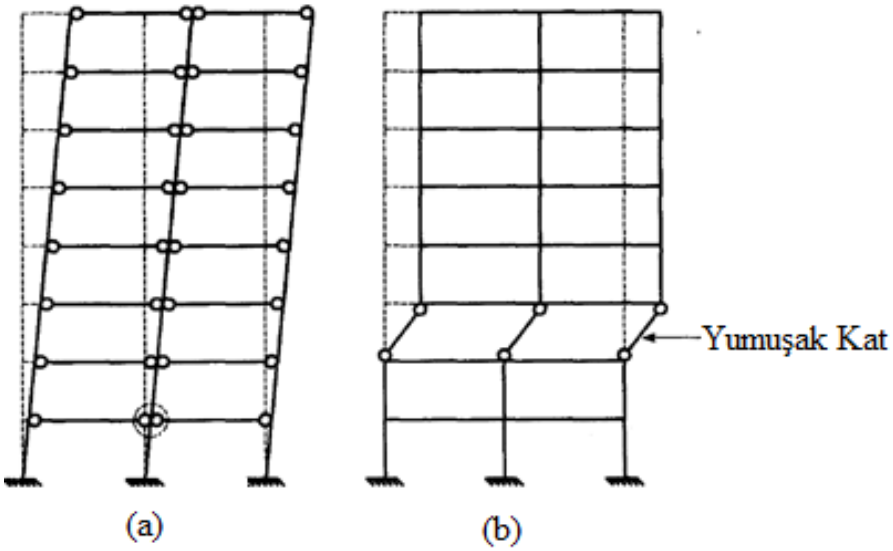
(c) (d)

Şekil 2.2 : 1994 Northridge depremi sonrasında kiriş-kolon birleşimlerinde saptanan hasar çeşitleri (a) Kaynak bölgesinde yırtılma (b) Kolon başlığının kiriş başlığından ayrılması (c) Tüm kolon başlığına yayılan yırtılma (d) Yırtılma kolon gövdesine doğru ilerlemesi [27].

Kritik göçme durumu anında birleşim için dayanım çok düşüktür. Bir birleşimin sünekliği ve elastik olmayan şekildeğiştirme yapabilme yeteneği, kritik göçme durumu dayanımının en elverişsiz akma dayanımı mekanizmasına yakınlığına bağlıdır. Elverişsiz olan akma mekanizması dayanımı kritik göçme durumu dayanımından belirgin bir şekilde küçük olan birleşimler, belirgin elastik olmayan şekil değiştirme ve büyük plastik dönme oluştururlar. Büyük depremlerde, yapıların yeterli sismik performans gösterebilmeleri için sünek olmaları gerekir. Bu nedenlerden dolayı, elverişsiz akma mekanizması ile kritik göçme dayanımı arasında mutlaka bir denge olmalıdır [2].

2.2.1 Çerçeve sistemlerde plastikleşme mekanizması

Deprem yükleri altında plastik mafsalların, daha fazla histeretik enerji sönümlenebilmesi için, kirişlerde oluşması tercih edilir. Plastik mafsalların kirişlerde oluşması sonucu ortaya çıkan göçme mekanizması yumuşak kat mekanizmasının oluşumunu önler (**Şekil 2.3**). Plastik mafsalların kolonlardan çok kirişlerde oluşacak şekilde boyutlandırılan birleşim türlerine "kuvvetli kolon – zayıf kiriş birleşimi" adı verilmektedir. Kirişlerin uçlarında plastik mafsal oluşabilmesi için kiriş-kolon birleşimlerinin yeterli bir dönme kapasitesine sahip olması gerekir. Buna ilişkin parametreler (özellikle kesitlere yönelik geometrik özellikler ve bunlara bağlı olan narinlikler) yönetmeliklerde seçilmektedir [28].

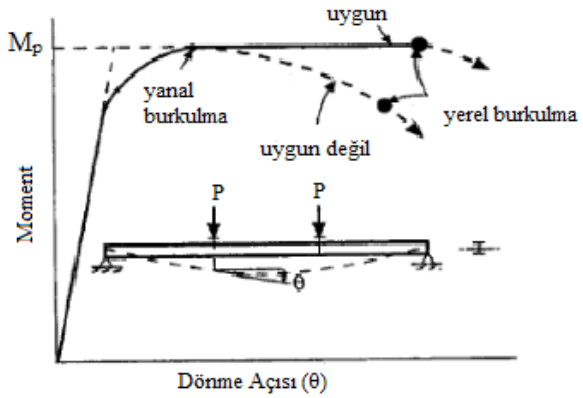


Şekil 2.3 : (a) Enerjinin kirişlerde yutulduğu çerçeve (b) Enerjinin kolonlarda yutulduğu çerçeve [28].

2.2.2 Kirişin elastik ötesi davranış

Çelik kirişlerde yük taşıma kapasitesi kaybı, kiriş başlıklarında, gövde levhasında meydana gelen yerel burkulma ve yanal burkulma nedeniyle oluşur. Kirişte inelastik davranıştan yararlanabilmek için, yerel burkulmanın elastik bölgede oluşması engellenmesi gerekir [29].

Kirişin mükemmel geometiye sahip olduğu ve yüklemenin tam olarak gövde hizasında yapıldığı ideal durum için, yanal stabilite kaybının başladığı limit yük, elastik yanal burulmalı burkulma yükü olarak adlandırılır. Bir kirişin tipik moment açısal dönme eğrisi **Şekil 2.4**'de gösterilmektedir.



Şekil 2.4 : Kirişin elastik ötesi davranışı [28].

Değişken yükler altında kirişin yanal burkulması;

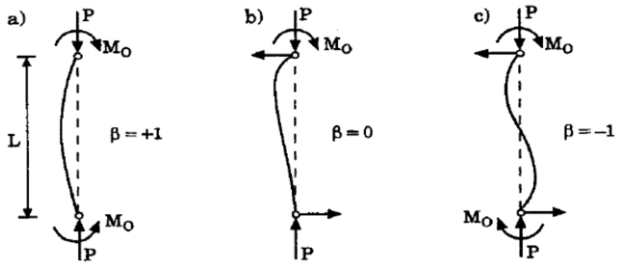
- Eğilme momenti eğrisinin şekline,
- Başlıkların uç birleşim noktasındaki bağlantı durumuna,
- Birleşim detayına,
- Kirişi yanal burkulmaya karşı tutan yanal bağlantıların aralıklarına,
- Kiriş uç noktaları arasında kirişe bağlanan döşeme kirişlerine,

bağlıdır. Örnek olarak, kiriş başlıklarının yanal doğrultuda tutulu olması birleşimin histeretik enerji sönümleme performansına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

2.2.3 Kolonun elastik ötesi davranışı

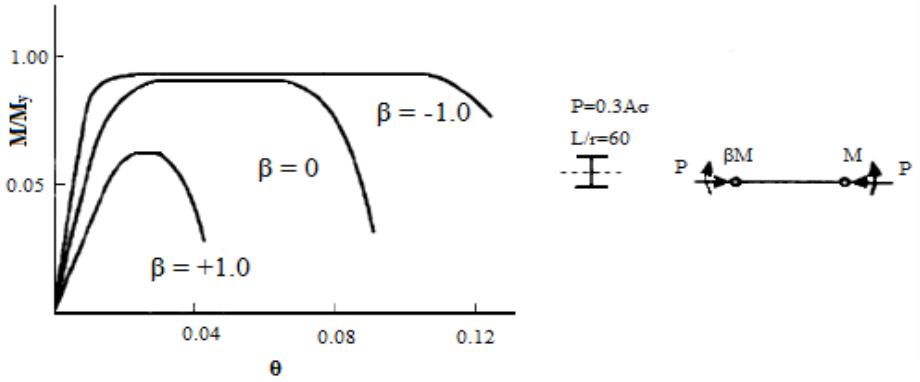
Kolon elemanların dayanımını eksenel kuvvet, yerel ve tümsel burkulma etkilemektedir. Çelik kolon kesitlerinin plastik bölgedeki sünekliğini ve yük taşıma kapasitesini etkileyen çeşitli parametreler aşağıda özetlenmiştir [28]:

- Kesit özellikleri,
- Kolonun tümsel narinliği (L/r),
- Kolona etki eden P eksenel kuvvetinin, akma sınır gerilmesiyle hesaplanan P_y eksenel akma yüküne oranı (P/P_y),
- Kolonu her iki ucuna etkiyen momentlerin işareti ve birbirine oranı (β),
- Kolonda yerel burkulma oluşumunu kontrol eden, ($b_f/2t_f$) ve (d/t_w) oranları,
- Kesitin burulma rijitliğidir.



Şekil 2.5 : Eksenel Yük Altında Kolon Uç Momentleri [28].

Eksenel yük altında kolon uç momentlerinin farklı oluşumlarını gösteren **Şekil 2.5a** incelendiğinde, β = +1 durumunda **Şekil 2.6**'da verilen (M/M_y - θ) eğrisinde, en kısa platoya karşı gelmektedir. Bu durum, depreme dayanıklı çelik yapı tasarımında çok rastlanan bir durum değildir. Deprem yükleri sonucunda kolonlardaki momentler genellikle ters işaretli olduğundan deformasyon biçimi iki eğrilikli olup, **Şekil 2.5c**'de gösterilen β = -1 durumu meydana gelmektedir. Bu durumda **Şekil 2.6**'da verilen (M - θ) eğrisinde en uzun plato oluşmakta, sonuç olarak, en yüksek süneklik elde edilmektedir [28].



Şekil 2.6 : Kolonda (M/M_y - θ) diyagramı [28].

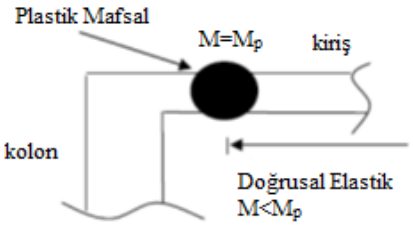
2.3 Doğrusal Olmayan Şekildeğiştirmelerin Belirli Kesitlerde Toplandığı Varsayımı

Malzeme bakımından doğrusal olmayan sünek yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin plastik mafsal (plastik kesit) adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, diğer bölgelerde sistemin doğrusal elastik davranış gösterdiği varsayımı yapılabilir. Çelik yapılar bu varsayıma en uygun sistemlerin başında gelmektedir.

Sünek çelik yapı tasarımını doğru algılayabilmek için plastik mafsal hipotezi ve çelik yapılarda plastikleşme davranışının özetlenmesi uygundur.

2.3.1 Plastik mafsal hipotezi

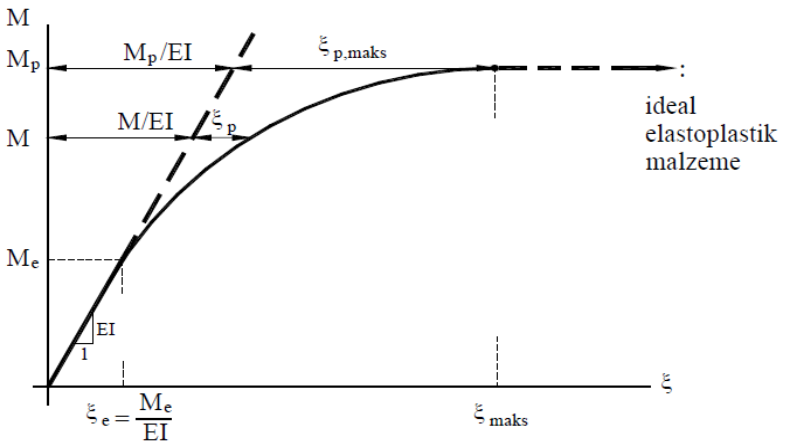
Yapıların elastik ötesi davranışlarının belirlenmesinde doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin, hesap adımlarının gereğinden uzun ve yorucu olması nedeniyle tek bir yerde toplandığı varsayımı yapılmaktadır. Toplam şekildeğiştirmelerin doğrusal şekildeğiştirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranı μ'nün büyük olduğu ve doğrusal olamayan şekildeğiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal elastik davrandığı kabul edilebilir. Bu hipoteze, plastik mafsal hipotezi adı verilmektedir [30]. Tek eksenli eğilme etkisindeki (kirişlerde) bu varsayım şematik olarak **Şekil 2.7**'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 : Birleşim noktasında kiriş elemanda oluşan plastik mafsalın şematik gösterimi [31].

Yeterli düzeyde sünek davranış gösteren sistemlerde, çelik yapılar ve bazı koşullar altında betonarme yapılar, plastik mafsal hipotezi uygulanarak sistem hesapları önemli ölçüde kısaltılabilir.

Plastik mafsal hipotezinin uygulanması için gerçek eğilme momenti eğrilik bağıntısının iki doğru parçasından oluşacak şekilde idealleştirilmesi gerekir. Bu idealleştirme **Şekil 2.8**'de, gerçek eğilme moment-eğrilik bağıntısı verilen bir düzlem çubuk elemanın belirli bir bölgesine ilişkin eğilme momenti diyagramı görülmektedir [30].



Şekil 2.8 : Eğilme momenti - eğrilik diyagramı [30].

Bir çubuk elemana etkiyen dış yükler artarak belirli bir değer ulaştığı anda eleman kesitinin en dış lifleri akma sınır gerilmesine ulaşır ve plastikleşir. Etkiyen dış yük artmaya devam ettiğinde, akma sınır gerilmesine ulaşan dış liflerde gerilme sabit kalacağından, bu kez kesitin tarafsız eksene doğru başka lifleri de akma sınır gerilmesine ulaşır. Kesitteki bu duruma karşılık gelen moment ve şekildeğiştirme durumları M_p ve M_e sınırları arasındadır. Arttırılmış yüklerin oluşturduğu M_p momenti sınırında ise artık kesit tamamen plastikleşmiş durumdadır. Plastikliğin kesit içerisinde tamamen yayılmasına ve kavramsal olarak eğriliğin sonsuz artmasına karşı gelen M_p momentine plastik moment denir [30].

Plastik mafsal hipotezinin uygulanması, gerçek eğilme momenti-eğrilik bağıntısının iki doğru parçasından oluşacak şekilde idealleştirilmesine karşı gelmektedir. **Şekil 2.9**'da bu idealleştirme, **(2.1)** ve **(2.2)**'de verilen bağıntılarla temsil edilmektedir.

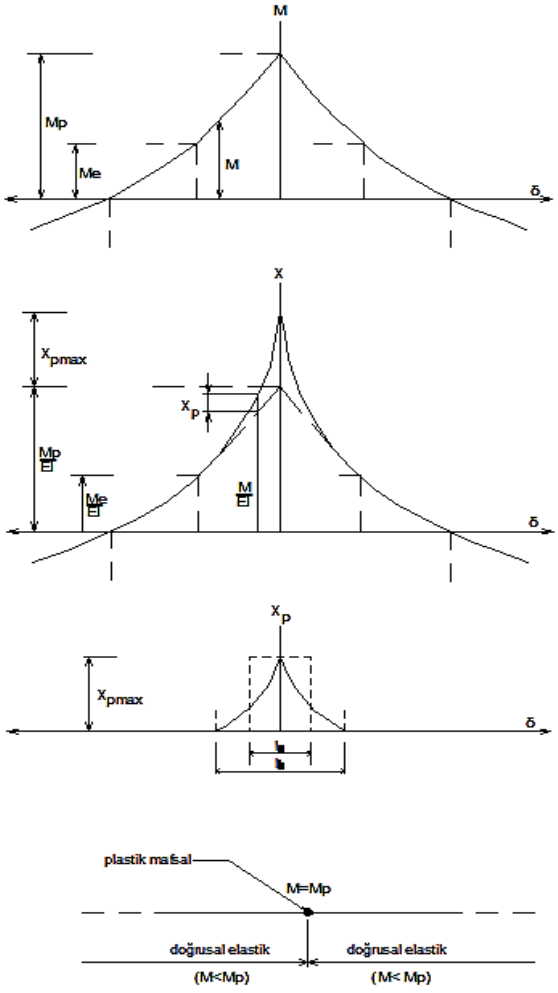
$$M < M_p \quad \text{için} \quad \chi = \frac{M}{EI} \tag{2.1}$$

$$M = M_p \quad \text{için} \quad \chi \rightarrow \chi_{p,maks} \tag{2.2}$$

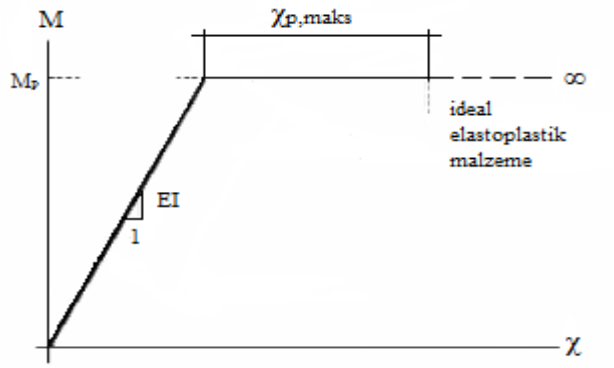
Moment M_p değerine ulaşıncaya kadar plastikleşmemiş kesit bölgeleri dönmeye karşı koyar. Kesit momenti M_p değerine ulaşınca kesit tamamen dönmeye izin verir ve eğrilik sonsuz olur; **Şekil 2.9**'da bu durum gösterilmiştir. M_p momentini oluşturan dış yük değeri tekrar arttırılmaya çalışılırsa M_p momentinin oluştuğu nokta, bu yük artımı için gerçek bir plastik mafsal davranışı gösterir. Başka bir deyişle, o noktadaki kesitte plastik mafsal oluşmuş demektir. M_p kesitinin taşıyabileceği maksimum plastik moment olup **(2.3)** ile elde edilmektedir.

$$M = W_{px}\sigma_a = \int^{A} \sigma_a \, ydxdy = \sigma_a \, 2S_x \qquad \textbf{(2.3)}$$

Burada, σ_a malzemenin akma sınır gerilmesidir. W_{px} ise, göz önüne alınan doğrultuda kesitin plastik mukavemet momentini ifade eder ve kesitin aynı doğrultudaki statik momenti cinsinden hesaplanır.



Şekil 2.9 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler [30].



Şekil 2.10 : İdealleştirilmiş bünye bağıntısı [30].

Doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler çubuk üzerindeki l_p uzunluğundaki bir bölgede ve en büyük eğrilik $\chi_{p,maks}$ değerine eşit olmaktadır. Bu hipotezde plastik şekildeğiştirmelerin çubuk elemanı üzerinde l_p' uzunluğunda bir bölgede sürekli olarak düzgün yayıldığı varsayılmaktadır. Buna göre plastikleşen bölgedeki toplam plastik dönme **(2.4)** ile hesaplanır ve plastik mafsal dönmesi olarak adlandırılır.

$$\theta_p = \int_{l_p'} \chi_p \, ds \tag{2.4}$$

Artan dış yükler altında, plastik mafsalın dönmesi artarak dönme kapasitesi adı verilen bir sınır değere ulaşınca, meydana gelen büyük plastik şekildeğiştirmeler nedeniyle kesit kullanılmaz duruma gelir. Yapı sisteminin bir ya da daha çok kesitindeki plastik mafsal dönmelerinin kendilerine ilişkin dönme kapasitelerine ulaşması durumunda ise yapı sisteminin kullanım dışı kaldığı varsayılır.

Plastik mafsalın dönme kapasitesi, **(2.5)** bağıntısında gösterildiği gibi, eğilme momenti diyagramının şekline ve (M-χ) bağıntısına bağlı olarak belirlenir.

$$\text{maks}\varphi_p = \int_{l_p'} \chi_p \, ds \qquad (\chi \rightarrow \chi_{p,maks}) \tag{2.5}$$

Plastik mafsalın dönme kapasitesi, yaklaşık olarak **(2.6)** ve **(2.7)** ile hesaplanabilir.

$$\text{maks}\varphi_p = l_p \chi_{p,maks} \tag{2.6}$$

$$l_p \cong 0.5d \tag{2.7}$$

d : enkesit yüksekliği

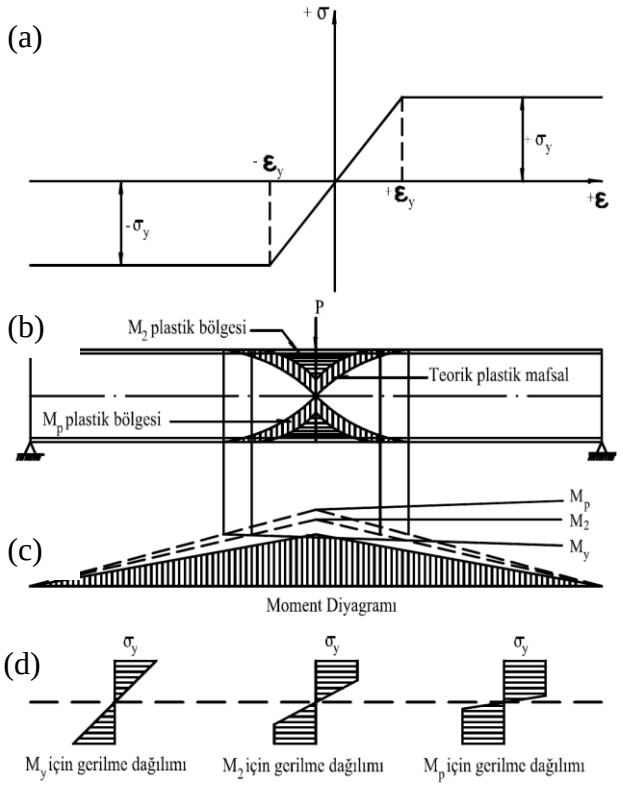
l_p : plastik mafsal boyu olarak tanımlanmaktadır.

Plastik mafsal hipotezi özetlenirse;

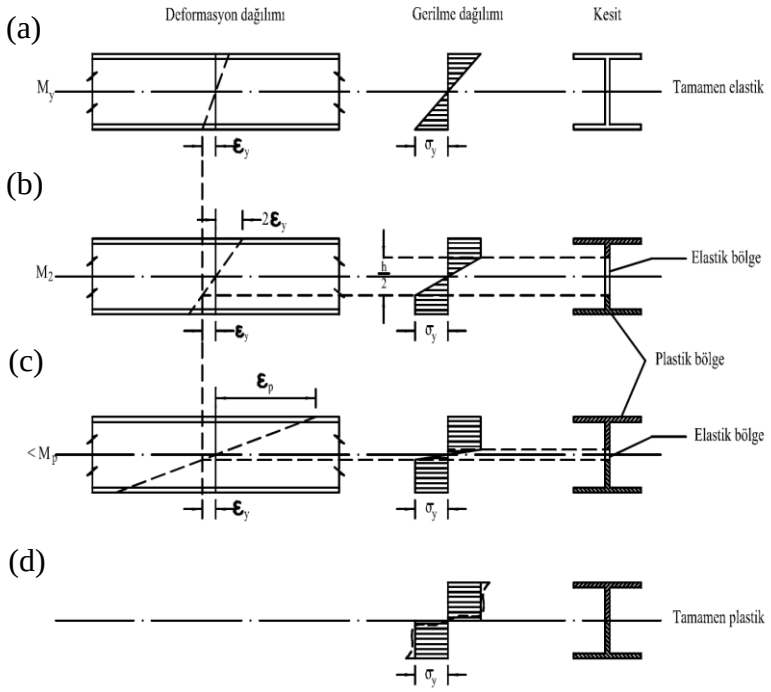
- Dış yük etkisi altındaki bir kesitte eğilme momenti artarak M_p plastik moment değerine eşit olunca, kesitte plastik mafsal oluşmaktadır. Plastik mafsalın klasik bir mafsaldan tek farkı, kesitteki eğilme momentinin ($M=M_p$) sabit kalması ve kesitin serbestçe dönebilmesidir. Başka bir deyişle, serbest dönmenin sabit bir moment altında olmasıdır. Plastik mafsaldaki $\theta_{p,maks}$ dönme kapasitesine erişince, sistem kullanılmaz duruma gelir ve göçme meydana gelir.
- Plastik mafsallar arasında sistemin doğrusal elastik davrandığı varsayılmaktadır.
- Kesite eğilme momenti ile birlikte normal kuvvetin etki etmesi durumunda, M_p plastik momenti yerine N normal kuvvetine bağlı olarak akma koşulunu M, N etkileşim bağıntıları ile sağlayacak şekilde belirlenen M_p^1 plastik momenti kullanılır.
- Bir taşıyıcı sistem üzerinde, tekil yüklerin etki ettiği yerlerde, düğüm noktalarına birleşen eleman uçlarında, yayılı yük etkisi altında elemanlarda kesme kuvvetinin sıfır olduğu yerlerde plastik mafsal hipotezi uygulanabilmektedir.

2.3.2 Çelik yapılarda plastik mafsal hipotezi

Deprem etkisi altında uygun tasarlanmış ve inşa edilmiş çelik yapıların sünek davranış göstermesinin en önemli nedenlerinden biri, elemanlar üzerinde plastik mafsal oluşumunun gerçekleşmesidir. Tekil yükle yüklenmiş basit bir çelik kirişte, P tekil yükü arttırıldığında kirişin en dış lifleri akma gerilmesine ulaşacaktır. Yük değerinin arttırılması ile kiriş kesitinin en dış liflerine ek olarak tarafsız eksene doğru iç lifler de akma sınır gerilmesine ulaşır. **Şekil 2.11** ve **Şekil 2.12**'de bu durum açıkça görülebilmektedir [28].

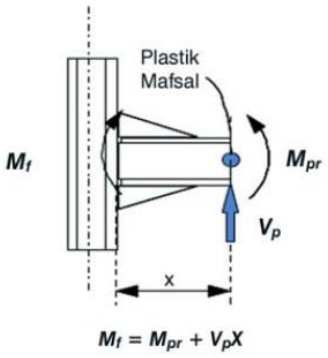


Şekil 2.11 : Basit bir kirişte plastikleşme aşamaları (a) gerilme-şekildeğiştirme grafiği (b) kirişte oluşan plastik bölge (c) moment diyagramı (d) gerilme dağılımı [28].



Şekil 2.12 : I kesitte oluşan plastikleşme tipleri (a) tamamen elastik (b) plastikleşmenin başlaması (c) elastik bölgenin azalıp plastikleşmenin artması (d) tamamen plastik durum [28].

Mühendisler için plastik mafsalın oluştuğu yer özellikle önemlidir. Çünkü elastik davranıştan elastik olmayan davranışa geçildiği anda, kolon yüzeyine etkiyecek olan kuvvetlerin öngörülebilmesi için plastik mafsalın oluştuğu yeri bilmeye gereKsinim duyulur (**Şekil 2.13**)



Şekil 2.13 : Kolon-Kiriş birleşim bölgesine gelen kuvvetler [21].

2.4 Değerlendirme

Moment aktaran çelik çerçeve sistemlerinde ana taşıyıcı elemanlar kolon elemanlardır. Bu nedenle sistemin gelen dayanımı açısından sistemde öngörülen plastik mafsalların kolon üzerinde bir noktada oluşması istenmeyen durumdur. Taşıyıcı sistem içerisinde kolonlarda oluşacak plastik mafsal noktaları daha önce **Şekil 2.3**'de de gösterildiği gibi yumuşak kat göçme mekanizmasını tetikleyebilecektir. Bu durumda kolonlar mekanizma durumuna geçerek yapı göçme moduna girebilmektedir. Kolonların güçlü, kirişlerin zayıf olması halinde ise plastik mafsallaşma kiriş uçlarında meydana gelmekte, büyük deformasyonlarda dahi sistem stabilitesini koruyarak sünek bir davranış gösterebilmektedir.

Bu bağlamda, yumuşak kat mekanizmasından kaçınmak ve yapının can güvenliği sınırı içerisinde kalmasını sağlamak amacıyla sismik davranışları dayanım ve süneklik ihtiyacının, davranışı bilinen başka noktalara taşındığından emin olmak için geliştirilen Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti (ZKE) birleşimi örnek taşıyıcı sistem altında detaylı biçimde incelenecektir.

3. PERFORMANSA DAYALI YAPISAL TASARIMIN GENEL İLKELERİ

3.1 Giriş

DBYBHY-07, mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla uygulanmak üzere doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerini önermektedir. Doğrusal olmayan hesap yöntemlerindeki amaç, yönetmeliklerde belirlenen kriterlere uygun olarak gerçeğe yakın deprem performans değerlendirmesi yapılmasıdır.

Binaların deprem performansının belirlenmesi işlemi aşağıdaki sırada uygulanmaktadır [32].

- Deprem yükleri sonucu oluşan istem değerinin belirlenmesi,
- Bina kapasite değerinin belirlenmesi,
- Kapasite ve istem değerlerinin karşılaştırılması,
- Yönetmelikte öngörülen performans değerlendirmesinin yapılmasıdır.

Yukarıda bahsedilen performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin üç temel parametresi *istem, kapasite* ve *performans* tanımlarını kısaca özetlemek gerekirse [30];

- İstem, deprem hareketinin göstergesini,
- Kapasite, yapının bu deprem etkisi altındaki davranışını,
- Performans, istem spektrum eğrisi ile kapasite spektrum eğrisinin kesişim noktası ile ifade edilen (peformans noktası), yapının taşıyıcı elemanlarının performans düzey sınırlarında hangisinde kaldığına göre belirlenen durumu ifade etmektedir.

Performans düzeyleri ise, bir yapı için verilen bir deprem etkisi altında öngörülen hasar miktarının sınır durumları olarak nitelendirilmektedir. Bu sınır durumlar yapıdaki taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasar miktarlarına, deprem esnasında ve sonrasında can güvenliğinin sağlanıp sağlanmadığına, deprem sonrasında binanın acilen kullanılıp kullanılmayacağına, deprem sonrası onarım için

gereken sürenin uzunluğuna ve hasarın neden olduğu ekonomik kayıplara bağlı olarak belirlenmektedir [30].

Bu bölümde DBYBHY-07'ye göre de performansa dayalı tasarım ve FEMA 356'ya göre performans düzeyi değerlendirmesi yapılması amaçlanmıştır. Performans düzeyi değerlendirmesi için farklı yönetmelik tercih edilmesinin amacı ise, çelik yapı elemanlarının plastik mafsal kesitlerinin iç kuvvet-şekil değiştirme eğrileri ve performans kabul kriterleri DBYBHY-07'de belirtilmemektedir.

3.2 Bina Performansının Belirlenmesinde Deprem Hesabı

Yapıların depreme dayanıklı olarak hesaplanmasında esas alınan deprem yükleri ve uygulanan hesap kurallarına ilave olarak, aşağıdaki ilke ve kuralların da dikkate alınması gerekir:

- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve yönde ayrı ayrı etki ettirilmelidir.
- Deprem hesabında kullanılacak zemin parametreleri yönetmeliğin ilgili bölümüne göre belirlenir.
- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınır. Kat serbestlik dereceleri her katın merkezinde tanımlanır, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmaz.

3.2.1 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesi

DBYBHY 2007' de, bina performansının belirlenmesinde kullanılan doğrusal hesap yöntemleri, "Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi" ve "Mod Birleştirme Yöntemi"dir [20].

Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilmesi için gerekli olan koşullar:

- Bodrum üzerinde toplam yüksekliğin 25 metreyi ve toplam kat sayısının 8'i aşmaması,
- Ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının (η_{bi}) 1.4'den küçük olması koşullarıdır.

Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvvetinin) hesaplanmasında, $R_a(T)=1$ ve λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.00, diğerlerinde 0.85 alınarak **(3.1)** ve **(3.2)** eşitliği uygulanır.

$$V_{tl} = \frac{WA(T_1)}{R_a(T)} \geq 0.1A_o IW\lambda \quad \textbf{(3.1)}$$

$$A(T_1) = A_o IS(T_1) \quad \textbf{(3.2)}$$

Bu bağıntılarda;

V_{t1} : Birinci moda ilişkin taban kesme kuvveti,

W : Binanın toplam ağırlığı,

$A(T_1)$: Birinci moda ilişkin spektral ivme katsayısı,

A_o : Etkin yer ivme katsayısı,

I : Bina önem katsayısı,

$S(T_1)$: Birinci moda ilişkin elastik ivme spektrum katsayısı,

λ : Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısıdır.

$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Eşitlikteki $R_a(T)$ ise, deprem yükü azaltma katsayısı olup, binanın doğal periyotuna (birinci elastik titreşim periyotuna) ve tasarım ivme spektrumunun karakteristik periyotuna bağlı olarak aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$T < T_A \text{ için } R_a(T) = R \quad \textbf{(3.3)}$$

$$0 \leq T < T_A \text{ için } R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)\frac{T}{T_A} \quad \textbf{(3.4)}$$

(3.3) ve **(3.4)** bağıntılarındaki R, taşıyıcı sistem davranış katsayısıdır ve binada deprem yüklerinin karşılanması durumuna göre belirlenir (DBYBHY-07).

Mod birleştirme yönteminin kullanılması durumunda, azaltılmış ivme spektrum ordinatının belirlenmesinde $R_a(T) = 1$ alınarak **(3.5)** bağıntısı uygulanır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu olan eleman iç kuvvetlerinin ve

kapasitelerinin hesaplanmasında, bu doğrultuda hâkim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınır.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T)} \quad \textbf{(3.5)}$$

$$S_{ae}(T_n) = A_o I S(T_n) g \quad \textbf{(3.6)}$$

$S_aR(T_n)$: n'inci doğal titreşim moduna ilişkin azaltılmış spektral ivme değeri

$S_{ae}(T_n)$: n'inci doğal titreşim moduna ilişkin spektral ivme değeri

$S(T_n)$: n'inci doğal titreşim moduna ilişkin elastik ivme spektrum katsayısı

g : yerçekimi ivmesi

3.2.2 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile belirlenmesi

Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri, "Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi", "Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi" ve "Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi" dir.

İlk iki yöntem, DBYBHY-07'de doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi için temel alınan Artımsal İtme Analizi'nde kullanılan yöntemlerdir. Tez kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden, Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine yer verilecektir.

3.2.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre bina kapasitesinin belirlenmesi

Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır.

Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabilmesi için, eşdeğer deprem yükü ile doğrusal hesapta olduğu gibi, gerekli bazı koşullar vardır [30]:

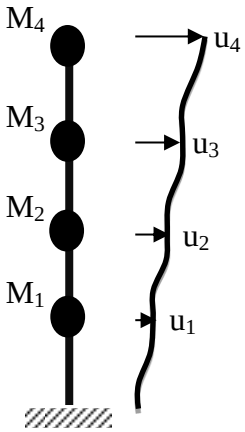
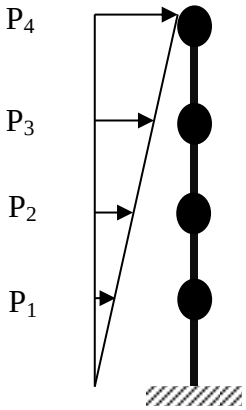
- Rijit bodrum kat üzerindeki toplam kat sayısının 8'i geçmemesi,
- Ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının (η_{bi}) 1.4'den küçük olması,

- Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ilişkin etkin kütlenin toplam bina kütlesine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması koşullarıdır.

Görüldüğü gibi bu yöntem birinci mod şeklinin etkin olduğu az katlı binalarda ve burulma düzensizliğinin sınırlı olduğu durumda yeterli yaklaşım sağlamaktadır.

İtme analizinin artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılması durumunda yatay deprem yükü dağılımının belirlenmesi gerekmektedir. Bu dağılım, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlenin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanır.

Çizelge 3.1 : Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması-1.

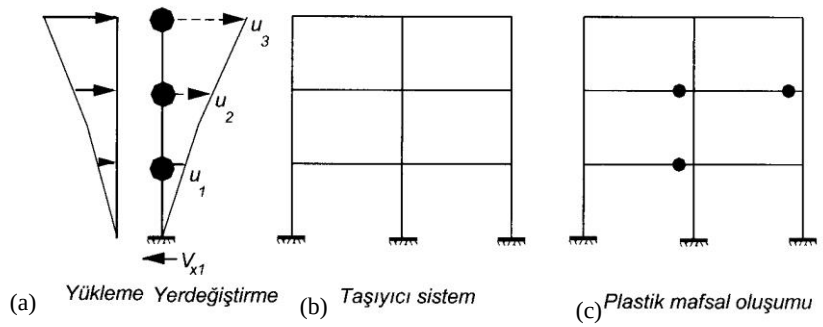
1.Mod Şekli Genliği	Eşdeğer Deprem Yükü Dağılımı
	

Çizelge 3.2 : Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması – 2 [32].

1	2	3	4	5
Kat No	Kat Kütlesi	1.Mod Genliği	2*3	P Kuvveti (Normalleştirilmiş)
1	M_1	u_1	$M_{1*} u_1$	$P_1 = (M_{1*} u_1)/(M_{4*} u_4)$
2	M_2	u_2	$M_{2*} u_2$	$P_2 = (M_{2*} u_2)/(M_{4*} u_4)$
3	M_3	u_3	$M_{3*} u_3$	$P_3 = (M_{3*} u_3)/(M_{4*} u_4)$
4	M_4	u_4	$M_{4*} u_4$	$P_4 = (M_{4*} u_4)/(M_{4*} u_4) = 1$

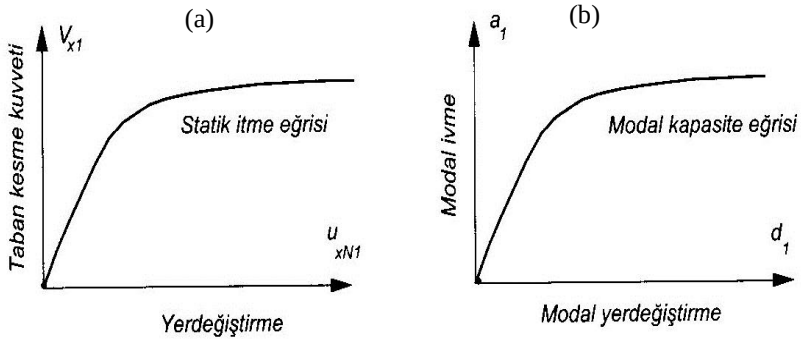
Çizelge 3.1 ve **3.2**'de gösterildiği gibi birinci doğal titreşim mod şekli genliği esas alınarak belirlenen eşdeğer statik deprem yükleri, sistem mekanizma durumuna ya da önceden belirlenen bir sınır değere ulaşana kadar adım adım arttırılır; her adımda sistemin malzeme ve geometri bakımından doğrusal olmayan teoriye göre hesabı

yapılarak koordinatları tepe yerdeğiştirmesi-taban kesme kuvveti (u_{N1},V_{t1}) olan kapasite eğrisi elde edilir. **Şekil 3.1**'de görüldüğü gibi tepe yerdeğiştirmesi göz önüne alınan deprem doğrultusundaki her itme adımında, binanın en üst katındaki kütle merkezinde hesaplanan yerdeğiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise aynı doğrultuda hesaplanan deprem yüklerinin toplamıdır.



Şekil 3.1 : Doğrusal olmayan statik itme analizi (a) Yükleme-yerdeğiştirme (b)Taşıyıcı sistem (c) Plastik mafsal oluşumu [33].

Sabit yük dağılımına göre yapılan itme hesabı ile koordinatları tepe yerdeğiştirmesi taban kesme kuvveti olan itme eğrisi elde edilir. Bunun için, itme analizi sonucunda elde edilen "taban kesme kuvveti - tepe yerdeğiştirmesi" eğrisine her adımda **(3.7)** ve **(3.8)** bağıntıları uygulanarak koordinatları "modal yerdeğiştirme - modal ivme" olan modal kapasite eğrisi elde edilir (**Şekil 3.2**).



Şekil 3.2 : (a)Statik kapasite eğrisi (b) Modal kapasite eğrisi [20].

Bu eksen dönüşümünün nasıl yapıldığı aşağıda anlatılmıştır;

- (i)'inci itme adımında birinci moda ilişkin modal ivme $a_1^{(i)}$ denklem **(3.7)** ile elde edilir:

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \qquad \textbf{(3.7)}$$

- (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ilişkin modal yerdeğiştirme $d_1^{(i)}$ 'nin hesabı için ise, **(3.8)**'den yararlanılır;

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \cdot \Gamma_{x1}} \tag{3.8}$$

- Birinci moda ilişkin modal katkı çarpanı Γ_{x1}, **(3.9)**'da gösterildiği gibi, x deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımındaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1'den yararlanılarak elde edilir. L_{x1} ve M_1 ise **(3.10)**, **(3.11)** ve **(3.12)** ile hesaplanır:

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \tag{3.9}$$

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{xin} \tag{3.10}$$

$$L_{yn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{yin} \tag{3.11}$$

$$M_n = \sum_{i=1}^{N} \left(m_i \Phi_{xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{\theta i} \Phi_{\theta in}^2 \right) \tag{3.12}$$

İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde yapılan değişiklikler göz önüne alınarak, birinci (hakim) moda ilişkin maksimum modal yerdeğiştirme istemi hesaplanır. **(3.13)**'de belirtildiği üzere tanım olarak modal yerdeğiştirme istemi, $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan (doğrusal olmayan) spektral yerdeğiştirme, S_{di1}'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \tag{3.13}$$

İtme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci moda ilişkin $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun deprem ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B'ye eşit ya da daha uzun olması durumunda ($T_1^{(1)} \geq T_B$), doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1}, eşit yerdeğiştirme kuralı

uyarınca $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotuna karşı gelen birinci moda ilişkin doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme, S_{de1}'e eşit alınabilir.

$$S_{di1} = S_{de1} \tag{3.14}$$

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun, deprem ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ ya da $(w_1^{(1)})^2 \leq w_B^2$) ise, doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1}, doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1}'e bağlı olarak **(3.15)** bağıntısı ile elde edilir:

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \tag{3.15}$$

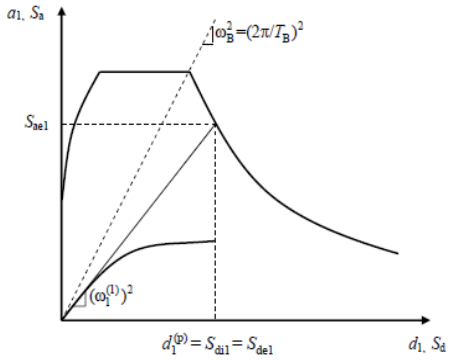
Doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1}, itme analizinin ilk adımında birinci moda ilişkin elastik spektral ivme S_{ae1}'de kullanılarak denklem **(3.16)** ile hesaplanır;

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{\left(w_1^{(1)}\right)^2} \tag{3.16}$$

(3.15)'de yer alan spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1}, başlangıç periyotu $T_1^{(1)}$'in değerine $T_1^{(1)} = 2\pi/w_1^{(1)}$ bağlı olarak, (a) ya da (b) çözüm yolları ile belirlenir.

(a) $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B'ye eşit ya da daha uzun olması durumunda ($T_1^{(1)} \geq T_B$ ya da $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$), doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1}, eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca doğal periyotu yine $T_1^{(1)}$olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ilişkin doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1}'e eşit alınır.

Buna göre, $C_{R1} = 1$ alınır.



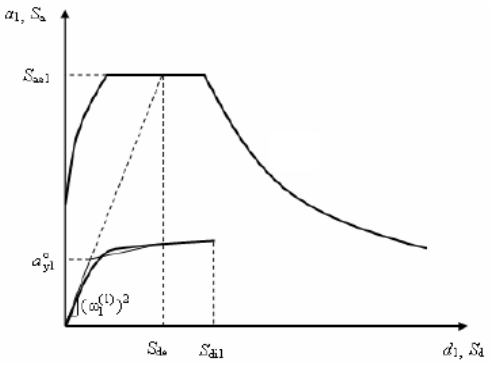
Şekil 3.3 : Performans noktasının belirlenmesi-1 ($T_1^{(1)} \geq T_B$) [20].

Şekil 3.3'de birinci titreşim moduna ilişkin 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.

(b) $T_1^{(1)}$ başlangıç periyotunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyotu T_B'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ ya da $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise, **(3.15)**'deki spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1}, ardışık yaklaşımla aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır:

- İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, **Şekil 3.4**'de gösterildiği üzere, yaklaşık olarak iki doğrulu bir diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki (i=1) doğrunun eğimi olan birinci moda ilişkin özdeğere, $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır $(T_1^{(1)} = 2\pi/\omega_1^{(1)})$.
- Ardışık yaklaşımın ilk adımında C_{R1} = 1 varsayımı yapılarak, eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. **Şekil 3.4**'de görülen a_{y1}^o esas alınarak C_{R1} **(3.17)** ile hesaplanır:

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1) \cdot T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \qquad \textbf{(3.17)}$$

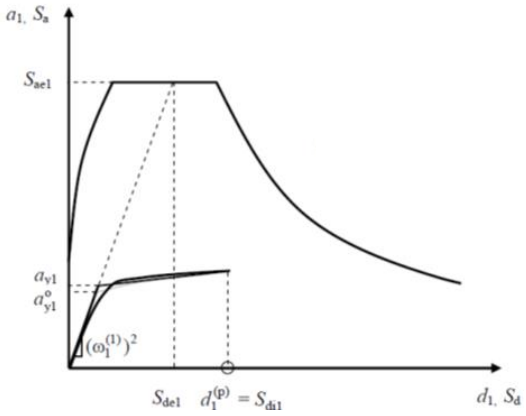


Şekil 3.4 : Performans noktasının belirlenmesi-2 ($T_1^{(1)} < T_B$) [20].

Bu bağıntıda R_{y1} birinci moda ilişkin dayanım azaltma katsayısını göstermektedir ve **(3.18)** ile hesaplanmaktadır;

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \qquad \textbf{(3.18)}$$

- **(3.17)**'de bulunan C_{R1} kullanılarak **(3.15)**'e göre hesaplanan S_{di1} esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları, **Şekil 3.5**'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 3.5 : Performans noktasının belirlenmesi-3 ($T_1^{(1)} < T_B$) [20].

Şekil 3.5'de birinci titreşim moduna ilişkin ve koordinatları (d_1, a_1) olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları spektral yerdeğiştirme (S_d) - spektral ivme (S_a) olan davranış spektrumu birarada çizilmiştir.

Böylece hedef yerdeğiştirme istemi spektral yerdeğiştirme ($S_{di1} = d_1^{(p)}$) cinsinden bulunmuş olunur. Bu değerden hareketle x ya da y doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi $u_{xN1}^{(p)}$, **(3.19)** ile elde edilir:

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

$u_{xN1}^{(p)}$ tepe yerdeğiştirmesine denk gelen diğer tüm istem büyüklükleri (yerdeğiştirme, şekildeğiştirme ve iç kuvvet istemleri) bina performansının değerlendirilmesinde kullanılacak olan istem değerleridir. Belirlenen plastik şekildeğiştirmeler, elastik şekildeğiştirmelere eklenerek toplam şekildeğiştirme istemleri hesaplanır. Toplam şekildeğiştirme istemlerinden hareketle, ilk önce eleman kesitlerinin hasar düzeyi, daha sonra elemanların hasar düzeyi bulunur. Eleman hasar düzeyleri, bina performans kriterleri ile karşılaştırılarak bina hedef performansının sağlanıp sağlanamadığına karar verilir.

3.3 Performans Düzeyleri

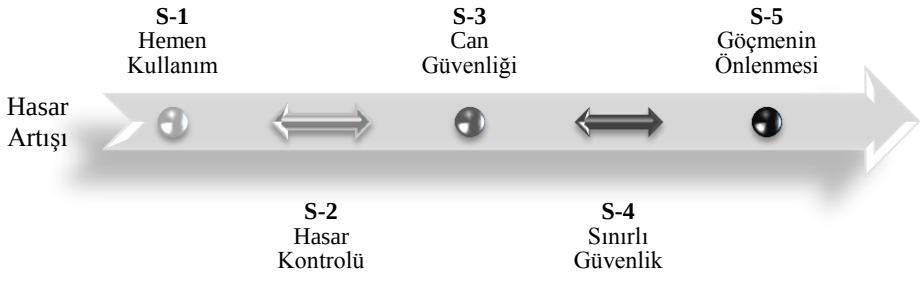
ATC-40 [34], FEMA 273 [35], FEMA 356 [23] ve ASCE/SEI 41-06 [33] dokümanlarında tanımlanan performans düzeyleri birbirinin aynıdır. Bu dokümanlarda bina performansı yapısal ve yapısal olmayan performans düzeylerinin bir kombinasyonu olarak belirlenmektedir. Bu çalışmanın kapsamında taşıyıcı olmayan elemanların performansa olan etkisi dikkate alınmayacağı için yalnızca yapısal performans düzeyi ve yapı performans düzeyi FEMA 356'daki tanımlamalar ile açıklanacaktır.

3.3.1 Yapısal performans düzeyleri ve performans aralıkları

Yapı elemanlarında performans düzeyleri ve performans aralıkları, taşıyıcı sistem elemanlarında deprem etkisi ile meydana gelebilecek olası hasara, bu hasarın can güvenliğine etkisine ve deprem sonrasında yapının kullanım gereKsinimine bağlı olarak tanımlanmaktadır.

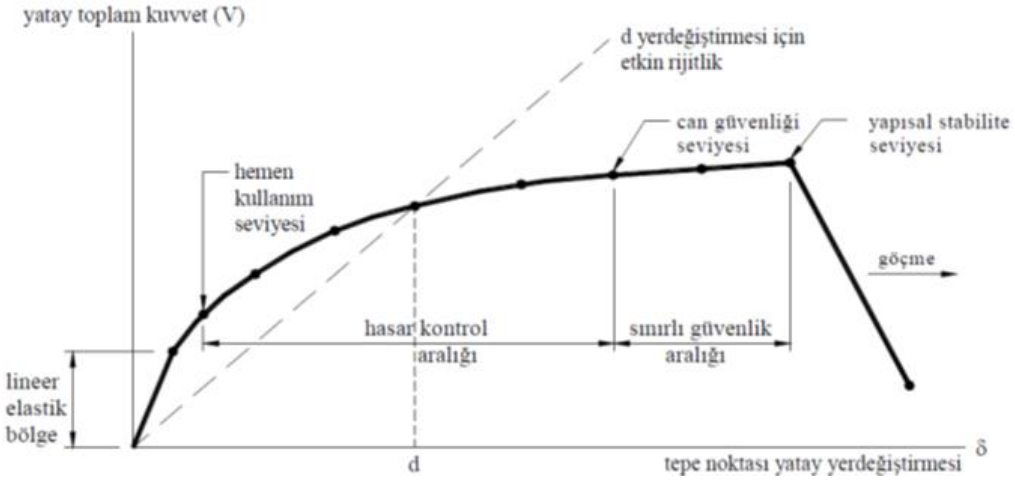
Yapısal performans düzeyi, 4 ayrı temel yapısal performans düzeyi ve 2 yapısal performans aralığından oluşmaktadır. Taşıyıcı elemanların performans düzeyleri gösterim olarak S-1'den S-6'ya kadar hasar düzeyini göstermektedir. Bu gösterimde S, "structural" diğer bir deyişle taşıyıcı elemanlardan söz edilişini, yanındaki sayı ise performans düzeyini belirtir.

FEMA 356'da belirtilen yapısal performans düzeyleri ve aralıkları **Şekil 3.6**'da sunulmaktadır. S-6 Performansın Dikkate Alınmadığı Seviye, bu yüzden **Şekil 3.6**'da gösterilmemiştir. Bu seviyede olan elemanların performansı dikkate alınmaz [23].



Şekil 3.6 : Taşıyıcı eleman performans düzeyleri.

Performans düzeylerinin görüldüğü, sünek bir yapıda artan taban kesme kuvvetine bağlı olarak meydana gelen yanal yerdeğiştirme **Şekil 3.7**'de gösterilmektedir.



Şekil 3.7 : Taşıyıcı eleman performans düzeylerinin kapasite eğrisi üzerinde gösterimi [30].

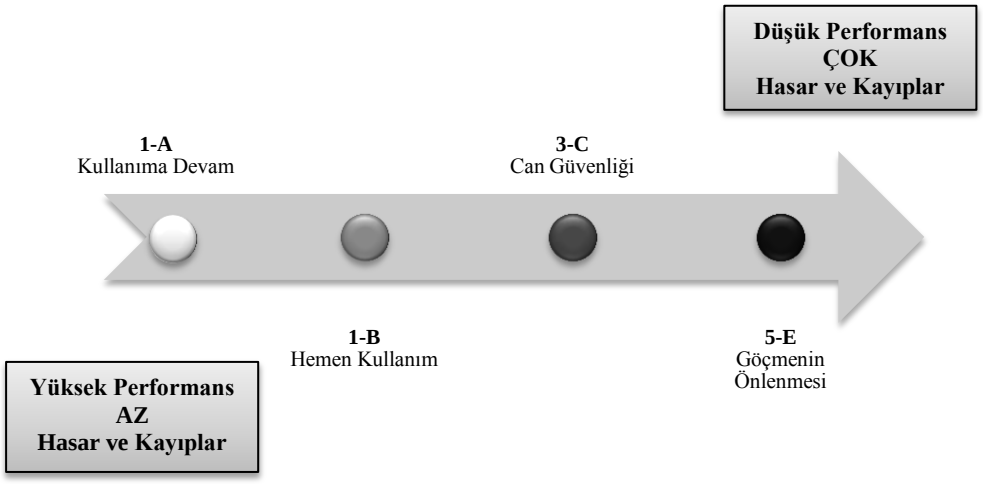
Şekil 3.6'da kodlar ile ifade edilen performans düzeylerinin ve aralıkları aşağıda kısaca açıklanmıştır [15].

- Hemen Kullanım Yapısal Performans Düzeyi (S-1) : Depremden sonra yalnızca sınırlı birkaç hasarın oluştuğu ve taşıyıcı sistemde çok az hasarın meydana geldiği durumdur. Yapı, deprem öncesindeki dayanım ve rijitliklerini büyük olasılıkla taşımaktadır.
- Hasar Kontrol Yapısal Performans Aralığı (S-2) : Bu aralıkta, can güvenliğinin sağlanması ile birlikte hasar miktarının da belirli ölçüde sınırlandırılmasına karşılık gelen performans aralığı olarak tanımlanmaktadır.
- Can Güvenliği Yapısal Performans Düzeyi (S-3) : Taşıyıcı sistemde yapısal hasarların meydana geldiği, ancak bölgesel ya da toptan göçme durumunun söz konusu olmadığı deprem sonrası hasar durumu olarak tanımlanmaktadır.
- Sınırlı Güvenlik Yapısal Performans Aralığı (S-4) : Bu aralıkta, taşıyıcı elemanların performansları tamamen can güvenliği koşullarını sağlamayabilir, ancak göçmenin önlenmesi performans düzeyinden daha yüksektir.
- Göçmenin Önlenmesi Yapısal Performans Düzeyi (S-5) : Yapının bölgesel olarak ya da toptan göçme sınırına geldiği ileri hasar durumu olarak tanımlanmaktadır. Taşıyıcı elemanlarda büyük hasar oluşmuş, dayanım ve rijitliklerde önemli azalmalar meydana gelmiştir.

3.3.2 Yapı performans düzeyleri

Deprem etkisi altında yapının hedeflenen performans düzeyi yapısal ve yapısal olmayan elemanların performans düzeylerinin birleşiminden oluşmaktadır. Bina hedef performans düzeylerinin gösterimi (1 ile 5 arasında bir sayı - A ile E arasında bir harf) olarak yapılır. Bu gösterimdeki sayı bölümü, yapısal elemanların performans düzeyi gösterimindeki sayı bölümünü; harf bölümü ise yapısal olmayan elemanların performans düzeyi gösterimindeki harf bölümünü temsil eder.

Yapı performans düzeyleri ve aralıklarını tanımlayan olası birleşim durumları **Şekil 3.8**'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8 : Yapının hedef performans düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan performans düzeyleri ve aralıkları.

- Kullanıma Devam Yapısal Performans Düzeyi (1-A / S-1+NA) :
  Yapı sistemi deprem öncesi dayanım, rijitlik ve sünekliğini aynen korumaktadır. Yapının yapısal ve yapısal olmayan elemanlarında hasar yoktur, oluştuğu takdirde kolaylıkla onarılabilecek durumdadır.
- Hemen Kullanım Yapısal Performans Düzeyi (1-B / S-1+NB) :
  Yapı deprem öncesi dayanım ve rijitliğini önemli ölçüde korumaktadır. Taşıyıcı sistemde hasar oluşmaz ya da önemsiz küçük hasarlar meydana gelir. Yapısal olmayan elemanlarda da önemsiz hasarlar meydana gelebilir.
- Can Güvenliği Yapısal Performans Düzeyi (3-C / S-3+NC) :
  Yapı deprem öncesi dayanım ve rijitliğinin bir bölümünü yitirmiştir. Yapısal elemanların can güvenliğini tehdit etmesi söz konusu olmasa da hasar oluşmuştur. Onarılmadan kullanılması mümkün değildir.
- Göçmenin Önlenmesi Yapısal Performans Düzeyi (5-E / S-5+NE):

Yapı deprem öncesi dayanım ve rijitliğinin önemli bölümünü kaybetmiştir. Yapısal elemanlardaki hasar can güvenliği tehlikesi yaratır ve ekonomik kayıp büyüktür [30].

Bina performans düzeyinin belirlenmesinde uygulanacak başka bir kabul kriteri de ardışık iki kat arasındaki en büyük yerdeğiştirmeyi ifade eden göreli kat ötelemesi değeridir. Her bir deprem doğrultusu için, moment dayanımlı çelik çerçevelerin kat ötelenme sınırları için FEMA 356 [23] yönetmeliğinde belirtilen yapı performans düzeyleri **Çizelge 3.3**'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 : Bina göreli kat ötelemesi oranları [20].

	Performans düzeyi		
Göreli Kat Ötelemesi Oranı	Hemen Kullanım (S-1)	Can Güvenliği (S-3)	Göçmenin Önlenmesi (S-5)
$(\delta_i)_{maks}/h_i$	% 0.7	% 2.5	% 5

Çizelge 3.3'de tanımlanan;

$(\delta_i)_{maks}$, ilgili kattaki düşey taşıyıcı elemanların uçları arasında hesaplanan en büyük göreli kat ötelemesini,

h_i, kat yüksekliğini göstermektedir.

Verilen değerler, hasarın bina performans düzeylerine bağlı olarak sınırlandırılması için kullanılan, binanın bütününe ilişkin kabul kriterleridir.

DBYBHY-07'de, yeni tasarlanacak yapıların hesabında uygulanacak göreli kat ötelemesi koşuluna ilişkin değer olan 0.02'nin, burada can güvenliği performans düzeyine karşılık geldiği görülmektedir.

3.4 FEMA 356'ya Göre Doğrusal Olmayan Hasar Sınırlarının Belirlenmesi

Doğrusal olmayan analizler sonucu hesaplanan istem noktasında, çelik yapı elemanlarının hasar durumları FEMA 356'da, kirişler yalnızca narinlik oranlarına göre, kolonlar ise içsel yük dağılımı sonucu oluşan eksenel yük büyüklüğüne göre sınıflandırıldıktan sonra narinlik oranlarına bağlı olarak hasar düzeyi sınır değerleri belirlenmektedir. ZKE'li kirişler ise yalnızca kiriş yüksekliğine (d_b) bağlı olarak

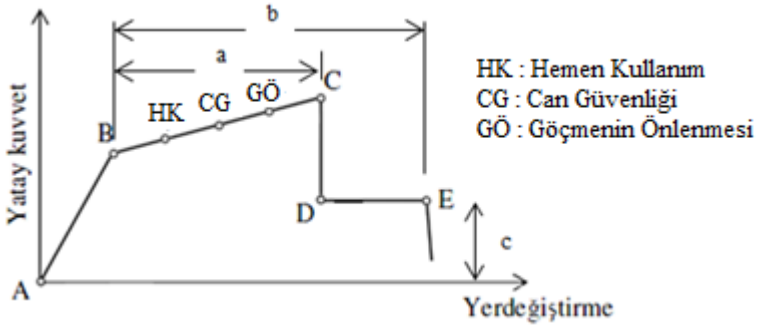
performans düzeyi sınır değerleri tespit edilmektedir (**Çizelge 3.4**). Ara değerler doğrusal enterpolasyonla belirlenir.

Çizelge 3.4 : Plastik mafsalların modelleme parametreleri ve varsayılan plastik şekildeğiştirme kapasiteleri [23].

Elemanlar	Modelleme Parametreleri			Kabul Edilen Kriterler				
	Plastik Dönme Açısı(Radyan)		Artık gerilme Oranı		Plastik Dönme Açısı (Radyan)			
				HK	Birincil Elemanlar		İkincil Elemanlar	
	a	b	c		CG	GÖ	CG	GÖ
Kiriş-Eğilme								
$\frac{b}{2t_f} \le \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ ve $\frac{h}{t_w} \le \frac{418}{\sqrt{F_{ye}}}$	$9\theta_y$	$11\theta_y$	0.6	$1\theta_y$	$6\theta_y$	$8\theta_y$	$9\theta_y$	$11\theta_y$
$\frac{b}{2t_f} \ge \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ ya da $\frac{h}{t_w} \ge \frac{640}{\sqrt{F_{ye}}}$	$4\theta_y$	$6\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$2\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$4\theta_y$
Diğer	Hem gövde hem de başlık narinliği yukarıdaki iki satır arasında doğrusal interpolasyon yapılarak hesaplanmalı, küçük olan değer kullanılmalıdır.							
Kolon-Eğilme								
$P/P_{CL}<0.20$ için								
$\frac{b}{2t_f} \le \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ ve $\frac{h}{t_w} \le \frac{300}{\sqrt{F_{ye}}}$	$9\theta_y$	$11\theta_y$	0.6	$1\theta_y$	$6\theta_y$	$8\theta_y$	$9\theta_y$	$11\theta_y$
$\frac{b}{2t_f} \ge \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ ya da $\frac{h}{t_w} \ge \frac{460}{\sqrt{F_{ye}}}$	$4\theta_y$	$6\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$2\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$4\theta_y$
Diğer	Hem gövde hem de başlık narinliği yukarıdaki iki satır arasında doğrusal interpolasyon yapılarak hesaplanmalı, küçük olan değer kullanılmalıdır.							
$0.20<P/P_{CL}<0.50$ için								
$\frac{b}{2t_f} \le \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}}$ ve $\frac{h}{t_w} \le \frac{260}{\sqrt{F_{ye}}}$	_3	_4	0.2	$0.25\theta_y$	_5	_3	_6	_4
$\frac{b}{2t_f} \ge \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}}$ ya da $\frac{h}{t_w} \ge \frac{400}{\sqrt{F_{ye}}}$	$1\theta_y$	$1.5\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$0.5\theta_y$	$0.8\theta_y$	$1.2\theta_y$	$1.2\theta_y$
Diğer	Hem gövde hem de başlık narinliği yukarıdaki iki satır arasında doğrusal interpolasyon yapılarak hesaplanmalı, küçük olan değer kullanılmalıdır.							
Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti	0.050-0.0003d	0.070-0.0003d	0.2	0.0125-0.0001d	0.0380-0.0002d	0.0500-0.0003d	0.0525-0.0002d	0.07-0.0003d

*Çizelgede bulunmayan ara değerler doğrusal enterpolasyonla belirlenir.
†Çizelgede verilen verilerin birimleri Ksi'dır. Bu nedenle yapı çeliği akma gerilmesi Fye= 51.49 Ksi olarak kullanılacaktır.
†P, DBYBHY-07 uyarınca düşey yükler ile hesaplanan limit durum hesabında elde edilen düğüm noktası üstündeki kolon normal kuvvet; P_{CL}, kolon kesit alanı ve yapı çeliği akma gerilmesine bağlı olarak hesaplanan sınır normal kuvvetti temsil eder.
+İngilizce olarak tanımlanan IO, LS, CP kısaltmaları, türkçe anlamlarına uygun olarak sırasıyla HK, CG, GÖ olarak değiştirilmiştir
+Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti için kullanılan "d", kiriş yüksekliğini tanımlamaktadır.
+_3 = Plastik dönme = 11 (1-1.7 P/P_{CL}) θ_y
+_4 = Plastik dönme = 17 (1-1.7 P/P_{CL}) θ_y
+_5 = Plastik dönme = 8 (1-1.7 P/P_{CL}) θ_y
+_6 = Plastik dönme = 14 (1-1.7 P/P_{CL}) θ_y

Çizelge 3.4'de belirtilen kiriş – kolon karakteristik özelliklerine bağlı olarak plastik mafsal özellikleri tanımlanacaktır. Plastik mafsallaşmanın kirişler ve kolonlar için eleman uç noktalarında meydana geldiği varsayılmıştır.



Şekil 3.9 : Çelik yapı elemanlar için genelleştirilmiş kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi [23].

Şekil 3.9'da genelleştirilmiş kuvvet-yerdeğiştirme ilişkisi ve bu eğri üzerinde tanımlanabilen noktalar aşağıda belirtilmiştir.

- B : ilk plastik dönmenin meydana geldiği durum,
- C : plastik moment dayanımındaki en büyük değer,
- D : kesitte artık dayanımının olması durumu,
- E : kesitin göçmesi durumu,
- a, b ve c değerleri eleman performans düzeylerine karşılık gelir.
- A-B : Doğrusal elastik davranış bölgesi
- B-HK : Elastik ötesi – hemen kullanım düzeyi aralığı
- HK-CG: Hemen kullanım – can güvenliği düzeyi aralığı
- CG-GÖ: Can güvenliği – göçmenin önlenmesi düzeyi aralığı
- GÖ-C : Göçmenin önlenmesi – göçme sınırı aralığı
- C-D : Dayanım azalması ile göçmenin başladığı aralık
- D-E : Göçme bölgesi
- >E :Tamamen göçme noktası

Kirişlerin FEMA 356'ya göre akma dönmesi (θ_y), (3.20) ile hesaplanmaktadır.

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b} \tag{3.20}$$

Kolonların FEMA 356'ya göre akma dönmesi(θ_y), (3.21) ve (3.22) bağıntıları ile verilmektedir.

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_c}{6EI_c}\left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right) \tag{3.21}$$

$$P_{ye} = AF_{ye} \tag{3.22}$$

Burada;

θ_y : Akma dönmesi,

Z : Plastik mukavemet momenti,

F_{ye} : Çelikte beklenen akma dayanımı,

l_b : Kiriş uzunluğu,

l_c : Kolon uzunluğu,

P : Eleman kesitinde oluşan en büyük eksenel kuvvet,

P_{ye} : Eleman kesitinde beklenen akma kuvveti,

I_b : Kiriş elemanı atalet momenti,

I_c : Kolon elemanı atalet momenti,

olarak tanımlanmaktadır.

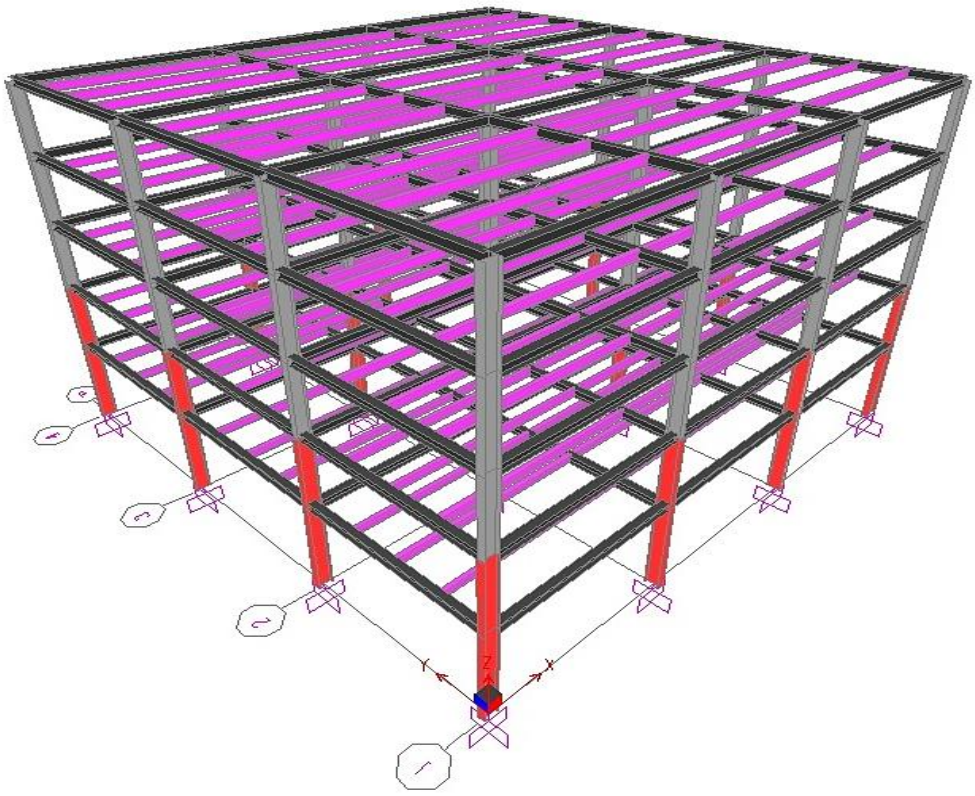
4. SEÇİLEN YAPININ ÖZELLİKLERİ VE BOYUTLANDIRILMASI

4.1 Taşıyıcı Sistem Özellikleri

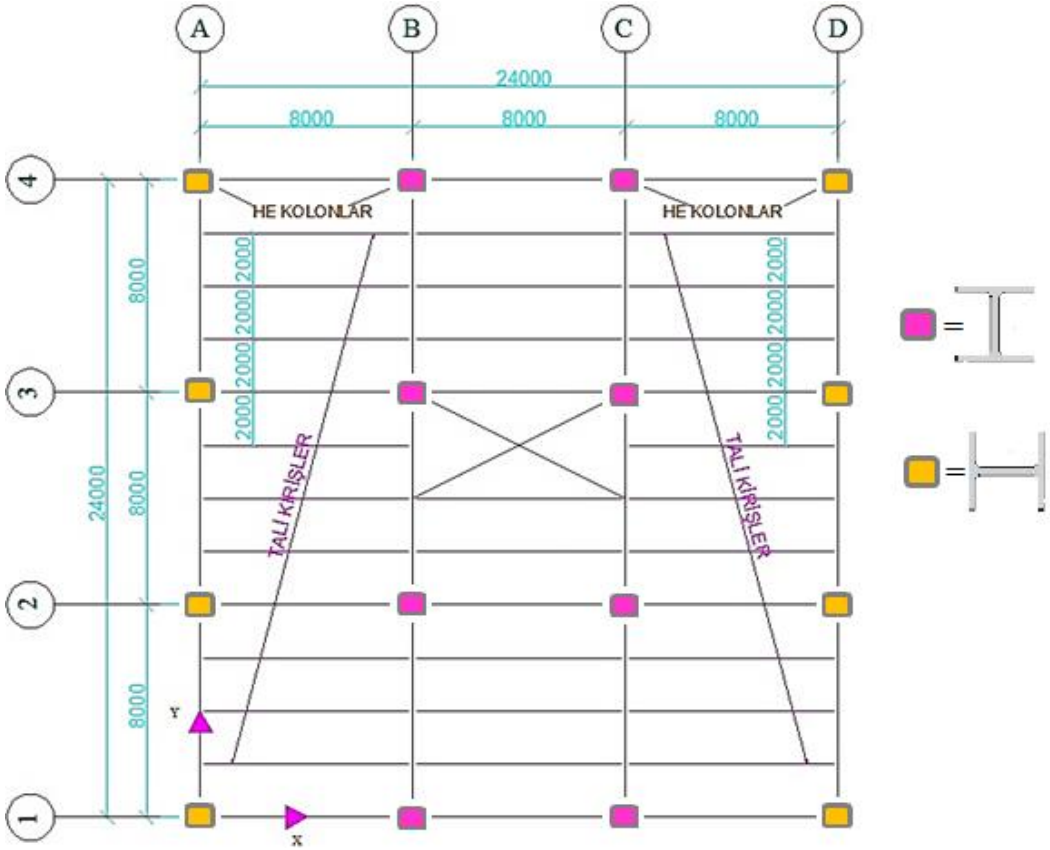
Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde performansları incelenecek olan çelik sistemlerin karşılaştırmasını yapabilmek amacıyla Türkiye'deki mevcut yönetmeliklere uygun olarak tasarlanmış bir "referans" çelik sistem tasarım aşamaları bu bölümde verilmiştir. Bu amaçla, taşıyıcı sistem genel özellikleri, yük analizleri, depremle ilgili parametreleri, boyutlandırma özellikleri, yük kombinasyonları, ikinci mertebe etkilerinin kontrolü, etkin kat ötelemesi kontrolü, çerçeve elemanlarının (kiriş, kolon) ve düğüm noktalarının tasarımı gibi konular açıklanmıştır.

İş merkezi işlevli olarak düşünülen yapının çelik taşıyıcı sistem, süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçevelerden oluşmaktadır (TS-1, Şekil 4.1). 24.00 mx24.00 m plan ölçülerine sahip yapıda kat yükseklikleri birinci katta h_1=4.50 m, diğer katlarda ise $h_{1,2,3,4}$=3.50 m olarak belirlenmiştir. Yapının zeminden itibaren toplam yüksekliği H=18.50 m'dir. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon) aks aralıkları (x) ve (y) doğrultusunda eşit olup L=8.00 m'dir. Ayrıca, s=2.00 m aralıkla yerleştirilen tali kirişler ana kirişlere mafsallı olarak bağlanmaktadır.

Kat döşemeleri çelik kirişlere mesnetlenen ve trapez profili sac levhalar üzerinde, yerinde dökme betonarme olarak inşa edilen kompozit döşeme sisteminden meydana gelmektedir. Düzlemi içinde rijit diyafram oluşturan betonarme döşemenin çelik kirişlere bağlantısı için, boyutları ve yerleşimi konstrüktif olarak seçilen kayma bağlantılarında "stud" başlıklı saplamalardan yararlanılmıştır. Bu örnekte, moment aktaran çelik çerçeve taşıyıcı kiriş elemanlarının düşey yükler altında, betonarme döşeme ile birlikte kompozit olarak çalışması hesaba katılmamaktadır.



Şekil 4.1 : Genel sistem görünüşü ve hesap modeli (TS-1).



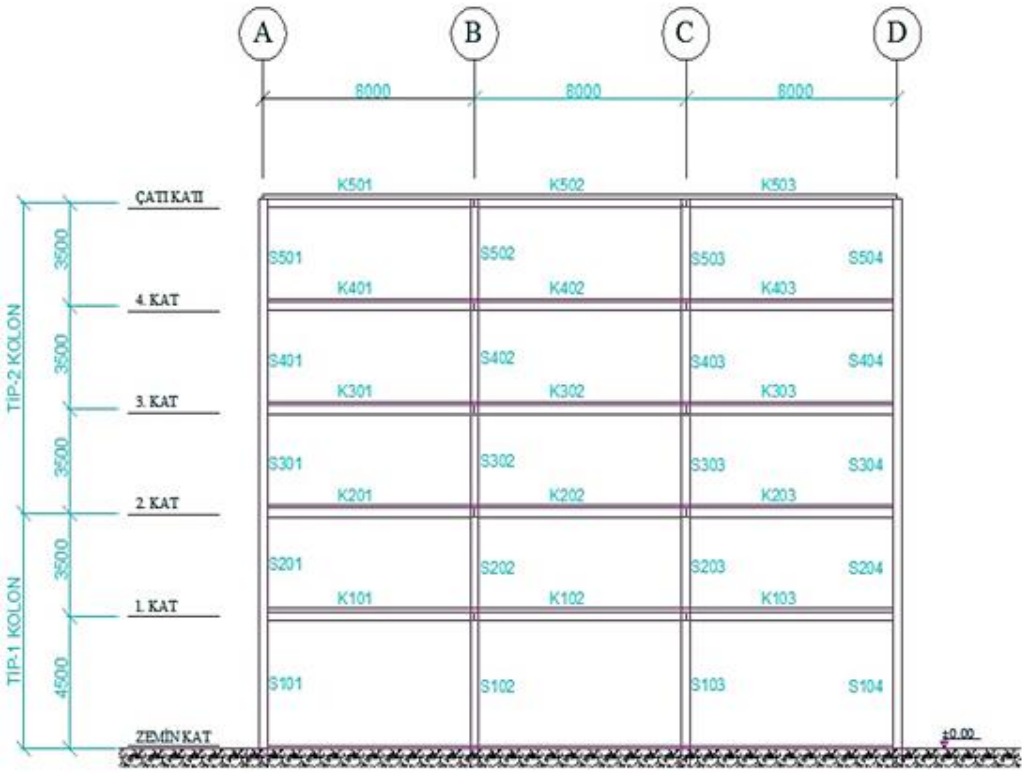
Şekil 4.2 : Taşıyıcı sistem modülü (ölçüler mm'dir).

Taşıyıcı sistemin ana kirişleri kolonların zayıf ve kuvvetli eksenleri doğrultusunda rijit olarak bağlanmaktadır (**Şekil 4.2**). Kolonların ±0.00 kotunda, temele ankastre olarak mesnetlendiği varsayım yapılmıştır (**Şekil 4.3**).

Sistemin tasarımında S355JR (St52) yapı çeliği kullanılması öngörülmektedir. Kullanılan yapı çeliğinin özellikleri **Çizelge 4.1**'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : S355JR yapı çeliğinin özellikleri.

YAPI ÇELİĞİ KARAKTERİSTİKLERİ	
Malzeme sınıfı	: S355JR, DIN 17100
Elastisite Modülü	: E = 210000 N/mm^2
Kayma Modülü	: G = 810000 N/mm^2
Akma Gerilmesi	: σ_a = 355 N/mm^2
Kopma Mukavemeti	: σ_u = 510 N/mm^2
Emniyet Gerilmesi (0.6x σ_a)	: σ_{em} = 212 N/mm^2



Şekil 4.3 : Taşıyıcı sistemin görünüşü (ölçüler mm'dir).

4.2 Yük Analizleri

Ofis binasının tasarımında **Çizelge 4.2** ve **Çizelge 4.3**'de gösterilen yükler düzgün yayılı olarak düşünülmüştür. (x) ve (y) doğrultusundaki çerçeve kirişlerinde bölme duvarların bulunduğu varsayılmıştır.

Çizelge 4.2 : Yapı tasarım sabit yükleri (G).

SABİT YÜKLER				
Yük Durumu (kN/m^2)	Çatı Katı (iç)	Çatı Katı (dış)	Normal Kat (iç)	Normal Kat (dış)
Tesviye	0,20	0,20	-	-
Kaplama	-	-	0,23	0,23
Kompozit beton	2,10	2,10	2,10	2,10
Trapezoidal saç (1 mm)	0,10	0,10	0,15	0,15
Asma tavan	-	-	0,30	0,30
Mekanik ekipman yükü	0,55	0,55	-	-
Tesisat	0,15	0,15	0,15	0,15
Toplam ölü yükler (kN/m^2)	**3,10**	**3,10**	**2,93**	**2,93**
Bölme duvarları (10 cm gaz beton)	-	-	2,66	-
Beton parapet duvar (20 cm duvar)	-	-	-	-
Cephe duvarları (Giydirme+20 cm gaz beton)	-	5,00	-	5,31
TOPLAM SABİT YÜK. = G (kN/m)	**6,20**	**8,10**	**8,52**	**8,24**

Çizelge 4.3 : Yapı tasarım hareketli yükleri (Q).

HAREKETLİ YÜKLER				
Yük Durumu (kN/m^2)	Çatı Katı (iç)	Çatı Katı (dış)	Normal Kat (iç)	Normal Kat (dış)
Kar yükü Pk (m= 1 ve P_{ko}= 0.75 kN/m^2)	0,75	0,75	-	-
Zaman zaman kullanılan çatılar için	2,00	2,00	-	-
Büro odaları (TS 498)	-	-	2,00	2,00
Toplam hareketli yükler (kN/m^2)	**2,75**	**2,75**	**2,00**	**2,00**
TOPLAM HAREKETLİ YÜK. = Q (kN/m)	**5,50**	**2,75**	**4,00**	**2,00**

4.3 Deprem Karakteristikleri

DBYBHY-07 [20] uyarınca yapının tasarımında kullanılacak deprem karakteristikleri **Çizelge 4.4**'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Yapının inşa edileceği bölgeye ilişkin sismik ve geoteknik bilgiler.

DEPREM KARAKTERİSTİKLERİ	
Yerel Zemin Sınıfı	Z1
Spektrum Karekteristik Periyotları	T_A = 0,1 sn T_B = 0,3 sn
Deprem Bölgesi	1.Derece Deprem Bölgesi
Etkin Yer İvme Katsayısı	A_0 = 0,40
Bina Önem Katsayısı	I = 1,0
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R = 8
Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler	Ω_0 = 2,5

4.4 TS-1 İçin Doğrusal Elastik Analiz ve Sistemin Boyutlandırılması

Sistemin hesap modeli SAP2000 [36] programı ile hazırlanmıştır. Taşıyıcı sistemin elemanları için Avrupa norm profilleri (ana kirişler HEA, kolonlarda HEB ve tali kirişlerde de IPE profilleri) kullanılarak boyutlandırma yapılacaktır. Seçilen kesitlerin geometrik ve mekanik özellikleri **Çizelge 4.5** ve **Çizelge 4.6**'da verilmiştir.

Çizelge 4.5 : TS-1 için seçilen taşıyıcı sistemin kesit özellikleri.

GEOMETRİK ÖZELLİKLER									
Kesit		G kg/m	h mm	b mm	t_w mm	t_f mm	r mm	A cm^2	d mm
Kiriş	HE 400 A	125,0	390	300	11,0	19,0	27	159,00	298
Kolon-Tip 2	HE 500 B	187	500	300	14,5	28,0	27	238,60	390
Kolon-Tip 1	HE 550 B	199	550	300	15,0	29,0	27	254,10	438
Tali Kiriş	IPE 360	57,1	360	170	8,0	12,7	18	72,73	298,6

Çizelge 4.6 : TS-1 için seçilen taşıyıcı sistemin kesitlerinin mekanik özellikleri.

MEKANİK ÖZELLİKLER									
		Kuvvetli Eksen y-y				Zayıf Eksen z-z			
Kesit		I_y cm^4	$W_{el.y}$ cm^3	$W_{pl.y}$ cm^3	i_y cm	I_z cm^4	$W_{el.z}$ cm^3	$W_{pl.z}$ cm^3	i_z cm
Kiriş	HE 400 A	45070	2311,0	2562	18,92	8564	570,9	872,9	7,29
Kolon-Tip 2	HE 500 B	107200	4287,0	4815	21,19	12620	841,6	1292,0	21,19
Kolon-Tip 1	HE 550 B	136700	4971,0	5591	23,20	13080	871,8	1341,0	23,20
Tali Kiriş	IPE 360	16270	903,6	1019	14,95	1043	122,80	191,10	14,95

4.4.1 Eşdeğer deprem yükünün hesaplanması

Kat ağırlığı belirli bir oranda hareketli yük ve ölü yükün tam katkısı ile (4.1) ile belirlenecektir. (4.1)'de göz önüne alınan (n), DBYBHY-07'de tanımlı olan hareketli yük katılım katsayısı olup, ofis binası için 0.30'dur.

$$w_i = g + nq \tag{4.1}$$

Belirtilen yükler altında, yapının üç boyutlu modeli üzerinde modal analize esas olacak kütleler SAP2000 [36] yardımıyla tanımlanmıştır.

Çizelge 4.7 : TS-1 kat ağırlıkları ve kat kütleleri.

KAT AĞIRLIKLARI VE KÜTLELERİ		
Kat	w_i(kN)	mi (kNs^2/mt)
5	3.385,21	345,08
4	3.327,72	339,22
3	3.327,72	339,22
2	3.334,15	339,87
1	3.365,22	343,04
Toplam	**16.740,02**	**1.706,42**

Yapının üç boyutlu modeli üzerinde modal analize göre her iki yön için kütle katılım oranlarıyla hakim periyotlar belirlenmiştir. Yapının her iki asal doğrultusundaki birinci elastik doğal titreşim periyotları:

T_{1x} = 1.41 sn ve T_{1y} = 1.33 sn'dir.

Modelin tümüne etkiyen *toplam eşdeğer deprem yükü* (*taban kesme kuvveti*) (V_t), (x) ve (y) doğrultuları için **(3.1)** kullanılarak aşağıda hesaplanmıştır.

(x) doğrultusu için taban kesme kuvveti:

T_{1x} = 1,41 sn > T_A = 0,10 sn ; T_B = 0,30 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

$$S(T_{1x}) = 2{,}5\left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} = 2{,}5\left(\frac{0.30}{1{,}41}\right)^{0.8} = 0{,}73$$

$$A(T_{1x}) = A_o I S(T_{1x}) = 0{,}40\text{x}1\text{x}0{,}73 = 0.29$$

$$R_a(T_{1x}) = R = 8$$

$$V_{tx} = \frac{WA(T_{1x})}{R_a(T)} = 0{,}036W \geq 0{,}10A_o IW = 0{,}040W \rightarrow V_{tx} = 0{,}04W = 669{,}60\ \text{kN}$$

$$\Delta F_{Nx} = 0{,}0075NV_{tx} = 0{,}0075\text{x}5\text{x}669{,}60 = 25{,}11\ \text{kN}$$

(y) doğrultusu için taban kesme kuvveti:

T_{1y} = 1,33 sn > T_A = 0,10 sn ; T_B = 0,30 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

$$S(T_{1y}) = 2{,}5\left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} = 2{,}5\left(\frac{0{,}30}{1{,}33}\right)^{0.8} = 0{,}76$$

$$A(T_{1y}) = A_o I S(T_{1y}) = 0{,}40\text{x}1\text{x}0{,}76 = 0{,}30$$

$$R_a(T_{1y}) = R = 8$$

$$V_{ty} = \frac{WA(T_{1y})}{R_a(T)} = 0{,}038W \geq 0{,}10A_o IW = 0{,}040W \rightarrow V_{ty} = 0{,}04W = 669{,}60\ \text{kN}$$

$$\Delta F_{Ny} = 0{,}0075 N V_{ty} = 0{,}0075 x 5 x 669{,}60 = 25{,}11 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N tepe kuvveti dışında geri kalan bölümü, n'inci kat dahil olmak üzere, binanın katlarına **(4.2)** ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \qquad \textbf{(4.2)}$$

(4.2) ile hesaplanan F_{tx} ve F_{ty} eşdeğer deprem yükleri **Çizelge 4.8**'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 : TS-1, katlara etkiyen (x) doğrultusu eşdeğer deprem yükleri.

KAT	$W_i t$ (kN)	W_i (kN)	h_i (mt)	$W_i h_i$ (kNmt)	$\frac{W_i h_i}{\Sigma W_i h_i}$	Fi (kN)	ΣVt (kN)
5	3.385,21	3.385,21	18,50	62.626,35	0,325	209,524	234,634
4	6.712,93	3.327,72	15,00	49.915,82	0,259	166,988	401,622
3	10.040,65	3.327,72	11,50	38.268,75	0,199	128,06	529,682
2	13.374,80	3.334,15	8,00	26.673,23	0,139	89,262	618,944
1	16.740,02	3.365,22	4,50	15.143,49	0,079	50,657	669,601
Toplam	**16.740,02**	**16.740,02**	**18,50**	**192.627,64**	**1,000**	**644,491**	**669,601**

Çizelge 4.9 : TS-1, katlara etkiyen (y) doğrultusu eşdeğer deprem yükleri.

KAT	$W_i t$ (kN)	W_i (kN)	h_i (mt)	$W_i h_i$ (kNmt)	$\frac{W_i h_i}{\Sigma W_i h_i}$	Fi (kN)	ΣVt (kN)
5	3.385,21	3.385,21	18,50	62.626,35	0,325	209,524	234,634
4	6.712,93	3.327,72	15,00	49.915,82	0,259	166,988	401,622
3	10.040,65	3.327,72	11,50	38.268,75	0,199	128,06	529,682
2	13.374,80	3.334,15	8,00	26.673,23	0,139	89,262	618,944
1	16.740,02	3.365,22	4,50	15.143,49	0,079	50,657	669,601
Toplam	**16.740,02**	**16.740,02**	**18,50**	**192.627,64**	**1,000**	**644,491**	**669,601**

4.4.2 Sistem analizinde kullanılan yük kombinasyonları

Yapı sisteminin düşey yükler ve yatay deprem yükleri altında hesaplanan iç kuvvetler, DBYBHY-07 [20] ve TS648 Çelik Yapılar Standardına [24] uygun olarak, aşağıdaki şekilde birleştirilecektir.

1. Düşey yük birleşimleri (1 yükleme):

   $G + Q$

2. Düşey yük ve deprem birleşimleri (32 yükleme):

   $G + Q \pm E_{X1} \pm 0{,}3E_Y$

   $G + Q \pm E_{X2} \pm 0{,}3E_Y$

   $G + Q \pm E_{Y1} \pm 0{,}3E_X$

   $G + Q \pm E_{Y2} \pm 0{,}3E_X$

$0{,}9G \pm E_{X1} \pm 0{,}3E_Y$

$0{,}9G \pm E_{X2} \pm 0{,}3E_Y$

$0{,}9G \pm E_{Y1} \pm 0{,}3E_X$

$0{,}9G \pm E_{Y2} \pm 0{,}3E_X$

Burada;

G : sabit yüklerden oluşan iç kuvvetleri,

Q : hareketli yüklerden oluşan iç kuvvetleri,

E_X, E_{X1}, E_{X2} : (x) doğrultusunda, sırasıyla kat kütle merkezlerine ve dikkate alınan deprem doğrultusuna dik kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara uygulanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetleri,

E_Y, E_{Y1}, E_{Y2} : (y) doğrultusunda, sırasıyla kat kütle merkezlerine ve dikkate alınan deprem doğrultusuna dik kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara uygulanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetleri göstermektedir.

4.4.3 İkinci mertebe etkilerinin kontrolü

Her bir katta, DBYBHY-07'ye göre ikinci mertebe gösterge değeri, θ_i hesaplanarak **(4.3)** ile kontrol edilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^{N} w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \qquad \textbf{(4.3)}$$

Bu bağıntıda yer alan $(\Delta_i)_{ort}$, i'inci kattaki kolonda hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemesinin kat içindeki ortalama değeri olarak **(4.4)** ile ifade edilmiştir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \qquad \textbf{(4.4)}$$

Çizelge 4.10 : TS-1, ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.

KAT	hi (cm)	ΣV_t (kN)	ΣW_i (kN)	d_{ix} (cm)	d_{iy} (cm)	$(\Delta_i)_{x\ ort}$ (mt)	$(\Delta_i)_{y\ ort}$ (mt)	θ_{ix}	θ_{iy}
5	350	234,63	3.385,21	2,9897	2,7675	0,3750	0,3254	0,0150	0,0130
4	350	401,62	6.712,93	2,6147	2,4421	0,5466	0,5000	0,0260	0,0240
3	350	529,68	10.040,65	2,0681	1,9421	0,6919	0,6401	0,0370	0,0350
2	350	618,94	13.374,80	1,3762	1,3020	0,7329	0,6806	**0,0450**	0,0420
1	450	669,60	16.740,02	0,6433	0,6214	0,6433	0,6214	0,0360	0,0350

İkinci mertebe etkileri **Çizelge 4.10**'da gösterildiği üzere göz ardı edilebilecek düzeydedir.

4.4.4 Etkin kat ötelemelerinin kontrolü

Her bir deprem doğrultusu için d_i kat yerdeğiştirmelerinin en büyük değerleri, sayısal değerleri **Çizelge 4.8** ve **Çizelge 4.9**'da verilen ve %5 ek dışmerkezlikle uygulanan azaltılmış deprem yüklerinden meydana gelmektedir.

Her bir deprem doğrultusunda, binanın i'inci katındaki kolon için etkin göreli kat ötelemesi δ_i, **(4.5)** ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_i = R\Delta_i \qquad \textbf{(4.5)}$$

Yapıya %5 ek dışmerkezlik uygulandığı azaltılmış E_{X1} ve E_{Y1} deprem yükleri atında TS-1 taşıyıcı sistemin, (x) ve (y) doğrultularında elde edilen yatay yerdeğiştirmeleri, azaltılmış göreli kat ötelemeleri, etkin göreli kat öteleme oranları ve Çizelge 3.11'de verilen FEMA 356 sınır koşullarına göre performans düzeyleri **Çizelge 4.11** ve **4.12**'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : TS-1 (x) doğrultusu için göreli kat ötelenmeleri kontrolü.

KAT	hi (cm)	d_{ix} (cm)	$(\Delta_i)_{x\ ort}$ (mt)	$\delta_{ix}=R.\Delta_{ix}$	δ_{ix}/h_i	Performans düzeyi
5	350	2,9897	0,3750	3,0000	0,009	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
4	350	2,6147	0,5466	4,3728	0,0125	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
3	350	2,0681	0,6919	5,5355	0,0158	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
2	350	1,3762	0,7329	5,8632	**0,0168**	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
1	450	0,6433	0,6433	5,1464	0,0114	Hemen Kullanım-Can Güvenliği

Çizelge 4.12 : TS-1 (y) doğrultusu için göreli kat ötelenmeleri kontrolü.

KAT	hi (cm)	d_{iy} (cm)	$(\Delta_i)_{y\ ort}$ (mt)	$\delta_{iy}=R.\Delta_{iy}$	δ_{iy}/h_i	Performans düzeyi
5	350	2,7675	0,3254	2,6031	0,007	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
4	350	2,4421	0,5000	4,0001	0,0114	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
3	350	1,9421	0,6401	5,1205	0,0146	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
2	350	1,3020	0,6806	5,4449	**0,0156**	Hemen Kullanım-Can Güvenliği
1	450	0,6214	0,6214	4,9712	0,0110	Hemen Kullanım-Can Güvenliği

Çizelge 4.11 ve **4.12**'de görüldüğü üzere δ_i/h_i oranlarının en büyük değeri (x) doğrultusunda olup,

$$(\delta_{ix})_{maks}/h_i = 0{,}0168 \leq 0{,}02$$

değerini almakta ve DBYBHY-07'deki [20] koşulu sağlamaktadır. Yapı tasarlanırken her iki asal doğrultu için, dayanım ve rijitlik bakımından olabildiğince sınır değere yakın olarak tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemi (x) ve (y) doğrultularındaki performans düzeyi "Hemen Kullanım-Can Güvenliği" olarak belirlenmiştir.

4.4.5 Yüksek süneklikli moment çerçevesi (kiriş-kolon) eleman tasarımı

Moment aktaran çerçevede kiriş-kolon elemanlarının DBYBHY-07'ye [20] göre tasarımı yapılacaktır. Bununla birlikte taşıyıcı elemanların tasarım yükleri altındaki dayanımlarının hesabında ise TS 648 yönetmeliğinin [24] gerekli koşulları kontrol edilecektir.

SAP2000'nin [36] kullandığı yapısal çelik boyutlama ve gerilme kontrolü algoritması için DBYBHY-07'ye en yakın olan AISC-ASD89 [37] seçilmiştir. DBYBHY-07'ye göre dayanım kontrolü yapılacak olan kolon için, Ek-1'de AISC-ASD89 yönetmeliğine [37] göre de gerilme kontrolü yapılacaktır.

4.4.5.1 Tali kirişlerin tasarımı (IPE 360)

Ana çerçeve kirişlerine mafsalı olarak mesnetlenen ve deprem yükleri etkisinde olmayan normal kat tali kirişlerinin düşey yükler (G+Q) altında gerilme ve sehim kontrolü yapılacaktır.

Düşey sabit ve hareketli yüklerden oluşan iç kuvvetler (kesit zorları);

M_{maks} = 98,05 kNm

T_{maks} = 49,02 kN

f_{maks} = 1,91 cm

Seçilen tali kirişin (IPE 360) kesit özellikler **Çizelge 4.5** ve **Çizelge 4.6**'dan alınacaktır.

$S_x = W_{pl,y} / 2 = 510\ cm^3$

Normal gerilme kontrolü:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{98{,}05x10^6}{904x10^3} = 108{,}46\ N/mm^2 < \sigma_{em} = 212\ N/mm^2 \qquad (\surd)$$

Kayma gerilmesi kontrolü:

$$\tau = \frac{TS_x}{I_x t_w} = \frac{49{,}02x510x10^6}{16270x10^4x8} = 19{,}21\ N/mm^2 < \sigma_{em} = 122\ N/mm^2 \quad (\surd)$$

Kirişlerde sehim kontrolü:

$$\frac{f_{maks}}{L} = \frac{1{,}91}{800} = \frac{1}{420} < \frac{1}{300} \quad (\surd)$$

4.4.5.2 Ana çerçeve kirişlerinin tasarımı (HE400A)

1.Kat, B aksı çerçevesi, 3-4 aksları arası ana çerçeve kirişinin en elverişsiz olan düşey yükler ve deprem yüklemesi ($G + Q - E_{Y2} - 0.3E_X$ yüklemesi) için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

M_{G+Q+E} = -326,59 kNm

T_{G+Q+E} = 166,83 kN

f_{G+Q+E} = 0,70 cm

Seçilen kiriş kesiti (HE400A) için kesit özellikleri **Çizelge 4.5** ve **Çizelge 4.6**'dan alınacaktır.

$S_x = W_{pl,y} / 2 = 1281\ cm^3$

$F_b = b.t_f = 30x1.9 = 57\ cm^2$

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için DBYBHY-07'de [20] verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının sınır değerleri aşmaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinin yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar **(4.6)** ve **(4.7)** ile verilmiştir.

$$\frac{b/2}{t} \leq 0.3\sqrt{E_s/\sigma_a} \quad \textbf{(4.6)}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \quad \textbf{(4.7)}$$

S355JR yapı çeliği için $\sqrt{E_s/\sigma_a} = \sqrt{210000/355} = 24.32$ değeri yukarıdaki ifadelerde yerine konularak;

$$\frac{150}{19} = 7{,}89 > 0{,}3x24{,}32 = 7{,}30 \qquad \textbf{(X)}$$

$$\frac{352}{11} = 32 \leq 3{,}2\text{x}24{,}32 = 77{,}83 \qquad \textbf{(}\surd\textbf{)}$$

Yukarıda görüldüğü üzere başlık genişliği/kalınlığı oranı koşulunun sağlamadığı görülmektedir. Ancak, kirişlerin kompozit betonarme döşeme ile üst başlıklarından bağlı oldukları için yerel burkulmanın önleneceği kabulü ile bu koşulu sağlaması göz ardı edilmektedir.

TS 648 standardına [24] göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanının çekme başlık enkesit alanından daha küçük olmaması durumunda, basınç emniyet gerilmesi **(4.8)** ile hesaplanmaktadır.

$$\sigma_B = \frac{840000\text{x}C_b}{s\,d/F_b} \leq 0.6\text{x}\sigma_a \qquad \textbf{(4.8)}$$

s, kirişin basınç başlığının yanal burkulmaya karşı mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık, s = 200 cm'dir.

$C_b = 1{,}75 + 1{,}05\left(M_1/M_2\right) + 0{,}3\left(M_1/M_2\right)^2 \leq 2{,}3$ ile hesaplanan bir katsayıdır.

Emniyetli tarafta kalmak üzere, M_1/M_2=-1 için hesaplanan C_b=1,00 değeri yukarıdaki bağıntıda yerine konularak basın emniyet gerilmesi elde edilir.

$$\sigma_B = \frac{840000\text{x}1{,}00}{200\text{x}\,39/57} = 6138\ \text{kg/cm}^2 = 614\ \text{N/mm}^2 \rightarrow \sigma_B = 212\text{N/mm}^2$$

Normal gerilme kontrolü:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{326{,}59\text{x}10^6}{2310\text{x}10^3} = 143{,}38\ \text{N/mm}^2 < \sigma_{em} = 212\ \text{N/mm}^2 \qquad \textbf{(}\surd\textbf{)}$$

Kayma gerilmesi kontrolü:

$$\tau = \frac{166.83\text{x}1281\text{x}10^6}{45070\text{x}10^4\text{x}11} = 43{,}11\ \text{N/mm}^2 < 1{,}33x122 = 162\ \text{N/mm}^2 \qquad \textbf{(}\surd\textbf{)}$$

Sehim kontrolü:

$$\frac{f_{maks}}{L} = \frac{0,70}{800} = \frac{1}{1150} < \frac{1}{300} \quad (\surd)$$

Gerilme hesaplarından, kirişteki en büyük gerilmenin emniyet gerilmesinin %50'si civarında olduğu anlaşılmıştır. Bu durum, kiriş enkesit profillerinin seçiminde göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılmasının daha etkin olmasından kaynaklanmaktadır.

4.4.5.3 TİP-1 kolon tasarımı (HE 550 B)

1.Kat, 2/B'de yer alan S106 No'lu kolonun en elverişsiz düşey yükler ve deprem yüklemesi ($G + Q + E_{X2} + 0.3E_Y$ yüklemesi) için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Düşey sabit ve hareketli yükler ile deprem etkilerinden dolayı kolonun alt ucunda oluşan en elverişsiz iç kuvvetler aşağıda verilmiştir;

N_{G+Q+E} =1998,18 kN

(x) doğrultusunda : M_{33}=-72,29 kN → M_x=29,82 kNm

V_{22}=22,69 kN

(y) doğrultusunda : M_{22}=-41,76 kN → M_y=35,18 kNm

V_{33}=17,10 kN

Seçilen kolon kesiti (HE 550 B) için enkesit karakteristikleri:

A=254 cm^2

W_x = 4970 cm^3, I_x = 136700 cm^4, S_x = 2795 cm^3, i_x = 23.2 cm

W_y = 872 cm^3, I_y = 13080 cm^4, S_y = 670 cm^3, i_y = 7.17 cm

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kolonları için DBYBHY-07'de [20] verilen enkesit koşulları uyarınca, kolon enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının **(4.9)**, **(4.10)** ve **(4.11)**'de verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b/2}{t} \leq 0.3\sqrt{E_s/\sigma_a} \quad \textbf{(4.9)}$$

$$\left|\frac{N_d}{\sigma_a A}\right| > 0,10 \quad \textbf{(4.10)}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 1.33\sqrt{E_s/\sigma_a}\left(2{,}1 - \left|\frac{N_d}{\sigma_a A}\right|\right) \qquad \textbf{(4.11)}$$

Boyutsuz normal kuvvet oranının,

$$\left|\frac{N_d}{\sigma_a A}\right| = \left|\frac{1998{,}28x10^3}{355x254x10^2}\right| = 0{,}22 > 0{,}10 \qquad (\surd)$$

değeri ile S355JR yapı çeliği için hesaplanan $\sqrt{E_s/\sigma_a} = \sqrt{210000/355} = 24{,}32$

değeri yukarıdaki bağıntılarda yerine konularak;

$$\frac{150}{29} = 5{,}17 \leq 0{,}3x24{,}32 = 7{,}29 \qquad (\surd)$$

$$\frac{492}{15} = 32{,}8 \leq 1{,}33x24{,}32x(2{,}1 - 0{,}22) = 60{,}88 \qquad (\surd)$$

enkesit koşullarının sağlandığı görülür.

Bileşik eğik eğilme (eksenel basınç ve iki eksenli eğilme) etkisindeki bu kolonda, normal gerilme **(4.12)** ile belirlenmektedir [24].

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx}\sigma_{bx}}{\left(1.0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ex}}\right)\sigma_{Bx}} + \frac{C_{my}\sigma_{by}}{\left(1.0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ey}}\right)\sigma_{By}} \leq 1{,}33 \qquad \textbf{(4.12)}$$

$\sigma_{eb,}$ yalnızca basınç kuvveti altında hesaplanan gerilme olup

$$\sigma_{eb} = \frac{P}{A} = \frac{1998{,}18x10^3}{254x10^2} = 78{,}67\ N/mm^2$$

hesaplanır.

$\sigma_{bem,}$ kolonun ve narinliklerinden büyük olmasına bağlı olarak, TS 648 standardından [24] alınan emniyet gerilmesidir. Kolonun her iki eksen doğrultusunda yanal ötelemesinin önlenmemiş olduğu göz önünde tutulmuştur. Buna göre, S106 kolonun eğilme rijitliği ve mesnet koşulları ile bu kolona bağlanan kirişlerin eğilme rijitliklerine bağlı olarak, TS 648 Standardı Çizelge 5'teki [24] nomogramdan bulunan K_x ve K_y katsayıları yardımı ile hesaplanan S_{kx} ve S_{ky} burkulma boyları:

$S_{kx} = K_x H = 1{,}75 \text{ x } 450 = 787{,}50$ cm , $S_{ky} = K_y H = 1{,}25 \text{ x } 450 = 562{,}50$ cm değerlerini almaktadır. Bu değerlere bağlı olarak (x) ve (y) doğrultularındaki narinlik oranları:

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{787{,}50}{23{,}2} = 34$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y} = \frac{562{,}50}{7{,}17} = 78$$

$$\lambda_{maks}(\lambda_x, \lambda_y) = 78$$

olarak bulunur. Bulunan maksimum narinlik oranına göre TS 648 standardı, Çizelge 8'den [24] bulunan basınç emniyet gerilmesi,

$\sigma_{bem} = 1154$ kg/cm^2 = 115,4 N/mm^2 dir.

Yalnız eğilme momentleri altında hesaplanan gerilmeler:

$$\sigma_{bx} = \left|\frac{M_x}{W_x}\right| = \left|\frac{-72{,}29\text{x}10^6}{4970\text{x}10^3}\right| = 14{,}55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{by} = \left|\frac{M_y}{W_y}\right| = \left|\frac{-41{,}76\text{x}10^6}{872\text{x}10^3}\right| = 47{,}88 \text{ N/mm}^2$$

olur. Yanal ötelemesi önlenmemiş sistemler için $C_{mx} = C_{my} = 0.85$ alınacaktır.

$$\sigma'_{ex} = \frac{8290000}{\lambda_x^2} = 7171{,}3 \text{ kg/cm}^2 = 717{,}1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{ey} = \frac{8290000}{\lambda_y^2} = 1362{,}6 \text{ kg/cm}^2 = 136{,}3 \text{ N/mm}^2$$

Yanal burkulma anında basınç emniyet gerilmesi **(4.8)** ile hesaplanmaktadır. Bu bağıntıdaki C_b aşağıdaki biçimde hesaplanır.

$$C_b = 1{,}75 + 1{,}05\left(M_1/M_2\right) + 0{,}3\left(M_1/M_2\right)^2 \leq 2{,}3$$

Kuvvetli eksen doğrultusundaki kolon uç momentlerinin,

$$\left(M_1/M_2\right)_x = -\left(29{,}82/-72{,}29\right) = 0{,}41$$

oranı için hesaplanan $C_b = 2{,}23 \leq 2{,}3$ değeri **(4.8)**'de yerine konularak

$\sigma_B = 679\ N/mm^2 \rightarrow \sigma_B = 212 N/mm^2$ elde edilir.

Buna göre normal gerilme kontrolü:

$$\frac{78,67}{115,4} + \frac{0.85x14,55}{\left(1.0 - \frac{78,67}{717,10}\right)212} + \frac{0,85x47,88}{\left(1.0 - \frac{78,67}{136,30}\right)212} = 1,20 \leq 1,33 \qquad (\surd)$$

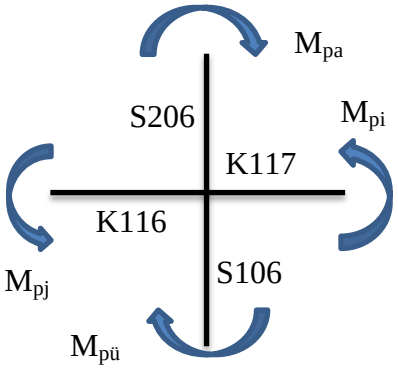
Kayma gerilmesi kontrolü:

$$\tau = \frac{22,69x2795x10^6}{136700x10^4x15} = 3,10\ N/mm^2 < 1,33x122 = 162\ N/mm^2 \qquad (\surd)$$

4.4.5.4 Kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulu

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan yapının 2.Kat, 2/B noktasında kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu **(4.13)** ile kontrol edilecektir [20].

$$\left(M_{pa} + M_{pü}\right) \geq 1.1 D_a \left(M_{pi} + M_{pj}\right) \qquad \textbf{(4.13)}$$



Şekil 4.4 : 2/B düğüm noktası görünüşü.

Burada, S355JR çeliğinden üretilen hadde profilleri için arttırma katsayısı, D_a=1.1 [20].

M_{pi} ve M_{pj} ise, düğüm noktasında birleşen kirişlerin **(4.14)** ile hesaplanan eğilme momenti kapasiteleridir.

$$M_{pi} = M_{pj} = W_p \sigma_a \qquad \textbf{(4.14)}$$

K116 ve K117 kirişleri için (HE 400 A):

$M_{pi} = M_{pj} = W_p\sigma_a = 2562x355.10^{-3}$=909,51 kNm

M_{pa} ve $M_{pü}$, düğüm noktasında birleşen kolonların tasarım eksenel kuvveti (N), altında **(4.15)** ile hesaplanan eğilme momenti kapasiteleridir.

$$M_{pa} = W_p\left(\sigma_a - {}^{N}/_{A}\right) \qquad \textbf{(4.15)}$$

S206 Kolonu için (HE 550 B):

A= 254 cm^2, W_{xp}=5591 cm^3, N_{alt}=1598,32 kN

$$M_{pa} = 5591\left(355 - {}^{1598,32x10^3}/_{254x10^2}\right)x10^{-3} = 1633kNm$$

S106 Kolonu için (HE 550 B):

A= 254 cm^2, W_{xp}=5591 cm^3, N_{alt}=1998,18 kN

$$M_{pa} = 5591\left(355 - {}^{1998,18x10^3}/_{254x10^2}\right)x10^{-3} = 1545kNm$$

$$(1633 + 1545) \geq 1,1x1,1(909,51 + 909,51) \rightarrow 3178 \geq 2201 \qquad \textbf{(}\surd\textbf{)}$$

koşul sağlanmaktadır.

4.4.6 TS-1 için genel değerlendirme

DBYBHY-07'ye göre boyutlandırması yapılan TS-1'in ikinci mertebe etkilerinin kontrol sınır değeri 0,12'ye maksimumda, (x) doğrultusunda ikinci katta %42 oranında yaklaşmıştır. Etkin kat ötelemesi sınırı 0,02'yi ise maksimumda, (x) doğrultusunda ikinci katta %84, (y) doğrultusunda ikinci katta %78 oranında yaklaşmıştır. Sistemde dayanımları en çok zorlanan elemanların, birinci ve ikinci kata ilişkin kolon ve kirişler oldukları görülmüştür. Maksimum gerilmeye maruz kalan kolon elemanı için yapılan örnek hesaba göre DBYBHY-07'de [20] belirtilen gerilme kontrolü sınır değeri 1,33'e %90 oranında yaklaşırken, AISC-ASD89'da [37] belirtilen gerilme kontrolü sınır değeri 1,33'e %68 (EK-1) oranında yaklaştığı hesaplanmıştır. Bu durumda, iki yönetmelik arasında dayanım hesap farklılığının olduğunu göstermektedir.

4.5 TS-1'e Farklı Şekillerde Uygulanan Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli (ZKE) Sistemlerin Boyutlandırılması

4.5.1 Genel

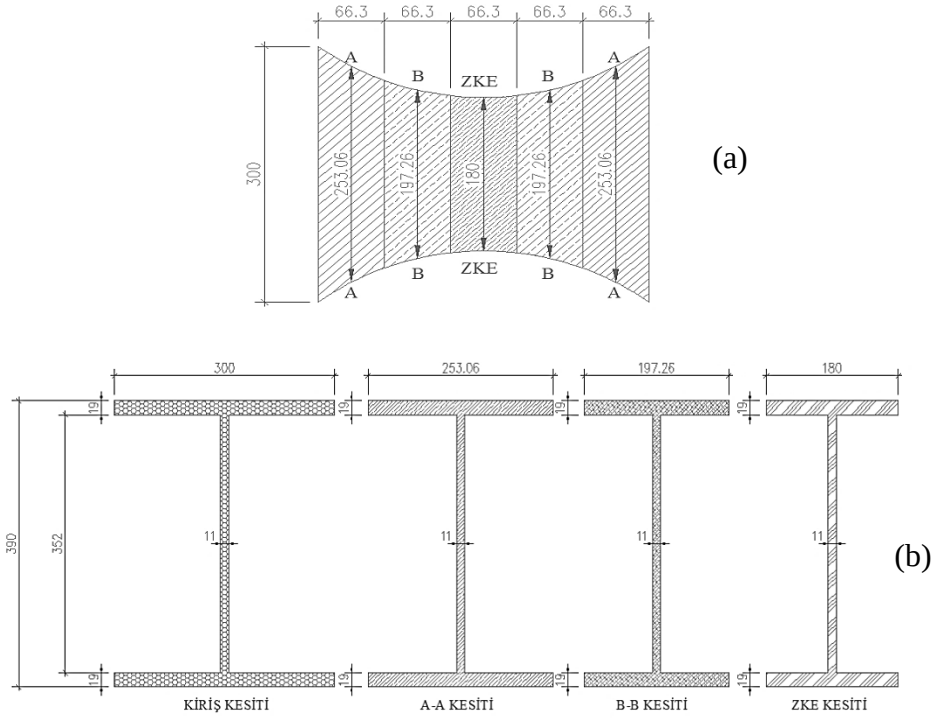
Taşıyıcı sistemin tüm katlarında, ilk üç katında ve ilk iki katındaki kirişlerin ZKE'li olacak şekilde üç farklı yapı modeli kullanılmıştır. ZKE'lerin farklı şekillerde katlara atanmasındaki amaç, farklı ZKE tasarımının sistem performansına olan etkisini gözlemlemektir. İncelenen taşıyıcı sistem tipleri aşağıdaki şekilde adlandırılacaktır:

TS-ZKE1 : Bina yüksekliğince tüm açıklıklarda uygulanan ZKE düzeni.

TS-ZKE2 : Bina yüksekliğince ilk üç katta uygulanan ZKE düzeni.

TS-ZKE3 : Bina yüksekliğince ilk iki katta uygulanan ZKE düzeni.

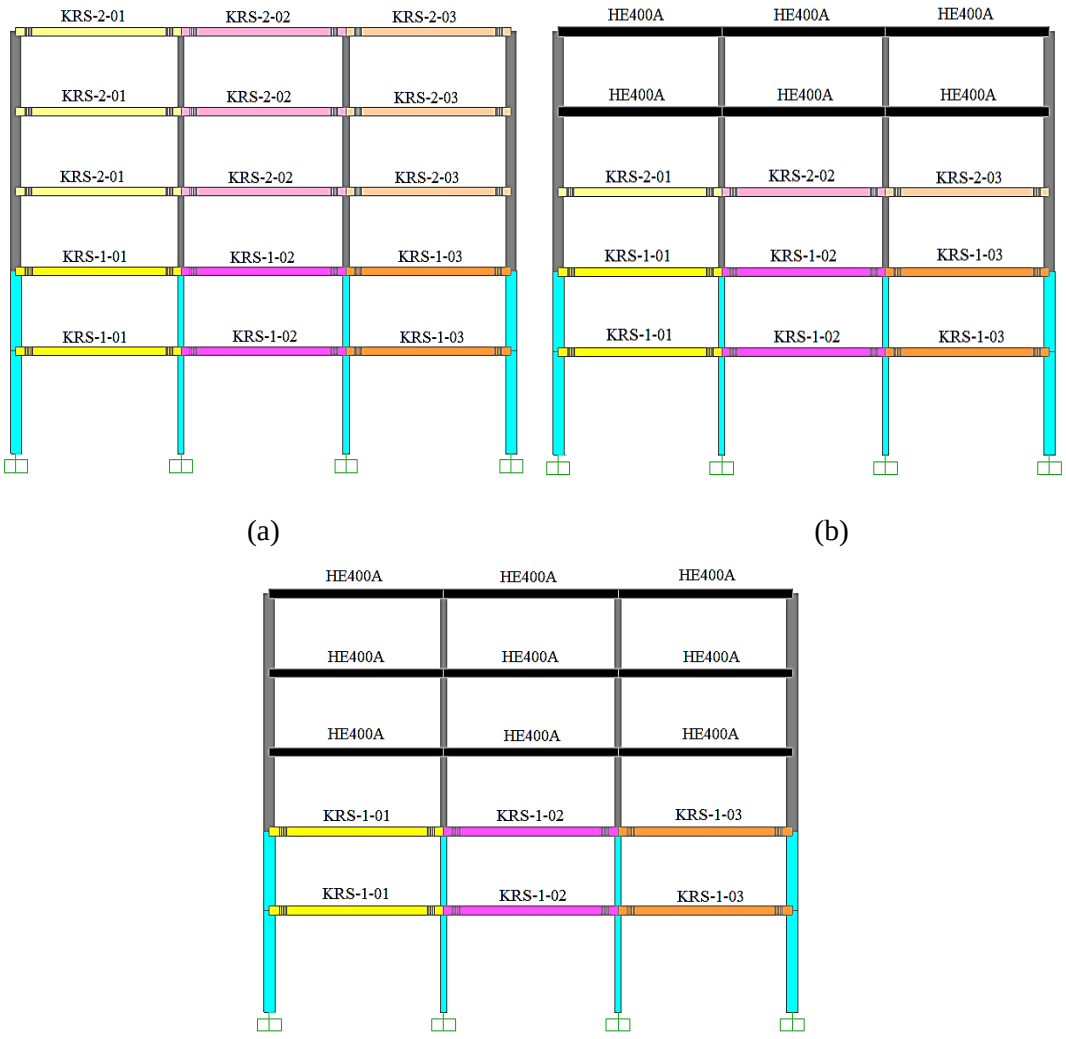
ZKE'li yapı modellerinin geometrik özellikleri TS-1 ile ortak olup kiriş açıklıkları her iki doğrultuda L=8,00 m'dir. Kat yükseklikleri de birinci katta h_1=4,50 m olup, diğer katlarda $h_{2,3,4,5}$=3,50 m'dir. Taşıyıcı sistem tipleri **Şekil 4.6**'da verilmiştir. Bu çalışmada Zayıflatılmış Kiriş Enkesitlerinin geometrik özellikleri ve kesim biçimi [38]'de önerildiği biçimde dikkate alınmıştır. SAP2000'de modellenebilmesi için **Şekil 4.5**'de görüldüğü üzere beş parçada dikkate alınmıştır.



Şekil 4.5 : Kiriş profili HE400A Zayıflatılmış Kiriş Enkesit (a) planı (b) kesiti.

ZKE'li taşıyıcı sistemin boyutlandırılmasında kullanılan malzeme özellikleri TS-1 yapı modeli ile aynı olup malzeme karakteristik özellikleri için **Çizelge 4.1** kullanılmıştır. ZKE'li taşıyıcı sistemlerin boyutlandırılmasında düşey yükler için **Çizelge 4.2** ve **4.3** esas alınmıştır.

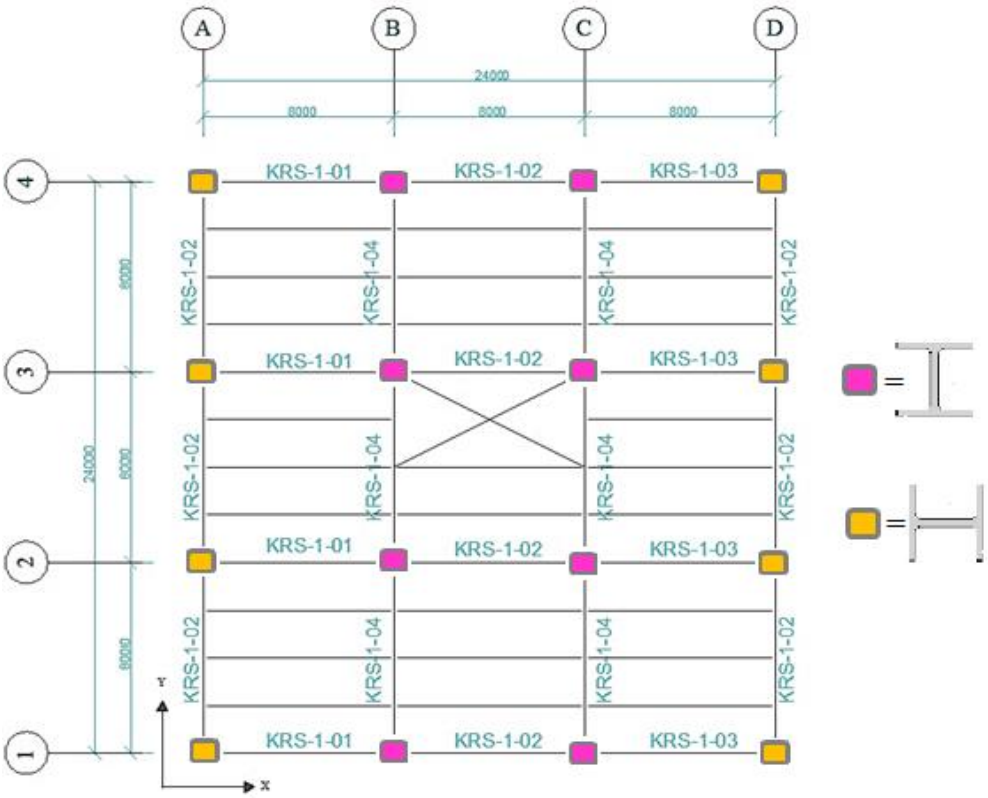
ZKE'li taşıyıcı sistemlerin boyutlandırması FEMA 350'ye göre yapılacaktır. Performans değerlendirmesi hem doğrusal hem de doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile incelenecektir.



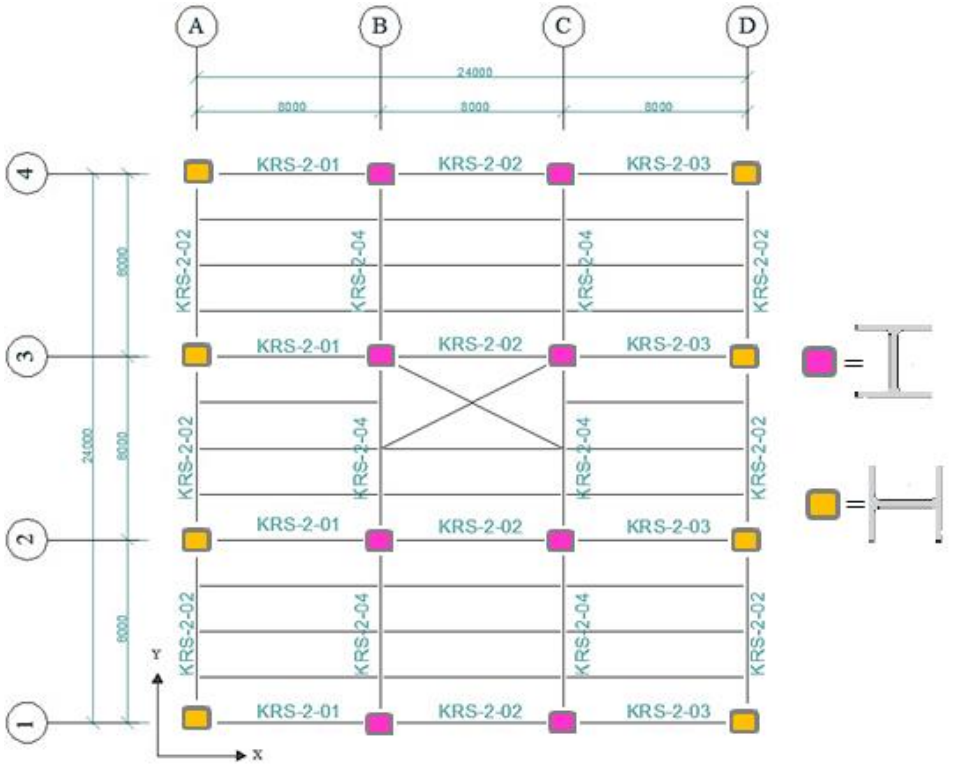
Şekil 4.6 : TS-1'e uygulanan ZKE'li sistemler (a) TS-ZKE1 (b) TS-ZKE2 (c) TS-ZKE3

ZKE'li taşıyıcı sistemler için referans alınan TS-1 modelinin boyutlandırmasında kullanılan kolon elemanların 1. ve 2. katlarda HE550B, 3., 4. ve 5. katlarda HE500B profili kullanılması, kolonların zayıf ve kuvvetli eksen yerleşimi gibi nedenler toplam 8 tip ZKE birleşim tipi belirlenmiştir. ZKE tip yerleşimi, TİP-1 kolonu

kullanılan katlar için **Şekil 4.7**'de, Tip-2 kolon kullanılan katlar için ise **Şekil 4.8**'de gösterilmiştir.

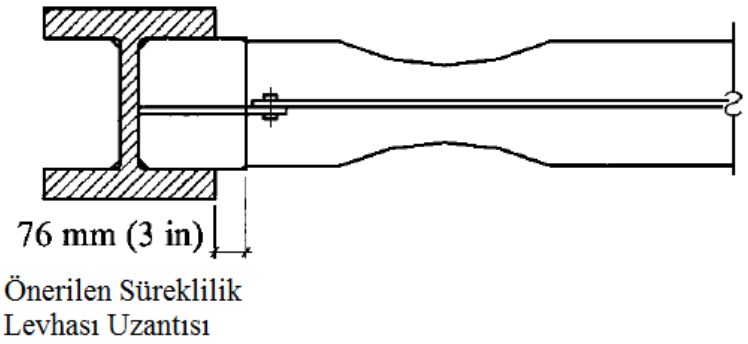


Şekil 4.7 : Birinci ve ikinci kat Tip-1 Kolonu - ZKE birleşim planı (ölçüler mm'dir).



Şekil 4.8 : Üçüncü, dördüncü ve beşinci kat ZKE planı (ölçüler mm'dir).

Bu çalışmada kullanılan ZKE'li taşıyıcı sistemlerde zayıf eksen yönünde ZKE'li çelik moment birleşimleri için, **Bölüm 1.2**'de de sözü edilen Gilton ve Uang (2002) [14] tarafından yapılan analitik çalışma sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre, zayıf eksen yönünde ZKE'li birleşimler için kiriş başlığında oluşan çekme gerilmesini kolon yüzeyinden uzaklaştırmak için süreklilik levhasının kolon başlığından itibaren en az 76 mm (3 in.) uzatılması önerilmektedir (**Şekil 4.9**). Burada amaçlanan, kolon-kiriş birleşim bölgesinde küt kaynakta meydana gelen gerilme yığılmalarını azaltmak ve birleşim bölgesi gevrek göçmesini önlemeye çalışmak olarak açıklanmıştır [14].



Şekil 4.9 : Zayıf eksen doğrultusunda ZKE'li birleşim tipi [14].

4.5.2 TS-ZKE'lerin boyutlandırılması

Süneklik düzeyi yüksek moment çerçevesi tasarımında kolon-kiriş birleşim bölgesi kritik rol oynamaktadır. Bu nedenle, birleşim noktasının tasarımında tanımlanan plastik mafsal noktasında yön değiştiren tekrarlı deprem yükleri altında maksimum enerjinin sönümlenmesi ve kolonların korunması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda tanımlanan plastik mafsal noktasının ZKE eleman tasarımının gerçekçi sonuçlar elde edilmesinde etkin olduğu yapılan deneyler sonucunda görülmüştür.

ZKE tasarımında plastik mafsal noktasının belirlenmesi ve öngörülen hesaplar sonucu yönetmeliklere göre geometrik detaylar bu bölümde verilmiştir.

Referans çelik sistem TS-1'de kullanılan ilk iki katta TİP-1 (HE550B), üst üç katta da TİP-2 (HE500B) kolonları ile kirişler (HE400A) arasında, ZKE konfigürasyonu uygulanabilmesi için **Bölüm 1.3**'de FEMA 350 ve DBYBHY-07'ye göre verilen uygulama sınır koşulları dikkate alınmıştır.

ZKE kaynaklı birleşimi için seçilen kaynaklı kolon-kiriş birleşim detayının DBYBHY-07 yönetmeliğinde belirtilen uygulama koşulları içerisinde kaldığı **Çizelge 4.13**'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.13 : DBYBHY-07'ye göre ZKE uygulama sınırları kontrolü.

Birleşim Detayı Parametreleri	**Uygulama Sınırları**	**Örnek Yapıdaki Durum**	x / ✔
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm	390 mm (HE400A)	✔
Kiriş boy ağırlığı	≤ 450 kg/m	125 kg/m	✔
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7	(800-55)/39=19,1	✔
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 45 mm	19 mm	✔
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm	550 mm (HE550 B) 500 mm (HE500 B)	✔
Kaynak ulaşım deliği	gerekli	mevcut	✔
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonl küt kaynak	Tam penetrasyonlu küt kaynak	✔

FEMA 350'ye göre boyutlandırma ve kontroller, **Bölüm 1.3.2**'de sözü edilen hesaplar tekrarlanarak aşağıdaki şekilde yapılacaktır.

Çizelge 4.14 : FEMA 350'ye göre ZKE uygulama sınırları kontrolü.

Birleşim Detayı Parametreleri	**Uygulama Sınırları**	**Örnek Yapıdaki Durum**	x / ✔
Genel			
Uygulanabilir sistem	OMF, SMF	SMF	✔
Kiriş parametre sınırları			
Kiriş boyu	$\leq d_{bW36}$	390 mm (HE400A)	✔
Kiriş ağırlığı	≤ 447 kg/m (300 Ibs/ft)	125 kg/m	✔
Kiriş açıklık/boy oranı	SMF için, ≥ 7	(800-55)/39=19,1	✔
$b_f/2_{tf}$	$\leq \frac{52}{\sqrt{51.49}} = 7{,}25$	$\frac{180}{2x19} = 4{,}74$	✔
Kiriş başlığı kalınlığı	≤ 44.50 mm (1-3/4")	19 mm	✔
Kolon parametre sınırları			
Kolon boyu	SMF için, $\leq d_{cW12}$ / $\leq d_{cW14}$	550 mm (HE550 B) 500 mm (HE500 B)	✔

FEMA 350'de belirtilen tasarım parametreler aşağıda özetlenmiştir:

1. Adım: **Şekil 1.11**'de belirtilen tasarım değerleri (a) ve (b), plastik mafsal oluşması beklenen noktanın kolon eksenine olan uzaklığı (S_h) ve bir kirişteki plastik mafsal noktaları arası uzaklık (L') değerleri, **Şekil 4.6** ve **4.7**'de gösterilen ZKE kiriş tiplerine göre hesaplanarak **Çizelge 4.15**'de verilmiştir.

Çizelge 4.15 : ZKE kiriş tiplerine göre tasarım parametreleri.

Kiriş Tip No	a ($0,6.b_f$) mm	b ($0,85.d_b$) mm	c ($0,20.b_f$) mm	R ($(4c^2+b^2)/8c$) mm	S_{h1} ($d_c/2+a+b/2$) mm	S_{h2} ($d_c/2+a+b/2$) mm	L' ($L - S_{h1} - S_{h2}$) mm
KRS-1-01	180,00	331,50	60,00	258,94	620,75	571,75	6.807,50
KRS-1-02	180,00	331,50	60,00	258,94	571,75	571,75	6.856,50
KRS-1-03	180,00	331,50	60,00	258,94	571,75	620,75	6.807,50
KRS-1-04	180,00	331,50	60,00	258,94	620,75	620,75	6.758,50
KRS-2-01	180,00	331,50	60,00	258,94	595,75	571,75	6.832,50
KRS-2-02	180,00	331,50	60,00	258,94	571,75	571,75	6.856,50
KRS-2-03	180,00	331,50	60,00	258,94	571,75	595,75	6.832,50
KRS-2-04	180,00	331,50	60,00	258,94	595,75	595,75	6.808,50

Çizelge 4.15'de verilen kiriş tiplerinin tamamı TS-ZKE1'in tüm katlarında ve TS-ZKE2'nin de ilk üç katında kullanılmaktadır. Ancak, TS-ZKE3 taşıyıcı sistemde yalnızca birinci ve ikinci katta ZKE'li birleşim kullanılması nedeniyle, KRS-1-01'den 04'e kadar olan ZKE tipleri dikkate alınmaktadır.

2. Adım: Kiriş başlığında yapılacak azaltma (c),

   a. $c = 0,20b_f = 0,20x\ 300\ mm = 60\ mm$

   b. ZKE kesitindeki plastik mukavemet momenti (Z_{ZKE}) **(1.3)** ile hesaplanır,

   $$Z_{ZKE} = Z_b - 2ct_f(d - t_f) = 2562 - 2x6x1,9x(39 - 1,9) = 1716\ cm^3$$

   $Z_{bHE400A} = 2562\ cm^3$

   c. Kolon yüzeyinde oluşabilecek maksimum moment:

   $$M_{prZKE} = C_{pr}R_yZ_{ZKE}F_y = 1,15x1,10x1716x35,5/100 = 770,67\ kNm$$

   $$M_f = M_{prZKE} + V_{pZKE}x$$

   olup kiriş tiplerine göre **Çizelge 4.15**'de verilmiştir.

   $$V_{pZKE} = M_{prZKE}/(L'/2) + V_g$$

   olup kiriş tiplerine göre **Çizelge 4.15**'de verilmiştir.

   $x = a + b/2 = 180\ mm + 331,5/2\ mm = 345,8\ mm$

Çizelge 4.16 : TS-ZKE1 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri.

Kiriş Tip No	Z_{ZKE} (cm^3)	M_{prZKE} (KNm)	x (cm)	$\frac{M_{prZKE}}{L'/2}$ (KNm)	V_{gZKE} (KN)	V_{pZKE} (KN)	M_f (KNm)	M_c (KNm)	V_g (KN)	V_f (KN)
KRS-1-01	1.716	770,67	34,58	226,42	47,58	273,99	865,40	911,21	56,06	288,38
KRS-1-02	1.716	770,67	34,58	224,80	111,43	336,23	886,92	899,20	117,93	356,03
KRS-1-03	1.716	770,67	34,58	226,42	45,84	272,25	864,80	900,12	56,06	288,22
KRS-1-04	1.716	770,67	34,58	228,06	139,92	367,98	897,90	**912,23**	142,28	383,33
KRS-2-01	1.716	770,67	34,58	225,59	48,59	274,18	865,46	905,06	56,65	287,44
KRS-2-02	1.716	770,67	34,58	224,80	129,01	353,81	893,00	899,20	135,85	373,99
KRS-2-03	1.716	770,67	34,58	225,59	48,51	274,10	865,44	899,65	56,65	287,43
KRS-2-04	1.716	770,67	34,58	226,38	155,74	382,13	**902,79**	905,53	156,42	397,17

Çizelge 4.17 : TS-ZKE2 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri.

Kiriş Tip No	Z_{ZKE} (cm^3)	M_{prZKE} (KNm)	x (cm)	$\frac{M_{prZKE}}{L'/2}$ (KNm)	V_{gZKE} (KN)	V_{pZKE} (KN)	M_f (KNm)	M_c (KNm)	V_g (KN)	V_f (KN)
KRS-1-01	1.716	770,67	34,58	226,42	47,58	273,99	865,40	911,21	56,06	288,38
KRS-1-02	1.716	770,67	34,58	224,80	112,09	336,89	887,15	899,20	117,93	356,09
KRS-1-03	1.716	770,67	34,58	226,42	45,67	272,08	864,74	900,12	56,06	288,20
KRS-1-04	1.716	770,67	34,58	228,06	139,92	367,98	**897,90**	**912,23**	142,28	383,33
KRS-2-01	1.716	770,67	34,58	225,59	47,99	273,58	865,26	905,06	56,13	286,87
KRS-2-02	1.716	770,67	34,58	224,80	109,38	334,18	886,21	899,20	115,89	352,21
KRS-2-03	1.716	770,67	34,58	225,59	48,00	273,59	865,26	899,65	56,13	286,87
KRS-2-04	1.716	770,67	34,58	226,38	139,00	365,38	897,00	905,53	141,26	380,46

Çizelge 4.18 : TS-ZKE3 sistem için plastik mafsal noktasında ve kolon yüzeyinde oluşan tasarım iç kuvvetleri.

Kiriş Tip No	Z_{ZKE} (cm^3)	M_{prZKE} (KNm)	x (cm)	$\frac{M_{prZKE}}{L'/2}$ (KNm)	V_{gZKE} (KN)	V_{pZKE} (KN)	M_f (KNm)	M_c (KNm)	V_g (KN)	V_f (KN)
KRS-1-01	1.716	770,67	34,58	226,42	47,58	273,99	865,40	911,21	56,06	288,38
KRS-1-02	1.716	770,67	34,58	224,80	111,42	336,22	886,92	899,20	117,93	356,03
KRS-1-03	1.716	770,67	34,58	226,42	47,58	273,99	865,40	900,12	56,06	288,38
KRS-1-04	1.716	770,67	34,58	228,06	139,92	367,98	**897,90**	**912,23**	142,28	383,33

d. (C) değeri **(1.7)** ile kontrol edilir. Eğer M_f değeri sınır değerden büyük ise (c)'ye $0.25b_f$'yi aşmayan bir değer verilir.

$$M_f < C_{pr}R_yZ_bF_y = 1{,}15x1{,}10x2562x35{,}5/100 = 1150{,}53kNm$$

TS-ZKE1 taşıyıcı sistemi için **Çizelge 4.16**'dan görüldüğü üzere M_f değerlerinin en büyüğü KRS-2-04'e ilişkin olup aşağıda kontrol edilmiştir.

$$M_f = 902.79\ \text{kNm} < C_{pr}R_yZ_bF_y = 1150{,}53\text{kNm} \qquad (\surd)$$

Böylece FEMA 350'deki koşulun sağlandığı görülmektedir.

TS-ZKE2 taşıyıcı sistem için **Çizelge 4.17**'den görüldüğü üzere M_f değerlerinin en büyüğü KRS-1-04'e ilişkin olup aşağıda kontrol edilmiştir.

$$M_f = 897{,}90\ \text{kNm} < C_{pr}R_yZ_bF_y = 1150{,}53\text{kNm} \qquad (\surd)$$

FEMA 350 koşulu sağlanmaktadır.

TS-ZKE3 taşıyıcı sistem için **Çizelge 4.18**'den görüldüğü üzere M_f değerlerinin en büyüğü KRS-1-04'e ilişkin olup aşağıda kontrol edilmiştir.

$$M_f = 897{,}90\ \text{kNm} < C_{pr}R_yZ_bF_y = 1150{,}53\text{kNm} \qquad (\surd)$$

Benzer şekilde FEMA 350 koşulu sağlanmaktadır.

3. Adım: Kolon yüzeyinde oluşan kesme kuvveti (V_f) değerleri **Çizelge 4.16**, **4.17** ve **4.18**'de verilmiştir.

$$V_f = \frac{2M_f}{L - d_c} + V_g$$

V_g : TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerindeki her bir ZKE'li kiriş tipi için düşey yüklerden oluşan maksimum kesme kuvveti dikkate alınmış olup yapıların bilgisayar modelleri üzerinden okunmuştur.

4. Adım: Plastik mafsal bölgesinde oluşan kesme kuvveti (V_{pZKE}) değerleri **Çizelge 4.16**, **4.17** ve **4.18**'de verilmiştir.

$$V_{pZKE} = 2\frac{M_{prZKE}}{L'} + V_{gZKE}$$

V_{gZKE} : TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerdeki her bir ZKE'li kiriş tipi için plastik mafsal noktasında düşey yüklerden oluşan maksimum kesme kuvveti dikkate alınmış olup yapıların bilgisayar modelleri üzerinden okunmuştur.

L’ = **Çizelge 4.15**’de verilmiştir.

5. Adım: Panel bölgesi kesme dayanımı **(1.10)** bağıntısı ile kontrol edilmektedir. Panel bölgesi kalınlığı (t_p);

$$t_p = t_{wc} = 1{,}50\text{cm} \geq t = \frac{0{,}764\text{x}91223\dfrac{450-39}{450}}{(0{,}9)0{,}6\text{x}35{,}5\text{x}1{,}1\text{x}55(39-1{,}9)} = 1{,}48\text{cm}$$

koşulunu sağlamaktadır. Bu denklemde:

M_c = 866,51 kNm (Üç ZKE’li sistem arasında maksimum M_c değerine sahip örnek kiriş elemanı dikkate alınmıştır. Bu eleman ise TS-ZKE1 sisteminde, 1.Kat, KRS-1-02 tipi ZKE kirişidir.)

$$C_y = \frac{1}{C_{pr}\dfrac{Z_{ZKE}}{S_{ZKE}}} = \frac{1}{1{,}15\dfrac{1716}{1507}} = 0{,}764$$

H = 450 cm (Kirişin bağlı olduğu, 1. Kat kolon yüksekliğidir.)

ZKE’ye ilişkin elastik mukavemet momenti (S_{ZKE}):

$$S_{ZKE} = \frac{\left[45070 - 2(2\text{x}6)1.9\left(\dfrac{39}{2}-\dfrac{1{,}9}{2}\right)^2\right]}{(39/2)} = 1507\ \text{cm}^3$$

6. Adım: Süreklilik levhası gerekliliği **(1.12)** ve **(1.13)** ile kontrol edilmektedir.

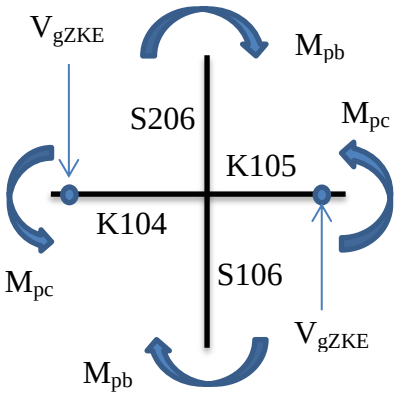
$$t_{fc} = 2{,}9\ \text{cm} < t = b_{fb}/6 = 30/6 = 5$$

$$t_{fc} = 2{,}9\ \text{cm} < t = (0{,}4)\sqrt{1{,}8\text{x}30\text{x}1{,}9\left(\frac{35{,}5\text{x}1{,}1}{35{,}5\text{x}1{,}1}\right)} = 4{,}05\text{cm}$$

Her iki bağıntıdan da anlaşılacağı üzere, birleşime giren kolon elemanın başlık kalınlığı olması gereken süreklilik levhası kalınlığına sahip değildir. Bu nedenle zayıf ve kuvvetli eksen birleşimlerindeki kolonların tamamında t=5,00 mm kalınlığında süreklilik levhası kullanılması sonucuna varılmıştır.

7. Adım: Üç ZKE’li sistem arasında referans olması açısından maksimum gerilmeler etkisinde olan, TS-ZKE1 sistemin, 1.Kat, 2/B noktası birleşim noktası kontrol için kullanılmıştır. Aşağıdaki hesaptan anlaşılacağı üzere, kolonların kirişlerden güçlü olma kontrolü sağlanmıştır.

$$\sum M_{pc} / \sum M_{pb} = 3179{,}60 / 1853 = 1{,}71 \geq 1{,}0 \qquad (\surd)$$



Şekil 4.10 : TS-ZKE1 yapı modelinde 2/B düğüm noktası görünüşü.

Kolonun plastik moment kapasitesi, $\sum M_{pc}$:

$$\sum M_{pc} = \sum \left(5591 \left(\left(35{,}5 - \frac{1994}{254} \right) + \left(35{,}5 - \frac{1595}{254} \right) \right) \right)$$

$$\sum M_{pc} = 317960 \text{ kNcm} = 3179{,}60 \text{kNm}$$

P_{uc} = 1993,50 kN

$Z_{cHE550B}$ = 5591 cm^3

Kiriş plastik moment kapasitesi, $\sum M_{pb}$:

$$\sum M_{pb} = \sum (M_{prZKE} + M_v) = \sum (2x770{,}67 + 312) = 1853 \text{kNm}$$

M_{prZKE} = 770,67 kNm (Çizelge 4.15)

$$M_v = (V_{pZKE} + V'_{pZKE}) S_h = 0{,}57175(273{,}74 + 271{,}90) = 312 \text{kNm}$$

KRS-1-01 tipi K104 kirişi plastik mafsal noktasında oluşan kesme kuvveti,

$$V_{pZKE} = \frac{M_{prZKE}}{L'/2} + V_{gZKE} = 2\frac{770{,}67}{6{,}8075} + 47{,}32 = 273{,}74 \text{ kN}$$

KRS-1-02 tipi K105 kirişi plastik mafsal noktasında oluşan kesme kuvveti,

$$V'_{pZKE} = \frac{M_{prZKE}}{L'/2} + V_{gZKE} = 2\frac{770.67}{6{,}8565} + 47{,}09 = 271{,}90 \text{ kN}$$

4.5.3 TS-ZKE'lerin etkin kat ötelemesi kontrolü

FEMA 350 yönetmeliğinde başlık genişliğinin %50 oranına kadar azaltmayla elde edilen ZKE'li birleşim detayı uygulamalarına esas alan test sonuçlarında, yatay ötelemelerin %9 oranında artış gösterdiği belirtilmiştir [21]. Bu durumda kat ötelenme oranı sınır değeri (0.020), %9 oranında azaltılır ise yeni sınır durum (%91x0,020=0.018) olmaktadır ve ZKE'li sistemler için kontroller 0.018'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.19 : TS-ZKE1 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü.

KAT	hi (cm)	d_{ix} (cm)	d_{iy} (cm)	$(\Delta_i)_{x\ ort}$ (m)	$(\Delta_i)_{y\ ort}$ (m)	$\delta_{ix}=R.\Delta_{ix}$	$\delta_{iy}=R.\Delta_{iy}$	δ_{ix}/h_i	δ_{iy}/h_i	Performans düzeyi (x)	Performans düzeyi (y)
5	350	2,8964	2,8699	0,3694	0,3416	2,9555	2,7327	0,0084	0,0078	HK-CG	HK-CG
4	350	2,5269	2,5283	0,5341	0,5216	4,2732	4,1728	0,0122	0,0119	HK-CG	HK-CG
3	350	1,9928	2,0067	0,6729	0,6657	5,3834	5,3258	0,0154	0,0152	HK-CG	HK-CG
2	350	1,3199	1,3410	0,7082	0,7052	5,6654	5,6418	**0,0162**	0,0161	HK-CG	HK-CG
1	450	0,6117	0,6358	0,6117	0,6358	4,8935	5,0860	0,0109	0,0113	HK-CG	HK-CG

Çizelge 4.20 : TS-ZKE2 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü.

KAT	hi (cm)	d_{ix} (cm)	d_{iy} (cm)	$(\Delta_i)_{x\ ort}$ (m)	$(\Delta_i)_{y\ ort}$ (m)	$\delta_{ix}=R.\Delta_{ix}$	$\delta_{iy}=R.\Delta_{iy}$	δ_{ix}/h_i	δ_{iy}/h_i	Performans düzeyi (x)	Performans düzeyi (y)
5	350	3,0589	2,8459	0,3788	0,3289	3,0305	2,6312	0,0087	0,0075	HK-CG	HK-CG
4	350	2,6801	2,5170	0,5587	0,5132	4,4695	4,1053	0,0128	0,0117	HK-CG	HK-CG
3	350	2,1214	2,0038	0,7126	0,6636	5,7010	5,3085	0,0163	0,0152	HK-CG	HK-CG
2	350	1,4087	1,3403	0,7535	0,7047	6,0284	5,6375	**0,0172**	0,0161	HK-CG	HK-CG
1	450	0,6552	0,6356	0,6552	0,6356	5,2416	5,0848	0,0116	0,0113	HK-CG	HK-CG

Çizelge 4.21 : TS-ZKE3 yapı modeli etkin kat ötelemesi kontrolü.

KAT	hi (cm)	d_{ix} (cm)	d_{iy} (cm)	$(\Delta_i)_{x\ ort}$ (m)	$(\Delta_i)_{y\ ort}$ (m)	$\delta_{ix}=R.\Delta_{ix}$	$\delta_{iy}=R.\Delta_{iy}$	δ_{ix}/h_i	δ_{iy}/h_i	Performans düzeyi (x)	Performans düzeyi (y)
5	350	3,0359	2,8208	0,3761	0,3263	3,0084	2,6103	0,0086	0,0075	HK-CG	HK-CG
4	350	2,6598	2,4945	0,5502	0,5035	4,4014	4,0279	0,0130	0,0120	HK-CG	HK-CG
3	350	2,1097	1,9910	0,7042	0,6539	5,6339	5,2316	0,0160	0,0150	HK-CG	HK-CG
2	350	1,4054	1,3371	0,7510	0,7022	6,0081	5,6174	**0,0170**	0,0160	HK-CG	HK-CG
1	450	0,6544	0,6349	0,6544	0,6349	5,2354	5,0790	0,0120	0,0110	HK-CG	HK-CG

Her ZKE'li taşıyıcı sistem için kat öteleme sınırı kontrolü **Çizelge 4.19**, **4.20** ve **4.21**'de yapılmış olup FEMA 350'de ki [21] koşulun sağlandığı görülmektedir. Maksimum kat öteleme oranının TS-ZKE2 sisteminde (x) doğrultusundaki, ikinci katta oluştuğu görülmektedir.

$$(\delta_{ix})_{maks}/h_i = 0{,}0172 \leq 0{,}018$$

Taşıyıcı sistemlerin her iki doğrultuda da performans düzeyi "Hemen Kullanım-Can Güvenliği" arasında olduğu belirlenmiştir. ZKE'li taşıyıcı sistem analizlerinden elde edilen kat öteleme oranları istenilen sınırlar içerisinde olup TS-1 taşıyıcı sisteme göre, artış yönünde %2 ile %5 arasında bir sapma olduğu görülmektedir.

4.6 Genel Değerlendirme

TS-1 modeli boyutlandırması DBYBHY-07 ve TS-648'e göre yapılmıştır. Taşıyıcı eleman boyutlandırılması için yapılan analiz sonucunda kolon ve kiriş elemanlarının boyutlarının belirlenmesinde gerilme kontrollerinden ziyade göreli kat ötelenmelerinin etkin rol oynadığı görülmüştür. Gerilme kontrollerinde sınır değerlerin maksimumda %50'sine, ve göreli kat öteleme sınır değerlerinin ise maksimum %80'ine yaklaşmıştır. Göreli kat öteleme sınır değeri 0,02'yi sağlamak için sistemde daha büyük atalet momenti değerlerine sahip kolon ve kiriş elemanlarının seçilmesine gerek duyulmuştur. Sonuç olarak DBYBHY-07'ye göre boyutlandırılan sistemin (TS-1), birinci ve ikinci kat kolon elemanları (HE550B), üst kat kolon elemanları (HE500B), kiriş elemanı (HE400A) ve tali kiriş elemanı IPE360 olarak belirlenmiştir.

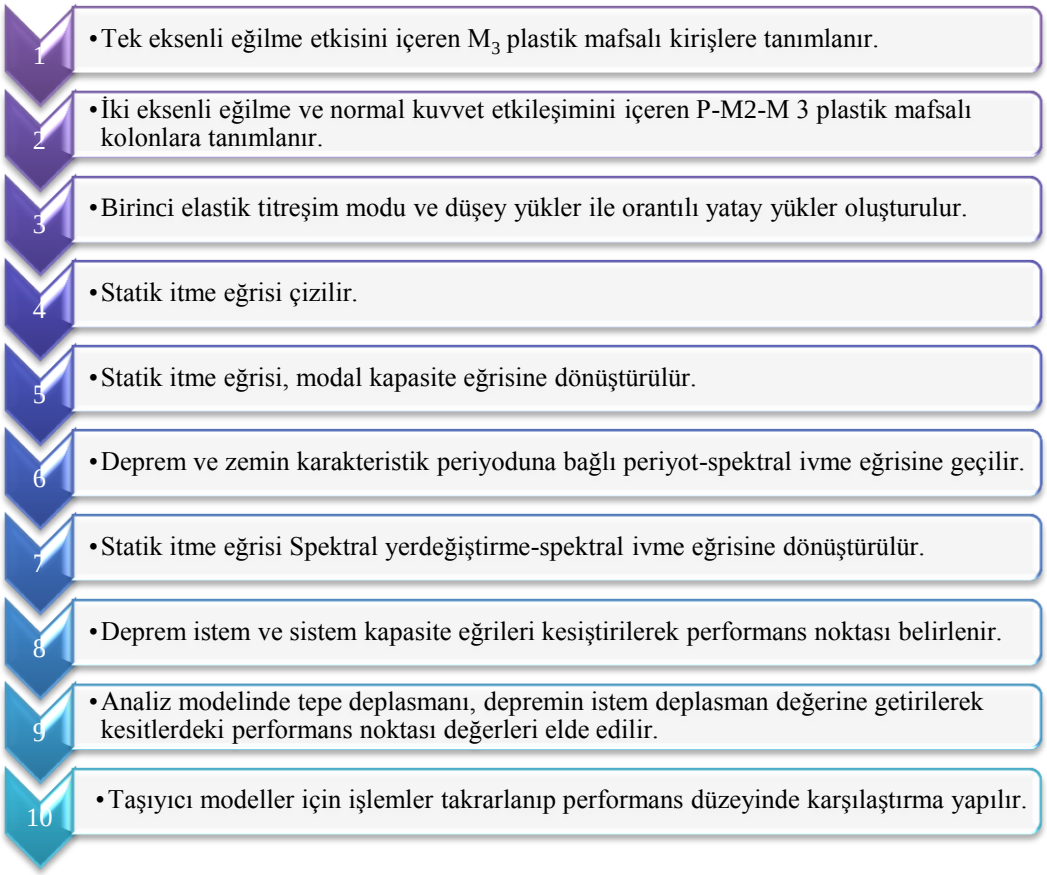
Zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı birleşim detayı uygulaması FEMA 350 yönetmeliği bakımından değerlendirilmiştir. TS-1 tasarımında belirlenen profillerin, FEMA 350 uygulama sınırları doğrultusunda ZKE'li sistemler için uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, seçilen kolon profilinin gövde kalınlığının süreklilik levhası kalınlığı için yeterli olmadığı görülmüş ve her iki asal doğruldaki birleşimlerde süreklilik levhası kullanılması önerilmiştir.

5. SEÇİLEN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLERİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZLERİ

Çalışmanın bu bölümünde, bir önceki bölümde boyutlandırılan süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerin doğrusal olmayan davranışları DBYBHY-07 [20] uyarınca artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile incelenecek FEMA 356'ya [23] göre performans düzeyleri belirlenerek ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

5.1 Genel Sistem Özellikleri

Doğrusal olmayan elastik hesap için SAP2000 programı [36] kullanılmıştır. Hesapta izlenecek yol **Şekil 5.1**'de şematik olarak açıklanmaktadır.



Şekil 5.1 : Doğrusal olmayan hesap işlem sırası.

5.2 TS-1 İçin Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi

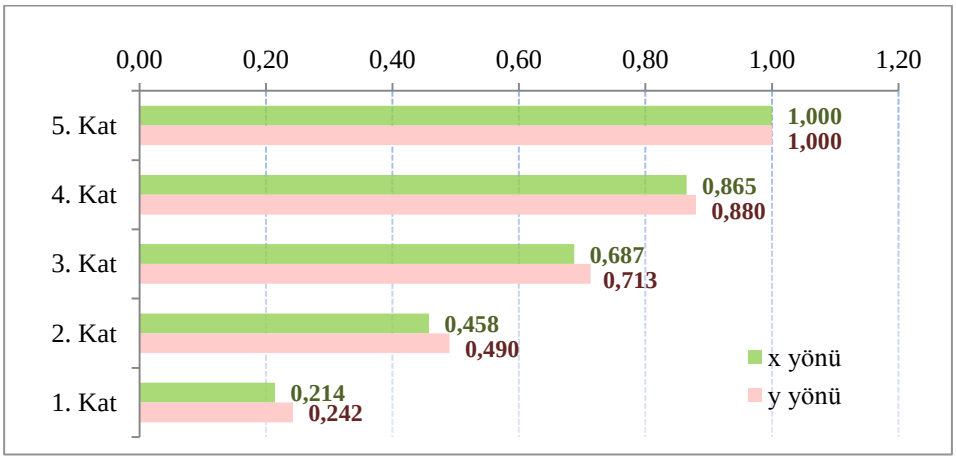
Bölüm 4'te hakim deprem doğrultusunda belirlenen birinci doğal titreşim mod genliği ile kütlenin çarpımından **Çizelge 5.1** ve **Çizelge 5.2**'de gösterildiği şekilde (x) ve (y) doğrultularında eşdeğer deprem yükü dağılımı elde edilir.

Çizelge 5.1 : TS-1 için (x) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı.

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	2 x 3 (kNm)	Eşdeğer Deprem Yükü Dağılımı
0	1	2	3	4	5
5. Kat	3385,21	3385,21	0,01090	36,88	**1,000**
4. Kat	6712,93	3327,72	0,00959	31,91	**0,865**
3. Kat	10040,65	3327,72	0,00762	25,35	**0,687**
2. Kat	13374,80	3334,15	0,00507	16,89	**0,458**
1. Kat	16740,02	3365,22	0,00235	7,91	**0,214**

Çizelge 5.2 : TS-1 için (y) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı.

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	2 x 3 (kNm)	Eşdeğer Deprem Yükü Dağılımı
0	1	2	3	4	5
5. Kat	3385,21	3385,21	0,01221	41,34	**1,000**
4. Kat	6712,93	3327,72	0,01093	36,36	**0,880**
3. Kat	10040,65	3327,72	0,00886	29,48	**0,713**
2. Kat	13374,80	3334,15	0,00608	20,26	**0,490**
1. Kat	16740,02	3365,22	0,00298	10,02	**0,242**



Şekil 5.2 : TS-1, (x) ve (y) doğrultusunda eşdeğer deprem yükü dağılımı.

Eşdeğer deprem yükü dağılımları SAP2000'de modellenen taşıyıcı sistemin kat hizalarında ve kat kütle merkezlerine ek dış merkezlik uygulanmadan bina hesap modellerinde tanımlanmıştır.

5.2.1 Plastik mafsal tanımlanması

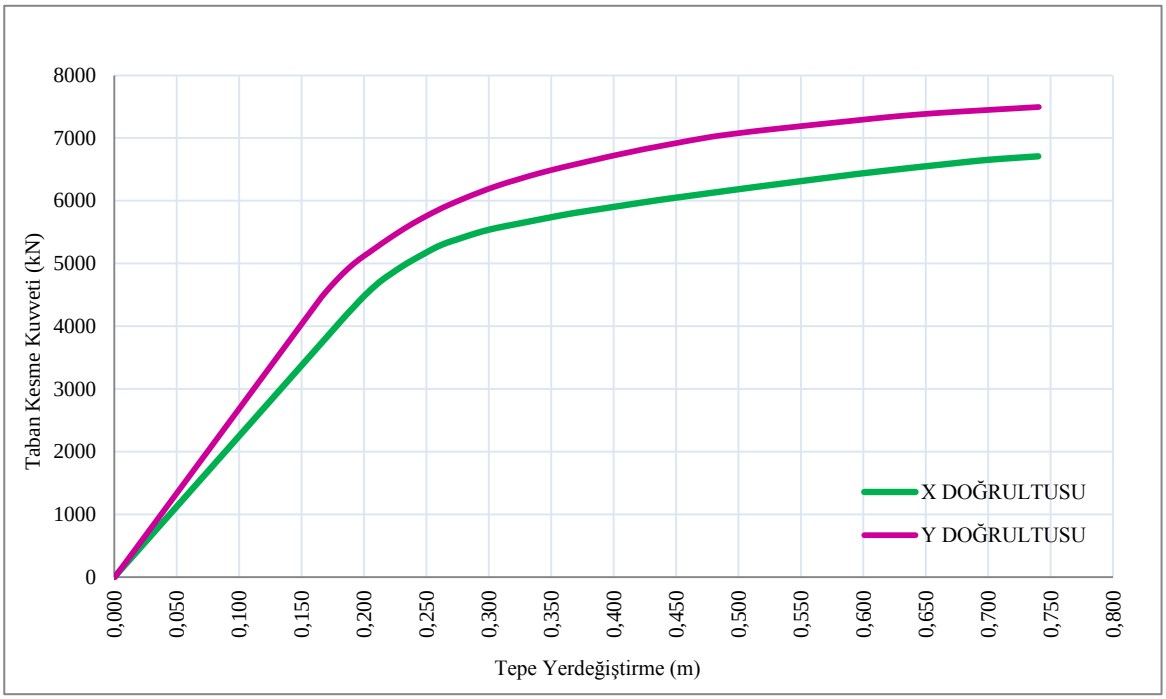
Kirişlerde yalnızca güçlü eksen etrafındaki eğilme momentinden dolayı M_x tipi plastik mafsal SAP2000 programında [36] FEMA 356'da [23] belirtilen ilkeler doğrultusunda otomatik atanmıştır. **Bölüm 3.4**'de belirtildiği üzere, kirişlerin FEMA 356'ya göre akma dönmesi (θ_y), **(3.20)** bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

Kolonlarda eksenel kuvvetle, kesitin güçlü ve zayıf eksenleri eğilme momentlerinin birbirleri arasındaki etkileşimine izin veren PM_xM_y tipi plastik mafsal, SAP2000 programında [36] yine FEMA 356'da [23] belirtilen ilkeler doğrultusunda otomatik olarak atanmıştır. Kolonların FEMA 356'ya göre akma dönmesi (θ_y), **(3.21)** ve **(3.22)** bağıntıları ile hesaplanmaktadır.

5.2.2 Kapasite eğrisinin elde edilmesi

Kapasite ve istem eğrilerinin belirlenmesi ve aynı eksen takımına indirgenmesi yolu ile bu iki eğrinin birbiri ile ilişkilendirilebilir duruma getirilmesii amaçlanmaktadır. İstem eğrisi elastik davranışı, kapasite eğrisi ise yapının elastik olmayan davranışını temsil etmektedir. Diğer bir deyişle, iki eğrinin elastik olmak ve olmamak gibi iki ayrı davranışı temsil ettiği anlaşılır. Bu nedenle, kapasite eğrisinin elastik bölümünü temsil eden başlangıç teğeti ile istem eğrisi kesiştirilir. İstem eğrisinin ve kapasite eğrisinin başlangıç teğetinin kesim noktası göz önüne alınan depremin istemi ve sistemin ona verdiği yatay yerdeğiştirmeyi verir. Ancak, her iki eğri de elastik tabanlı olduğu için bulunan noktada sistemin elastik davranışı ile, başka bir deyişle taşıyıcı sistemin hasarsız olarak depremi karşılaması ile ilgilidir. Bölüm 3'te hesap adımları belirtilen "Eşit Yerdeğiştirme Kuralı" kullanılarak elastik sistem için elde edilen elastik yerdeğiştirmeden elasto-plastik olana geçilir. Buna göre, periyotu uzun olan yapılarda elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmelerin yaklaşık eşit olduğu varsayılırken, periyotu kısa olan yapılarda elasto-plastik yerdeğiştirme elastik yerdeğiştirmenin bir katsayı ile büyütülmesi yoluyla elde edilir [39].

TS-1'deki çelik taşıyıcı sistem için SAP2000'de [36] yapılan artımsal itme analizi sonucunda elde edilen (x) ve (y) doğrultularındaki taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmelerine bağlı statik itme eğrileri **Şekil 5.3**'de verilmiştir.



Şekil 5.3 : TS-1, (x) ve (y) doğrultusuna ilişkin statik itme eğrileri.

Performans noktalarının bulunabilmesi için elde edilen eğrilerin kapasite diyagramı ile aynı eksen takımına dönüştürülmesi gerekmektedir. Statik itme eğrisi ile deprem istem spektrumunun aynı eksen takımına dönüştürülebilmesi amacıyla spektral yerdeğiştirme ve spektral ivmeden oluşan kapasite spektrum eğrileri için (x) doğrultusunda **Çizelge 5.3** ve (y) doğrultusunda da **Çizelge 5.4**'de gösterilen dönüşüm hesapları kullanılmıştır.

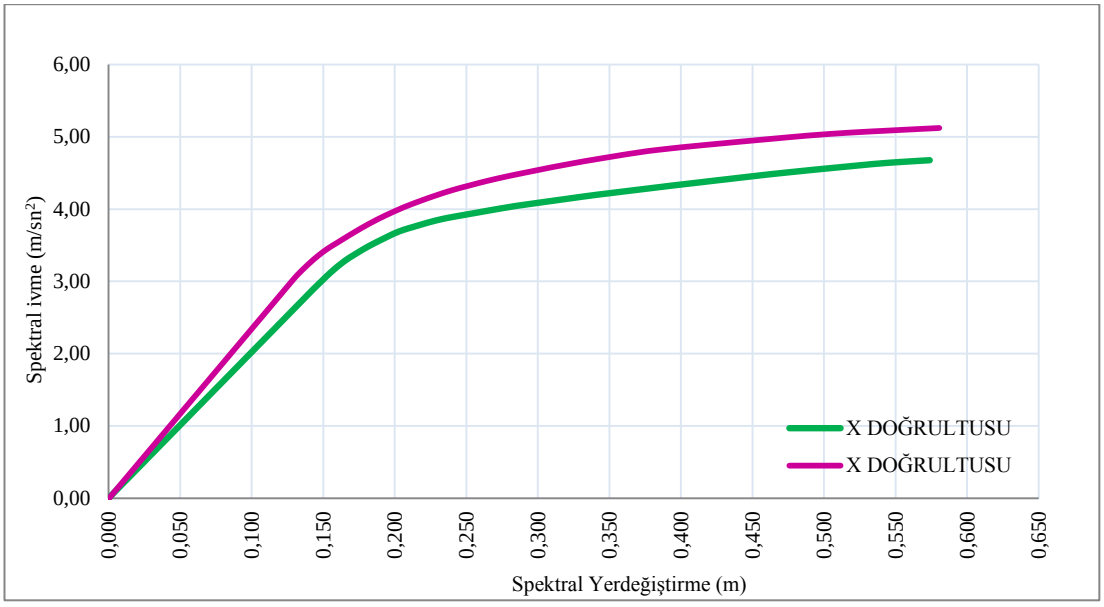
Çizelge 5.3 : TS-1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x).

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0109	1,0000	0,041			3,759		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0096	0,8800	0,031			3,250		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0076	0,6992	0,020	0,102	1434,429	2,583	12,120	118,352
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0051	0,4649	0,009			1,722		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0024	0,2157	0,002			0,806		

Çizelge 5.4 : TS-1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y).

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0122	1,0000	0,051			4,213		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0109	0,8948	0,040			3,704		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0089	0,7254	0,027	0,134	1462,953	3,003	14,008	104,437
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0061	0,4977	0,013			2,067		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0030	0,2439	0,003			1,021		

Etkin kütle ve modal katkı çarpanı hesap çizelgeleri ile Bölüm 3'te verilen **(3.7)** ve **(3.8)** bağıntıları yardımıyla, **Şekil 5.4**'de (x) ve (y) doğrultuları için TS-1 taşıyıcı sistemin ilişkin kapasite spektrum eğrileri verilmiştir. Şekil 5.4'de TS-1 için geliştirilen (x) ve (y) doğrultusu kapasite spektrum eğrileri yardımıyla davranış bakımından bir karşılaştırma yapıldığında, yapının her iki doğrultudaki rijitliklerinin, dayanımlarının ve süneklik düzeylerinin birbirine çok yakın olduğu söylenebilir. Bu durum yapısal tasarımın etkinliği bakımından tercih edilen bir durumdur.

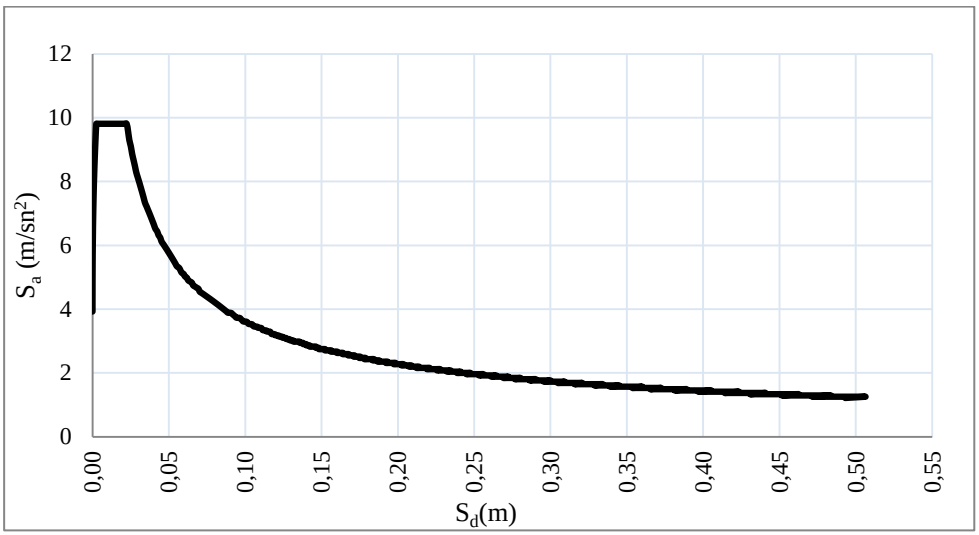


Şekil 5.4 : TS-1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin kapasite spektrum eğrileri.

5.2.3 Deprem performans noktasının bulunması

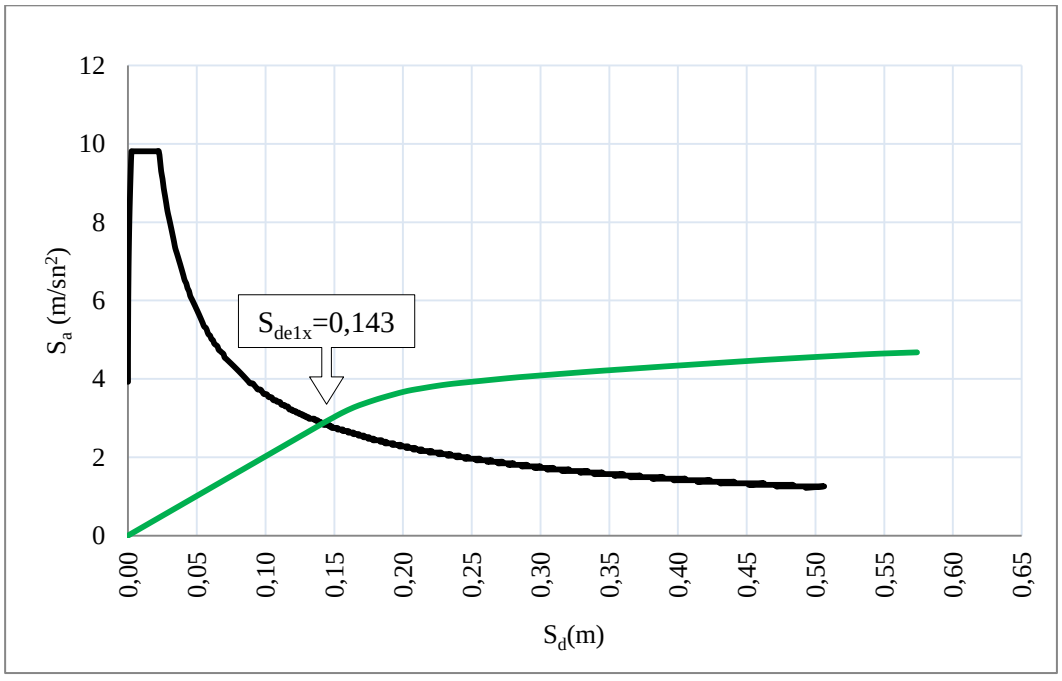
Bölüm 3'te sözü edildiği üzere zemin sınıfına bağlı olarak deprem etkisini temsil eden spektral ivme (S_a) - periyot (sn) olan elastik ivme spektrumu eğrisine eksen

dönüşümü uygulanarak, spektral ivme (S_a) – spektral yerdeğiştirme (S_d) deprem istem spektrum eğrisi çizilmesi sağlanmıştır **(Şekil 5.5)**.

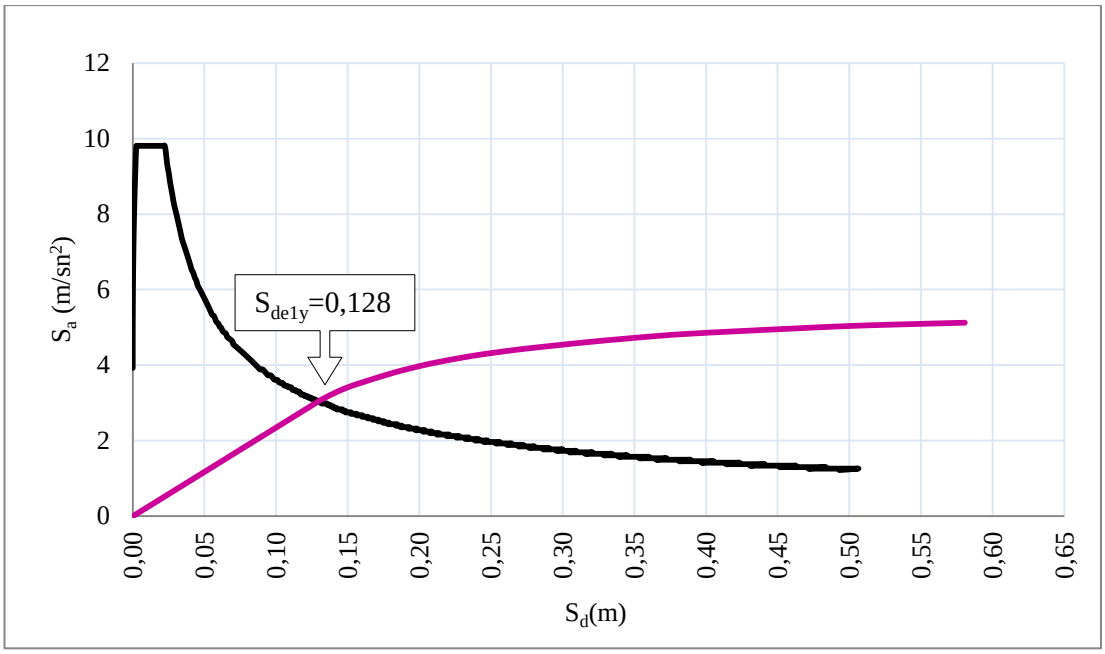


Şekil 5.5 : Deprem istem spektrum eğrisi.

TS-1 için kapasite ve istem eğrileri ile aynı grafik üzerinde çizilerek (x) ve (y) doğrultuları için bina performans noktası belirleme işlemi uygulanmıştır. **Şekil 5.6** ve **Şekil 5.7**'de sırası ile (x) ve (y) doğrultuları performans noktalarındaki tepe yerdeğiştirme istemlerinin bulunabilmesi için gerekli olan itme analizinin ilk adımında birinci moda ilişkin doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} belirlenmiştir.



Şekil 5.6 : TS-1, (x) doğrultusu için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 5.7 : TS-1, (y) doğrultusu için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi.

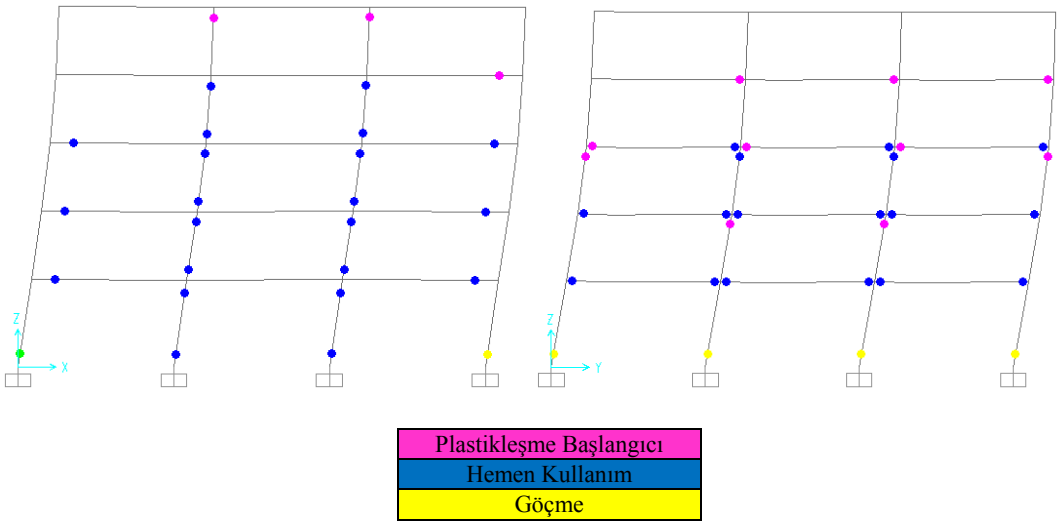
DBYBHY-07 [20] uyarınca kapasite spektrumu ile istem spektrumu kesişim noktaları istem eğrisinin azalan kolonuna denk gelmesi nedeniyle **(3.19)**'daki spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} = 1 alınır.

$d_1^{(p)}$, birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme istemlerine **(3.13)**, **(3.14)** ve **(3.15)** aracılığı ile ters dönüşüm uygulanır. (x) ve (y) deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi, $u_{xN1}^{(p)}$ **(3.19)** ile hesaplanır.

Çizelge 5.5 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ 'in hesaplanması.

Parametreler	(x) Doğrultusu	(y) Doğrultusu
C_{R1}	1	1
S_{di1} - (m)	0,143	0,128
$d_1^{(p)}$ - (m)	0,143	0,128
Γ_{x1} - (1/m)	118,352	104,437
Φ_{xN1} - (m)	0,01090	0,01221
$u_{xN1}^{(p)}$ - (m)	**0,1848**	**0,1632**

Tepe yerdeğiştirmesi istemi, $u_{xN1}^{(p)}$ binanın performans noktasını belirtmektedir. **Çizelge 5.5**'den anlaşılacağı üzere her iki asal doğrultuda performans istemi değerleri birbirine çok yakın olmasına karşın, (x) deprem doğrultusuna ilişkin performans noktası istemi %12 oranında daha büyüktür.



(a) (b)

Şekil 5.8 : TS-1 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsalların dağılımı (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda.

Şekil 5.8'de TS-1 taşıyıcı sisteminin itme hesabının son adımında tek bir çerçeveye ilişkin (x) ve (y) doğrultularında oluşan plastik mafsallar görülmektedir.

5.2.4 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda eğilme performansı değerlendirmesi

SAP2000'de [36] TS-1 üzerinde DBYBHY-07'ye [20] göre yapılan itme analizi sonucunda, kiriş ve kolonlarda oluşan plastik dönme istemleri FEMA 356, Tablo 5-6'da [23] verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak kesitin hasar durumu belirlenir. Bu tabloların kullanılması sırasında,

F_{ye} = 355 N/mm^2 = 51.49 Ksi alınmalıdır.

5.2.4.1 Kirişlerin hasar durumları

Kiriş (HE 400A) için **Çizelge 3.4**'de belirtilen kriterlere ilişkin başlık genişliği-başlık kalınlığı oranının (a) ve (b) sınırları arasında kaldığı aşağıdaki bağıntıda belirtilmiştir. Bu nedenle modelleme parametreleri ve kabul edilen kriterler, (c) sınır koşulunda belirtildiği şekilde interpolasyon ile belirlenmiştir.

$$\frac{52}{\sqrt{F_{ye}}} \leq \frac{b}{2t_f} \leq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{52}{\sqrt{51,488}} \leq \frac{300}{2x19} \leq \frac{65}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 7,25 \leq 7,89 \leq 9,06$$

Gövde yüksekliği-gövde kalınlığı oranı Çizelge 3.4'de kirişler için belirtilen (a) sınır koşulunu sağlamaktadır.

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{390}{11} \leq \frac{418}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 35,45 \leq 58,25$$

Kirişlerin FEMA 356 [23] uyarınca **(3.20)** ile hesaplanan akma dönmesi:

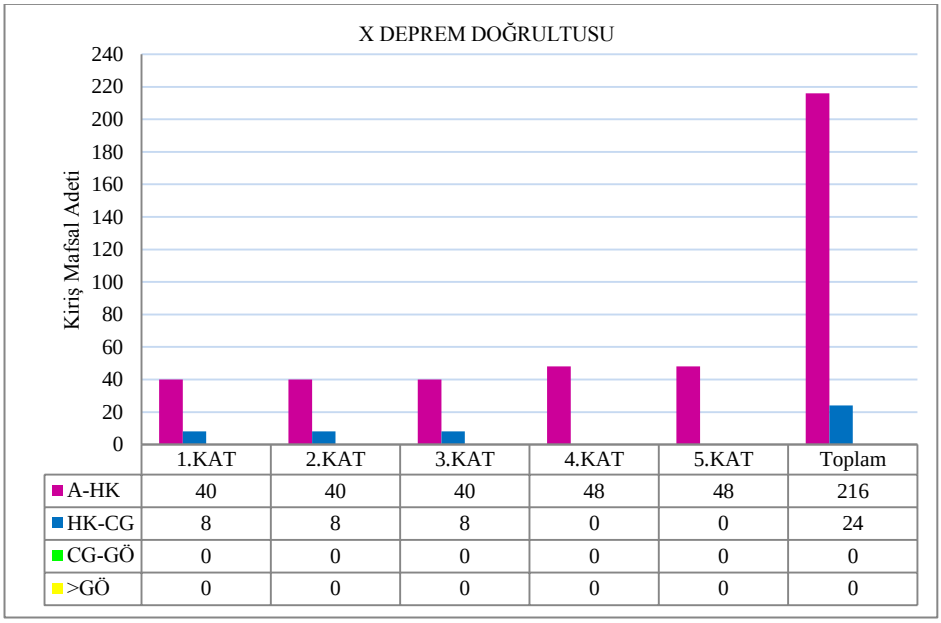
$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b} = \frac{2562x10^3x355x8000}{6x210000x45070x10^4} = 0,0128 \text{ rad}$$

Yukarıdaki koşullara bağlı olarak belirlenen kabul kriter oranları

HK = 0,73 θ_y CG = 4,57 θ_y GÖ = 6,21 θ_y

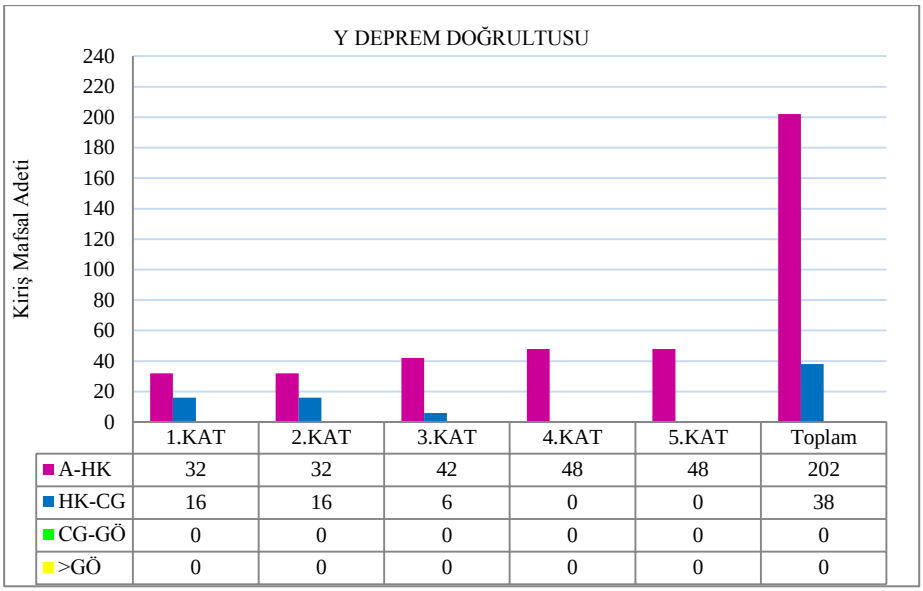
olarak hesaplanır. TS-1 için toplam 120 adet kirişin alt ve üst ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.9** ve **Şekil 5.10**'da verilmiştir.

Bölüm 3'te ayrıntılı olarak anlatıldığı gibi çelik yapı elemanlarının hasar durumları FEMA 356'da kolon ve kiriş narinlik oranlarına bağlı olarak belirlenmektedir **(Çizelge 3.4)**. Ancak, ZKE'li kirişler için ise hasar bölgeleri sınır değerleri kiriş yüksekliğine (db) bağlanmaktadır. Bu nedenle, tüm taşıyıcı sistemlerin kiriş elemanları hasar durumları hakkında eşdeğer değerlendirme yapabilmek için moment – plastik dönme sınırları diyagramları oluşturulmuştur. Diyagrama kirişlerin moment ve plastik dönme değerleri işaretlenerek, hasar durumu karşılaştırma değerlendirmesi yapılmıştır (**Şekil 5.11**, **5.12** ve **5.13**).



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	40	40	40	48	48	216
HK-CG	8	8	8	0	0	24
CG-GÖ	0	0	0	0	0	0
>GÖ	0	0	0	0	0	0

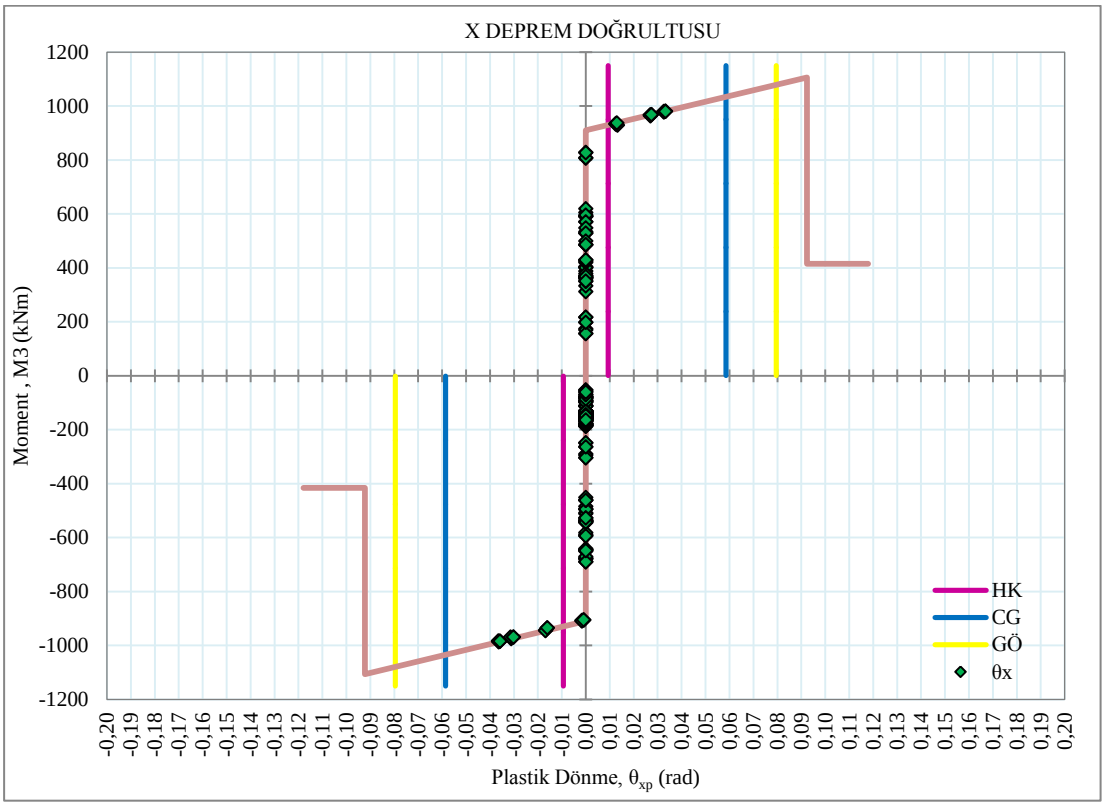
Şekil 5.9 : TS-1, (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı.



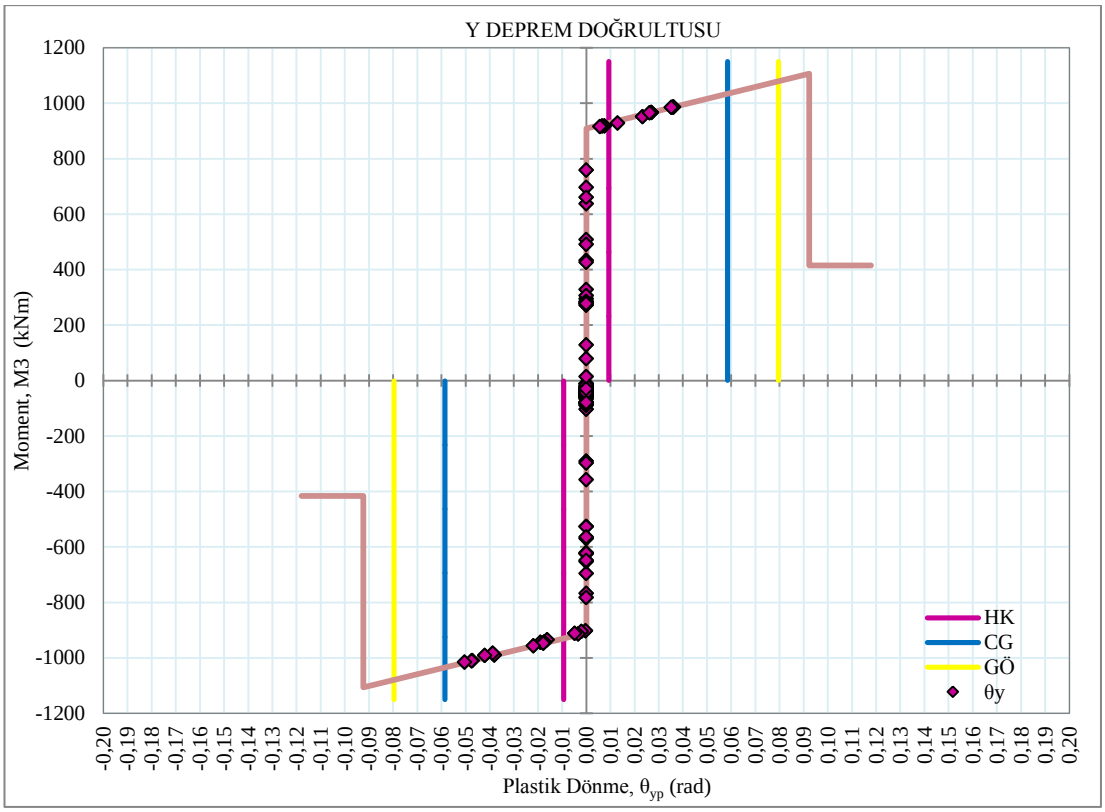
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	32	32	42	48	48	202
HK-CG	16	16	6	0	0	38
CG-GÖ	0	0	0	0	0	0
>GÖ	0	0	0	0	0	0

Şekil 5.10 : TS-1, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı.

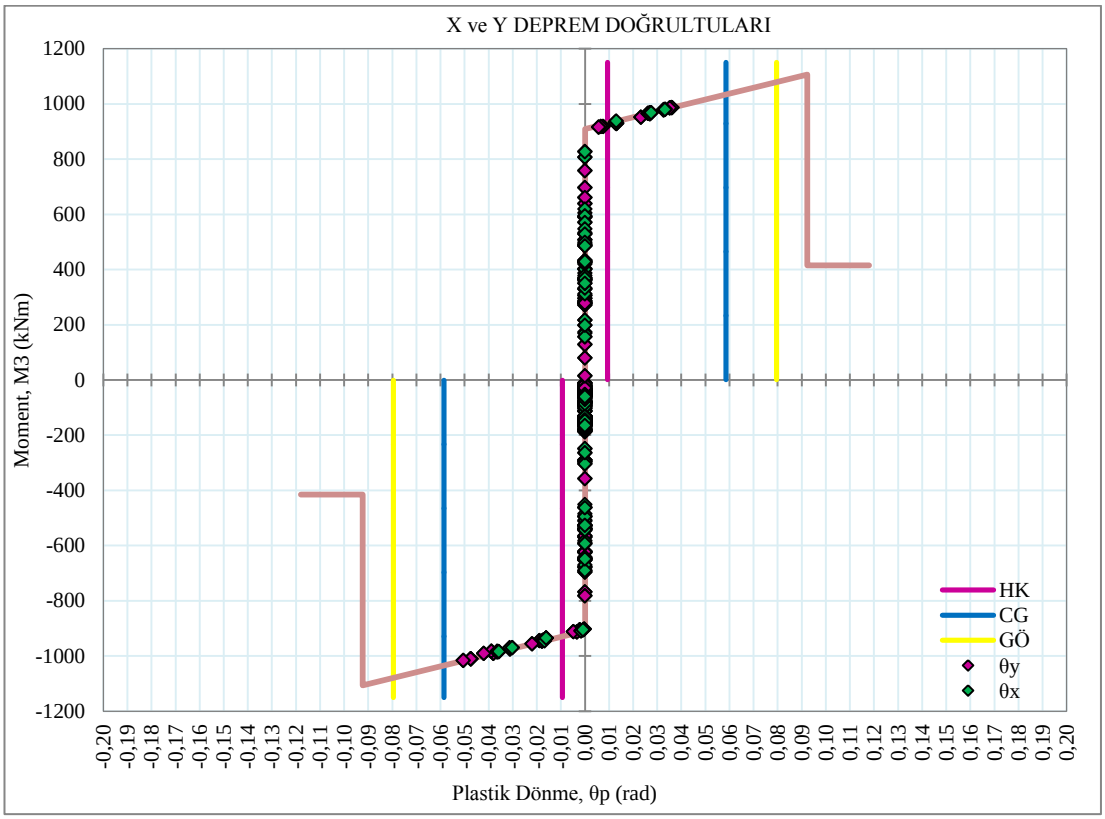
TS-1 taşıyıcı sistemine ilişkin kirişlerin hasar durumu grafikleri (x) doğrultusu için **Şekil 5.11**, (y) doğrultusu için **Şekil 5.12**, her iki deprem doğrultusunda uygulanan itme analizine göre hasar durumu karşılaştırma grafiği de **Şekil 5.13**'de verilmiştir. Kirişlerin hasar durumları Çizelge B.1 ve Çizelge B.2'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.



Şekil 5.11 : TS-1, (x) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği.



Şekil 5.12 : TS-1, (y) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği.



Şekil 5.13 : TS-1 kirişlerinin (x) ve (y) doğrultularına göre karşılaştırmalı hasar durum grafiği.

5.2.4.2 Kolonların hasar durumları

- Tip-1 (1. Kat ve 2. Kat kolonlar / HE 550 B) için **Çizelge 3.4**'den yararlanılarak varsayılan kriterler:

  $P_{ye} = AF_{ye} = 0{,}02541x355000 = 9020{,}55$ kN

  $\frac{P}{P_{ye}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{2021{,}64}{9020{,}55} = 0{,}22 \approx 0{,}20$

  P/P_{ye} oranı, maksimum eksenel kuvvet etkisindeki kolona göre belirlenmiştir. Hesaplanan oranın 0,20 sınır koşuluna çok yakın çıkması nedeniyle, TİP-1 kolonlar için (a) sınır koşulu oranları dikkate alınmıştır.

  $\frac{b}{2t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{300}{2x29} \leq \frac{52}{\sqrt{51{,}488}} \rightarrow 5{,}17 < 7{,}25$

  $\frac{h}{t_w} \leq \frac{300}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{550}{15} \leq \frac{300}{\sqrt{51{,}488}} \rightarrow 36{,}67 < 41{,}81$

  (a) sınır koşullarına bağlı olarak belirlenen oranlar

  HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

  olmaktadır.

- Tip-2 (3. Kat, 4.Kat ve 5. Kat kolonlar / HE 500 B) için **Çizelge 3.4**'den yararlanarak varsayılan kriterler:

  $P_{CL} = AF_{ye} = 0.02386x355000 = 8470.30$ kN

  $\frac{P}{P_{CL}} < 0.20 \rightarrow {}^{1156{,}77}/_{8470{,}30} = 0{,}14 < 0{,}20$ için,

  $\frac{b}{2t_f} \leq \frac{52}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{300}{2x28} \leq \frac{52}{\sqrt{51{,}488}} \rightarrow 5{,}36 < 7{,}25$

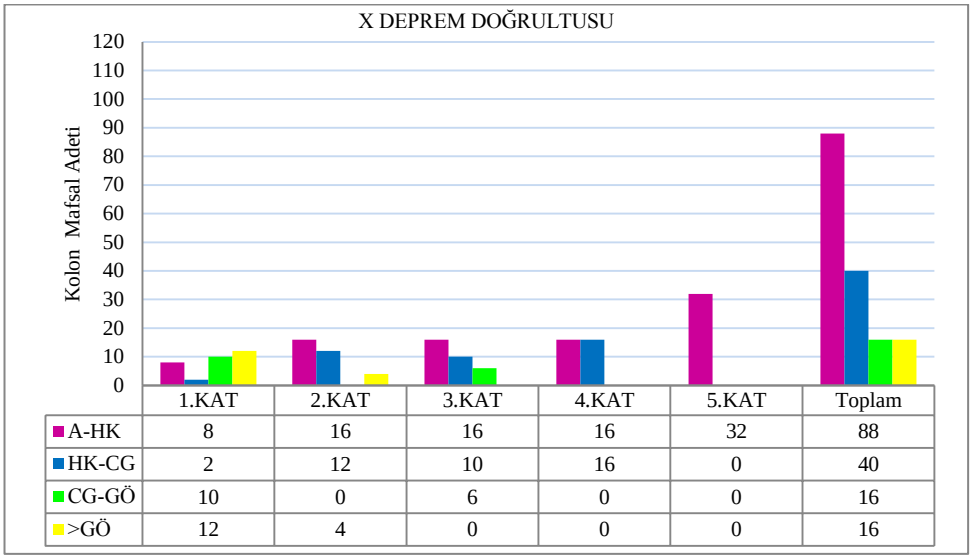
  $\frac{h}{t_w} \leq \frac{300}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{500}{14{,}5} \leq \frac{300}{\sqrt{51{,}488}} \rightarrow 34{,}48 < 41{,}81$

  (a) sınır koşullarına bağlı olarak belirlenen oranlar

  HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

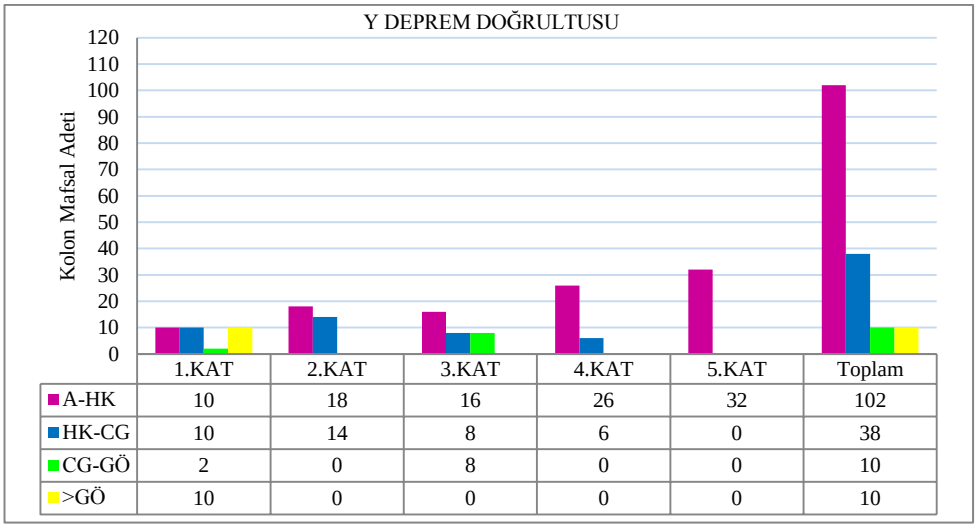
olmaktadır. Kolonların FEMA 356 uyarınca **(3.21)** ile hesaplanan akma dönmesi (θ_y), her bir kolon için **Çizelge C.1** ve **Çizelge C.2**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

TS-1 için toplam 80 adet kolonun alt ve üst ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultuları için katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.14** ve **Şekil 5.15**'de verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	8	16	16	16	32	88
HK-CG	2	12	10	16	0	40
CG-GÖ	10	0	6	0	0	16
>GÖ	12	4	0	0	0	16

Şekil 5.14 : TS-1, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı.

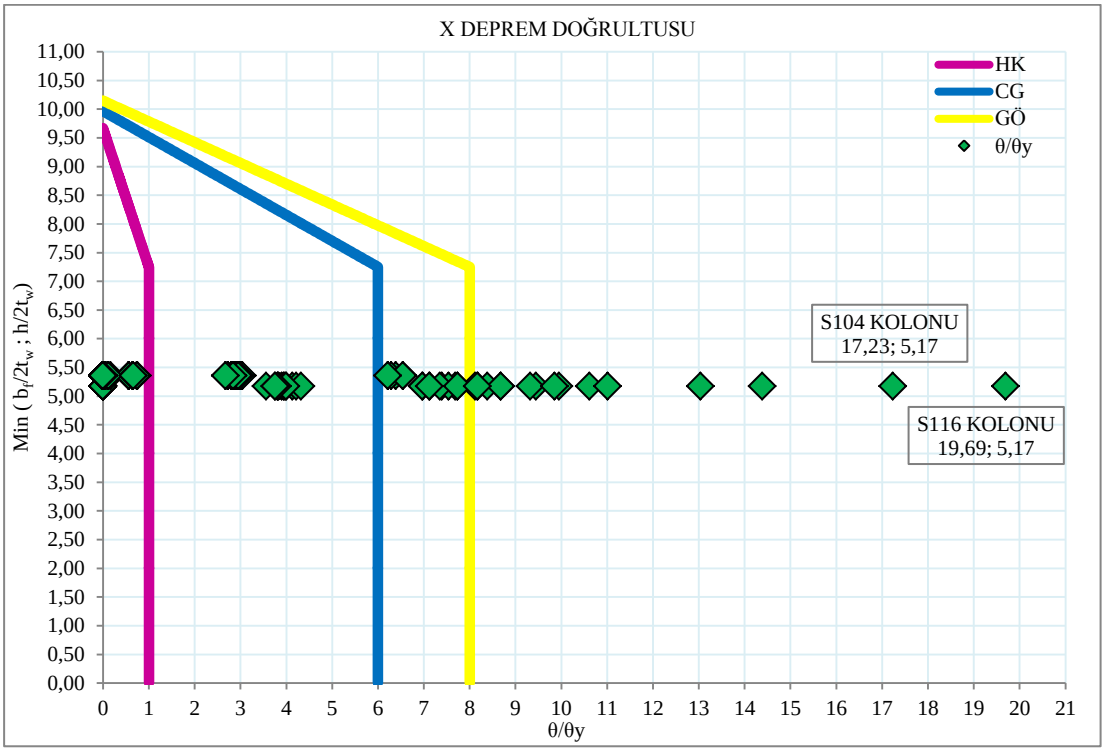


	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	10	18	16	26	32	102
HK-CG	10	14	8	6	0	38
CG-GÖ	2	0	8	0	0	10
>GÖ	10	0	0	0	0	10

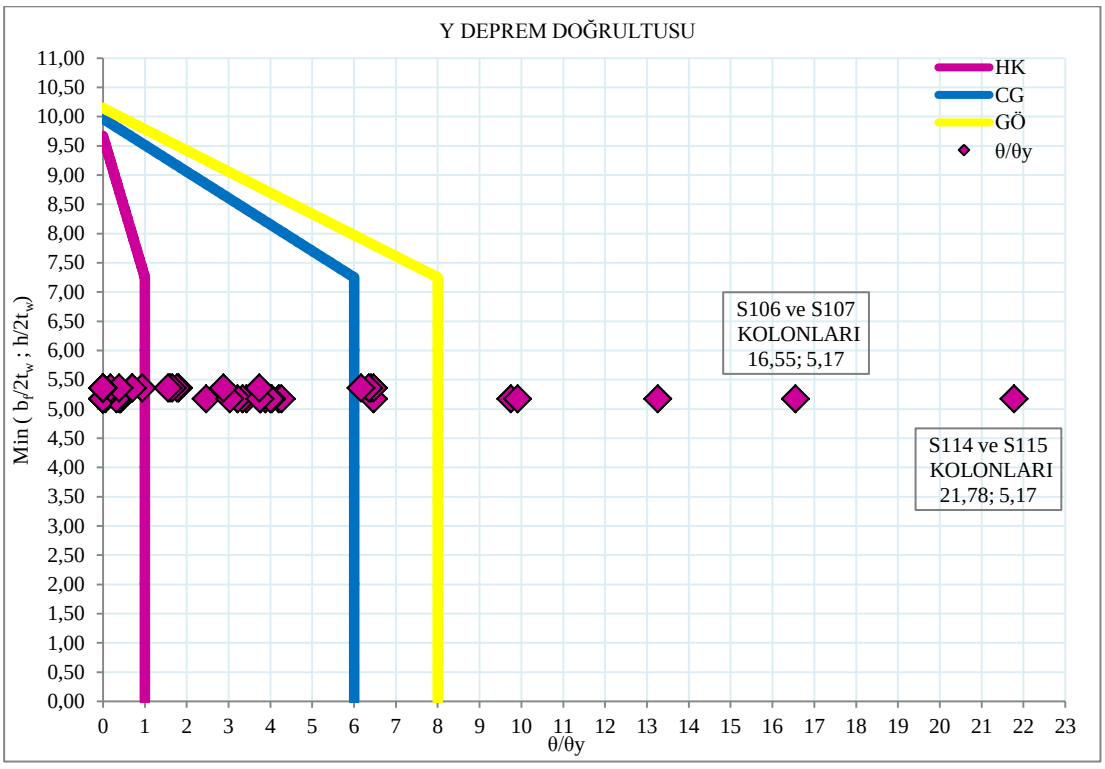
Şekil 5.15 : TS-1, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki sayısal dağılımı.

Kolonların değerlendirilmesinde, Çizelge 3.4'de verilen hasar bölgeleri sınırlarına göre narinlik-plastik dönme sınırları diyagramında elemanın itme analizi son adımı sonucu oluşan plastik dönme ve kesitin narinlik oranı değerleri işaretlenerek kolon elemanlarının hasar durumları belirlenir.

TS-1 taşıyıcı sistemine ilişkin kolonların hasar durumu grafiği, (x) ve (y) deprem doğrultuları için **Şekil 5.16** ve **5.17**'de verilmiştir. Kolonların hasar durum çizelgeleri **Çizelge C.1** ve **Çizelge C.2**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 5.16 : TS-1, (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.



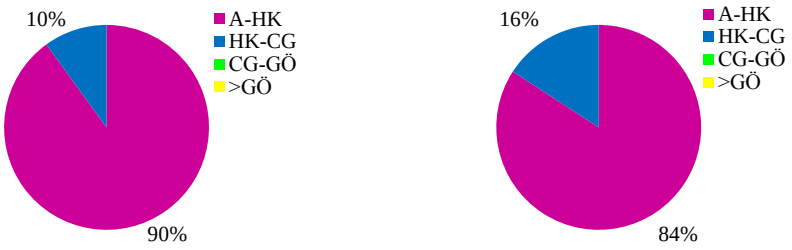
Şekil 5.17 : TS-1, (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.

5.2.5 Sistemin Performansı

TS-1 taşıyıcı sisteminde (x) doğrultusunda, ilk üç kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü doğrusal elastik davranış ile hemen kullanım (A-HK) arasında, %17'si hemen kullanım ile can güvenliği (HK-CG) düzeyi arasında elde edilmiştir. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı hemen kullanım (HK) öncesindedir.

(y) doğrultusunda, ilk iki kat kirişlerinin %67'si A-HK arasında, %33'ü HK-CG arasındadır. Üçüncü kat kirişlerinin %87'si A-HK arasında, %13'ü HK-CG arasındadır. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinin tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kirişlerin hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.18**'de verilmiştir.



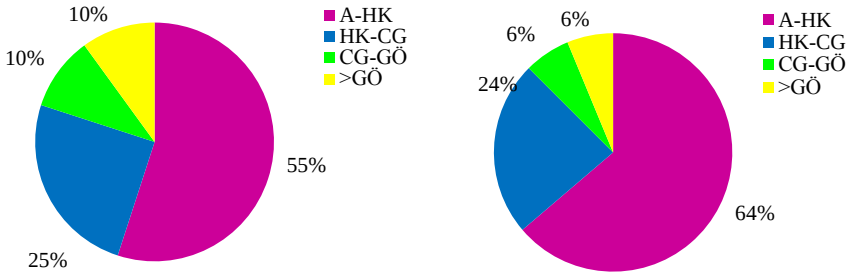
(a) (b)

Şekil 5.18 : TS-1, itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

TS-1'in (x) doğrultusunda, birinci kat kolonlarının %25'i doğrusal elastik davranış ile hemen kullanım (A-HK), %6'sı hemen kullanım ile can güvenliği (HK-CG), %31'i can güvenliği ile göçmenin önlenmesi (CG-GÖ), %38'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %50'si A-HK, %38'i HK-CG, %13'ü göçme bölgesindedir. Üçüncü kat ve dördüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %31'i HK-CG, %19'u CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kolonların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusundaki değerlendirmede ise birinci kat kolonlarının %31'i A-HK, %31'i HK-CG, %6'sı CG-GÖ, %31'i göçme bölgesinde olduğu görülmüştür. İkinci kat kolonlarının %56'sı A-HK, %44'ü HK-CG performans düzeyleri arasındadır. Üçüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %25'i HK-CG, %25'i CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %81'i A-HK, %19'u HK-CG düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kolonlarının tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre yapılan değerlendirmeler yardımıyla (x) ve (y) doğrultularında kolonların hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.19**'da verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5.19 : TS-1, itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

5.2.6 Genel Değerlendirme

TS-1'e ilişkin **Şekil 5.9** ve **Şekil 5.10**'da (x) ve (y) doğrultularında kapasite spektrumu ile elastik istem spektrumu kesiştirme grafikleri, Sasaki ve diğ. (1998) [40] 17 Ocak 1994 Northridge depreminde hasar gören binalar üzerinde yaptığı pushover analitik çalışması yardımıyla değerlendirilmiştir. Aynı çalışmaya göre, her iki doğrultuda yapının deprem etkisi altında yaklaşık elastik davranış gösterdiği sonucuna varılmaktadır. Bu gibi durumlarda, elastik olmayan istem spektrumuna indirgemede ATC-40'da [34] tanımlanan daha yüksek sönümlü bir elastik istem spektrumunun performans hesaplarında dikkate alınması da önerilmektedir.

TS-1'deki kirişlerin hasar durumları için **Şekil 5.1** ve **5.12**'de verilen moment-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerlere göre, plastik dönme değerlerinin CG sınırını geçmediği görülmektedir. En büyük plastik dönme değerleri 1. Kat kirişlerinde oluşmaktadır. **Şekil 5.9** ve **5.10**'da (x) ve (y) deprem doğrultuları için verilen hasar durumları karşılaştırma grafiğine göre, en büyük plastik dönme verilerinin (y) doğrultusundaki 1. Kat kirişlerinde olduğu görülmektedir.

Kolon hasar durumları için **Şekil 5.16** ve **5.17**'de narinlik-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerlere göre, her iki yönde de maksimum plastik dönme değerlerinin 1. Kat köşe kolonlarında ve en büyük plastik dönme oranının (y) doğrultusunda oluştuğu görülmektedir.

5.3 TS-ZKE1 İçin Doğrusal Olmayan Davranışının İncelenmesi

Daha önce **Bölüm 4.5**'te FEMA 350 yönetmeliği uyarınca tasarımı yapılan TS-ZKE1 yapı modelinin performansı artımsal eşdeğer deprem yükü ile belirlenmiştir (**Şekil 5.20**).



Şekil 5.20 : TS-ZKE1 yapı modelinin görünüşü.

SAP2000 bilgisayar modeli üzerinden sistemin periyodu ve kütle katılım oranları:

$T_{1,x}$=1,43 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

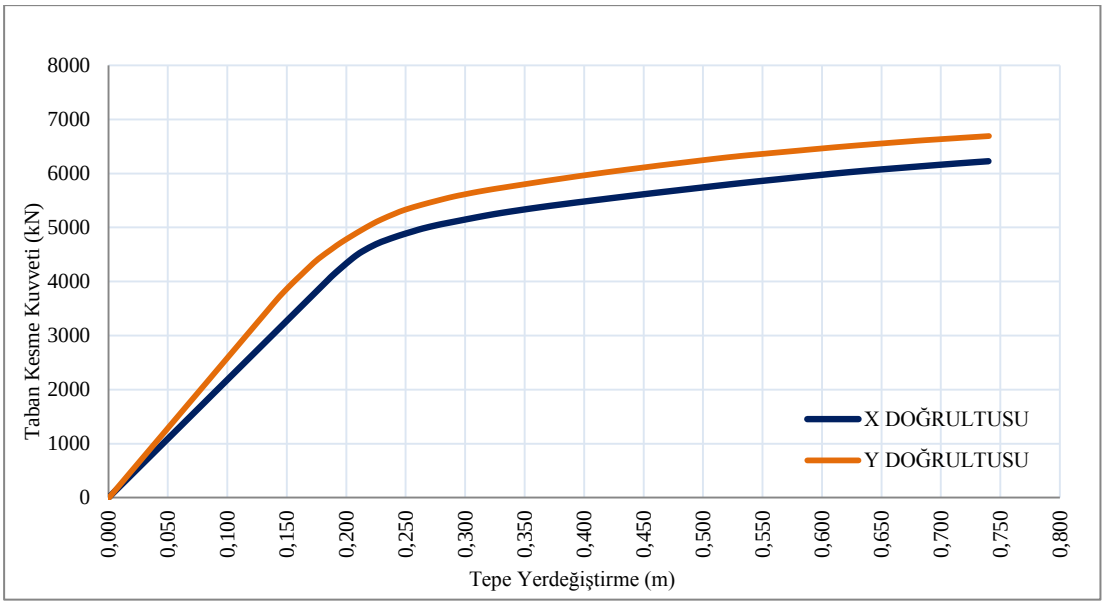
$T_{1,y}$=1,34 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

olarak hesaplanmıştır.

5.3.1 Deprem performans noktasının bulunması

TS-1 yapı modelinin yalnızca kiriş başlıklarında yapılan kesit azaltma nedeniyle yapı kütlesinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ek olarak, her iki asal doğrultuda birinci mod yapı periyotları TS-1 ile benzerlik göstermekte olup çok küçük artış olmuştur. Bu nedenle, eşdeğer deprem yükü dağılımı için (x) doğrultusu için **Çizelge 5.1**, (y) doğrultusu için de **Çizelge 5.2**'de verilen değerler kullanılmıştır.

TS-ZKE1 için SAP2000'de [36] yapılan artımsal itme analizi sonucunda (x) ve (y) doğrultularında taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmelerine bağlı statik itme eğrileri **Şekil 5.21**'de verilmiştir.



Şekil 5.21 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin statik itme eğrisi.

TS-ZKE1 yapı modeline ilişkin spektral yerdeğiştirme ve spektral ivmeden oluşan kapasite spektrum eğrileri için (x) doğrultusunda **Çizelge 5.6** ve (y) doğrultusunda da **Çizelge 5.7**'de gösterilen dönüşüm hesapları uygulanmıştır.

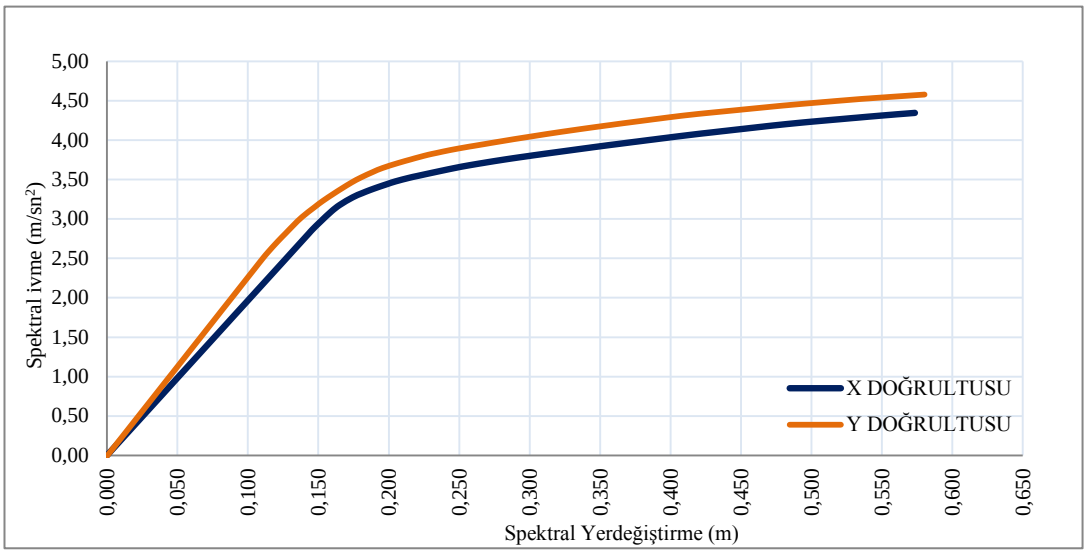
Çizelge 5.6 : TS-ZKE1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x).

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0111	1,0000	0,043			3,847		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0098	0,8789	0,033			3,322		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0078	0,6973	0,020	0,107	1432,204	2,635	12,375	115,734
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0052	0,4626	0,009			1,754		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0024	0,2137	0,002			0,817		

Çizelge 5.7 : TS-ZKE1 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y).

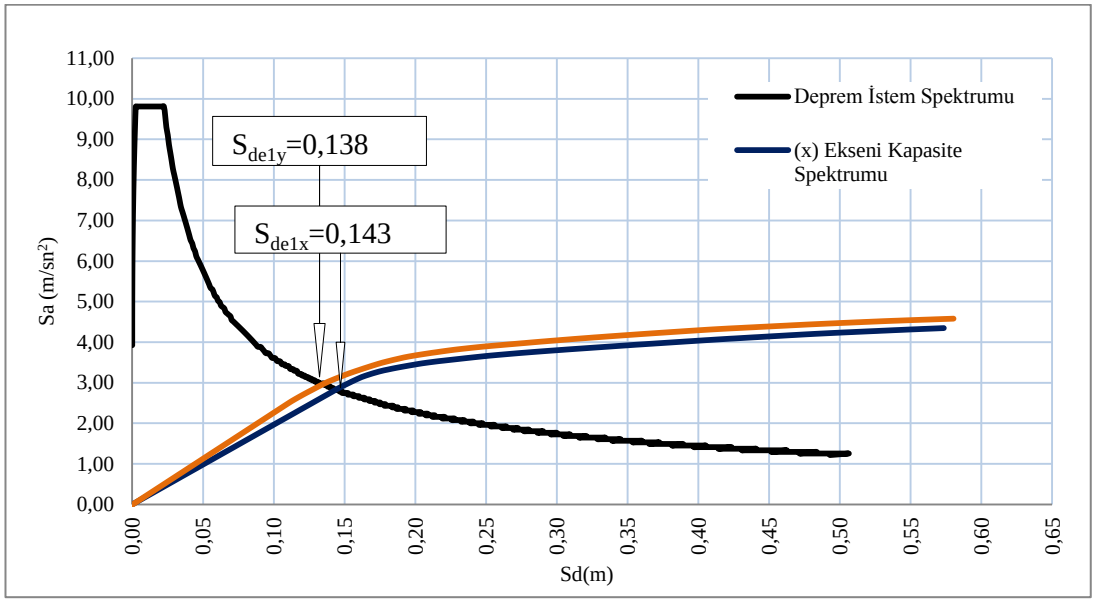
Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0119	1,0000	0,049			4,104		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0106	0,8941	0,038			3,606		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0086	0,7241	0,025	0,127	1460,982	2,920	13,622	107,252
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0059	0,4958	0,012			2,005		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0029	0,2419	0,003			0,987		

TS-ZKE1 yapı modeli için Bölüm 3, **(3.7)** ve **(3.8)** formülleri yardımıyla (x) ve (y) doğrultusundan elde edilen kapasite spektrum eğrileri **Şekil 5.22**'de görülmektedir.



Şekil 5.22 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultularına ilişkin kapasite spektrum eğrisi.

Şekil 5.23'de bu sistemde (x) ve (y) doğrultuları için kapasite spektrum eğrilerine ilişkin başlangıç teğeti, kapasite spektrumu ile çakıştırılarak performans noktası belirlenmiştir.



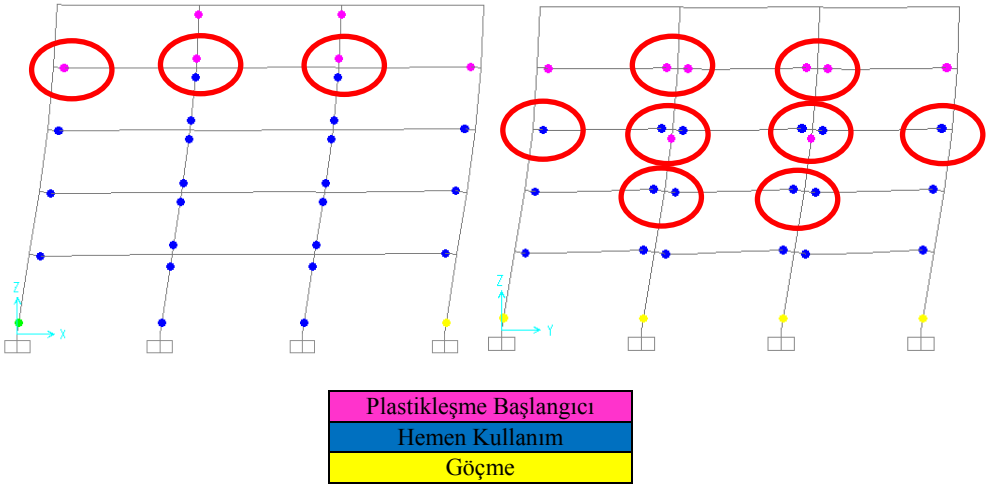
Şekil 5.23 : TS-ZKE1, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi.

$d_1^{(p)}$, birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme istemlerine, **(3.13)**, **(3.14)** ve **(3.15)** bağıntıları aracılığı ile ters dönüşüm uygulanır ve (x) ve (y) deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi, $u_{xN1}^{(p)}$ **(3.19)** bağıntısı ile elde edilir.

Çizelge 5.8 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ 'in hesaplanması.

Parametreler	(x) yönü	(y) yönü
C_{R1}	1	1
S_{di1} - (m)	0,143	0,138
$d_1^{(p)}$ - (m)	0,143	0,138
Γ_{x1} - (1/m)	115,734	107,252
Φ_{xN1} - (m)	0,01115	0,01190
$u_{xN1}^{(p)}$ - (m)	**0,1850**	**0,1766**

TS-1'e ile bir karşılaştırma yapıldığında, $u_{xN1}^{(p)}$ binanın performans noktasının (x) doğrultusunda % 0,12'lık bir sapma gözlemlenirken, (y) doğrultusunda % 8.21 oranında tepe yerdeğiştirmesi isteminin artmış olduğu hesaplanmıştır.



(a) (b)

Şekil 5.24 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

Şekil 5.24'de TS-ZKE1 yapı modelinin itme hesabının son adımında tek bir çerçeveye ilişkin (x) ve (y) doğrultusunda oluşan plastik mafsallar görülmektedir. Aynı şekil üzerinde, TS-1'e göre farklı noktalarda oluşan plastik mafsallar kırmızı daireler içerisine alınanarak belirtilmiştir.

5.3.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi

SAP2000'de [36] TS-ZKE1 üzerinde DBYBHY-07'ye [20] göre yapılan itme analizi sonucunda, kiriş ve kolonlarda oluşan plastik dönme istemleri FEMA 356, Tablo 5-6'da [23] verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak kesitin hasar durumu belirlenir. Bu tabloların kullanılması sırasında F_{ye} = 51,49 Ksi alınmalıdır.

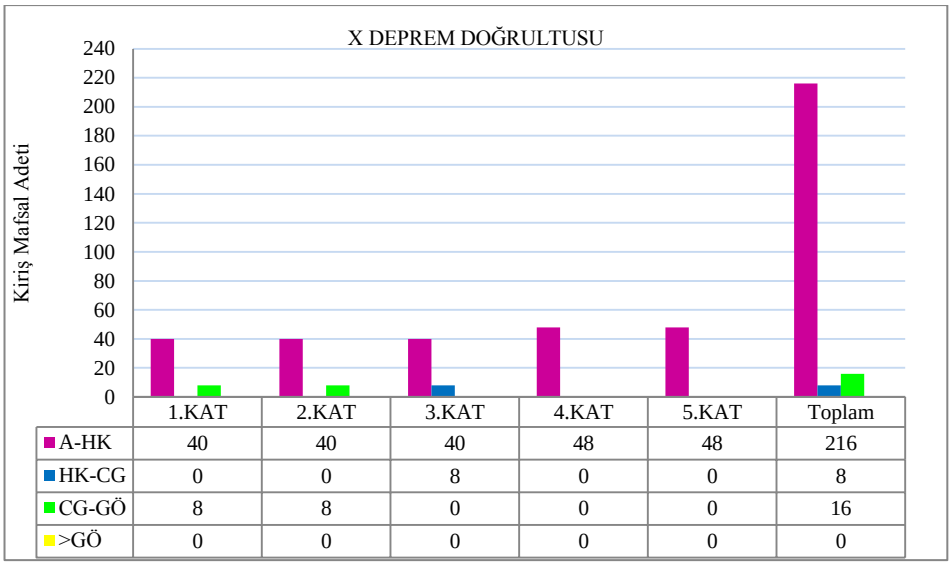
5.3.2.1 Kirişlerin hasar durumları

Çizelge 3.4'de zayıflatılmış kiriş enkesiti için belirlenen kabul kriter oranları kiriş yüksekliği (d_b)'ye bağlı olarak:

$d_{bHE400A}$ = 390 mm =15,354 inç

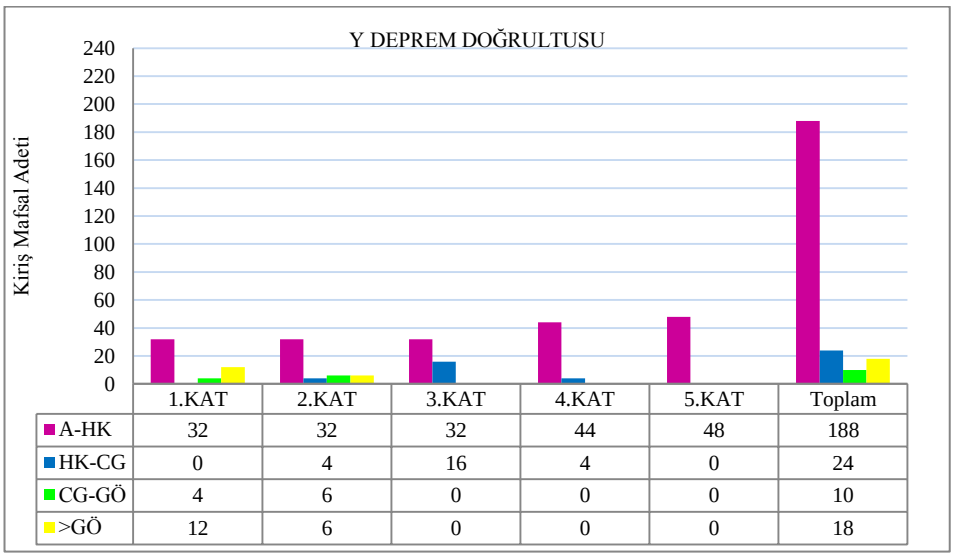
HK = 0,01096 CG = 0,03493 GÖ = 0,04539

olmaktadır. TS-ZKE1 için toplam 120 adet kirişin sol ve sağ ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.25** ve **Şekil 5.26**'da verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	40	40	40	48	48	216
HK-CG	0	0	8	0	0	8
CG-GÖ	8	8	0	0	0	16
>GÖ	0	0	0	0	0	0

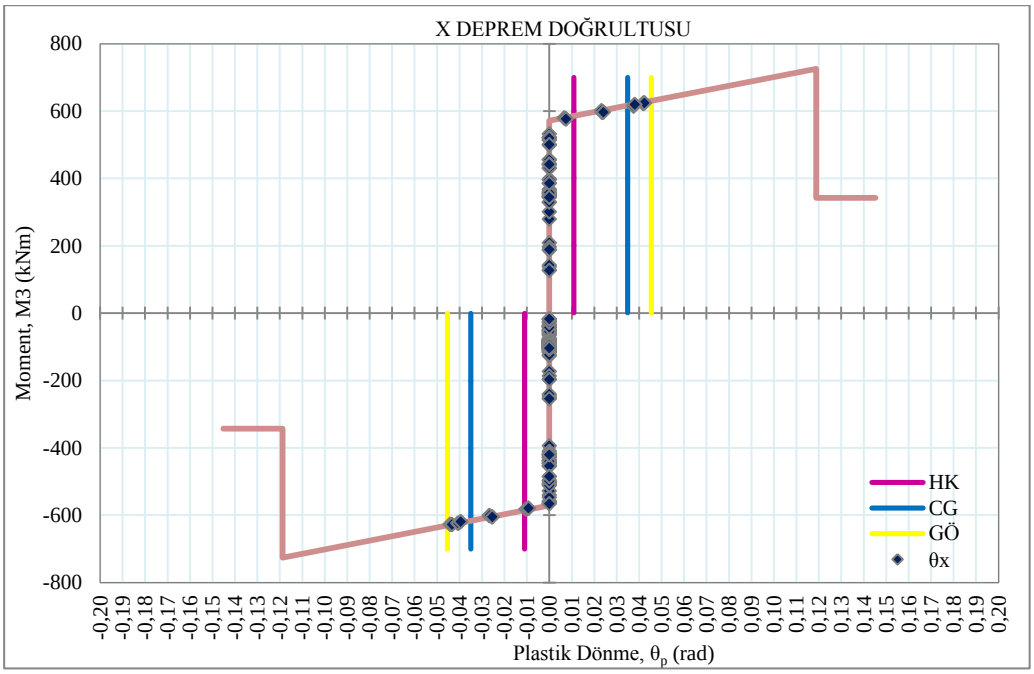
Şekil 5.25 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki dağılımı.



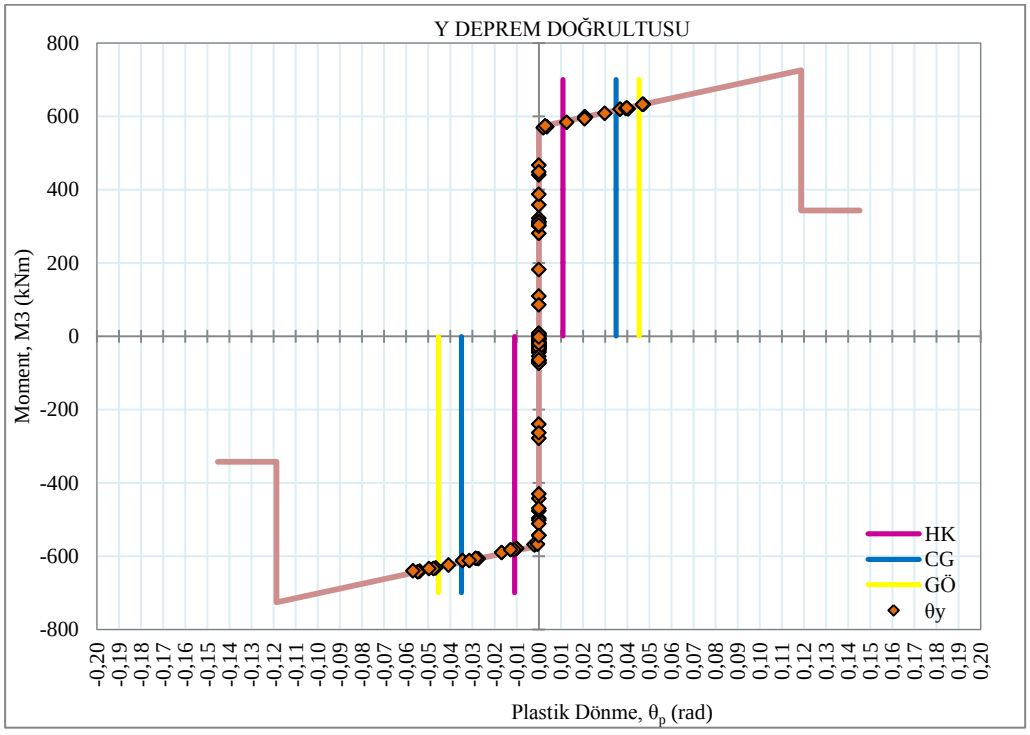
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	32	32	32	44	48	188
HK-CG	0	4	16	4	0	24
CG-GÖ	4	6	0	0	0	10
>GÖ	12	6	0	0	0	18

Şekil 5.26 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlardaki dağılımı.

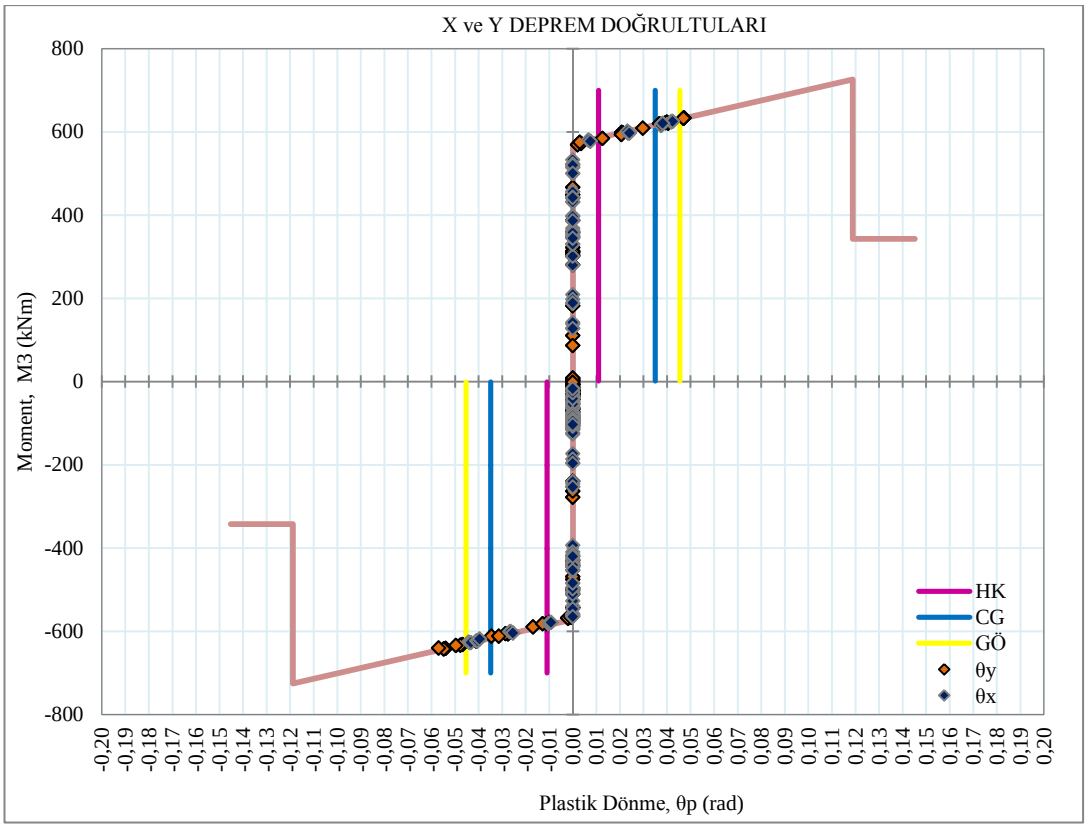
TS-ZKE1 taşıyıcı sistemine ilişkin kirişlerin hasar durumu grafikleri (x) deprem doğrultusu için **Şekil 5.27**, (y) deprem doğrultusu için **Şekil 5.28**, her iki deprem doğrultusunda uygulanan itme analizine göre hasar durumu karşılaştırma grafiği de **Şekil 5.29**'da verilmiştir. Kirişlerin hasar durum çizelgeleri **Çizelge B.3** ve **Çizelge B.4**'de olarak verilmiştir.



Şekil 5.27 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği.



Şekil 5.28 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kirişlerin hasar durum grafiği.



Şekil 5.29 : TS-ZKE1 kirişlerinin (x) ve (y) doğrultularına göre hesapta hasar durumu karşılaştırma grafiği.

5.3.2.2 Kolonların hasar durumları

Kolon başlık genişliği-kolon başlık kalınlığı oranı ve kolon kesit yüksekliği-kolon gövde genişliği oranlarına bağlı tasarım değerlerinin TS-1 taşıyıcı sistemi için daha önceden hesaplanması nedeniyle, yalnızca P değerine bağlı sınır değer belirlenecektir.

- TİP-1 (1. Kat ve 2. Kat kolonlar / HE 550 B) için **Çizelge 3.4**'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriter:

  $$P_{ye} = AF_{ye} = 0{,}02541\text{x}355000 = 9020{,}55 \text{ kN}$$

  $$\frac{P}{P_{ye}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1907{,}02}{9020{,}55} = 0{,}21 > 0{,}20$$

  P/P_{ye} oranı, maksimum eksenel kuvvet etkisinde kalan kolona göre belirlenmiştir. Hesaplanan oranın 0,20 sınır koşuluna çok yakın çıkması nedeniyle, TİP-1 kolonlar için (a) sınır koşulu oranları dikkate alınması varsayımı yapılmıştır. TİP-1 kolon hasar seviye sınırları:

HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

olmaktadır.

- TİP-2 (3. Kat, 4.Kat ve 5. Kat kolonlar / HE 500 B) için Çizelge 3.4'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriterler:

$$P_{CL} = AF_{ye} = 0{,}02386x355000 = 8470{,}30 \text{ kN}$$

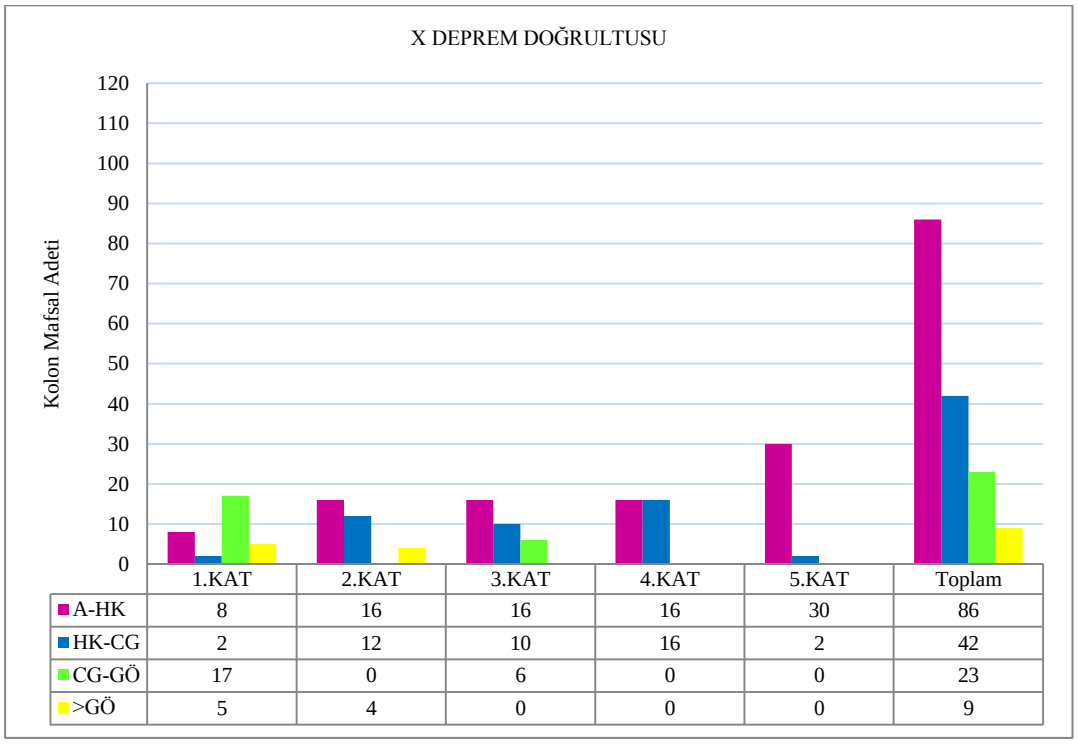
$$\frac{P}{P_{CL}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1102{,}13}{8470{,}30} = 0{,}13 < 0{,}20$$

(a) sınır koşulaarına bağlı olarak belirlenen kabul kriter oranları

HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

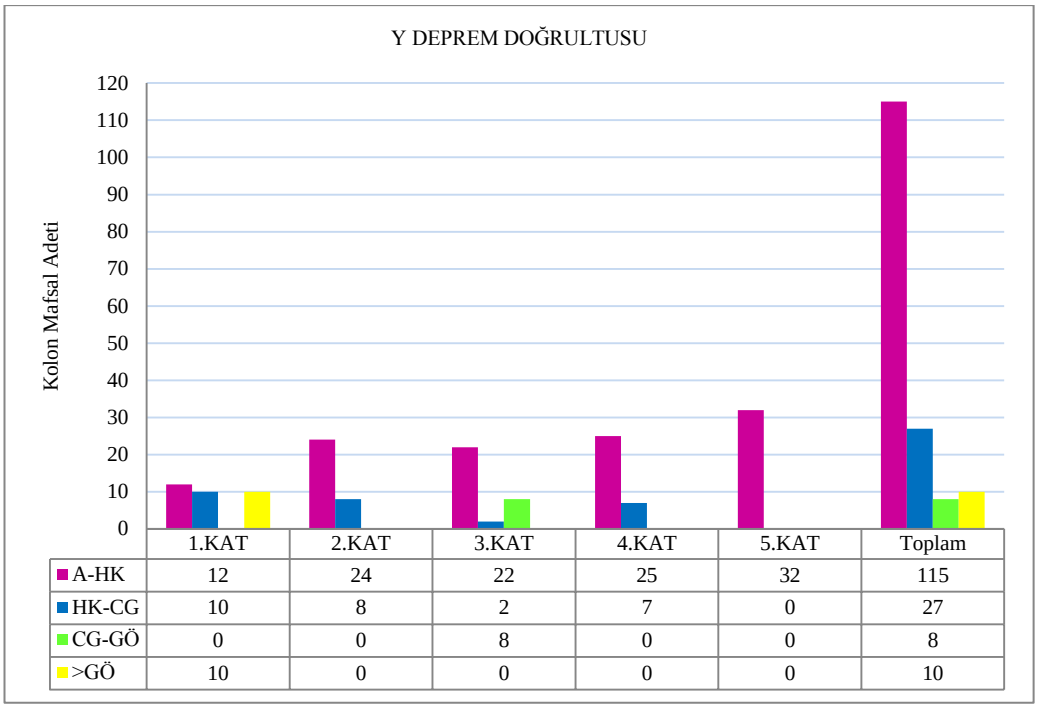
olmaktadır. Kolonların FEMA 356'ya uyarınca **(3.21)** bağıntı ile hesaplanan akma dönmesi her bir kolon için **Çizelge C.3** ve **Çizelge C.4**'de ayıntılı olarak verilmiştir.

TS-ZKE1 için toplam 80 adet kolonun alt ve üst ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.30** ve **Şekil 5.31**'de verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	8	16	16	16	30	86
HK-CG	2	12	10	16	2	42
CG-GÖ	17	0	6	0	0	23
>GÖ	5	4	0	0	0	9

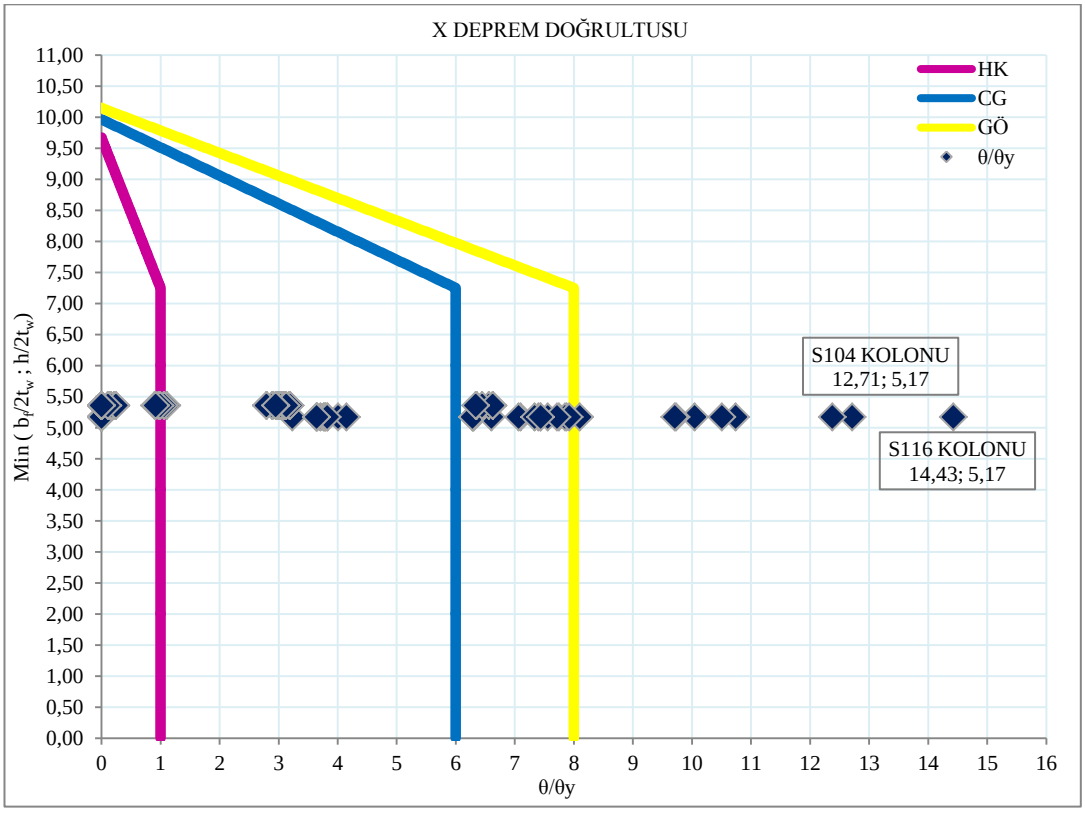
Şekil 5.30 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı.



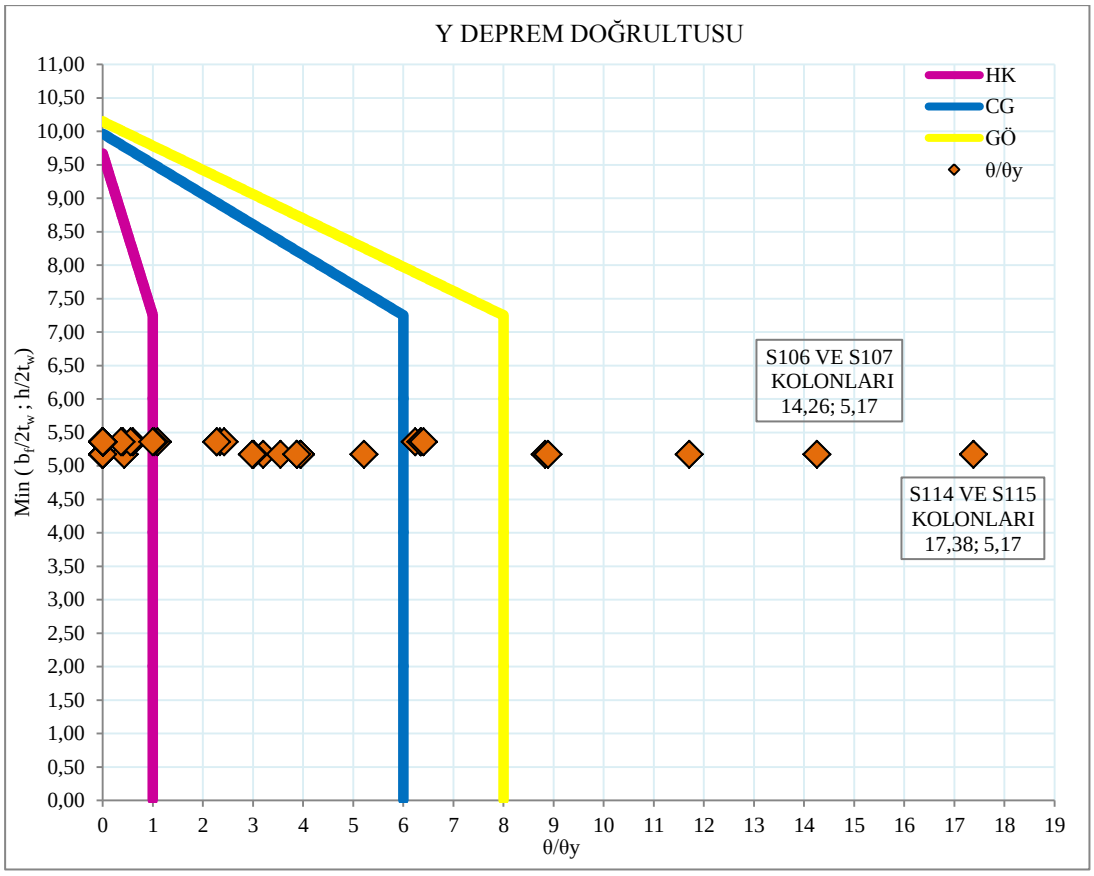
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	12	24	22	25	32	115
HK-CG	10	8	2	7	0	27
CG-GÖ	0	0	8	0	0	8
>GÖ	10	0	0	0	0	10

Şekil 5.31 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı.

TS-ZKE1 taşıyıcı sistemine ilişkin kolonların hasar durumu grafiği, (x) ve (y) deprem doğrultuları için **Şekil 5.32** ve **5.33**'de gösterilmiştir. Kolonların hasar durum çizelgeleri **Çizelge C.3** ve **Çizelge C.4**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 5.32 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.



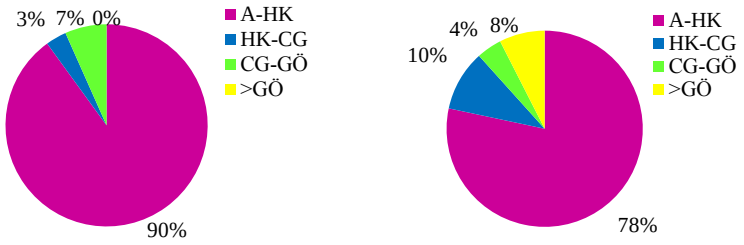
Şekil 5.33 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.

5.3.3 Sistemin Performansı

Bütün kat kirişlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE1 taşıyıcı sistemnde (x) doğrultusunda, birinci ve ikinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusunda, birinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %8'i CG-GÖ, %25'i de göçme bölgesindedir. İkinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %8'i HK-CG, %13'ü CG-GÖ, %13'ü de göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %33'ü HK-CG düzeyi arasında, dördüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların ise %92'si A-HK, %8'i HK-CG düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kirişlerin hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.34**'de verilmiştir.



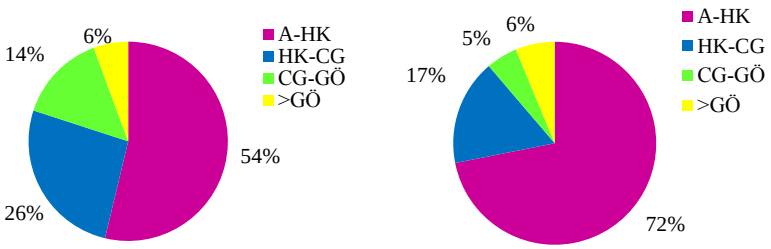
(a) (b)

Şekil 5.34 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda.

TS-ZKE1 taşıyıcı sisteminin (x) doğrultusunda, birinci kat kolonlarının %25'i A-HK, %6'sı HK-CG, %53'ü CG-GÖ, %16'sı göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %50'si A-HK, %38'i HK-CG, %13'ü göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %31'İ HK-CG, %19'U CG-GÖ performans düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %50'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kolonlarının %94'ü A-HK, %6'sı HK-CG düzeyleri arasındadır.

(y) doğrultusunda ise birinci kat kolonlarının %38'i A-HK, %31'i HK-CG, %31'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %75'i A-HK, %25'i HK-CG, üçüncü kat kolonların %69'u A-HK, %6'sı HK-CG, %25'i CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %78'i A-HK, %22'si HK-CG performans düzeyindedir. Beşinci kat kolonlarının tamamı ise HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kolonların hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.35**'de verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5.35 : TS-ZKE1 itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) doğrultusunda (b) (y) doğrultusunda.

5.3.4 Genel Değerlendirme

TS-ZKE1 taşıyıcı sistemine ilişkin olarak elde edilen (x) ve (y) doğrultularındaki kapasite spektrumu ile elastik istem spektrumu kesiştirilmesi grafiğinden (**Şekil 5.23**)

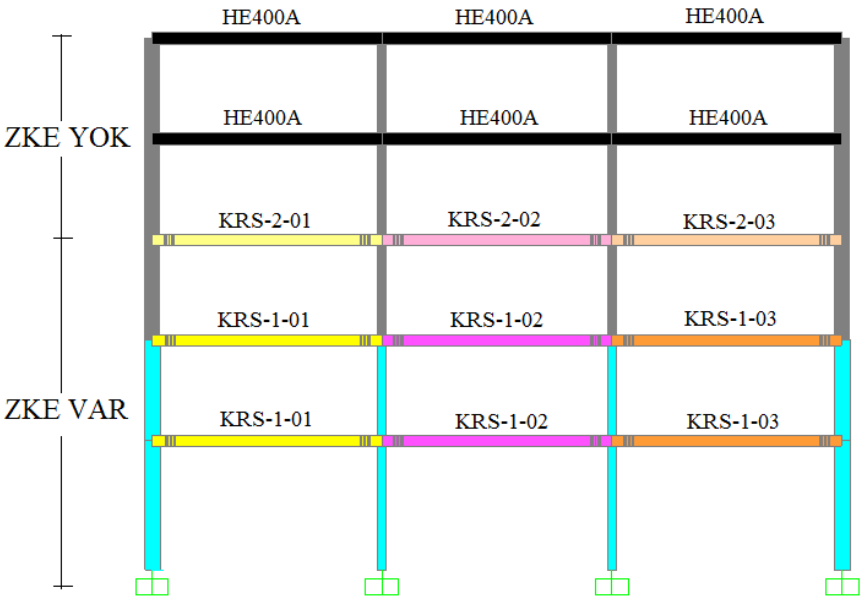
görüldüğü üzere, davranış TS-1 taşıyıcı sistem davranışına benzer niteliktedir. Kiriş-kolon birleşimlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE1 sisteminin davranışı doğrusal elastik davranış sınırları içerisinde kalmaktadır.

TS-ZKE1 taşıyıcı sistemde kirişlerin hasar durumları için Şekil 5.27'de (x) doğrultusunda incelendiğinde moment-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerler plastik dönme değerlerinin GÖ sınırına yaklaştığı ancak geçmediği görülmektedir. Şekil 5.28'de (y) deprem doğrultusu için verilen moment-plastik dönme grafiğinde bazı kirişlerin GÖ sınırını geçtiği görülmektedir. **Şekil 5.29**'da verilen (x) ve (y) deprem doğrultularına ilişkin hasar durumları karşılaştırma grafiğine göre, en büyük plastik dönme verilerinin (y) doğrultusunda ve 1. Kat kirişlerinde oluştuğu görülmektedir.

Kolon hasar durumları için **Şekil 5.32** ve **5.33**'de narinlik-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerlere göre, her iki yönde de maksimum plastik dönme değerlerinin 1. Kat köşe kolonlarında ve en büyük plastik dönme oranının (y) doğrultusunda oluştuğu görülmektedir.

5.4 TS-ZKE2 İçin Doğrusal Olmayan Davranışının İncelenmesi

Daha önce Bölüm 4.5'te FEMA 350 yönetmeliği uyarınca tasarımı yapılan yalnızca ilk üç katındaki kirişleri ZKE'li seçilen TS-ZKE2 taşıyıcı sistemin performansı artımsal eşdeğer deprem yükü ile belirlenmiştir (**Şekil 5.36**).



Şekil 5.36 : TS-ZKE2 yapı modelinin görünüşü.

SAP2000 bilgisayar modeli üzerinden sistemin periyotu ve kütle katılım oranları:

$T_{1,x}$=1,42 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

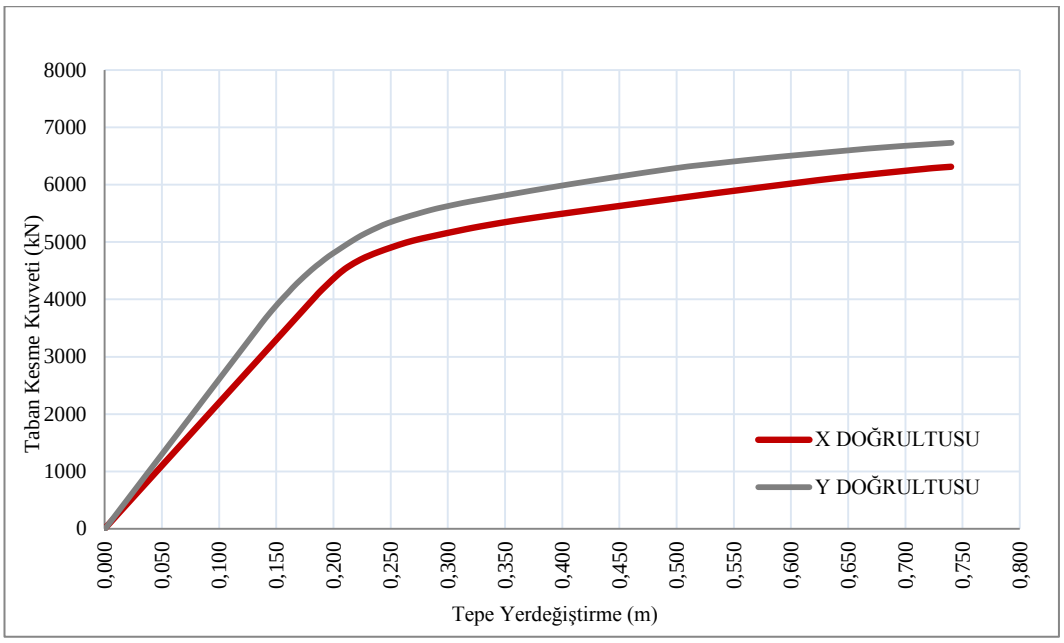
$T_{1,y}$=1,34 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

olarak hesaplanmıştır.

5.4.1 Deprem performans noktasının bulunması

TS-1 yapı modelinin yalnızca ilk üç kat kirişlerinin başlıklarında yapılan kesit azaltması nedeniyle yapı kütlesinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ek olarak, her iki asal doğrultuda birinci mod yapı periyotları TS-1 ile benzerlik göstermekte olup beklendiği üzere çok küçük artış olmuştur. Bu nedenle, eşdeğer deprem yükü dağılımı için (x) doğrultusu için **Çizelge 5.1**, (y) doğrultusu için de **Çizelge 5.2**'de verilen değerler kullanılmıştır.

TS-ZKE2 için SAP2000'de [36] yapılan artımsal itme analizi sonucunda (x) ve (y) doğrultularında taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmelerine bağlı statik itme eğrileri **Şekil 5.37**'de verilmiştir.



Şekil 5.37 : TS-ZKE2 (x) ve (y) ekseni için statik itme eğrisi.

TS-ZKE2 yapı modeline ilişkin spektral yerdeğiştirme ve spektral ivmeden oluşan kapasite spektrum eğrileri için (x) doğrultusunda **Çizelge 5.9** ve (y) doğrultusunda da **Çizelge 5.10**'da gösterilen dönüşüm hesapları uygulanmıştır.

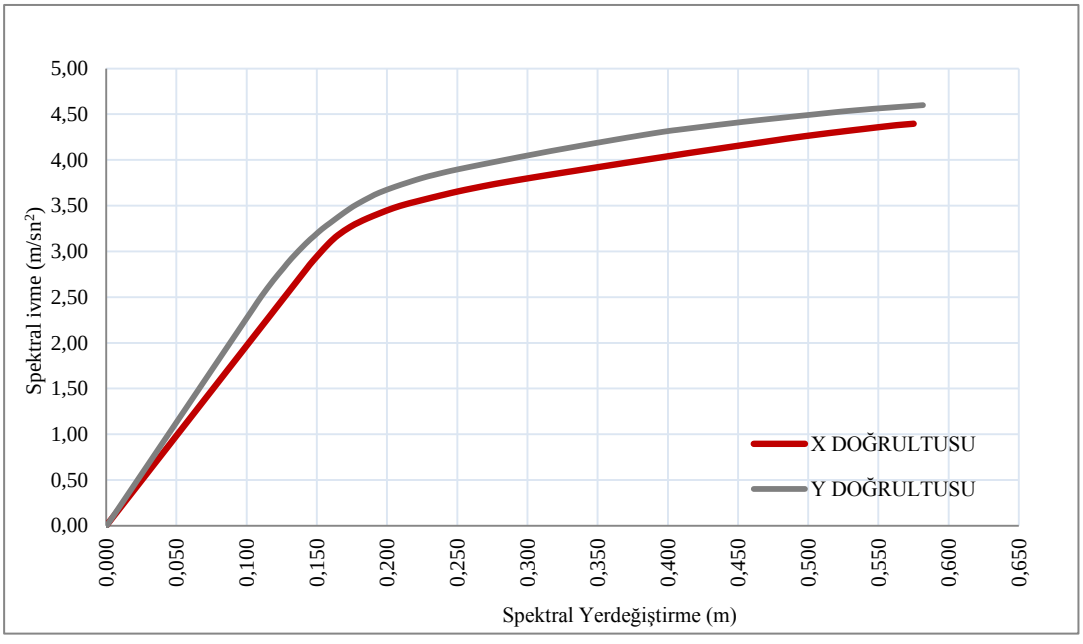
Çizelge 5.9 : TS-ZKE2 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x).

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0116	1,0000	0,046			4,003		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0102	0,8829	0,036			3,473		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0082	0,7033	0,023	0,117	1436,240	2,766	12,951	110,898
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0054	0,4678	0,010			1,846		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0025	0,2168	0,002			0,863		

Çizelge 5.10 : TS-ZKE2 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y).

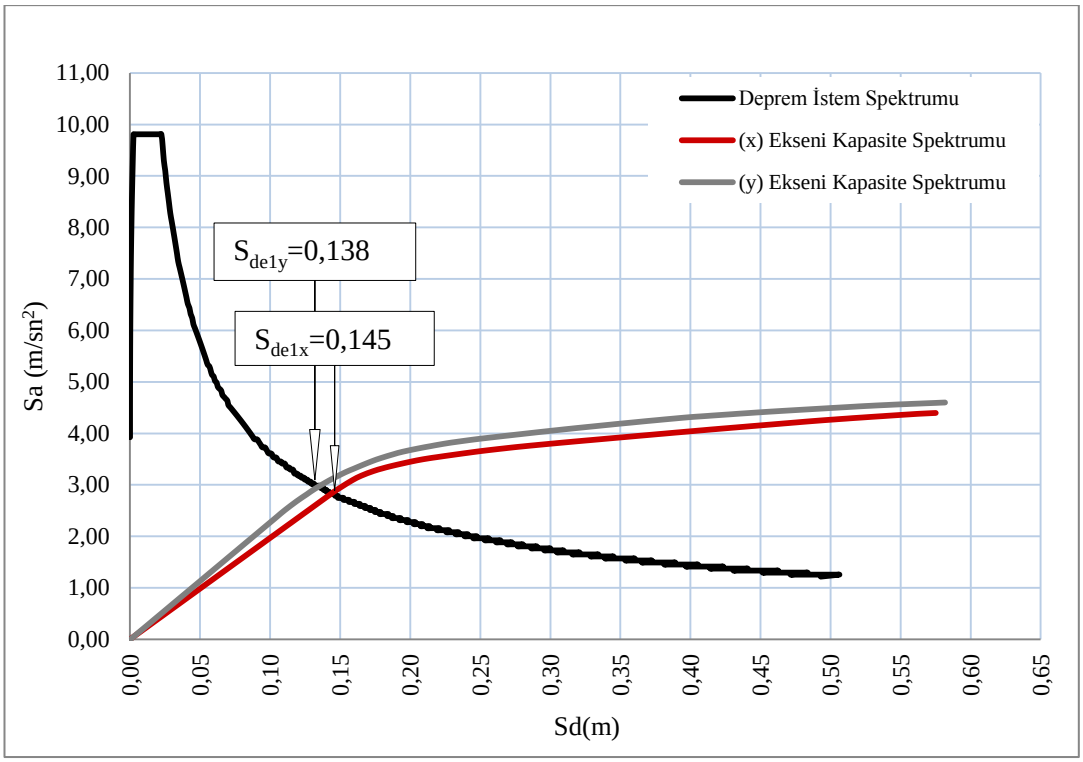
Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0114	1,0000	0,045			3,948		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0103	0,8974	0,036			3,481		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0083	0,7288	0,024	0,118	1463,697	2,827	13,159	111,232
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0057	0,4998	0,011			1,944		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0028	0,2443	0,003			0,959		

TS-ZKE2 yapı modeli için Bölüm 3, **(3.7)** ve **(3.8)** bağıntıları yardımıyla (x) ve (y) doğrultusunda elde edilen kapasite spektrum eğrileri **Şekil 5.38**'de görülmektedir.



Şekil 5.38 : TS-ZKE2 (x) ve (y) doğrultularına göre kapasite spektrum eğrisi.

Şekil 5.39'da bu sistemde (x) ve (y) doğrultuları için kapasite spektrum eğrilerine ilişkin başlangıç teğeti, kapasite spektrumu ile çakıştırılarak performans noktası belirlenmiştir.



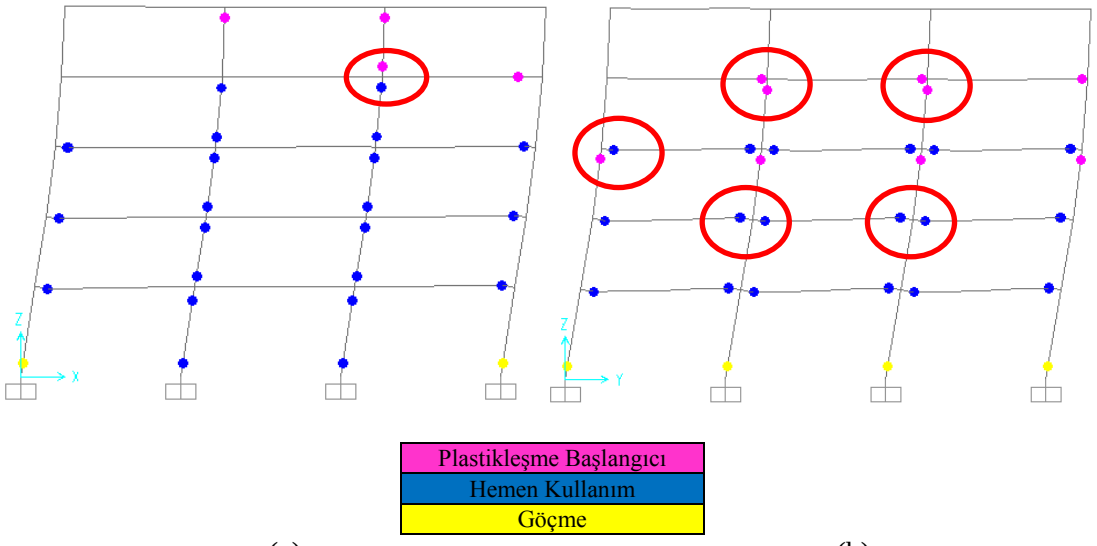
Şekil 5.39 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi.

$d_1^{(p)}$, birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme istemlerine, **(3.13)**, **(3.14)** ve **(3.15)** bağıntıları aracılığı ile ters dönüşüm uygulanır ve (x) ve (y) deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi, $u_{xN1}^{(p)}$ **(3.19)** bağıntısı ile elde edilir.

Çizelge 5.11 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ 'in hesaplanması.

Parametreler	(x) yönü	(y) yönü
C_{R1}	1	1
S_{di1} - (m)	0,145	0,138
$d_1^{(p)}$ - (m)	0,145	0,138
Γ_{x1} - (1/m)	110,898	111,232
Φ_{xN1} - (m)	0,01160	0,01144
$u_{xN1}^{(p)}$ - (m)	0,1872	0,1755

TS-1'e ile bir karşılaştırma yapıldığında, $u_{xN1}^{(p)}$ binanın performans noktasının (x) doğrultusunda % 1,31'lik sapma gözlemlenirken, (y) doğrultusunda % 7,51 oranında tepe yerdeğiştirmesi isteminin artmış olduğu hesaplanmıştır.



(a) (b)

Şekil 5.40 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

Şekil 5.40'da TS-ZKE2 yapı modelinin itme hesabının son adımında (x) ekseni ve (y) ekseni doğrultusunda oluşan plastik mafsallar görülmektedir. Aynı şekil üzerinde, TS-1'e göre farklı noktalarda oluşan plastik mafsallar kırmızı daireler içerisine alınanarak belirtilmiştir.

5.4.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi

SAP2000'de [36] TS-ZKE2 üzerinde DBYBHY-07'ye [20] göre yapılan itme analizi sonucunda, kiriş ve kolonlarda oluşan plastik dönme istemleri FEMA 356, Tablo 5-6'da [23] verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak kesitin hasar durumu belirlenir. Bu tabloların kullanılması sırasında,

F_{ye} = 355 N/mm^2 = 51,49 Ksi alınmalıdır.

5.4.2.1 Kirişlerin hasar durumları

TS-ZKE2 taşıyıcı sistemin ilk üç kat ZKE'li kirişler için **Çizelge 3.4**'de belirlenen kabul kriter oranları kiriş yüksekliği (d)'ye bağlı olarak:

$d_{bHE400A}$ = 390 mm =15,354 inç

HK = 0,01096 rad CG = 0,03493 rad GÖ = 0,04539 rad

olmaktadır.

Dördüncü ve beşinci kat yalın kirişlere (HE 400A) ilişkin başlık genişliği-başlık kalınlığı oranının **Çizelge 3.4**'de belirtilen (a) ve (b) sınırları arasında kalmıştır. Bu

nedenle modelleme parametreleri ve kabul edilen kriterler, (c) sınır koşulunda belirtilen interpolasyon yöntemi ile belirlenmiştir.

$$\frac{52}{\sqrt{F_{ye}}} \leq \frac{b}{2t_f} \leq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{52}{\sqrt{51,488}} \leq \frac{300}{2x19} \leq \frac{65}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 7,25 \leq 7,89 \leq 9,06$$

Gövde yüksekliği-gövde kalınlığı oranı Çizelge 3.4'de kirişler için belirtilen (a) sınır şartını sağlamaktadır.

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{390}{11} \leq \frac{418}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 35,45 \geq 58,25$$

Kirişlerin FEMA 356 [23] uyarınca **(3.20)** ile hesaplanan akma dönmesi:

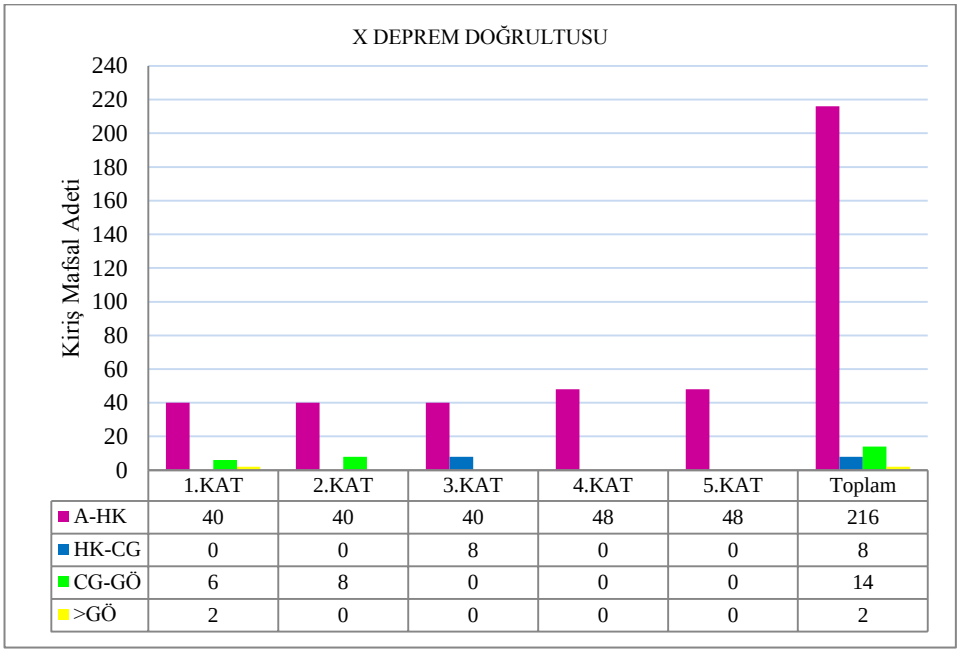
$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b} = \frac{2562x10^3x355x8000}{6x210000x45070x10^4} = 0,0128 \text{ rad}$$

Yukarıdaki koşullara bağlı olarak belirlenen oranlar,

HK = 0,73 θ_y CG = 4,57 θ_y GÖ = 6,21 θ_y

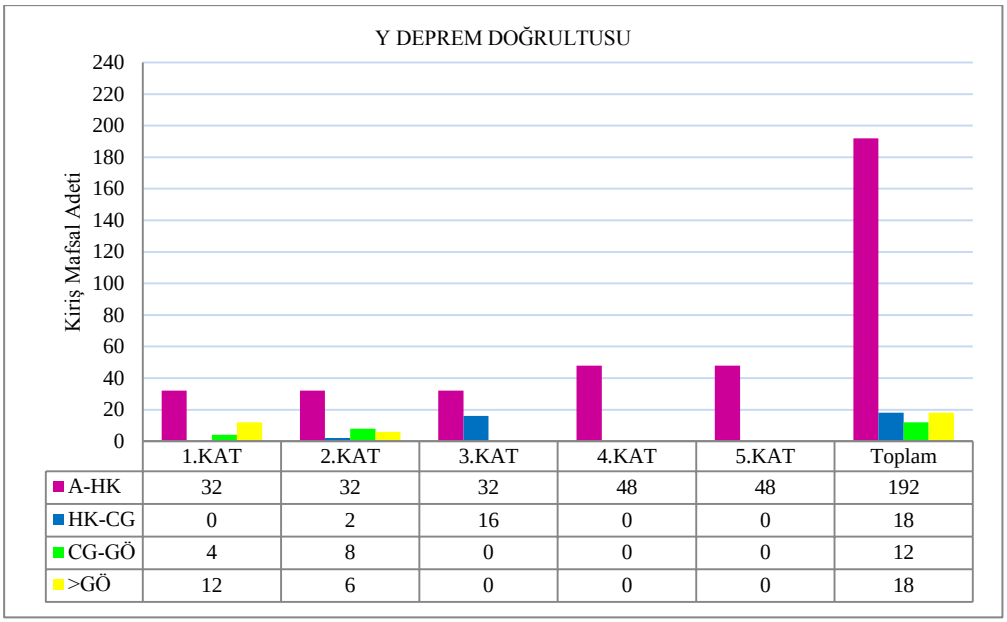
olmaktadır.

TS-ZKE2 için toplam 120 adet kirişin sağ ve sol ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.41** ve **Şekil 5.42**'de verilmiştir. Hesap tablosu **Çizelge B.5** ve **Çizelge B.6**'da verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	40	40	40	48	48	216
HK-CG	0	0	8	0	0	8
CG-GÖ	6	8	0	0	0	14
>GÖ	2	0	0	0	0	2

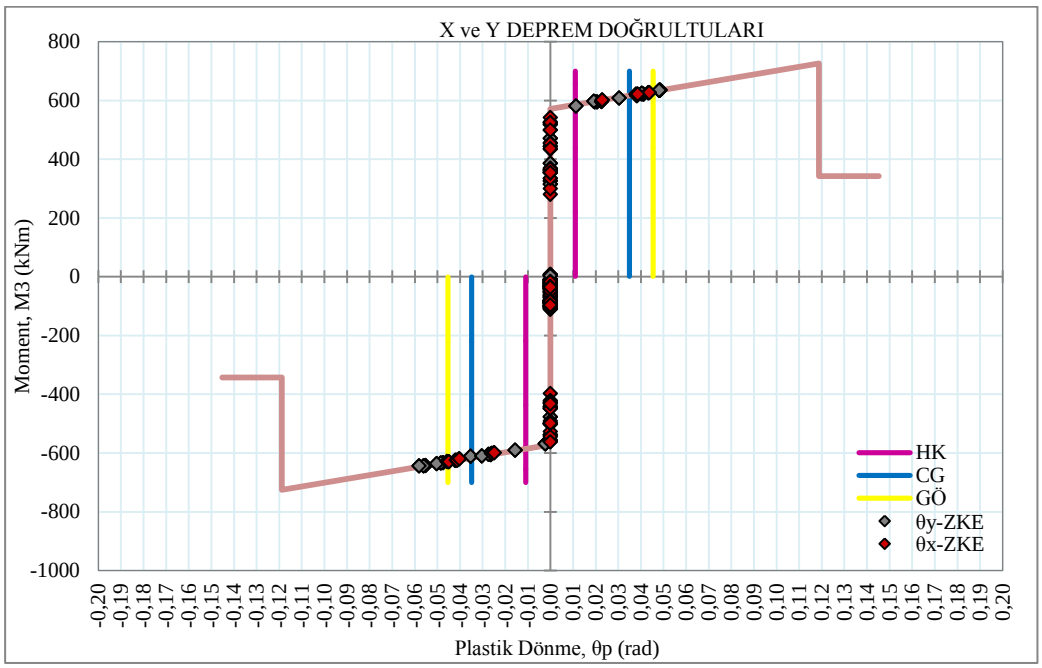
Şekil 5.41 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı.



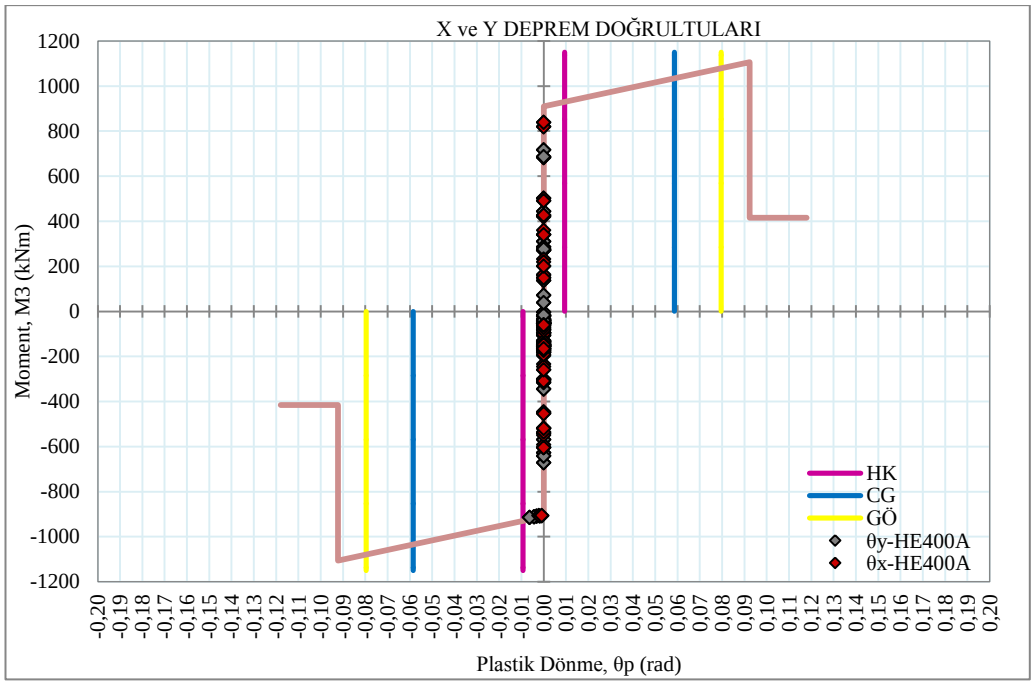
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	32	32	32	48	48	192
HK-CG	0	2	16	0	0	18
CG-GÖ	4	8	0	0	0	12
>GÖ	12	6	0	0	0	18

Şekil 5.42 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı.

TS-ZKE2 kirişlerinin ilk üç katı ZKE'li üst iki kat kirişleri yalın olması nedeniyle, kirişlerin hasar durumu ZKE'li ve yalın kiriş için farklılaşmaktadır. Bu durumda (x) ve (y) deprem doğrultusunda uygulanan itme analizlerine göre hasar durumu moment-plastik dönme karşılaştırma grafiği ZKE'li kiriş elemanları için **Şekil 5.43**'de, yalın kiriş (HE400A) elemanları için **Şekil 5.44**'de verilmiştir.

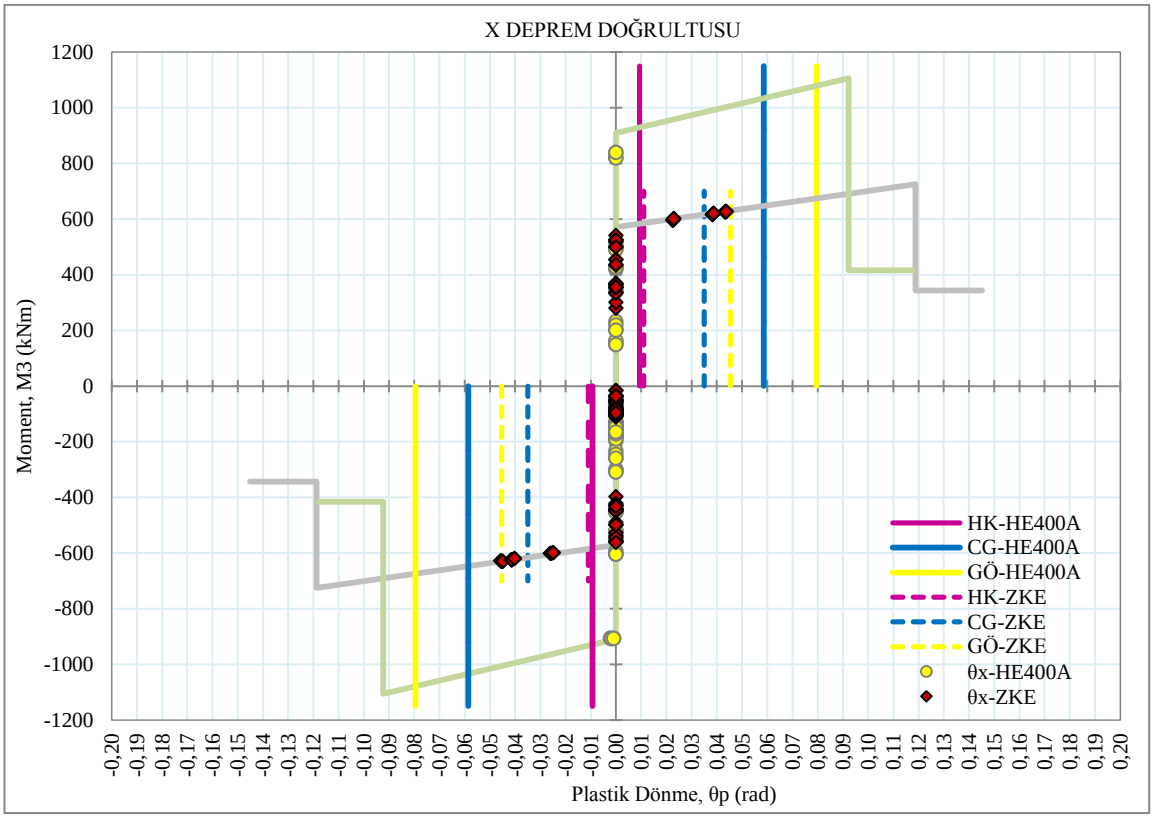


Şekil 5.43 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultularına göre ZKE'li kirişler için hasar durum grafiği.

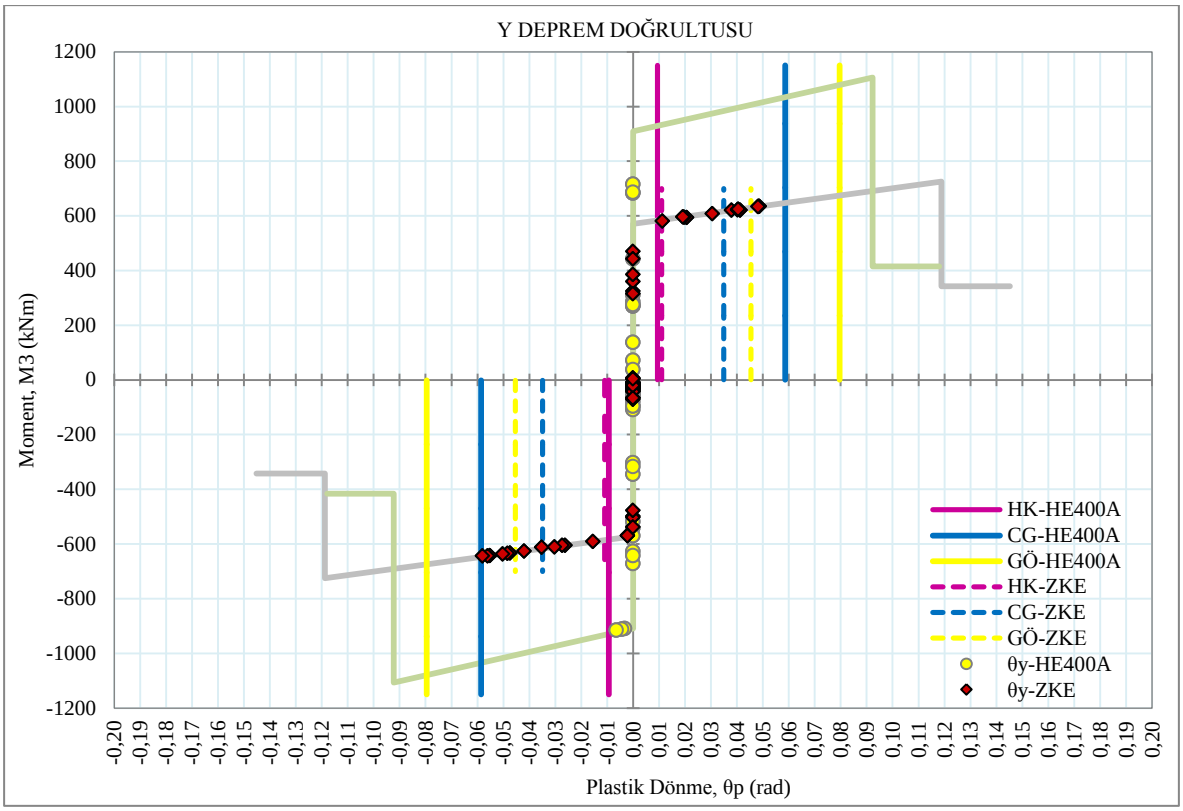


Şekil 5.44 : TS-ZKE2, (x) ve (y) doğrultularına göre yalın kirişler (HE400A) için hasar durum grafiği.

Şekil 5.45 ve **5.46**'da da moment-plastik dönme grafikleri üzerinde ZKE'li ve yalın kiriş karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 5.45 : TS-ZKE2, (x) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği.



Şekil 5.46 : TS-ZKE2, (y) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği.

5.4.2.2 Kolonların hasar durumları

Kolon başlık genişliği-kolon başlık kalınlığı oranı ve kolon kesit yüksekliği-kolon gövde genişliği oranlarına bağlı tasarım değerlerinin aynı kolona sahip TS-1 için daha önceden hesaplanması nedeniyle, yalnızca P değerine bağlı sınır değer belirlenecektir.

- TİP-1 (1. Kat ve 2. Kat kolonlar / HE 550 B) için **Çizelge 3.4**'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriter:

  $P_{ye} = AF_{ye} = 0{,}02541 \text{x} 355000 = 9020{,}55 \text{ kN}$

  $$\frac{P}{P_{ye}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1934{,}62}{9020{,}55} = 0{,}22 < 0{,}20$$

  P/P_{ye} oranı, maksimum eksenel kuvvet etkisinde kalan kolona göre belirlenmiştir. Hesaplanan oranın 0,20 sınır koşuluna çok yakın çıkması nedeniyle, TİP-1 kolonlar için (a) sınır koşulu oranları dikkate alınmıştır. TİP-1 kolon hasar seviye sınırları:

  HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

olmaktadır.

- TİP-2 (3. Kat, 4.Kat ve 5. Kat kolonlar / HE 500 B) için Çizelge 3.4'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriterler:

$$P_{CL} = AF_{ye} = 0{,}02386x355000 = 8470{,}30 \text{ kN}$$

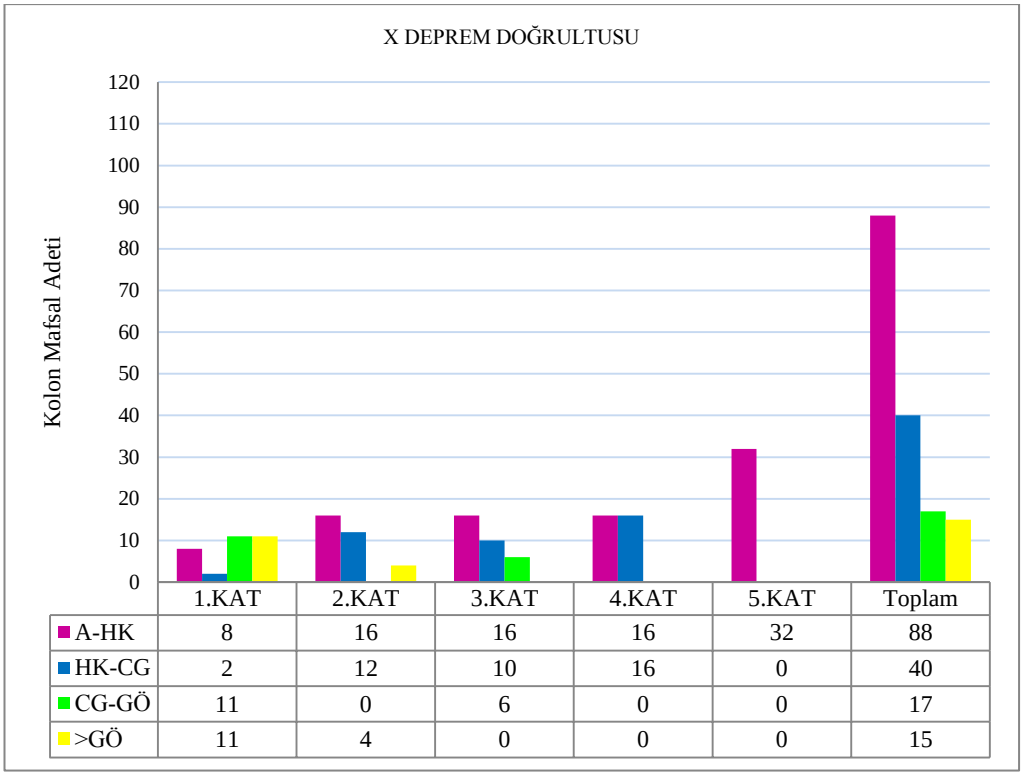
$$\frac{P}{P_{CL}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1128{,}12}{8470{,}30} = 0{,}13 < 0{,}20$$

(a) sınır koşullarına bağlı olarak belirlenen oranlar

$HK = 1\theta_y$ $CG = 6\theta_y$ $GÖ = 8\theta_y$

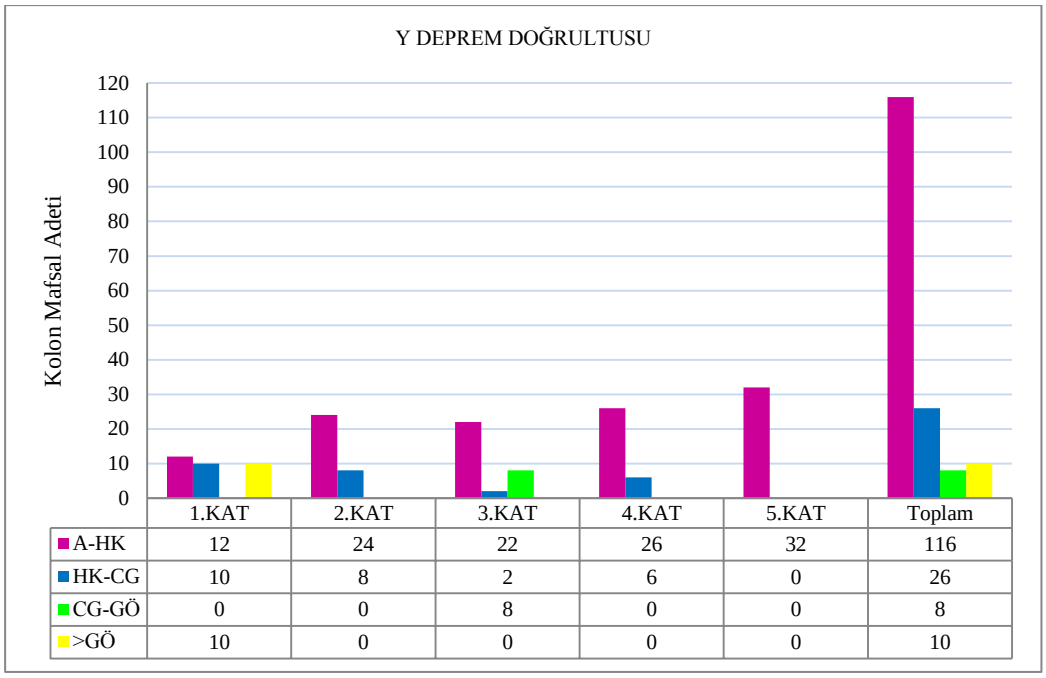
olmaktadır. Kolonların FEMA 356 uyarınca **(3.21)** bağıntısı ile hesaplanan akma dönmesi her bir kolon için **Çizelge C.5** ve **Çizelge C.6**'da ayrıntılı olarak verilmiştir.

TS-ZKE2 için toplam 80 adet kolonun alt ve üst ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.47** ve **Şekil 5.48**'de verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	8	16	16	16	32	88
HK-CG	2	12	10	16	0	40
CG-GÖ	11	0	6	0	0	17
>GÖ	11	4	0	0	0	15

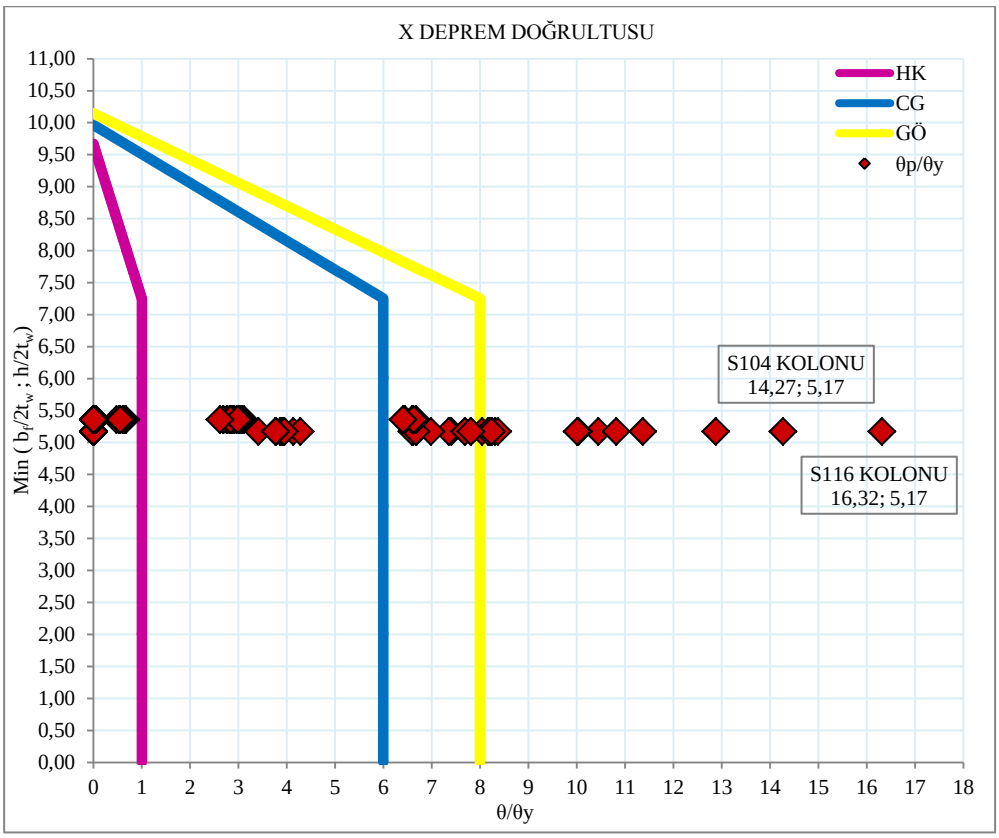
Şekil 5.47 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı.



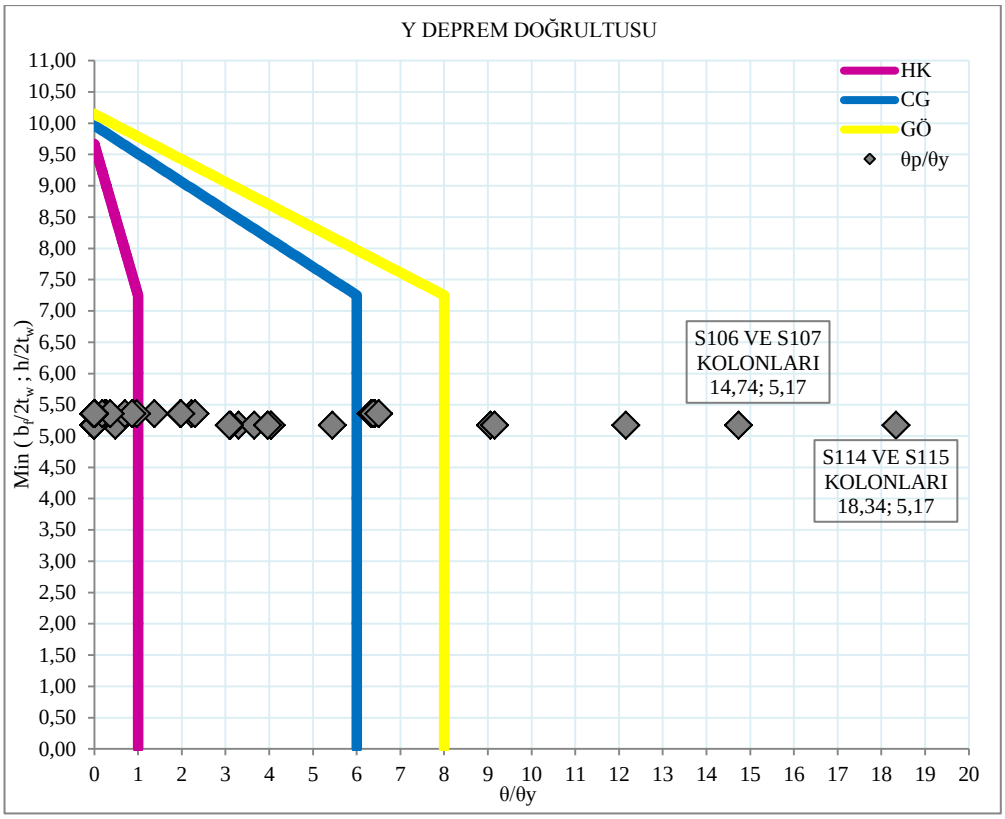
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	12	24	22	26	32	116
HK-CG	10	8	2	6	0	26
CG-GÖ	0	0	8	0	0	8
>GÖ	10	0	0	0	0	10

Şekil 5.48 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlara göre dağılımı.

TS-ZKE2 taşıyıcı sistemine ilişkin kolonların hasar durumu grafiği, (x) ve (y) deprem doğrultuları için **Şekil 5.49** ve **5.50**'de gösterilmiştir. Kolonların hasar durum çizelgeleri **Çizelge C.5** ve **Çizelge C.6**'da ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 5.49 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.



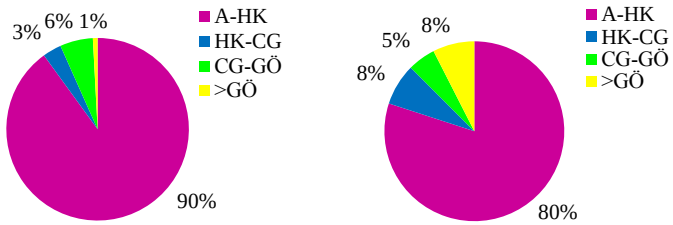
Şekil 5.50 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.

5.4.3 Sistemin Performansı

İlk üç kat kirişlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE2 taşıyıcı sisteminde (x) doğrultusunda, birinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %13'ü HK-CG, %4'ü göçme bölgesindedir. İkinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusunda, birinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %8'i CG-GÖ, %25'i de göçme bölgesindedir. İkinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %4'ü HK-CG, %17'ü CG-GÖ, %13'ü de göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %33'ü HK-CG düzeyleri arasında, dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kirişlerin hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.51**'de verilmiştir.



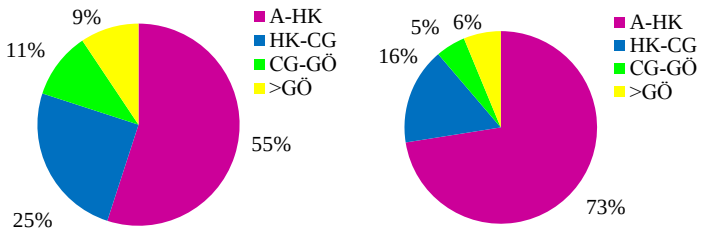
(a) (b)

Şekil 5.51 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

TS-ZKE2 taşıyıcı sisteminin (x) doğrultusunda, birinci kat kolonlarının %25'i A-HK, %6'sı HK-CG, %34'ü CG-GÖ, %34'ü göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %50'si A-HK, %38'i HK-CG, %13'ü göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %31'i HK-CG, %19'u CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %50'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kolonların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusunda ise birinci kat kolonlarının %38'i A-HK, %31'i HK-CG, %31'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %75'i A-HK, %25'i HK-CG, üçüncü kat kolonlarının ise %69'u A-HK, %6'sı HK-CG, %25'i da CG-GÖ performans aralığındadır. Dördüncü kat kolonlarının %81'i A-HK, %19'u HK-CG aralığında, beşinci kat kolonlarının da tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kolonların hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.52**'de verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5.52 : TS-ZKE2 itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

5.4.4 Genel Değerlendirme

TS-ZKE2 taşıyıcı sistemine ilişkin olarak elde edilen (x) ve (y) doğrultularındaki kapasite spektrumu ile elastik istem spektrumu kesiştirilmesi grafiğinden (**Şekil 5.39**) görüldüğü üzere, davranış TS-1 taşıyıcı sistemi davranışına benzer niteliktedir. İlk üç

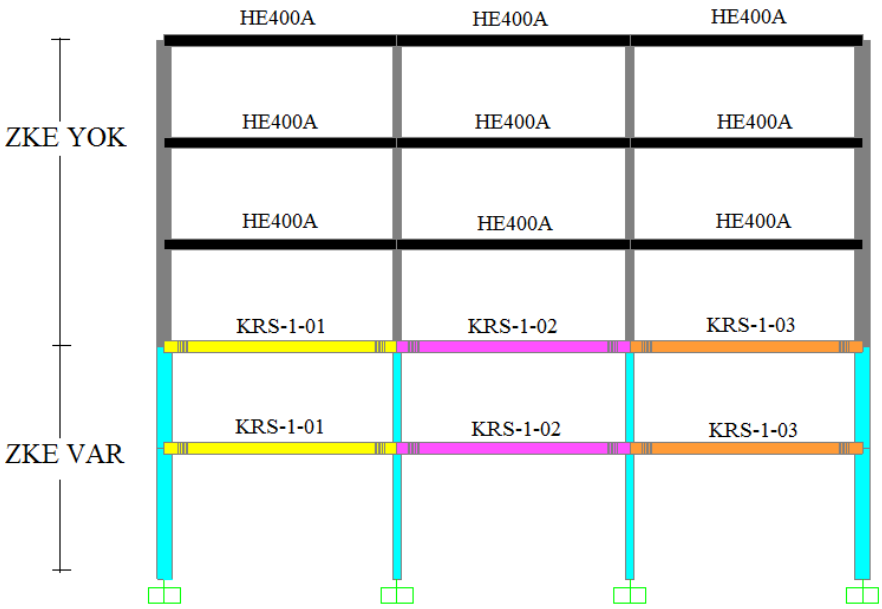
kat kiriş-kolon birleşimlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE2 sisteminin davranışı doğrusal elastik davranış sınırları içerisinde kalmaktadır.

TS-ZKE2 taşıyıcı sistemindeki ZKE'li kirişlerin hasar durumları için **Şekil 5.43**'de (x) doğrultusunda itme analizi sonucunda nadirde olsa plastik dönme değerlerinin GÖ sınırını geçtiği, (y) doğrultusunda ise (x)'e göre 9 kat fazla sayıda mafsalın GÖ sınırını aştığı görülmektedir. **Şekil 5.44**'de yalın kirişlerin (HE400A) (x) ve (y) doğrultuları için moment-plastik dönme grafiğinde belirlenen sınır değerler incelendiğinde yalın kirişlerin HK sınır düzeyi öncesinde kaldığı görülmektedir. **Şekil 5.45** ve **5.46**'da ZKE'li ve yalın kirişlerin hasar durumları karşılaştırma grafikleri incelendiğinde ise 4. ve 5. katlarındaki yalın kirişlerin ZKE'li kirişlerin aksine daha yüksek momente karşılık düşük plastik dönme performans düzeyine sahip olduğu görülmektedir.

Kolon hasar durumları için **Şekil 5.49** ve **5.50**'de narinlik-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerlere göre, her iki yönde de maksimum plastik dönme değerlerinin 1. Kat köşe kolonlarında ve en büyük plastik dönme oranının (y) doğrultusunda oluştuğu görülmektedir.

5.5 TS-ZKE3 İçin Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi

İlk iki kat kirişleri ZKE'li seçilen TS-ZKE3 taşıyıcı sistemin performansı artımsal eşdeğer deprem yükü ile belirlenmiştir (**Şekil 5.53**).



Şekil 5.53 : TS-ZKE3 yapı modelinin görünüşü.

SAP2000 bilgisayar modeli üzerinden sistemin periyodu ve kütle katılım oranları:

$T_{1,x}$=1,42 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

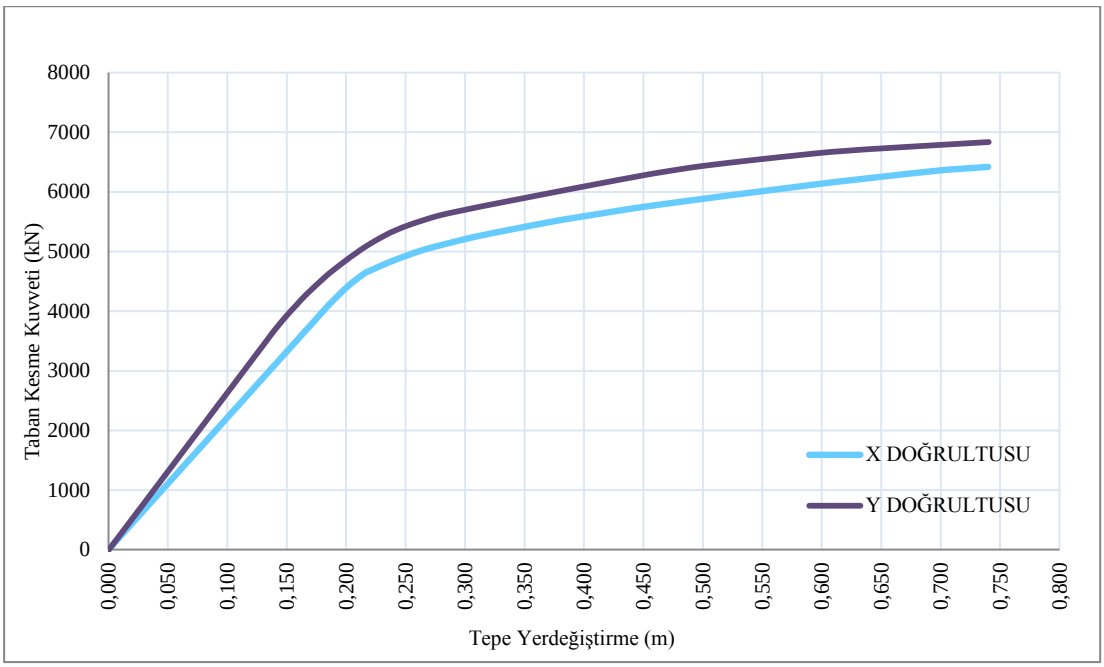
$T_{1,y}$=1,34 sn → Kütle Katılım Oranı: %84

olarak hesaplanmıştır.

5.5.1 Deprem performans noktasının bulunması

TS-1 yapı modelinin yalnızca ilk iki kat kirişlerinin başlıklarında yapılan kesit azaltması nedeniyle yapı kütlesinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Ek olarak, her iki asal doğrultuda birinci mod yapı periyotları TS-1 ile benzerlik göstermekte olup beklendiği üzere çok küçük artış olmuştur. Bu nedenle, eşdeğer deprem yükü dağılımı için (x) doğrultusu için **Çizelge 5.1**, (y) doğrultusu için de **Çizelge 5.2**'de verilen değerler kullanılmıştır.

TS-ZKE3 için SAP2000'de [36] yapılan artımsal itme analizi sonucunda (x) ve (y) doğrultularında taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmelerine bağlı statik itme eğrileri **Şekil 5.54**'de verilmiştir.



Şekil 5.54 : TS-ZKE3, (x) ve (y) ekseni için statik itme eğrisi.

TS-ZKE3 yapı modeline ilişkin spektral yerdeğiştirme ve spektral ivmeden oluşan kapasite spektrum eğrileri için (x) doğrultusunda **Çizelge 5.12** ve (y) doğrultusunda da **Çizelge 5.13**'de gösterilen dönüşüm hesapları uygulanmıştır.

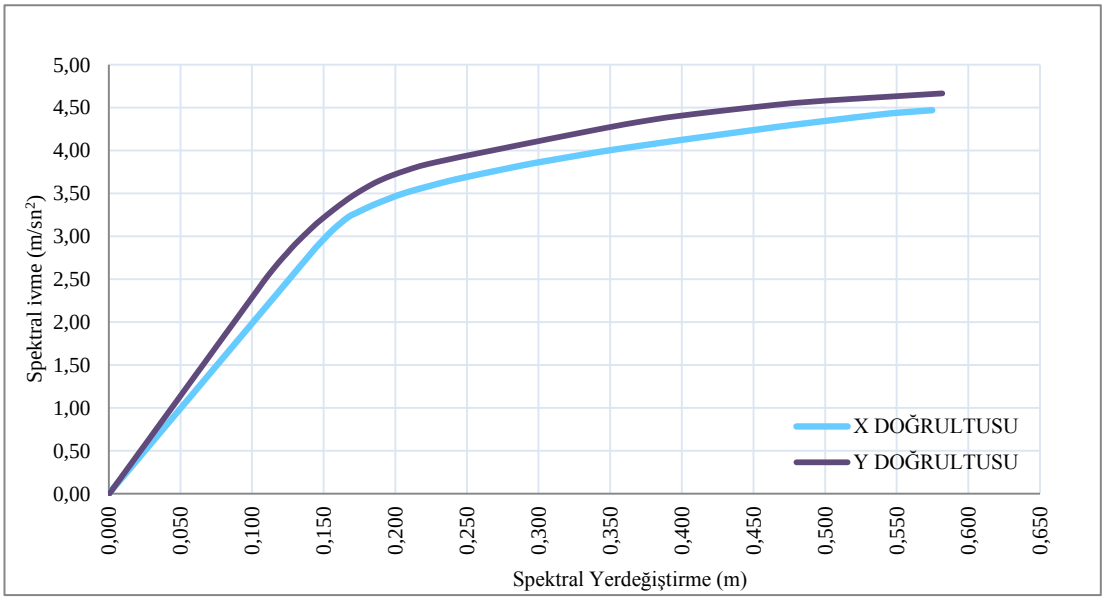
Çizelge 5.12 : TS-ZKE3 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (x).

Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0109	1,0000	0,041			3,751		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0096	0,8817	0,031			3,250		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0076	0,7026	0,020	0,102	1435,892	2,590	12,126	118,414
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0051	0,4678	0,009			1,729		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0024	0,2162	0,002			0,806		

Çizelge 5.13 : TS-ZKE3 için etkin kütle ve modal katkı çarpanı çizelgesi (y).

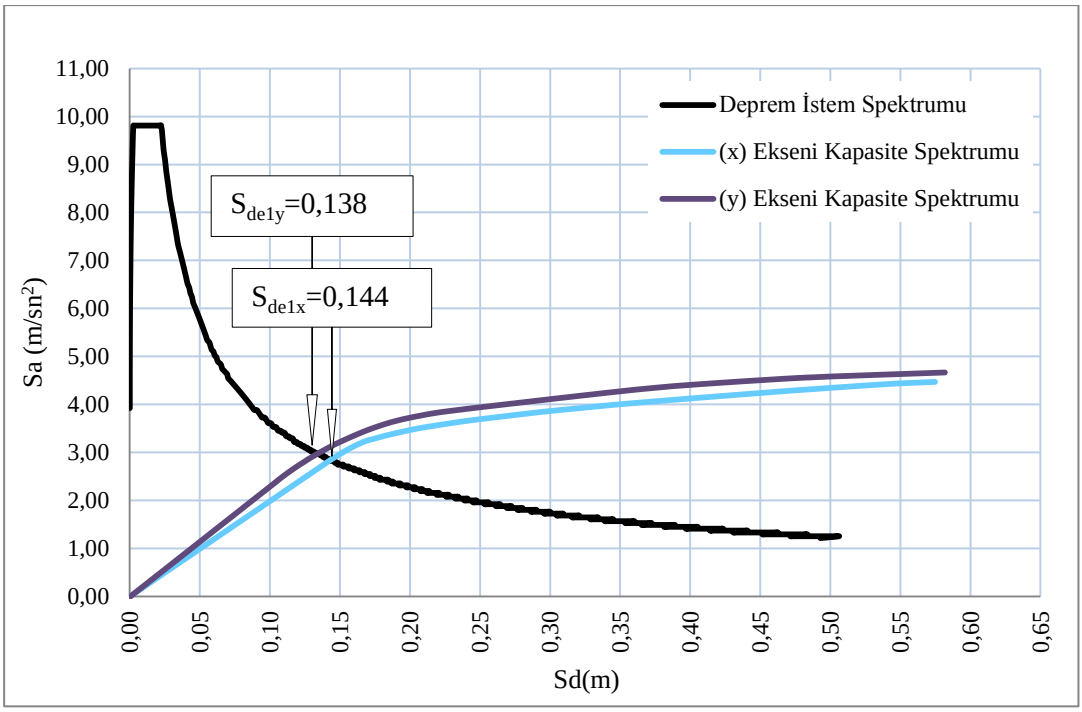
Kat No	Kümülatif Kat Ağırlığı (kN)	Kat Ağırlığı (kN)	Kat Kütlesi (kNs^2/m)	1. Mod Şekli Genlikleri (m)	1. Mod Şekli Genliği Oranı	$(3x4^2)$	M_1 (Top. 6) (kNs^2/m)	M_{x1} Top. ($10^2/7$) (kNs^2m)	L_{xi1} (3x4) (kNs^2)	L_{x1} (Top. 9) (kNs^2)	Γ_{x1} (10/7) (1/m)
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Kat	3385,21	3385,21	345	0,0118	1,0000	0,048			4,071		
4. Kat	6712,93	3327,72	339	0,0106	0,8969	0,038			3,588		
3. Kat	10040,65	3327,72	339	0,0086	0,7297	0,025	0,126	1464,890	2,919	13,582	107,855
2. Kat	13374,80	3334,15	340	0,0059	0,5016	0,012			2,012		
1. Kat	16740,02	3365,22	343	0,0029	0,2450	0,003			0,992		

TS-ZKE3 yapı modeli için Bölüm 3, **(3.7)** ve **(3.8)** bağıntıları yardımıyla (x) ve (y) doğrultusunda elde edilen kapasite spektrum eğrileri **Şekil 5.55**'de görülmektedir.



Şekil 5.55 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre kapasite spektrum eğrisi.

Şekil 5.56'da bu sistemde (x) ve (y) doğrultuları için kapasite spektrum eğrilerine ilişkin başlangıç teğeti, kapasite spektrumu ile çakıştırılarak performans noktası belirlenmiştir.



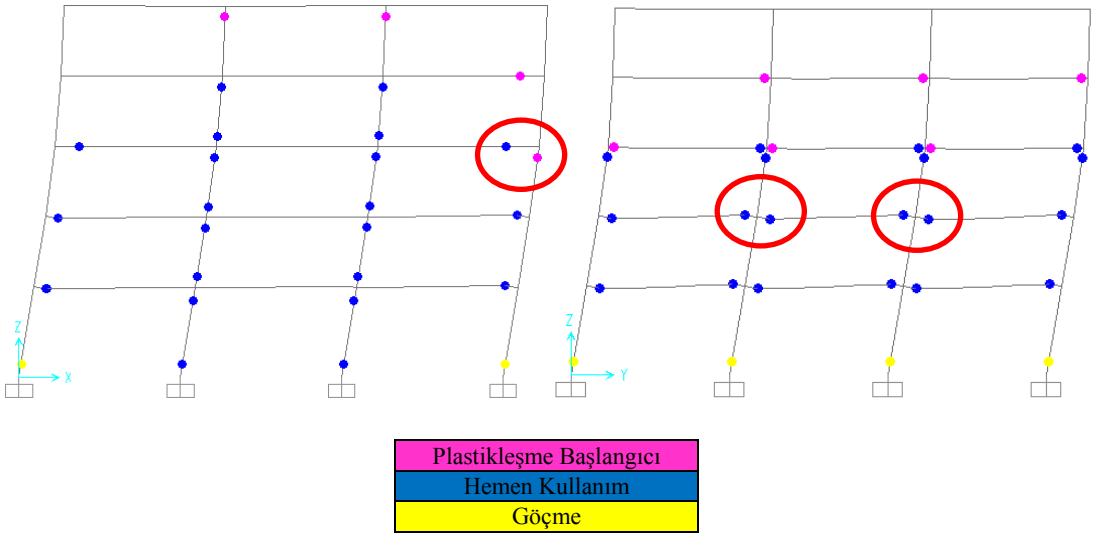
Şekil 5.56 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultuları için kapasite ve istem eğrilerinin kesiştirilmesi.

$d_1^{(p)}$, birinci moda ilişkin modal yerdeğiştirme istemlerine, **(3.13)**, **(3.14)** ve **(3.15)** bağıntıları aracılığı ile ters dönüşüm uygulanır ve (x) ve (y) deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi, $u_{xN1}^{(p)}$ **(3.19)** bağıntısı ile elde edilir.

Çizelge 5.14 : Tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ 'in hesaplanması.

Parametreler	(x) yönü	(y) yönü
C_{R1}	1	1
S_{di1} - (m)	0,144	0,138
$d_1^{(p)}$ - (m)	0,144	0,138
Γ_{x1} - (1/m)	118,414	107,855
Φ_{xN1} - (m)	0,01087	0,01180
$u_{xN1}^{(p)}$ - (m)	0,1850	0,1755

TS-1 ile bir karşılaştırma yapıldığında $u_{xN1}^{(p)}$ binanın performans noktasının (x) doğrultusunda % 0.12'lik bir sapma gözlemlenirken, (y) doğrultusunda % 7.50 oranında tepe yerdeğiştirmesi isteminin artmış olduğu hesaplanmıştır.



(a) (b)

Şekil 5.57 : TS-ZKE3 itme hesabı son adımında oluşan plastik mafsallar (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

Şekil 5.57'de TS-ZKE3 yapı modelinin itme hesabının son adımında tek bir aksa ilişkin (x) ekseni ve (y) ekseni doğrultusunda oluşan plastik mafsallar görülmektedir. Aynı şekil üzerinde, TS-1'e göre farklı noktalarda oluşan plastik mafsallar kırmızı daireler içerisine alınanarak belirtilmiştir.

5.5.2 FEMA 356'ya göre kiriş ve kolonlarda performans değerlendirmesi

SAP2000'de [36] TS-ZKE3 üzerinde DBYBHY-07'ye [20] göre yapılan itme analizi sonucunda, kiriş ve kolonlarda oluşan plastik dönme istemleri FEMA 356, Tablo 5-6'da [23] verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak kesitin hasar durumu belirlenir. Bu tabloların kullanılma sırasında

F_{ye} = 355 N/mm^2 = 51.49 Ksi alınmalıdır.

5.5.2.1 Kirişlerin hasar durumları

TS-ZKE3 taşıyıcı sistemin ilk iki kat ZKE'li kirişler için **Çizelge 3.4**'de belirlenen kabul kriter oranları kiriş yüksekliği (d)'ye bağlı olarak:

$d_{bHE400A}$ = 390 mm =15,354 inç

HK = 0,01096 rad CG = 0,03493 rad GÖ = 0,04539 rad

olmaktadır.

Üçüncü, dördüncü ve beşinci kat kirişleri (HE 400A) için **Çizelge 3.4**'den yararlanılan kabul edilen kriterler açısından irdelendiğinde başlık genişliği-başlık

kalınlığı oranının (a) ve (b) sınırları arasında kaldığı aşağıdaki denklemde belirtilmiştir. Bu nedenle modelleme parametreleri ve kabul edilen kriterler, (c) sınır şartında belirtildiği şekilde interpolasyon ile belirlenecektir.

$$\frac{52}{\sqrt{F_{ye}}} \leq \frac{b}{2t_f} \leq \frac{65}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{52}{\sqrt{51,488}} \leq \frac{300}{2x19} \leq \frac{65}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 7,25 \leq 7,89 \leq 9,06$$

Gövde yüksekliği-gövde kalınlığı oranı **Çizelge 3.4**'de kirişler için belirtilen (a) sınır şartını sağlamaktadır.

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_{ye}}} \rightarrow \frac{390}{11} \leq \frac{418}{\sqrt{51,488}} \rightarrow 35,45 \geq 58,25$$

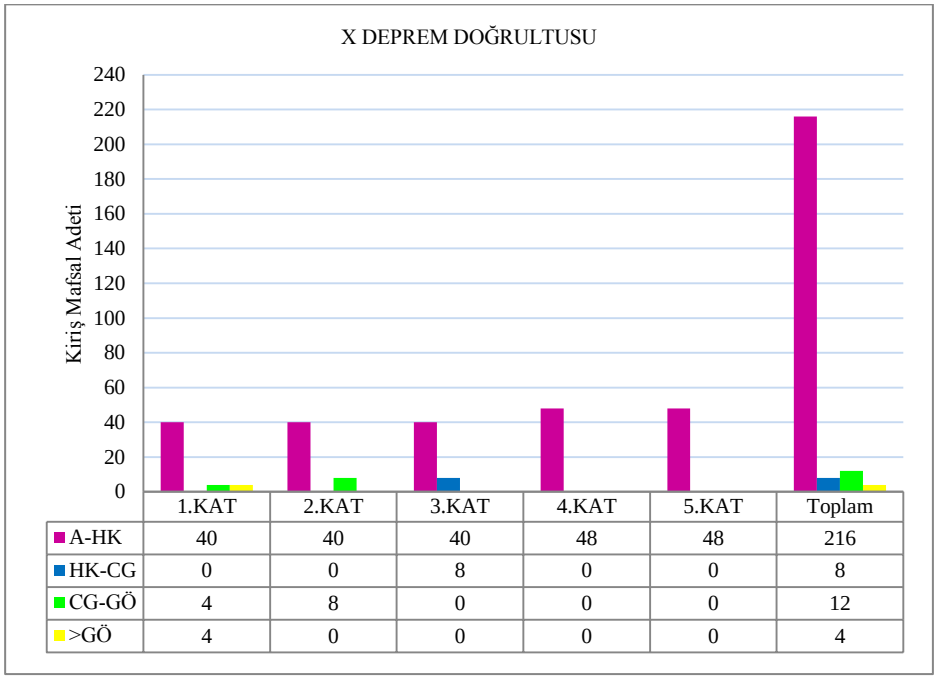
Kirişlerin FEMA 356 [23] uyarınca **(3.20)** ile hesaplanan akma dönmesi:

$$\theta_y = \frac{ZF_{ye}l_b}{6EI_b} = \frac{2562x10^3x355x8000}{6x210000x45070x10^4} = 0,0128 \text{ rad}$$

Yukarıdaki şartlara bağlı olarak belirlenen kabul kriter oranları aşağıda verilmiştir.

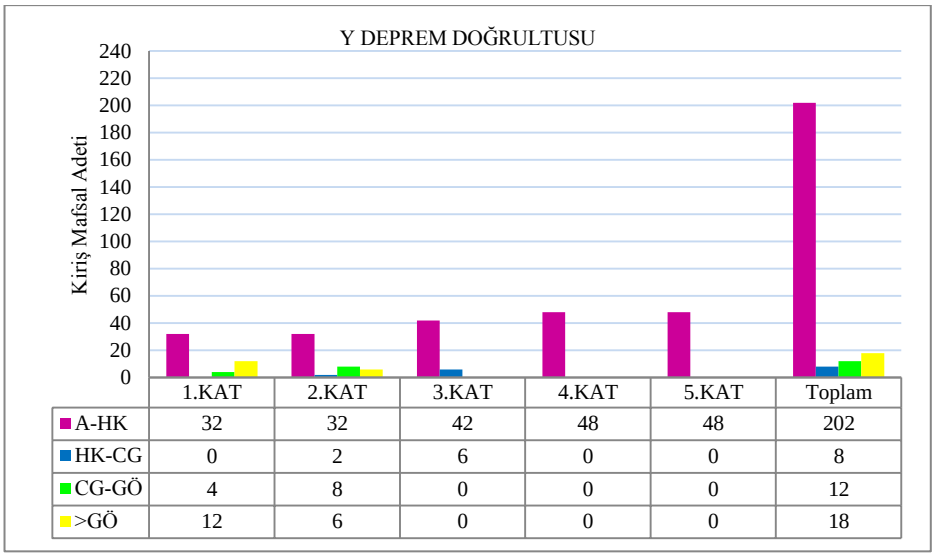
HK = 0,73 θ_y CG = 4,57 θ_y GÖ = 6,21 θ_y

TS-ZKE3 için toplam 120 adet kirişin sağ ve sol ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.58** ve **Şekil 5.59**'da verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	40	40	40	48	48	216
HK-CG	0	0	8	0	0	8
CG-GÖ	4	8	0	0	0	12
>GÖ	4	0	0	0	0	4

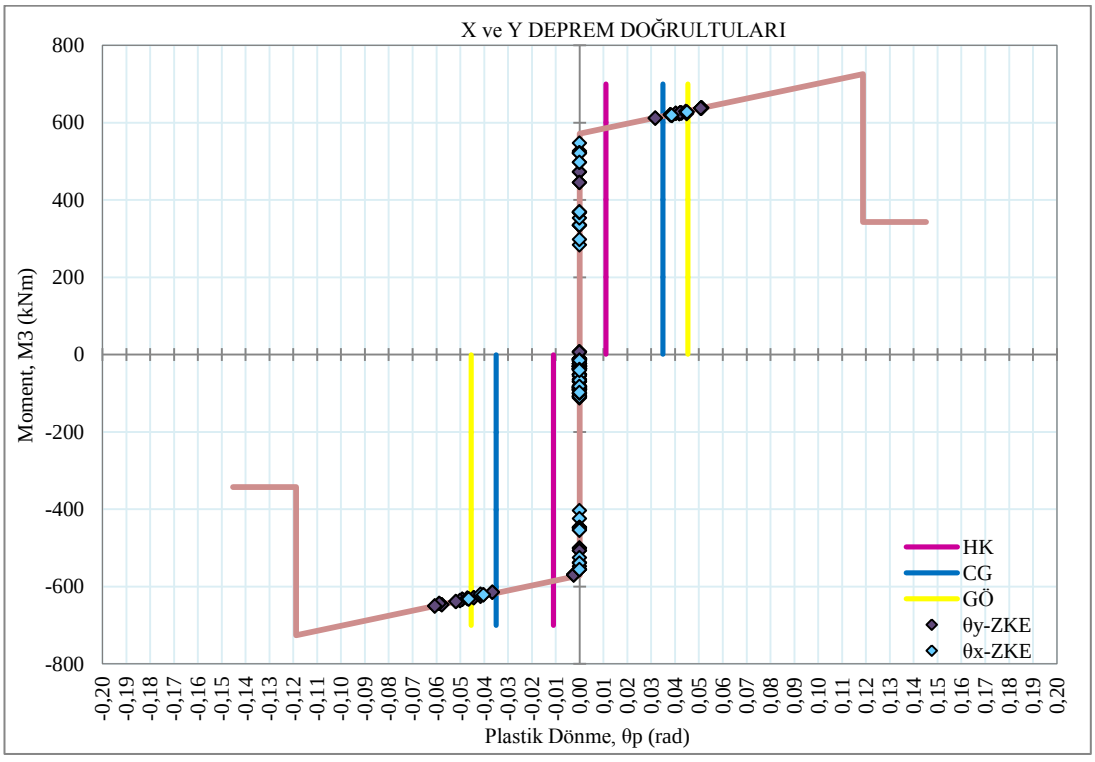
Şekil 5.58 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı.



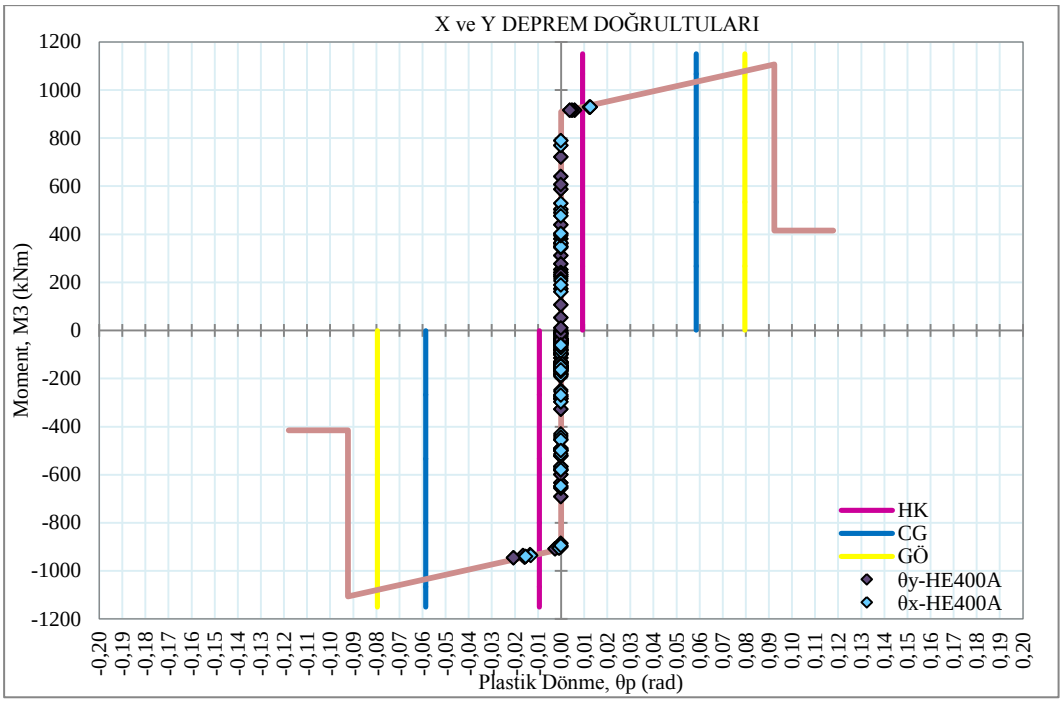
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	32	32	42	48	48	202
HK-CG	0	2	6	0	0	8
CG-GÖ	4	8	0	0	0	12
>GÖ	12	6	0	0	0	18

Şekil 5.59 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu için kiriş hasarlarının katlara göre dağılımı.

TS-ZKE3 ilk iki katı ZKE'li diğer katları yalın kiriş (HE400A)-kolon birleşimine sahip taşıyıcı sistemin, (x) ve (y) deprem doğrultusunda uygulanan itme analizleri için hasar durumu moment-plastik dönme karşılaştırma grafiği ZKE'li kiriş elemanları için **Şekil 5.60**'da, yalın kiriş (HE400A) elemanları için **Şekil 5.61**'de verilmiştir. Hesap adımları **Çizelge B.7** ve **Çizelge B.8**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

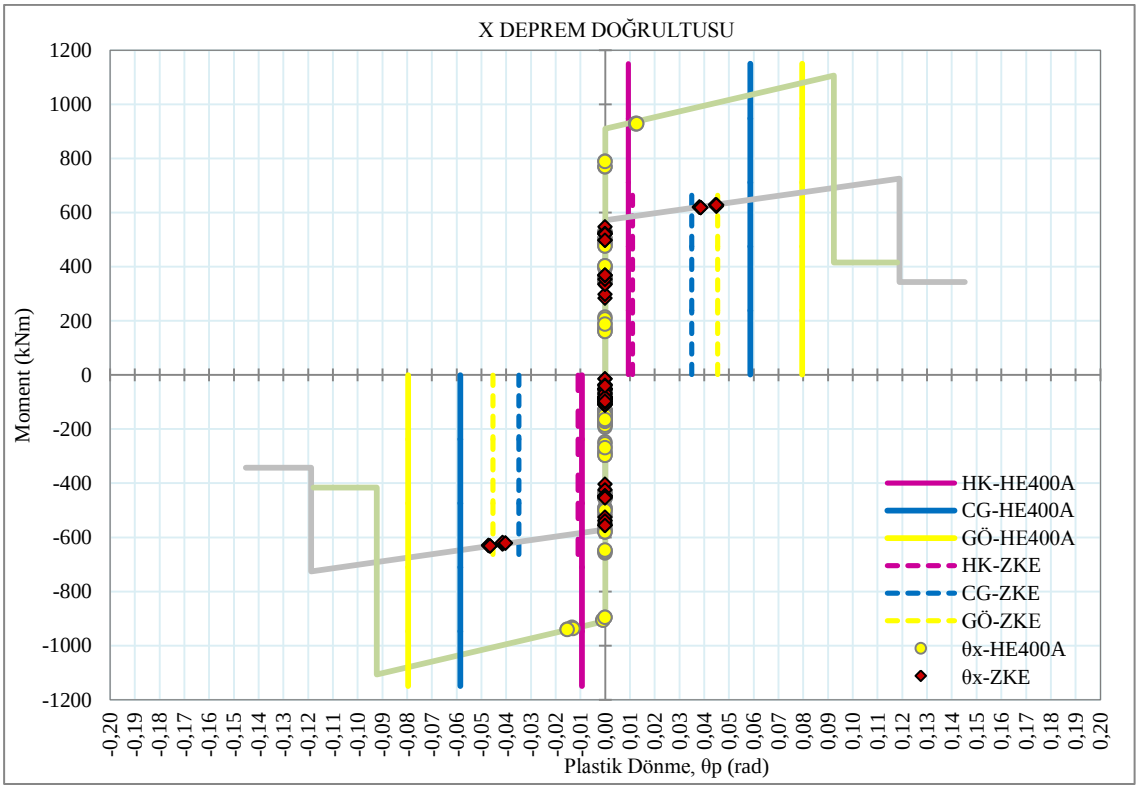


Şekil 5.60 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre ZKE'li kirişler için hasar durum grafiği.

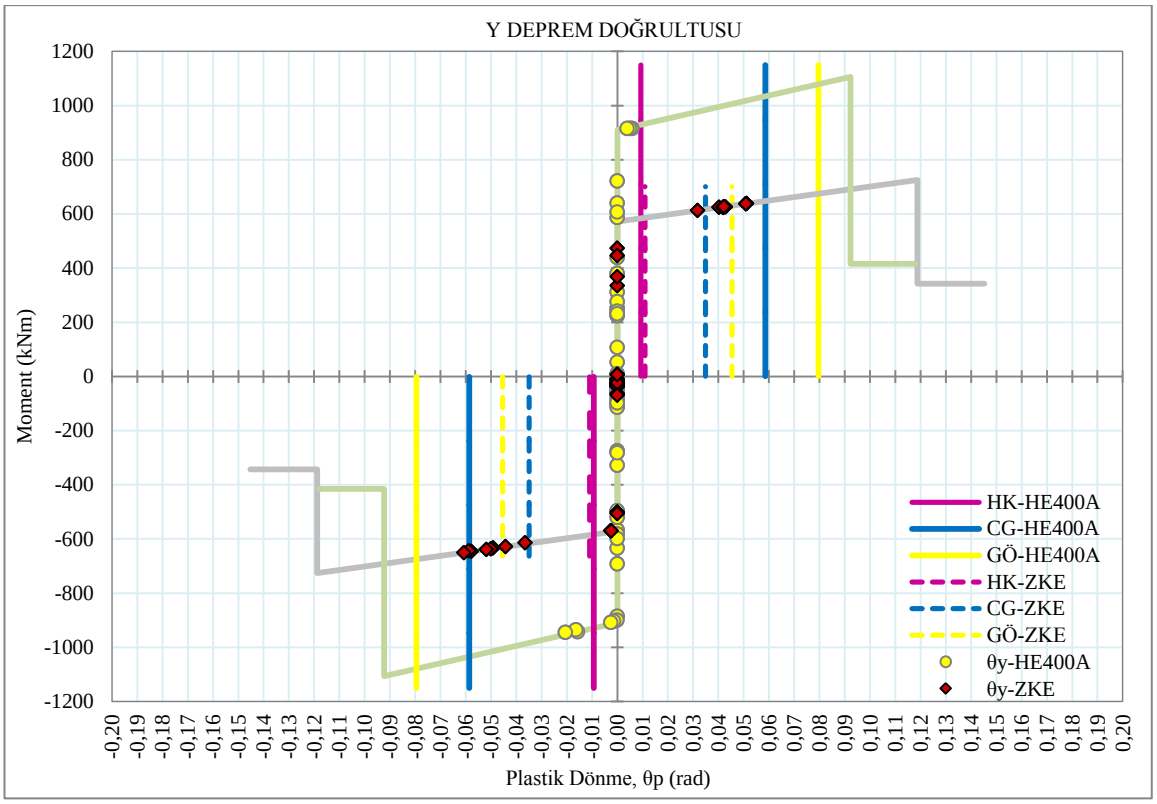


Şekil 5.61 : TS-ZKE3, (x) ve (y) doğrultularına göre yalın kirişler (HE400A) için hasar durum grafiği.

Şekil 5.62 ve **5.63**'de de moment-plastik dönme grafikleri üzerinde ZKE'li ve yalın kiriş karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 5.62 : TS-ZKE3 (x) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği.



Şekil 5.63 : TS-ZKE3 (y) doğrultusuna göre ZKE'li ve yalın kirişler (HE400A) için hasar durumu karşılaştırma grafiği.

5.5.2.2 Kolonların hasar durumları

Kolon başlık genişliği-kolon başlık kalınlığı oranı ve kolon kesit yüksekliği-kolon gövde genişliği oranlarına bağlı kriter değerleri TS-1 taşıyıcı sistem için daha önceden hesaplanması nedeniyle, yalnızca P değerine bağlı sınır değer belirlenecektir.

- TİP-1 (1. Kat ve 2. Kat kolonlar / HE 550 B) için **Çizelge 3.4**'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriter:

  $P_{ye} = AF_{ye} = 0{,}02541 \text{x} 355000 = 9020{,}55 \text{ kN}$

  $$\frac{P}{P_{ye}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1983{,}25}{9020{,}55} = 0{,}22 > 0{,}20$$

  P/P_{ye} oranı, maksimum eksenel kuvvet etkisi altında kolona göre belirlenmiştir. Hesaplanan oranın 0,20 sınır koşuluna çok yakın çıkması nedeniyle, TİP-1 kolonlar için (a) sınır koşulu oranları dikkate alınmıştır. TİP-1 kolon hasar seviye sınırları:

  HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

olmaktadır.

- TİP-2 (3. Kat, 4.Kat ve 5. Kat kolonlar / HE 500 B) için Çizelge 3.4'den yararlanılan P değerine bağlı kabul edilen kriterler:

$$P_{CL} = AF_{ye} = 0{,}02386x355000 = 8470{,}30 \text{ kN}$$

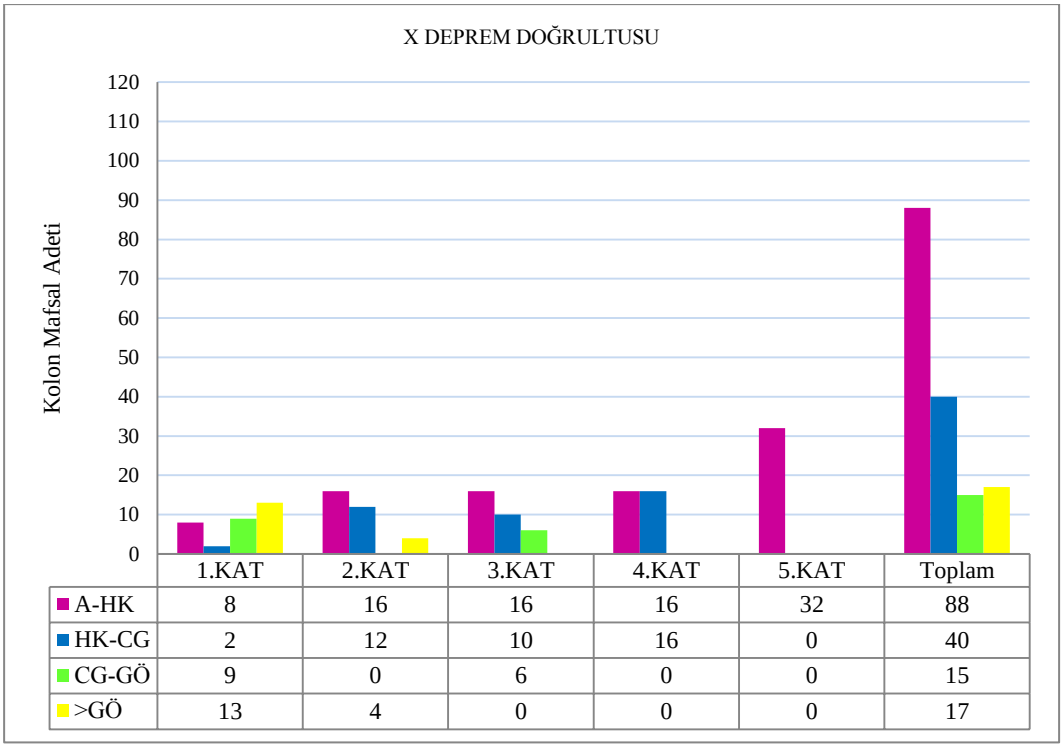
$$\frac{P}{P_{CL}} < 0{,}20 \rightarrow \frac{1176{,}00}{8470{,}30} = 0{,}14 < 0{,}20$$

(a) sınır koşullarına bağlı olarak belirlenen kabul kriter oranları

HK = $1\theta_y$ CG = $6\theta_y$ GÖ = $8\theta_y$

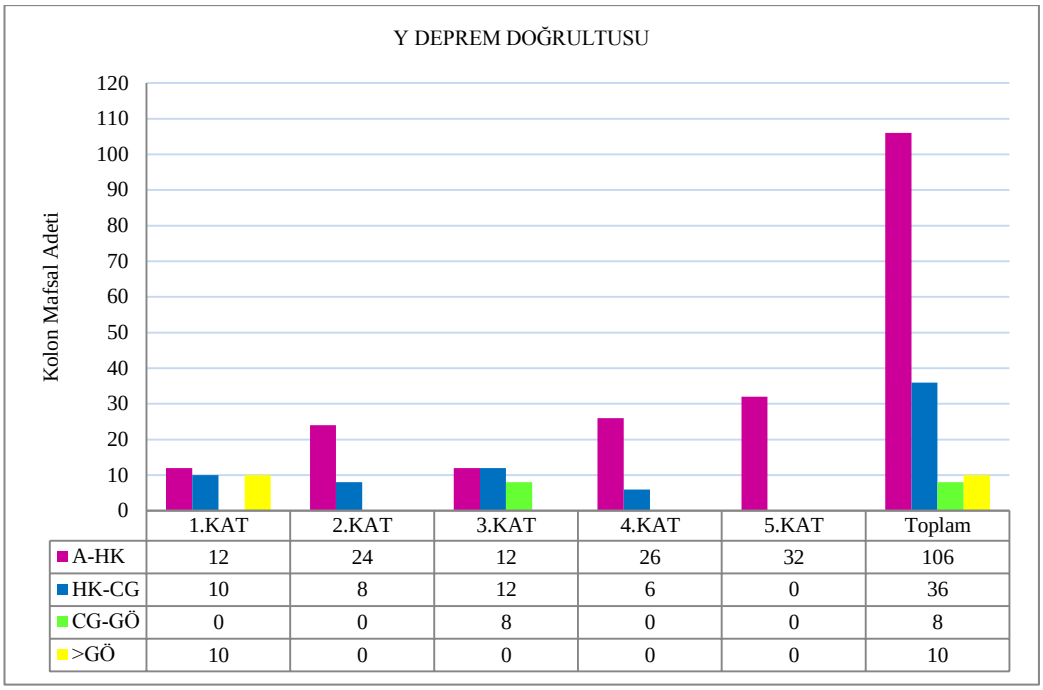
olmaktadır. Kolonların FEMA 356'ya uyarınca **(3.21)** ile hesaplanan akma dönmesi her bir kolon için **Çizelge C.7** ve **Çizelge C.8**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

TS-ZKE3 için toplam 80 adet kolonun alt ve üst ucuna atanan plastik mafsalların FEMA 356'da [23] tanımlanan hasar düzeylerine göre (x) ve (y) deprem doğrultularına göre katlardaki dağılım oranları **Şekil 5.64** ve **Şekil 5.65**'de verilmiştir.



	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	8	16	16	16	32	88
HK-CG	2	12	10	16	0	40
CG-GÖ	9	0	6	0	0	15
>GÖ	13	4	0	0	0	17

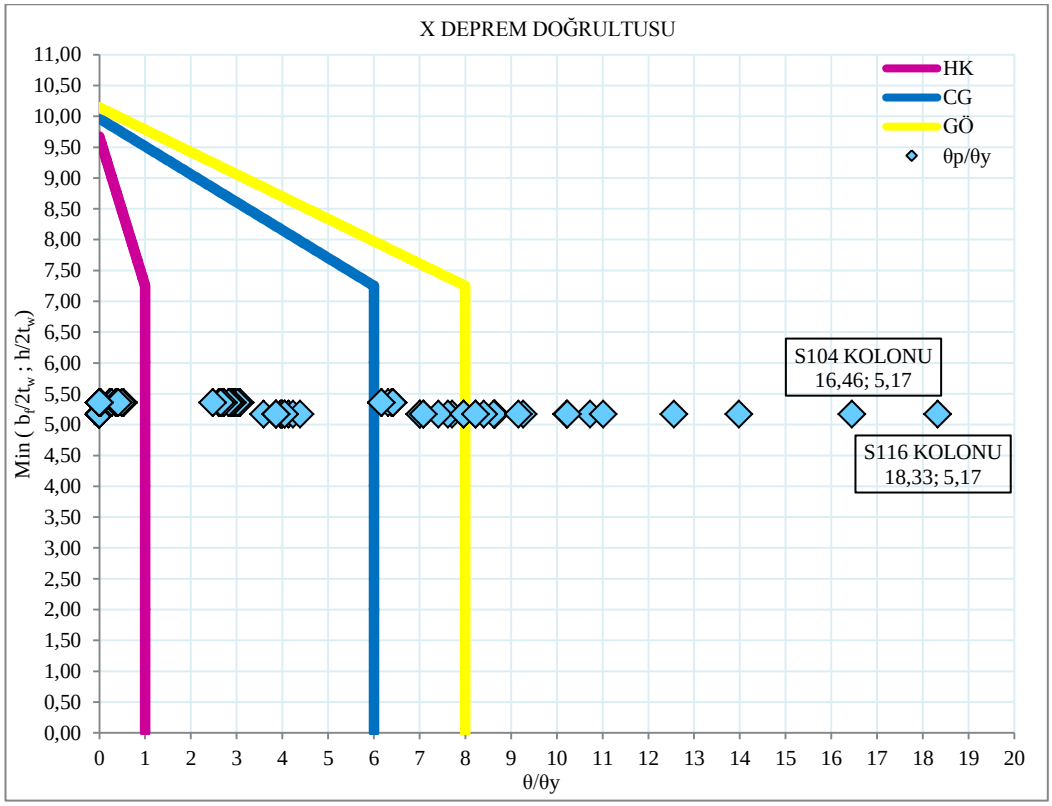
Şekil 5.64 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki dağılımı.



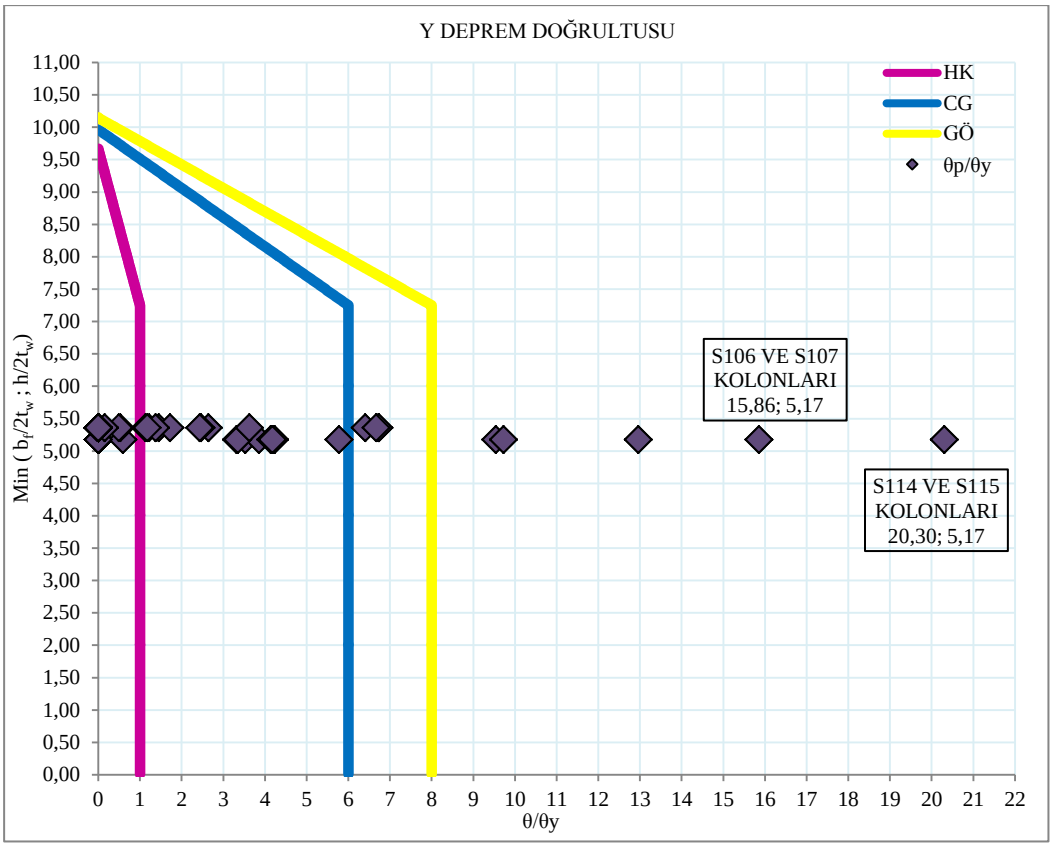
	1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT	5.KAT	Toplam
A-HK	12	24	12	26	32	106
HK-CG	10	8	12	6	0	36
CG-GÖ	0	0	8	0	0	8
>GÖ	10	0	0	0	0	10

Şekil 5.65 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu için kolon hasarlarının katlardaki dağılımı.

TS-ZKE3 taşıyıcı sistemine ilişkin kolonların hasar durumu grafiği, (x) ve (y) deprem doğrultuları için **Şekil 5.66** ve **5.67**'de gösterilmiştir. Kolonların hasar durum çizelgeleri **Çizelge C.7** ve **Çizelge C.8**'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 5.66 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.



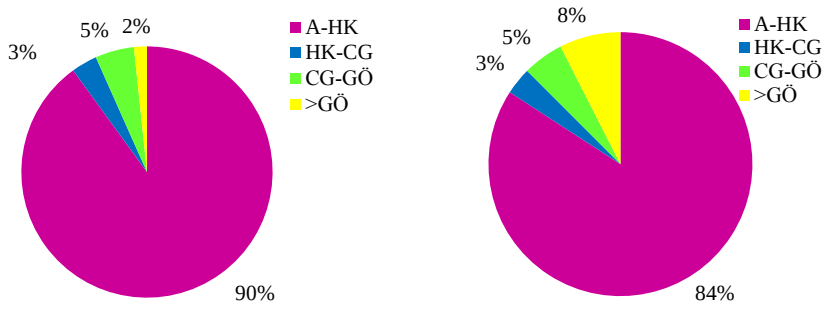
Şekil 5.67 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu için kolonların hasar durum grafiği.

5.5.3 Sistemin Performansı

İlk iki kat kirişlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE3 taşıyıcı sisteminde (x) doğrultusunda, birinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %8'i CG-GÖ, %8'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %83'ü A-HK, %17'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusunda, birinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %8'i CG-GÖ, %25'i de göçme bölgesindedir. İkinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların %67'si A-HK, %4'ü HK-CG, %17'si CG-GÖ, %13'ü de göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kirişlerinde oluşan mafsalların %87'i A-HK, %13'ü HK-CG performans aralığındadır. Dördüncü ve beşinci kat kirişlerinde oluşan mafsalların tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kirişlerin hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.68**'de verilmiştir.



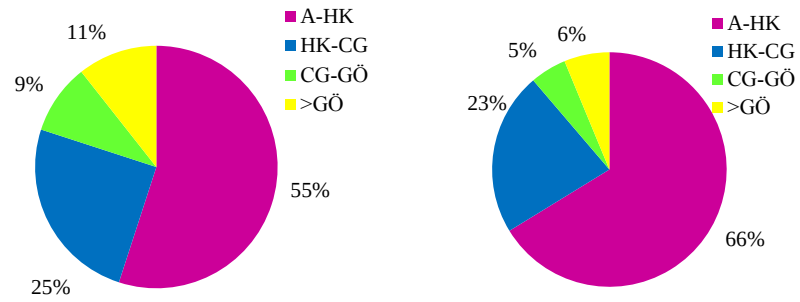
(a) (b)

Şekil 5.68 : TS-ZKE3 itme hesabı son adımında oluşan kirişlerin hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

TS-ZKE3 taşıyıcı sisteminin (x) doğrultusunda, birinci kat kolonlarının %25'i A-HK, %6'sı HK-CG, %28'i CGÖ, %41'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %50'si A-HK, %38'i HK-CG, %13'ü göçme bölgesindedir. Üçüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %31'si HK-CG, %19'u CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %50'si A-HK, %50'si HK-CG düzeyleri arasındadır. Beşinci kat kolonların tamamı HK öncesindedir.

(y) doğrultusunda ise birinci kat kolonlarının %38'i A-HK, %31'i HK-CG, %31'i göçme bölgesindedir. İkinci kat kolonlarının %75'i A-HK, %25'i HK-CG, üçüncü kat kolonlarının %38'i A-HK, %38'i HK-CG, %25'i de CG-GÖ düzeyleri arasındadır. Dördüncü kat kolonlarının %81'i A-HK, %19'u HK-CG performansı bölgesindedir. Beşinci kat kolonların tamamı HK öncesindedir.

FEMA 350'ye göre (x) ve (y) doğrultularında kolonların hasar düzeyi sonuçları grafik olarak **Şekil 5.69**'da verilmiştir.



(a) (b)

Şekil 5.69 : TS-ZKE3, itme hesabı son adımında oluşan kolonların hasar düzeyi (a) (x) ekseni doğrultusunda (b) (y) ekseni doğrultusunda.

5.5.4 Genel Değerlendirme

TS-ZKE3 taşıyıcı sistemine ilişkin olarak elde edilen (x) ve (y) doğrultularındaki kapasite spektrumu ile elastik istem spektrumu kesiştirilmesi grafiğinden (**Şekil 5.56**) görüldüğü üzere, davranış TS-1 taşıyıcı sistemin davranışına benzer niteliktedir. İlk iki kat birleşim kirişlerinin tamamı ZKE'li olan TS-ZKE3 sisteminin davranışı doğrusal elastik davranış sınırları içerisinde kalmaktadır [40].

TS-ZKE3 taşıyıcı sistemindeki ZKE'li kirişlerin hasar durumları için **Şekil 5.60**'da gösterildiği üzere (x) doğrultusundaki itme analizi sonucunda nadirde olsa plastik dönme değerlerinin GÖ sınırını geçtiği, (y) doğrultusunda ise (x)'e göre 9 kat fazla sayıda mafsalın GÖ sınırını aştığı görülmektedir. **Şekil 5.61**'de yalın kirişlerin (HE400A) (y) ve (x) deprem doğrultusuna göre moment-plastik dönme grafiğinde belirlenen sınır değerlere göre, TS-ZKE2 sisteminin aksine her iki doğrultuda da 3.Kat kirişlerin bazılarının HK-CG sınır düzeyi aralığında oluştuğu görülmektedir. **Şekil 5.62** ve **5.63**'de ZKE'li ve yalın kirişlerin hasar durumlarına ilişkin karşılaştırma grafiklerine göre, GÖ performans düzeyini yalnızca ZKE'li kiriş elemanların aştığı görülmektedir.

Kolon hasar durumları için **Şekil 5.66** ve **5.67**'de narinlik-plastik dönme grafiği üzerinde belirlenen sınır değerlere göre, her iki yönde de maksimum plastik dönme değerlerinin diğer sistemlerde olduğu gibi 1. Kat köşe kolonlarında ve en büyük plastik dönme oranının (y) doğrultusunda oluştuğu görülmektedir.

6. ZKE'SİZ VE ZKE'Lİ ÇELİK ÇERÇEVELERİN DEPREM PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

6.1 Genel

Seçilen moment aktaran çelik taşıyıcı sistem (TS-1), tüm katlarda uygulanan ZKE düzeni (TS-ZKE1), ilk üç katta uygulanan ZKE düzeni (TS-ZKE2) ve ilk iki katta uygulanan ZKE düzeni (TS-ZKE3) seçenekleri için ayrı hesaplanmış, sistemlerin hasar düzeyleri ve statik itme eğrileri artımsal itme yöntemi ile elde edilmiştir.

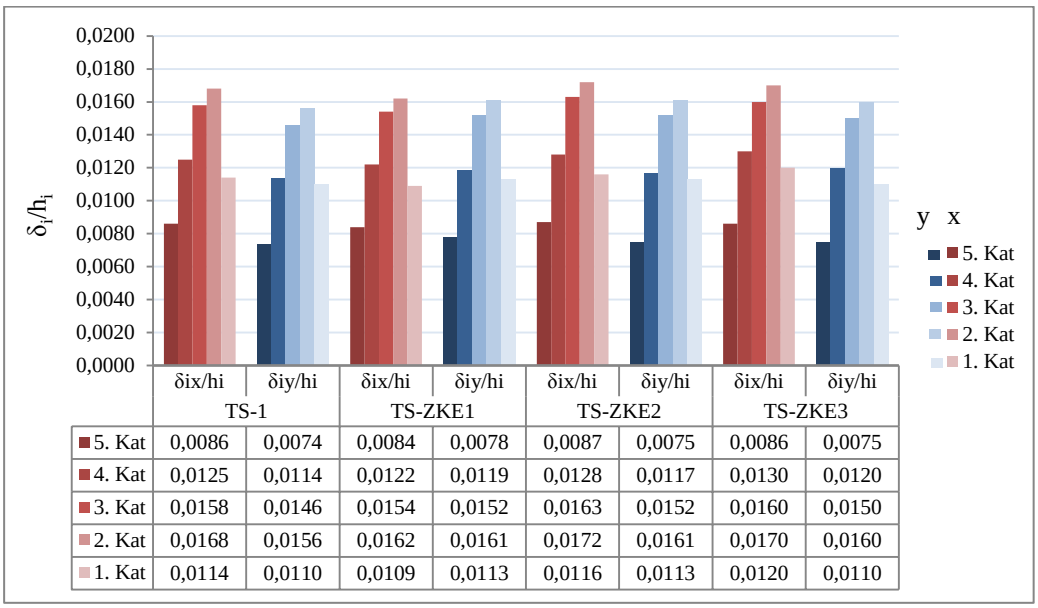
Her iki ortogonal doğrultuda üçer açıklıklı olan (8m-8m-8m) olan taşıyıcı sistemlerin kolonların planda kuvvetli ve zayıf eksenleri doğrultusundaki yerleşimi ve tali kirişlerin (x) yönüne paralel konulması gibi nedenleri ile simetrik değildir. Bu nedenle karşılaştırmalar aşağıdaki grafiklerden de görüleceği üzere her iki asal doğrultu için ayrı ayrı yapılmıştır. Böylece herbir sistemin göreli performans üstünlükleri de ortaya çıkmış olacaktır.

6.2 Sistemlerin Performans Karşılaştırması

Bölüm 4'te yapılan hesaplar sonucunda ele alınan taşıyıcı sistemlere ilişkin DBYBHY-07'de belirtilen öteleme oranı olan sınır değer 0.02'ye en çok ikinci katta yaklaşıldığı ve FEMA 356'da kat ötelemesi performans düzeyine göre HK-CG aralığında kalındığı **Şekil 6.1**'de kat öteleme oranı grafiğinde görülmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere, çelik çerçevelerin kat ötelemesi oranları birbirine çok yakın çıkmakla birlikte, en yüksek kat ötelemesi oranları TS-ZKE2 taşıyıcı sisteminde (x) doğrultusunda oluşmaktadır.

Daha önceden de bahsedildiği üzere FEMA 350 yönetmeliğinde [21] ZKE'li birleşim detayı uygulamalarına esas alan test sonuçlarına dayanarak, bu sistemler için kat ötelenme oranı sınır değeri (0,02), %9 oranında azaltarak 0,018'e göre karşılaştırma yapılmasını önermektedir. TS-1'in kat ötelenme sınır değer 0,02'ye değerlendirmesinde, maksimumda (x) doğrultusunda, ikinci katta %84 oranında yaklaşılmıştır. ZKE'li sistemler için ise FEMA 350'nin belirlediği kat ötelenme sınırı

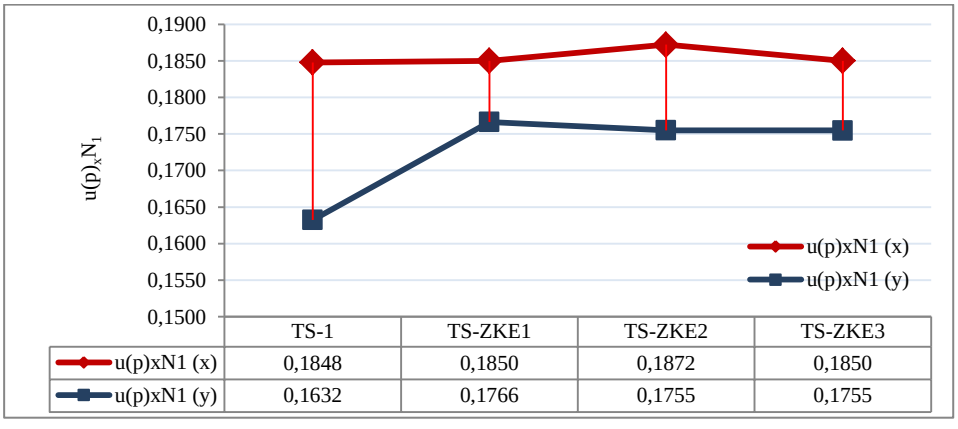
0,018'e göre değerlendirmesinde, maksimumda TS-ZKE2 sisteminin, (x) doğrultusunda, ikinci katta %96 oranında yaklaşmıştır.



	δix/hi	δiy/hi	δix/hi	δiy/hi	δix/hi	δiy/hi	δix/hi	δiy/hi
	TS-1		TS-ZKE1		TS-ZKE2		TS-ZKE3	
5. Kat	0,0086	0,0074	0,0084	0,0078	0,0087	0,0075	0,0086	0,0075
4. Kat	0,0125	0,0114	0,0122	0,0119	0,0128	0,0117	0,0130	0,0120
3. Kat	0,0158	0,0146	0,0154	0,0152	0,0163	0,0152	0,0160	0,0150
2. Kat	0,0168	0,0156	0,0162	0,0161	0,0172	0,0161	0,0170	0,0160
1. Kat	0,0114	0,0110	0,0109	0,0113	0,0116	0,0113	0,0120	0,0110

Şekil 6.1 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin (x) ve (y) doğrultuları için kat ötelemesi oranları karşılaştırma tablosu.

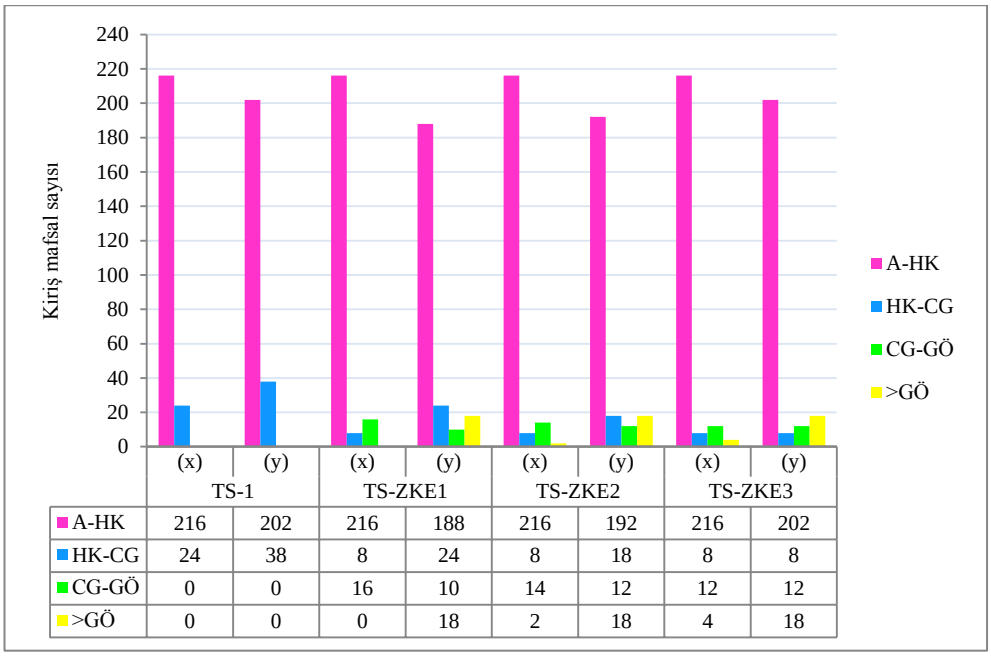
Bölüm 5'te DBYBHY-07'ye göre (x) ve (y) doğrultusunda itme analizi sonucu taşıyıcı sistemlere ilişkin performans noktası karşılaştırma grafiği **Şekil 6.2**'de verilmiştir. Bu grafikten (x) doğrultusunda en yüksek değerin TS-ZKE2 sistemine ait olduğu anlaşılmaktadır. Her iki asal doğrultuya göre performans noktası değerlendirmesi yapıldığında TS-1'de olduğu ve bu (y) doğrultusundaki performans noktasınının (x)'e göre sapmasının en yüksek sapma -%12 olduğu görülmektedir. TS-1'in aksine, ZKE'li sistemlerin (y) doğrultusunda elde edilen performans noktalarının değerinin (x)'e göre sapması ise ortalama olarak -%5,3'dür.



	TS-1	TS-ZKE1	TS-ZKE2	TS-ZKE3
u(p)xN1 (x)	0,1848	0,1850	0,1872	0,1850
u(p)xN1 (y)	0,1632	0,1766	0,1755	0,1755

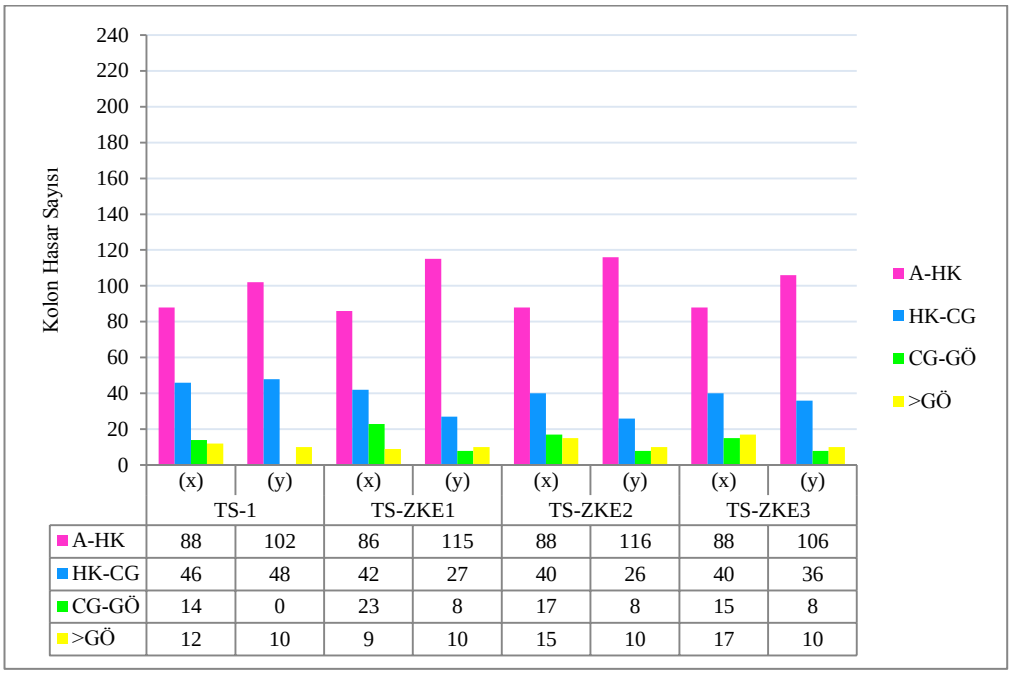
Şekil 6.2 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin (x) ve (y) eksenlerine göre performans noktası karşılaştırması.

Kat yüksekliğince farklı ZKE düzenlerine sahip taşıyıcı sistemlerin FEMA 356'de belirtilen performans seviyesi yaklaşımı değerlendirmesi ile sistemin elastik olmayan davranışına etkisi kolaylıkla görülmektedir. Bu bağlamda, taşıyıcı sistem bazında her iki deprem doğrultusuna göre hasarların karşılaştırma tablosu kiriş elemanları için **Şekil 6.3**'de, kolon elemanları için ise **Şekil 6.4**'de verilmiştir.



	TS-1		TS-ZKE1		TS-ZKE2		TS-ZKE3	
	(x)	(y)	(x)	(y)	(x)	(y)	(x)	(y)
A-HK	216	202	216	188	216	192	216	202
HK-CG	24	38	8	24	8	18	8	8
CG-GÖ	0	0	16	10	14	12	12	12
>GÖ	0	0	0	18	2	18	4	18

Şekil 6.3 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin kiriş elemanları için (x) ve (y) eksenlerine göre hasarların karşılaştırması.



	TS-1		TS-ZKE1		TS-ZKE2		TS-ZKE3	
	(x)	(y)	(x)	(y)	(x)	(y)	(x)	(y)
A-HK	88	102	86	115	88	116	88	106
HK-CG	46	48	42	27	40	26	40	36
CG-GÖ	14	0	23	8	17	8	15	8
>GÖ	12	10	9	10	15	10	17	10

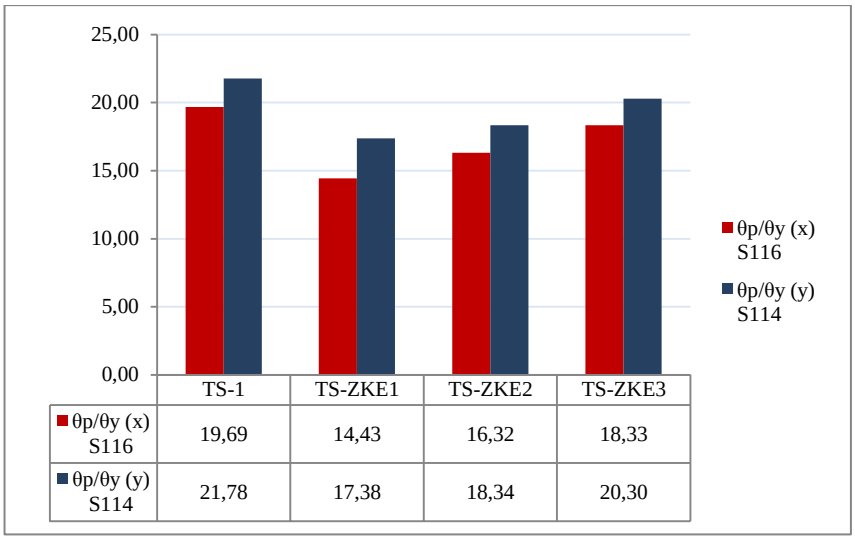
Şekil 6.4 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin kolon elemanları için (x) ve (y) eksenlerine göre hasarların karşılaştırması.

Şekil 6.3'de verilen kiriş hasar düzeyine göre (x) doğrultusunda, TS-1'de 216 adet mafsal A-HK, 24 adet mafsal HK-CG sınır düzeyleri arasındadır. Kirişlere ZKE konfigürasyonu yapıldıktan sonra A-HK sınır düzeyi aralığında kalan kiriş mafsal sayısı korunmuş olup her üç ZKE'li sistemde TS-1'e göre HK-CG'de olan mafsal sayısı %67 azalmıştır. TS-ZKE1'de GÖ düzeyini geçen mafsal olmamasına karşın, TS-ZKE2'de 2 adet, TS-ZKE3'de de 4 adet mafsal GÖ düzeyini aşmıştır. TS-ZKE1'de yükler elemanlar üzerinde daha uygun bir biçimde dağılarak hasar düzeyleri TS-ZKE2'ye göre daha düşük çıkmıştır, TS-ZKE2'deki dağılım da TS-ZKE3'e göre daha düşüktür.

Yine **Şekil 6.3**'de verilen kiriş hasar düzeyine göre (y) doğrultusunda, TS-1'de 202 adet mafsal A-HK, 38 adet mafsal HK-CG sınır düzeyleri arasındadır. Kirişlere ZKE konfigürasyonu yapıldıktan sonra A-HK sınır düzeyi aralığında kalan kiriş mafsal sayısı (x) doğrultusundakinin aksine TS-1'e göre, TS-ZKE1'de %7, TS-ZKE2'de de %5 azalmıştır, TS-ZKE3'de ise değişmemiştir. Her üç ZKE'li sistemde de 18 adet mafsal GÖ sınırını aşmıştır. ZKE'li sistemler arasındaki hasar sınırına göre farkın ZKE yerleşim düzeniyle ilgili ve dolayısıyla farklı bir iç kuvvet dağılımı sonucu ortaya çıktığı açıktır. Asal doğrultu (x)'in aksine, TS-ZKE3'te yükler elemanlar üzerinde daha uygun bir biçimde dağılarak hasar düzeyleri TS-ZKE2'ye göre daha düşük çıkmıştır.

Şekil 6.4'de verilen kolon hasar düzeyine göre (x) doğrultusunda, TS-1'de 148 adet, TS-ZKE1'de 151 adet, TS-ZKE2'de 145 adet, TS-ZKE3'de 143 adet mafsal hasar oranı, GÖ sınır düzeyi öncesinde kalmıştır. Hasar düzeyine göre (y) doğrultusunda ise, taşıyıcı sistemlerden TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin 150 adet kolon mafsalının hasar oranı GÖ düzeyi öncesinde kaldığı görülmüştür. ZKE konfigürasyonu nedeniyle kolonlar üzerine gelen yük azalmış olup hasar düzeylerine göre TS-ZKE1 kolonlarında hasar düzeyi daha düşük çıkmıştır.

İtme analizi sonucu sistemler topluca ele alındığında en büyük yapısal hasarların birinci kat kolon ve kirişlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. (x) ve (y) doğrultularında ele alınan taşıyıcı sistemler arasında en yüksek plastik dönme değerine sahip iki kolonun hasar oranı değişimi grafiğinden ZKE konfigürasyonu etkisini kolaylıkla görmek olanaklıdır(**Şekil 6.5**).



	TS-1	TS-ZKE1	TS-ZKE2	TS-ZKE3
θp/θy (x) S116	19,69	14,43	16,32	18,33
θp/θy (y) S114	21,78	17,38	18,34	20,30

Şekil 6.5 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin S116 ve S114 kolon elemanı (x) ve (y) eksenlerine göre plastik dönme oranı karşılaştırma tablosu.

Taşıyıcı sistemlere uygulanan ZKE konfigürasyonu sonrasında kirişlerdeki plastik dönme artışları yüzdesel bazda **Çizelge 6.1**'de verilmiştir. Tüm sistemlerde maksimum yapısal hasar etkisinde olan (x) doğrultusundaki 1. Kat K106 kirişi, (y) doğrultusundaki 2. Kat K221 kirişidir. (x) doğrultusunda K106 kirişinin en yüksek plastik dönme değeri ise TS-ZKE3'de olmuş ve GÖ sınırını aşmıştır. (y) doğrultusunda K221 kirişi her üç sistemde de GÖ sınırını aşmış olup, en yüksek plastik dönme TS-ZKE3'de meydana gelmiştir.

Çizelge 6.1 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'e ilişkin K106 ve K221 kiriş elemanı (x) ve (y) eksenlerine göre plastik dönme oranı karşılaştırma tablosu.

Taşıyıcı Sistem	Kiriş Türü	(x) Yönü / K106 Kirişi				(y) Yönü / K221 Kirişi			
		M3	θp	Hasar Durumu	TS-1'e Göre Artış (%)	M3	θp	Hasar Durumu	TS-1'e Göre Artış (%)
TS-1	HE400A	983,05	0,03638	HK-CG	-	990,90	0,04206	HK-CG	-
TS-ZKE1	ZKE	626,38	0,04413	CG-GÖ	21%	634,16	0,04967	>GÖ	18%
TS-ZKE2	ZKE	628,49	0,04568	CG-GÖ	26%	636,86	0,05029	>GÖ	20%
TS-ZKE3	ZKE	629,64	**0,04704**	>GÖ	29%	638,85	**0,05184**	>GÖ	23%

Yukarıdaki grafikten anlaşılacağı üzere yalın ve ZKE'li kiriş için FEMA 356 yönetmeliği uyarınca **Bölüm 3**, **Çizelge 3.4**'te verilen hasar sınırı oranları farklılığı nedeniyle, kirişlerin plastik dönme değerleri aynı olsa dahi kiriş başlığında yapılan azaltma nedeniyle performans düzeylerinde farklar oluşmaktadır. Bu bağlamda, yalın kiriş ve ZKE'li kiriş sınır değerlerinin karşılaştırması **Çizelge 6.2**'de verilmiştir.

Çizelge 6.2 : Yalın kiriş (HE400A) ve ZKE'li kiriş performans düzeyi sınır değerlerinin karşılaştırması.

Performans düzeyi	HE400A	ZKE	Sapma (%)
HK	0,00935	0,01096	17,2%
CG	0,05855	0,03493	-40,3%
GÖ	0,07957	0,04539	-42,9%

ZKE'li taşıyıcı sistemlerde kolon ve kirişlerin (x) doğrultusunda elde edilen plastik dönme değerlerinin TS-1 sisteminin eleman plastik dönme değerlerine göre kat bazında, ortalama yüzdesel sapmaları **Çizelge 6.3**'te verilmiştir. Bu çizelgeden görüldüğü üzere kiriş plastik dönme değerlerinin TS-ZKE1'de üst katlara doğru çıktıkça ani arttığı, TS-ZKE2'de üçüncü kattan sonra orantılı olarak azaldığı, TS-ZKE3'de ise ikinci kattan sonra ani azaldığı görülmektedir. Buna karşılık, kolon plastik dönme değerlerinin TS-ZKE1'de istenmeyen şekilde üst katlara doğru arttığı, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'de beklenildiği gibi azaldığı anlaşılmaktadır.

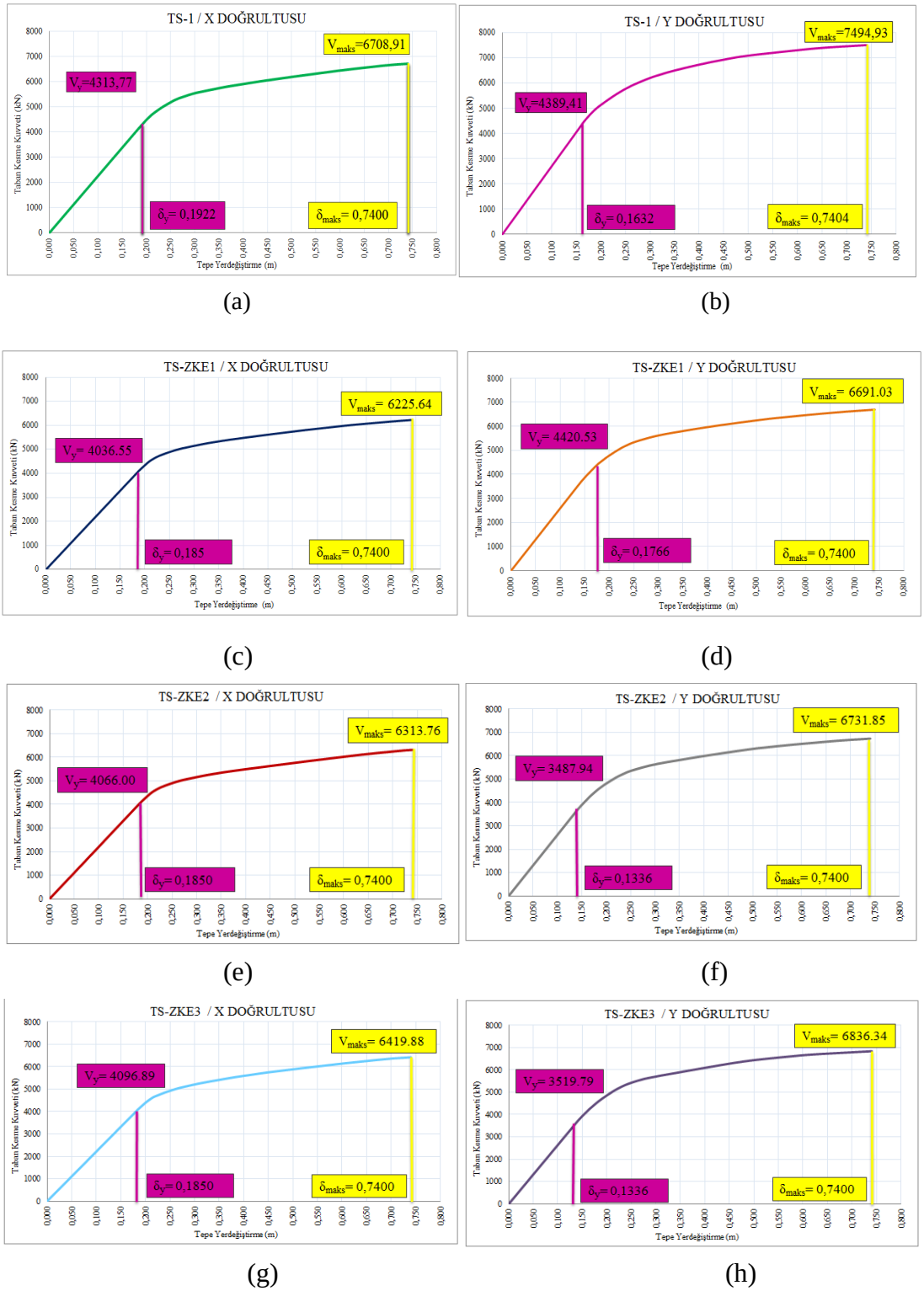
Çizelge 6.3 : TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 kiriş ve kolon elemanlarının (x) doğrultusunda elde edilen plastik dönme değerlerinin TS-1'e göre ortalama yüzdesel karşılaştırması.

Kat No	TS-ZKE1		TS-ZKE2		TS-ZKE3	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
1. Kat	24%	-10%	29%	-5%	33%	1%
2. Kat	35%	-4%	37%	0%	37%	2%
3. Kat	24%	1%	66%	1%	-8%	0%
4. Kat	795%	7%	20%	1%	-73%	-6%
5. Kat	0%	110%	0%	-44%	0%	-69%

TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'ün FEMA 350'ye göre boyutlandırma tahkikleri ve doğrusal olmayan itme analizi sonuçları bazı farklarla birbirine benzer davranış sergilemiştir. ZKE konfigürasyonu olan sistemlerde, deprem yükü etkisi altında yapısal hasar kirişlerde artarken kolonlarda azalmıştır; bu beklenen bir sonuçtur. Bu durumda ZKE'lerin, sistemin sünekliğini arttırarak yatay yerdeğiştirme miktarını arttırması, diğer bir deyişle tüm yönetmelikler açısından birleşimin mantığıyla paralel olarak plastik mafsal noktasının zayıflatma yapılmış noktada oluşacağı öngörülmüştür.

6.3 Sistemlerin Süneklikleri̇nin Karşılaştırmaları

TS-1'e ZKE kongürasyonu eklenmiş TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'ün dayanımları ve süneklikleri karşılaştırılmıştır (**Şekil 6.6**) [41].



Şekil 6.6 : Sistemlerin ilk plastik mafsalın oluştuğu adım ve sistemin mekanizma durumuna geldiği adımı gösteren, (a)TS-1'in x doğrultusunda, (b)TS-1'in y doğrultusunda, (c) TS-ZKE1'in x doğrultusunda, (d) TS-ZKE1'in y doğrultusunda, (e) TS-ZKE2'nin x doğrultusunda, (f) TS-ZKE2'nin y doğrultusunda, (g) TS-ZKE3'ün x doğrultusunda, (h) TS-ZKE3'ün y doğrultusunda itme eğrisi.

Şekil 6.6'da taşıyıcı sistemlerin (x) ve (y) doğrultularında itme eğrileri üzerinde ilk plastik mafsalın oluştuğu ve mekanizma durumuna geldiği andaki taban kesme

kuvveti ve etkin göreli kat ötelemesi verilerine göre sistemlerin dayanım, süneklik ve enerji yutma kapasiteleri gibi davranış özellikleri **Çizelge 6.4**'de verilmiştir.

Çizelge 6.4 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerin (x) ve (y) doğrultusunda davranış özellikleri.

X DOĞRULTUSU						
Sistem	V_{maks}/V_y	TS-1'e Göre Dayanım Sapma Oranı	Süneklik ($\mu = \delta_{maks}/\delta_y$)	μ_i / μ_{TS-1}	Enerji Yutma Kapasitesi (E) (kNm)	E_i/ E_{TS-1}
TS-1	1,56	-	3,85	-	3727,74	1,00
TS-ZKE1	1,54	-0,8%	4,00	4%	3468,59	0,93
TS-ZKE2	1,55	-0,2%	4,00	4%	3500,47	0,94
TS-ZKE3	1,57	0,8%	4,00	4%	3567,32	0,96
Y DOĞRULTUSU						
Sistem	V_{maks}/V_y	TS-1'e Göre Dayanım Sapma Oranı	Süneklik ($\mu = \delta_{maks}/\delta_y$)	μ_i / μ_{TS-1}	Enerji Yutma Kapasitesi (E) (kNm)	E_i/ E_{TS-1}
TS-1	1,71	-	4,54	-	4159,52	1,00
TS-ZKE1	1,51	-11,4%	4,19	-8%	3762,61	0,90
TS-ZKE2	1,93	13,0%	5,54	22%	3781,13	0,91
TS-ZKE3	1,94	13,7%	5,54	22%	3826,78	0,92

Yukarıdaki çizelgede verilen sayısal sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde:

- TS-1'in dayanımı, (x) doğrultusunda TS-ZKE1 ve TS-ZKE2'de azalmış, TS-ZKE3'de ise %0,8 oranında artmıştır. (y) doğrultusunda ise TS-ZKE1'de %11 oranında azalmış, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'de %13 oranında artmıştır.

- Süneklik, (x) doğrultusunda %4, (y) doğrultusunda da %22 oranında artmıştır. Ancak, (y) doğrultusunda TS-ZKE1 sünekliği azalmıştır. Ek olarak, taşıyıcı sistemlerin (y) doğrultusundaki davranışı (x) doğrultusuna göre ortalama %25 daha sünektir.

- Enerji yutma kapasitesi ise her iki doğrultuda da, dayanımdaki azalmaya nedeniyle azalmıştır. (x) doğrultusunda ortalama % 6, (y) doğrultusunda ortalama %9 azalmıştır.

6.4 Sistemlerin ZKE Konfigürasyonuna Göre Ekonomik Karşılaştırılması

Yapılan hesaplar neticesinde seçilen taşıyıcı sistemin ana kirişine ZKE konfigürasyonu yapıldıktan sonra ekonomik açıdan değerlendirme yapılabilmesi

amacıyla, Rozak A.Ş. (ArcelorMittal Distribution Solutions) ve Çeka Beton Kalıbı İmalat İnşaat Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ. firmalarından 8 m uzunluğunda HE400A profili ve ZKE uygulaması teklifleri alınmıştır. Bu iki firmadan alınan teklifler doğrultusunda TS-1'e ZKE kongürasyonu eklenmiş TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3'ün ekonomik olarak karşılaştırması **Çizelge 6.5**'de verilmiştir. Tüm sistemlerdeki kolonların kesitleri değişmediğinden göreli maliyete etkisi olmamakta, yalnızca kirişlerin değerlendirilmesi yeterli olmaktadır.

Çizelge 6.5 : TS-1, TS-ZKE1, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 sistemlerin ekonomik olarak karşılaştırması.

Taşıyıcı Sistem	Yalın Kiriş Sayısı	Yalın Kiriş Bedeli (€/adet)	ZKE'li Kiriş Sayısı	ZKE Kiriş Bedeli (€/adet)	ZKE'den Kaynaklanan Maliyet Artışı (%)
TS-1	120 adet	500,00 €/adet	0 adet	535,00 €/adet	-
TS-ZKE1	0 adet	500,00 €/adet	120 adet	535,00 €/adet	7,00%
TS-ZKE2	48 adet	500,00 €/adet	72 adet	535,00 €/adet	4,20%
TS-ZKE3	72 adet	500,00 €/adet	48 adet	535,00 €/adet	2,80%

Yukarıdaki çizelgede verilen sayısal sonuçlara göre ZKE konfigürasyonuna bağlı olarak %(2,80~7,00) aralığında ek maliyet oluşmakta ve ağırlıklı ortalamaya göre ise % 5,32 maliyet artışı ortaya çıkmaktadır.

7. SONUÇLAR

TS648 ve DBYBHY-07' ye göre tasarlanmış olan 5 katlı moment aktaran çelik çerçevenin, kat kirişlerine FEMA 350 yönetmeliğinde belirtilen kriterler doğrultusunda Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti (ZKE) konfigürasyonu uygulanarak deprem yükleri altında davranışının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla değişik ZKE konfigürasyonlu 4 adet bina, doğrusal olmayan artımsal itme hesabı yöntemi kullanılarak çözülmüş ve ulaşılan sayısal sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Tasarlanan moment aktaran çelik çerçeve sisteminde kolon ve kiriş enkesitlerinin Türkiye uygulamalarında daha yoğun olarak kullanılan IPE, HEA ve HEB profilleri tercih edilmiştir.

Çalışmada temel amaç, depreme dayanıklı çelik yapı tasarımında önemli bir yenilik olarak kabul edilen ZKE'lerin sistemin doğrusal olmayan davranışına etkisinin incelenmesidir. Bu yapılırken iki ana paranetre dikkate alınmıştır. Bunlardan ilki ZKE'nin yapının tüm yüksekliğince kullanılması, diğeri ise kolonlarda kuvvetli eksenin yanında zayıf eksen etkisinin de ZKE birleşiminin uygulamasıdır.

Bu parametrik çalışmada ulaşılan ana sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. TS648 ve DBYBHY-07 4.bölüm çerçevesinde, binadaki elemanlar hesap ve konstrüktif kurallara uyularak optimize edilmiş ve kullanılacak kesitlere ilişkin hesaplar çalışma içerisinde gösterilmiştir.
2. Her bir taşıyıcı sistem için göreli kat ötelemesinin, sınır öteleme değerleri ile karşılaştırılması sonucunda sistemin genel performansının hemen kullanım (HK) ile can güvenliği (CG) performans düzeyi aralığında olduğu sonucuna varılmıştır.
3. Taşıyıcı sistemlerin her bir elemanına FEMA 350'deki kriterler uyarınca plastik mafsal ataması yapılmıştır. Elde edilen taşıyıcı sisteme birinci mod etkisini gözönüne alan ve DBYBHY-07'de belirtilen "Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü" yöntemi kullanılarak P-Δ analizi yapılmıştır.

4. Dört adet çelik taşıyıcı sisteme ilişkin iki asal doğrultuda elde edilen birinci mod periyot değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu, ancak (x) doğrultusunda ZKE'li konfigürasyonlu sistemlerden TS-ZKE1 periyodunun yaklaşık %1,42, TS-ZKE2 ve TS-ZKE3 periyotlarının %0,71 daha uzun olduğu sonucuna varılmıştır. (y) doğrultusunda ise ZKE'li sistemlerin periyotlarının % 0,75 daha uzun olduğu sonucuna varılmıştır.

5. Her iki deprem doğrultusunda DBYBHY-07'ye göre diyagramları, kapasite spektrum yöntemi kullanılarak deprem istem noktaları elde edilmiştir. Dört çelik çerçeve için elde edilen performans noktası değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu, ancak (y) doğrultusundaki değerlerin (x) doğrultusuna oranla ortalama % 6,90 oranında daha küçük olduğu sonucuna varılmıştır.

6. Her iki deprem doğrultusunda kapasite spektrumu ile elastik istem spektrumu kesiştirme grafiklerine göre dört adet taşıyıcı sistemin de öngörülen deprem etkisi altında yaklaşık elastik davranış gösterdiği sonucuna varılmıştır.

7. TS-1'in kirişlerine ZKE konfigürasyonu uygulaması ile beklendiği gibi en yüksek istemlerin ortaya çıktığı birinci ve ikinci kat kirişlerde plastik dönme değerleri artmış, buna karşın kolon plastik dönme değerleri azalmıştır.

8. Tüm taşıyıcı sistemlerin kesit bazında karşılaştırılması sonucu, ZKE'lerin yalın kirişlere göre daha sünek davranış ve yaklaşık %20 oranında daha fazla plastik dönme kapasitesi gösterdiği görülmüştür. ZKE'lerin dayanımlarında da azalma oluşmaktadır. Kesitlerin kapasitesindeki dayanım azalması ile birlikte FEMA 350'de ZKE için kiriş yüksekliği (d_b)'ne bağlı olarak verilen sınır plastik dönme değerleri de, yalın kiriş için hesaplanan sınır değerlere göre ortalama %22 oranında azalmıştır. Kiriş başlığındaki azaltma sonucunda, plastik dönmeler kirişlerin üzerinde meydana gelmekle birlikte, sınır durum değerlendirmesine göre daha ileride bir hasar/istem oluşabileceğini göstermektedir.

9. ZKE'li sistemler ile TS-1 karşılaştırıldığında; ZKE'li sistemlerde kolon plastik dönme değerlerinde (x) doğrultusunda ortalama %17, (y) doğrultusunda ise ortalama %14 oranında azalma olduğu, plastik dönme davranışının kirişlere aktarıldığı görülmüştür. Bu bağlamda ZKE

konfigürasyonunun amacı olan kat mekanizması durumundan uzaklaşıldığının ve sistem davranışının iyileştiği sonucuna varılmıştır.

10. Her üç ZKE'li sistem benzer performans düzeyleri vermesine karşın, elemanlardaki hasar düzeyleri ve hasar dağılımı katlara oranla değişiklik gösterebilmektedir.
11. Ekonomik bakımdan bir karşılaştırma yapıldığında, en yüksek maliyet artışının %7 oranında tüm açıklıklara ZKE konfigürasyonu yapılması ile elde edilmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre sistemin davranışının iyileşmesine katkısı olan ZKE konfigürasyonun uygun görülebilecek ek maliyetlerle yapılabileceği anlaşılmaktadır.
12. Genel olarak sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde ZKE'li sistemlerin benzer davranışları göstermesi nedeniyle, optimum boyutlandırma bakımından literatürde de çok sınırlı düzeyde değinilen bölgesel ZKE'li sistemlerin tercih edilmesi önerilir. Böylece istemlerin en yoğun olduğu birleşimlerin bulunduğu katlarda ZKE uygulaması yeterli görülmekte, üst katlarda ise böyle bir uygulamaya gerek olmamaktadır.

Bu sonuçlara ek olarak aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir:

1. Bu çalışmada, zemin sınıfı Z1 ve 1. Derece deprem bölgesinde yapılması planlanan 5 katlı 3x3 açıklıklı çelik çerçeve ile sınırlandırılmıştır. Bir başka çalışmada, farklı deprem bölgesi ve zemin sınıfı seçilerek ZKE'lerin sistem davranışına etkisi benzer bir yol izlenerek görülebilir.
2. ZKE'li sistemlerde ulaşılan dönme sünekliği değerlerinin tek başına sistemin performansının değerlendirilmesinde yeterli olmadığı düşünülmektedir; kullanılan hesap yönteminin getirdiği kısıtlamalar nedeniyle bu sonuca varılmıştır. Daha ileri bir hesap yöntemi kullanıldığında (örneğin histeretik davranışı dikkate alan doğrusal olmayan yöntemler) sistemlerin yön değiştiren tekrarlı yükler altında histeretik eğrilerinin, histeretik enerji tüketme kapasitelerinin ve histeretik sönüm değerlerinin birlikte değerlendirilmesi ile daha gerçekçi bir karşılaştırma ortamı sağlanacaktır. Bu, ileride yapılabilecek başka bir çalışmada ele alınabilir.
3. Bu çalışma kapsamında seçilen sistemlerde kütle katılım oranları % 84 ve üzerinde olduğundan çok modlu bir itme analizine gerek görülmemiştir. ZKE

konfigürasyonunun çok katlı çelik iskeletli sistemlerde uygulanması durumunda kütle katılım oranlarına bağlı olarak, çok modlu bir hesap yapılması da ileride yapılabilecek başka bir çalışmada incelenebilir.

4. Yalnızca moment aktaran çerçeveler yerine çaprazlı çelik çerçeveler de benzer ve ZKE'li karma sistemli hesap yolu incelenebilir.

5. Zayıf eksen yönünde ZKE'li moment birleşimler için Gilton ve Uang (2002) [14] tarafından yapılan analitik çalışmada süreklilik levhası kullanılması ve kolon başlığından itibaren en az 76 mm(3in.) uzatılması önerilmektedir. Ancak, sözü edilen analitik çalışmada W tipi profil kullanılmıştır. Çalışmanın kontrolünün sağlanması amacıyla, bir başka çalışmada süreklilik levhasının kolon yüzeyinden itibaren uzatılması gereken miktar HEB ve HEA profilleri için yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Özcihan, B., (**2002). Merkezi ve Dışmerkezi Çaprazlı Çelik Yapı Sistemlerinde Lineer Olmayan ve Davranışın İncelenmesi ve Süneklik Düzeyinin Belilenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[2] **Zorlu, M., (**2007). Çelik Yapılarda Moment Çerçevelerinin Süneklik Düzeyini Belirleyen Tasarım Kuralları'nın Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[3] **Zarghamee, M. S., Ojdrovic, R. P, (**1995). Northridge Postscript: Lesson on Steel Connections, Civil Engineering, American Society of Civil Engineers, New York.

[4] **Bayülke, N.,** (2003). 1994 Northridge Kalifoniya Depremi Sonrasında Moment Taşıyan Çelik Kolon-Kiriş Birleşim Yerleri Üzerinde Yapılan Deneyler, Araştırma ve Geliştirmeler, Türkiye Mühendislik Haberleri, 425, 23-39.

[5] **Tezer, Ö.,** (2005). Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli Kiriş-Kolon Birleşimleri, Türkiye Mühendislik Haberleri, 435, 54-59.

[6] **ArcelorMittal International**, (2013). Structural Shapes, Sales Program and Product Information, Chicago.

[7] **Ajay, K. S., Gaurang, V.,** (2013). A Study of Reduced Beam Section Profiles Using Finite Element Analysis, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, e-ISSN:2278-1684, p-ISSN:2320-334X, Volume 6, 01-06.

[8] **Plumier, A.,** (1990). New Idea for Safe Structure in Seismic Zone, IABSE Symposium on Mixed Structures Including New Materials, 431-436.

[9] **Chen, S. J., Yeh, C. H., Chu, J. M,** (1996). Ductile Steel Beam-to-Column Connections for Seismic Resistance, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 122, No. 11, 1292-1299.

[10] **Jones, S. L., Fry, G. T., Engelhardt, M. D.,** (2000). Reduced Beam Section Welded Steel Moment Frames, 12th World Conference on Earthquake Engineering (12WCEE 2000), 1671.

[11] **Lee, C.-H., Kim, J.-H.,** (2004). Seismic Design of Reduced Beam Section (RBS) Steel Moment Connections with Bolted Web Attachment,

Korea Earthquake Research Center (KEERC Project No. R11-1997-045-11004-0).

[12] **Lee, C.-H., Jeon, S.-W., Kim, J.-H., Uang, C.-M.,** (2005). Effects of Panel Zone Strength and Beam Web Connection Method on Seismic Performance of Reduced Beam Section Steel Moment Connections, Journal of Structural Engineering, ASCE, 131(12), 1854-1865.

[13] **Oh, S.-H., Kim, Y.-J., Moon, T.-S.,** (2007). Cyclic Performance of Existing Moment Connections in Steel Retrofitted with a Reduced Beam Section and Bottom Flange Reinforcements, Canadian Journal of Structural Engineering, Vol. 34, 199-209.

[14] **Gilton, C. S., Uang, C.-M.,** (2002). Cyclic Response and Design Recommendations of Weak-Axis Reduced Beam Section Moment Connections, Journal of Structural Engineering, ASCE, 128(4), 452-463.

[15] **Ashrafi, Y., Behzad, R., Howson, P. W.,** (2009). Evaluation of the Performance of Reduced Beam Section (RBS) Connections in Steel Moment Frames Subjected to Cyclic Loading, Proceedings of the World Congress on Engineering (WCE 2009), Vol II, London, U.K.

[16] **Kim, T., Park, J.-H., Lee, C.-H., (**2004). Inelastic Analysis of Reduced Beam Section Steel Moment Connections to Built-up Box Columns, Faculty Research Fund, Sungkyunkwon Uniwersity, Korea.

[17] **Li, F.-X., Kanao, I., Li, J., Morisako, K.** (2009). Local Buckling of RBS Beams Subjected to Cyclic Loading, Journal of Structural Engineering, ASCE, 12, 1491-1498.

[18] **Zhang, X., James, M. R, J.,** (2006). Seismic Behavior of Reduced Beam Section Moment Connections to Deep Columns, Journal of Structural Engineering, ASCE, 132(3), 358-367.

[19] **Kildashti, K., Mirghaderi, R., Kani, I. M.,** (2012). The Efficiency of Reduced Beam Section Connections for Reducing Residual Drifts in Moment Resisting Frames, University of Tehran, Tehran, Iran.

[20] **DBYBHY-07,** (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

[21] **FEMA 350,** (2000). Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[22] **AISC Seismic Design Manual 2006,** (2006). Seismic Design Manual, American Institute of Steel Construction, America.

[23] **FEMA 356,** (2000). Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[24] **TS-648, (**1980). Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[25] **FEMA 351,** (2000). Recommended Seismic Evaluation and Upgrade Criteria for Existing Welded Steel Moment-Frame Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[26] **Çıngı, F.,** (2005). Çelik Kiriş Kolon Birleşimlerinin Sismik Tasarım Parametreleri için Bir Yazılım, Türkiye Mühendislik Haberleri, 435, 69-76.

[27] **FEMA 355F,** (2000). State of the Art Report on Performance Prediction and Evaluation of Steel Moment-Frame Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[28] **Uzgider, E. Piroğlu, F., Deren, H., Çağlayan, Ö.,** (2002).Çelik Yapılar, Çağlayan Kitapevi, İstanbul.

[29] **Steel Tips,** (2002).Use of Deep Columns in Special Steel Moment Frames, Structural Steel Educational Council.

[30] **Özer, E., (**2005).Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları, İ.T.Ü., İstanbul.

[31] **Korkmaz, A., Uçar, T.,** (2006). Betonarme Binaların Deprem Davranışında Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 8/1, 101-108.

[32] **Sönmez, M.,** (2012).DBYBHY-07 ve ASCE 41-06'da Tanımlanan Doğrusal Olmayan Performans Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.

[33] **ASCE/SEI 41-06,** (2006).Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, USA.

[34] **ATC-40, (**1996).Seismic Evaluation and Refrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, California.

[35] **FEMA 273, (**1997). NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[36] **SAP2000 Advanced 14.2.2,** (2010). Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.

[37] **AISC-ASD89,** (1989).Specification for Structural Steel Buildings Allowable Stress Design and Plastic Design, American Institute of Steel Construction, Chicago.

[38] **Shakya, A. M., (**2011). P-Delta Effects on Steel Moment Frames with Reduced Beam Section Connection, Masters of Science Thesis, Southern Illinois University Carbondale.

[39] **Celep, Z., (**2007). Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme,Beta Yayıncılık, İstanbul.

[40] **Sasaki, K., K. Freeman, S., A., Paret, T,. F.,** (1998).Multi-Mode Pushover Procedure (MMP) –A Method to Identify the Effects of Higher Modes in a Pushover Analysis, 6th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Washington.

[41] **Bruneau, M., Uang C.-M., Sabelli R., (1998**). Ductile Design of Steel Structures The McGraw-Hill Companies, U.S.A.

EKLER

EK A : AISC-ASD89'a Göre Kolon Boyutlandırması

EK B : FEMA 356 Kiriş Hasarları Hesap Tablosu

EK C : FEMA 356 Kolon Hasarları Hesap Tablosu

EK-A AISC-ASD89'a Göre Kolon Boyutlandırması

Modelleme aşamasında SAP2000'de [36], DBYBHY-07'nin [20] tanımlı olmaması nedeniyle DBYBHY-07'ye en yakın olan gerilme algoritmalarına sahip AISC-ASD89 [37]'ın kolonlarla ilgili hesap aşamaları kısaca açıklanacaktır.

DBYBHY-07 yönetmeliğine göre Bölüm 4'te kolon boyutlandırması yapılan, en elverişsiz düşey yükler ve deprem yüklemesi ($G + Q + E_{x2} + 0.3E_y$ yüklemesi) için seçilen 1.Kat, 2/B'de yer alan S106 No'lu kolonunun AISC-ASD89 yönetmeliğine göre boyutlanırma aşamaları verilecektir.

Düşey sabit ve hareketli yükler ile deprem etkilerinden dolayı kolonun alt ucunda oluşan iç kuvvetler ve kesit zorları aşağıda verilmiştir.

P =1995.86 kN

(x) doğrultusunda : M_{33}=76.61 kN V_{22}=-20.21 kN

(y) doğrultusunda : M_{22}=-41.75 kN V_{33}=17.10 kN

Kesit alanı (A) 254 cm2 olan kolon (HE 550 B) için, enkesit karakteristikleri **Çizelge 4.5** ve **4.6**'da verilmiştir ve kesit özellikleri **Çizelge A.1**'de verilmiştir.

Çizelge A.1 : HE 550 B'ye ilişkin kesit özellikleri.

Tanım	S	I	Z	r	A_v
	cm^3	cm^4	cm^3	cm	cm^2
Kuvvetli Yön	4970	136700	5591	23.2	82,50
Zayıf Yön	872	13080	1341	7.17	145,00

Eksenel basınç ve eğilme için verilen emniyet gerilmeleri, kesitin kompakt olmayan, narin ya da aşırı narin şeklindeki sınıflandırmasına bağlıdır. Bu nedenle, her eleman AISC-ASD89 yönetmeliği uyarınca **Çizelge A.2**'de basınç elemanları için verilen genişlik-kalınlık oranları sınırları ile kompakt ve kompakt olmayan kesitlere göre sınıflandırılır.

Çizelge A.2 : AISC-ASD89 Yönetmeliğine göre kesitlerin sınıflandırılmasında kullanılan genişlik-kalınlık oranları sınırları [37].

Kesitin Tanımı	Kontrol Edilen Oran	Kompakt Kesit	Kompakt Olmayan Kesit	Narin Kesit
I Kesit	$b/2t_f$ (hadde)	$\leq 65/\sqrt{F_{ye}}$	$\leq 95/\sqrt{F_{ye}}$	Sınır Yok
	$b/2t_f$ (kaynaklı)	$\leq 65/\sqrt{F_{ye}}$	$\leq 95/\sqrt{F_{ye}/k_c}$	Sınır Yok
	d/t_w	$f_a/F_y \leq 0.16$ için $\leq \frac{640}{\sqrt{F_y}}\left(1-3.74\frac{f_a}{F_y}\right)$	Sınır Yok	Sınır Yok
		$f_a/F_y > 0.16$ *için* $\leq 257/\sqrt{F_y}$		
	h/t_w	Sınır Yok	Yalnızca basınç ise $\leq 253/\sqrt{F_y}$ AKsi durumda $\leq 260/\sqrt{F_b}$	$\leq \frac{14000}{\sqrt{F_y(F_y+16.5}}$ ≤ 260

Çizelge A.2'de verilen sınırlar çerçevesinde S106 No'lu kolon kompakt olmayan kesitler için koşulları sağlamaktadır.

Gerilme Hesapları:

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{1995.86x10^3}{254x10^2} = 78.67\ N/mm^2$$

$$f_{b33} = \frac{M_{33}}{S_{33}} = \frac{76.6083x10^6}{4970x10^3} = 14.41\ N/mm^2$$

$$f_{b22} = \frac{M_{22}}{S_{22}} = \frac{41.7536x10^6}{872x10^3} = 47.88\ N/mm^2$$

$$V_{v3} = \frac{V_3}{A_{v3}} = \frac{20.205x10^3}{82.50x10^2} = 2.45\ N/mm^2$$

$$V_{v2} = \frac{V_2}{A_{v2}} = \frac{17.096x10^3}{145x10^2} = 1.18\ N/mm^2$$

Eksenel çekme emniyet gerilmesi:

$$F_a = 0.6F_y = 0.6x355 = 213\ N/mm^2$$

Eğilmeli burkulma:

Eksenel basınç emniyet gerilmesi değeri F_a, tüm kesit özellikleri ve buna ilişkin C_c değerine bağlı olarak bulunan narinlik oranı Kl/r'ye bağlıdır. Burada kolon etkin boyları K_{33} ve K_{22} değerleri AISC-ASD89 Yönetmeliği, Şekil C-C2'den [37] elde edilir.

$$\frac{K_{33}l_{33}}{r_{33}} = \frac{1.76x450}{23.2} = 34 \ ; \ \frac{K_{22}l_{22}}{r_{22}} = \frac{1.25x450}{7.17} = 78 \quad \rightarrow \quad \text{maks}\frac{Kl}{r} = 78$$

$$C_c = \sqrt{\left(\frac{2\pi^2 E}{F_y}\right)} = \sqrt{\left(\frac{2\pi^2 210000}{355}\right)} = 108$$

$$\frac{K_{33}l_{33}}{r_{33}} < C_c \rightarrow F_a = \frac{\left(1 - \frac{(Kl/r)^2}{2{C_c}^2}\right)F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(Kl/r)}{8C_c} - \frac{(Kl/r)^3}{8{C_c}^3}} = 137.97 N/mm^2$$

Eğilme emniyet gerilmesi:

Eğilme emniyet gerilmesi kesitin geometrik şekline, eğilme eksenine, kesitin kompakt olup olmadığına ve boy parametresine bağlıdır.

Kesitin kompakt olmayan kesit olması ve yönetmelikte verilen diğer koşullar doğrultusunda kuvvetli ve zayıf eksenler için eğilme emniyet gerilmesi aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$F_{b33} = 0.6F_y = 0.6x355 = 213.00\ N/mm^2$$

$$F_{b22} = 0.75F_y = 0.75x355 = 266.25\ N/mm^2$$

Eksenel gerilme ve eğilme gerilmeleri:

Eksenel gerilme ve eğilme emniyet gerilmesi aşağıdaki bağıntılardan elde edilir:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{m33}f_{b33}}{\left(1.0 - \frac{f_a}{F'_{e33}}\right)F_{b33}} + \frac{C_{m22}f_{b22}}{\left(1.0 - \frac{f_a}{F'_{e22}}\right)F_{b22}} \leq 1.33$$

Yatay hareket engellenmiş, enlemesine yük var ve uçlar ankastre ise, C_m=0.85 olarak alınır.

Kuvvetli ve zayıf yöndeki F'$_e$ değeri:

$$F'_{e33} = \frac{12\pi^2 E}{23(K_{33}l_{33}/r_{33})^2} = 924.85\ N/mm^2$$

$$F'_{e22} = \frac{12\pi^2 E}{23(K_{22}l_{22}/r_{22})^2} = 174.812\ N/mm^2$$

olur. Buna göre,

$$\frac{78.67}{137.97} + \frac{0.85x14.41}{\left(1.0 - \frac{78.67}{924.85}\right)213} + \frac{0.85x47.88}{\left(1.0 - \frac{78.67}{174.812}\right)266.25} = 0.91 \leq 1.33$$

elde edilir. Bu durumda gereken koşulları sağladığı anlaşılmaktadır.

EK-B FEMA 356 Kiriş Hasarları Hesap Tabloları

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	HE400A	Sol	0	980,42	0,03330	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K101	HE400A	Sağ	1	-677,18	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K102	HE400A	Sol	0	369,13	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K102	HE400A	Sağ	1	-538,81	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K103	HE400A	Sol	0	590,98	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K103	HE400A	Sağ	1	-985,03	-0,03574	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K104	HE400A	Sol	0	979,19	0,03273	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K104	HE400A	Sağ	1	-651,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K105	HE400A	Sol	0	311,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K105	HE400A	Sağ	1	-512,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K106	HE400A	Sol	0	605,00	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K106	HE400A	Sağ	1	-983,05	-0,03638	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K107	HE400A	Sol	0	977,44	0,03270	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K107	HE400A	Sağ	1	-645,61	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K108	HE400A	Sol	0	332,46	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K108	HE400A	Sağ	1	-508,90	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K109	HE400A	Sol	0	618,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K109	HE400A	Sağ	1	-986,72	-0,03637	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K110	HE400A	Sol	0	979,56	0,03328	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K110	HE400A	Sağ	1	-677,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K111	HE400A	Sol	0	369,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K111	HE400A	Sağ	1	-538,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K112	HE400A	Sol	0	590,33	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K112	HE400A	Sağ	1	-984,40	-0,03577	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K113	HE400A	Sol	0	-77,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K113	HE400A	Sağ	1	-145,21	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K114	HE400A	Sol	0	-134,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K114	HE400A	Sağ	1	-134,21	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K115	HE400A	Sol	0	-145,06	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K115	HE400A	Sağ	1	-78,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K116	HE400A	Sol	0	-180,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K116	HE400A	Sağ	1	-148,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K117	HE400A	Sol	0	-140,01	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K117	HE400A	Sağ	1	-155,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K118	HE400A	Sol	0	-149,76	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K118	HE400A	Sağ	1	-178,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K119	HE400A	Sol	0	-187,95	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K119	HE400A	Sağ	1	-111,62	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K120	HE400A	Sol	0	-146,49	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K120	HE400A	Sağ	1	-154,76	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K121	HE400A	Sol	0	-113,89	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K121	HE400A	Sağ	1	-184,23	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K122	HE400A	Sol	0	-157,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K122	HE400A	Sağ	1	-54,19	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K123	HE400A	Sol	0	-140,08	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K123	HE400A	Sağ	1	-142,79	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K124	HE400A	Sol	0	-52,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K124	HE400A	Sağ	1	-159,88	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K201	HE400A	Sol	0	968,10	0,02751	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K201	HE400A	Sağ	1	-690,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K202	HE400A	Sol	0	400,55	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K202	HE400A	Sağ	1	-539,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K203	HE400A	Sol	0	570,57	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K203	HE400A	Sağ	1	-969,65	-0,03014	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K204	HE400A	Sol	0	966,95	0,02698	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K204	HE400A	Sağ	1	-680,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K205	HE400A	Sol	0	387,14	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K205	HE400A	Sağ	1	-542,07	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K206	HE400A	Sol	0	588,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K206	HE400A	Sağ	1	-975,67	-0,03107	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K207	HE400A	Sol	0	962,78	0,02700	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K207	HE400A	Sağ	1	-671,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K208	HE400A	Sol	0	403,53	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K208	HE400A	Sağ	1	-533,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K209	HE400A	Sol	0	594,45	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K209	HE400A	Sağ	1	-969,48	-0,03129	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K210	HE400A	Sol	0	967,88	0,02752	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K210	HE400A	Sağ	1	-690,48	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K211	HE400A	Sol	0	400,43	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K211	HE400A	Sağ	1	-539,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K212	HE400A	Sol	0	570,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K212	HE400A	Sağ	1	-969,50	-0,03013	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K213	HE400A	Sol	0	-94,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K213	HE400A	Sağ	1	-140,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K214	HE400A	Sol	0	-131,13	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K214	HE400A	Sağ	1	-131,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K215	HE400A	Sol	0	-139,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K215	HE400A	Sağ	1	-95,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K216	HE400A	Sol	0	-186,93	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K216	HE400A	Sağ	1	-112,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K217	HE400A	Sol	0	-143,13	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K217	HE400A	Sağ	1	-155,88	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K218	HE400A	Sol	0	-113,80	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K218	HE400A	Sağ	1	-184,08	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K219	HE400A	Sol	0	-162,20	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K219	HE400A	Sağ	1	-132,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K220	HE400A	Sol	0	-158,34	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K220	HE400A	Sağ	1	-162,76	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K221	HE400A	Sol	0	-134,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K221	HE400A	Sağ	1	-157,85	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K222	HE400A	Sol	0	-155,98	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K222	HE400A	Sağ	1	-81,38	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K223	HE400A	Sol	0	-134,61	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K223	HE400A	Sağ	1	-132,96	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K224	HE400A	Sol	0	-84,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K224	HE400A	Sağ	1	-153,65	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K301	HE400A	Sol	0	928,99	0,01332	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K301	HE400A	Sağ	1	-646,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sol	0	363,98	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sağ	1	-495,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sol	0	527,70	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sağ	1	-935,51	-0,01605	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K304	HE400A	Sol	0	934,42	0,01256	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K304	HE400A	Sağ	1	-646,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sol	0	363,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sağ	1	-493,96	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sol	0	533,32	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sağ	1	-942,65	-0,01669	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K307	HE400A	Sol	0	932,20	0,01267	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K307	HE400A	Sağ	1	-641,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sol	0	377,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sağ	1	-485,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sol	0	547,16	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sağ	1	-945,09	-0,01673	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K310	HE400A	Sol	0	937,32	0,01306	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K310	HE400A	Sağ	1	-648,81	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K311	HE400A	Sol	0	362,07	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sağ	1	-495,30	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sol	0	527,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sağ	1	-935,04	-0,01604	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K313	HE400A	Sol	0	-92,00	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sağ	1	-139,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sol	0	-131,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sağ	1	-132,33	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sol	0	-139,05	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sağ	1	-92,71	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sol	0	-155,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sağ	1	-150,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sol	0	-155,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sağ	1	-154,00	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sol	0	-147,12	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sağ	1	-157,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sol	0	-159,30	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sağ	1	-159,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sol	0	-146,70	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sağ	1	-156,31	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sol	0	-161,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sağ	1	-158,18	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sol	0	-155,05	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sağ	1	-76,70	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sol	0	-136,20	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sağ	1	-134,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sol	0	-79,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sağ	1	-152,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	827,01	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-594,23	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	349,83	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-461,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	484,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-906,09	-0,00080	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	806,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-589,45	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	358,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-462,23	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	484,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-908,06	-0,00154	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	806,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K407	HE400A	Sağ	1	-582,24	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	367,60	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-451,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	498,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-909,93	-0,00160	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	826,23	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-593,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sol	0	350,13	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sağ	1	-462,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	485,89	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-905,35	-0,00081	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	-98,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-138,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	-130,12	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-130,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	-137,48	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-99,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-149,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	-183,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-147,07	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	-148,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-179,18	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	-153,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-152,84	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	-185,31	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-142,96	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	-151,90	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-184,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	-153,36	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-153,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	-83,19	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-134,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	-132,53	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-86,19	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	-151,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	428,72	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-304,12	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	156,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-264,47	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	197,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-527,71	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.1 : TS-1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K504	HE400A	Sol	0	419,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-290,48	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	173,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-249,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	215,85	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-545,30	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	424,32	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sağ	1	-294,79	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sol	0	169,15	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-248,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	215,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-543,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	428,44	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-304,02	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	156,06	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-264,30	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	197,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-527,51	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	-69,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-154,71	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	-145,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-145,34	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	-154,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-70,28	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-159,43	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	-171,77	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-180,54	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	-165,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-166,01	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	-166,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-167,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	-162,46	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-178,31	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	-169,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-160,35	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	-170,61	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-165,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	-60,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-149,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	-148,92	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-61,38	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	-164,73	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	HE400A	Sol	0	-52,61	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K101	HE400A	Sağ	1	-52,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K102	HE400A	Sol	0	-53,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K102	HE400A	Sağ	1	-53,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K103	HE400A	Sol	0	-52,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K103	HE400A	Sağ	1	-52,61	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K104	HE400A	Sol	0	-61,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K104	HE400A	Sağ	1	-58,93	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K105	HE400A	Sol	0	-48,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K105	HE400A	Sağ	1	-48,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K106	HE400A	Sol	0	-58,93	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K106	HE400A	Sağ	1	-61,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K107	HE400A	Sol	0	-48,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K107	HE400A	Sağ	1	-37,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K108	HE400A	Sol	0	-30,43	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K108	HE400A	Sağ	1	-30,43	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K109	HE400A	Sol	0	-37,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K109	HE400A	Sağ	1	-48,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K110	HE400A	Sol	0	-77,67	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K110	HE400A	Sağ	1	-41,15	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K111	HE400A	Sol	0	-36,83	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K111	HE400A	Sağ	1	-36,83	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K112	HE400A	Sol	0	-41,15	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K112	HE400A	Sağ	1	-77,67	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K113	HE400A	Sol	0	951,11	0,02330	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K113	HE400A	Sağ	1	-768,01	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K114	HE400A	Sol	0	294,60	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K114	HE400A	Sağ	1	-625,88	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K115	HE400A	Sol	0	507,67	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K115	HE400A	Sağ	1	-935,09	-0,01614	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K116	HE400A	Sol	0	-1010,17	-0,04727	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K116	HE400A	Sağ	1	986,02	0,03593	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K117	HE400A	Sol	0	-1010,67	-0,04750	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K117	HE400A	Sağ	1	986,42	0,03612	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K118	HE400A	Sol	0	-1015,99	-0,05046	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K118	HE400A	Sağ	1	984,56	0,03524	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K119	HE400A	Sol	0	-1010,17	-0,04727	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K119	HE400A	Sağ	1	986,02	0,03593	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K120	HE400A	Sol	0	-1010,67	-0,04750	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K120	HE400A	Sağ	1	986,42	0,03612	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K121	HE400A	Sol	0	-1015,99	-0,05046	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K121	HE400A	Sağ	1	984,56	0,03524	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K122	HE400A	Sol	0	-768,01	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K122	HE400A	Sağ	1	951,11	0,02330	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K123	HE400A	Sol	0	-625,88	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K123	HE400A	Sağ	1	294,60	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K124	HE400A	Sol	0	-935,09	-0,01614	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K124	HE400A	Sağ	1	507,67	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K201	HE400A	Sol	0	-53,35	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K201	HE400A	Sağ	1	-52,28	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K202	HE400A	Sol	0	-53,35	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K202	HE400A	Sağ	1	-53,35	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K203	HE400A	Sol	0	-52,28	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K203	HE400A	Sağ	1	-53,35	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K204	HE400A	Sol	0	-11,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K204	HE400A	Sağ	1	-66,77	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K205	HE400A	Sol	0	-62,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K205	HE400A	Sağ	1	-62,26	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K206	HE400A	Sol	0	-66,77	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K206	HE400A	Sağ	1	-11,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K207	HE400A	Sol	0	-50,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K207	HE400A	Sağ	1	-30,16	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K208	HE400A	Sol	0	-37,54	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K208	HE400A	Sağ	1	-37,54	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K209	HE400A	Sol	0	-30,16	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K209	HE400A	Sağ	1	-50,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K210	HE400A	Sol	0	-80,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K210	HE400A	Sağ	1	-24,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K211	HE400A	Sol	0	-49,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K211	HE400A	Sağ	1	-49,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K212	HE400A	Sol	0	-24,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K212	HE400A	Sağ	1	-80,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K213	HE400A	Sol	0	928,47	0,01301	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K213	HE400A	Sağ	1	-782,64	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K214	HE400A	Sol	0	328,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K214	HE400A	Sağ	1	-620,96	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K215	HE400A	Sol	0	490,64	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K215	HE400A	Sağ	1	-943,95	-0,01895	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K216	HE400A	Sol	0	-990,46	-0,03801	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K216	HE400A	Sağ	1	966,86	0,02695	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K217	HE400A	Sol	0	-983,27	-0,03875	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K217	HE400A	Sağ	1	966,77	0,02689	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K218	HE400A	Sol	0	-990,90	-0,04206	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	HE400A	Sağ	1	965,22	0,02616	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K219	HE400A	Sol	0	-990,46	-0,03801	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K219	HE400A	Sağ	1	966,86	0,02695	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K220	HE400A	Sol	0	-983,27	-0,03875	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K220	HE400A	Sağ	1	966,77	0,02689	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K221	HE400A	Sol	0	-990,90	-0,04206	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K221	HE400A	Sağ	1	965,22	0,02616	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K222	HE400A	Sol	0	-782,64	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K222	HE400A	Sağ	1	928,47	0,01301	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K223	HE400A	Sol	0	-620,96	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K223	HE400A	Sağ	1	328,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K224	HE400A	Sol	0	-943,95	-0,01895	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K224	HE400A	Sağ	1	490,64	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K301	HE400A	Sol	0	-52,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K301	HE400A	Sağ	1	-52,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sol	0	-53,45	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sağ	1	-53,45	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sol	0	-52,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sağ	1	-52,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K304	HE400A	Sol	0	-43,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K304	HE400A	Sağ	1	-60,33	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sol	0	-57,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sağ	1	-57,52	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sol	0	-60,33	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sağ	1	-43,50	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K307	HE400A	Sol	0	-82,58	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K307	HE400A	Sağ	1	-22,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sol	0	-33,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sağ	1	-33,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sol	0	-22,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sağ	1	-82,58	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K310	HE400A	Sol	0	-78,93	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K310	HE400A	Sağ	1	-25,55	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sol	0	-47,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sağ	1	-47,56	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sol	0	-25,55	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sağ	1	-78,93	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sol	0	758,21	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sağ	1	-695,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sol	0	305,98	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sağ	1	-570,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K315	HE400A	Sol	0	432,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sağ	1	-903,09	-0,00027	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sol	0	-943,42	-0,01739	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K316	HE400A	Sağ	1	918,34	0,00751	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sol	0	-947,35	-0,01777	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K317	HE400A	Sağ	1	918,36	0,00661	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sol	0	-956,22	-0,02194	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K318	HE400A	Sağ	1	915,66	0,00571	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sol	0	-943,42	-0,01739	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K319	HE400A	Sağ	1	918,34	0,00751	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sol	0	-947,35	-0,01777	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K320	HE400A	Sağ	1	918,36	0,00661	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sol	0	-956,22	-0,02194	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K321	HE400A	Sağ	1	915,66	0,00571	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sol	0	-695,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sağ	1	758,21	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sol	0	-570,29	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sağ	1	305,98	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sol	0	-903,09	-0,00027	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sağ	1	432,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	-53,48	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-52,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	-53,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-53,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	-52,42	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-53,48	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	-60,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-53,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	-57,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-57,25	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	-53,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-60,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	-104,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sağ	1	-10,92	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	-34,66	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-34,66	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	-10,92	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-104,27	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	-90,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-20,47	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sol	0	-46,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	HE400A	Sağ	1	-46,87	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	-20,47	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-90,41	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	426,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-525,65	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	276,77	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-527,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	285,55	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-653,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-905,36	-0,00208	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	637,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-913,62	-0,00332	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	695,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-911,63	-0,00485	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	660,66	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-905,36	-0,00208	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	637,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-913,62	-0,00332	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	695,82	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-911,63	-0,00485	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	660,66	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-525,65	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	426,40	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-527,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	276,77	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-653,75	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	285,55	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	-48,38	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-54,54	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	-54,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-54,39	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	-54,54	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-48,38	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sol	0	-49,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-44,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	-46,73	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-46,73	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	-44,04	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-49,99	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	-84,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sağ	1	-16,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.2 : TS-1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	θy (rad)	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K508	HE400A	Sol	0	-35,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-35,74	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	-16,86	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-84,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	-79,90	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-29,32	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	-44,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-44,97	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	-29,32	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-79,90	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	127,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-290,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	79,18	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-357,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	14,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-297,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-564,84	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	271,34	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-623,51	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	281,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-648,47	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	277,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-564,84	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	271,34	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-623,51	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	281,69	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-648,47	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	277,37	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-290,59	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	127,78	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-357,68	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	79,18	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-297,11	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	14,5862	0,00000	0,01281	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,078	624,68	0,04241	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K101	KRS-1-01	Sağ	0,929	-561,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,071	329,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,929	-438,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,071	514,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,922	-627,78	-0,04331	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K104	KRS-1-01	Sol	0,078	624,65	0,04191	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K104	KRS-1-01	Sağ	0,929	-540,04	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,071	278,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,929	-393,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,071	521,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,922	-626,38	-0,04413	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K107	KRS-1-01	Sol	0,078	622,89	0,04182	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K107	KRS-1-01	Sağ	0,929	-527,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,071	300,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,929	-417,40	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,071	532,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,922	-627,43	-0,04383	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K110	KRS-1-01	Sol	0,078	624,56	0,04236	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K110	KRS-1-01	Sağ	0,929	-562,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,071	329,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,929	-437,83	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,071	514,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,922	-627,70	-0,04326	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K113	KRS-1-02	Sol	0,071	-40,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sağ	0,929	-87,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,071	-83,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,929	-82,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,071	-87,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,929	-39,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sol	0,078	-101,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sağ	0,922	-90,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sol	0,078	-87,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sağ	0,922	-91,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sol	0,078	-91,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sağ	0,922	-98,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sol	0,078	-99,05	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sağ	0,922	-65,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sol	0,078	-106,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sağ	0,922	-76,70	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K121	KRS-1-04	Sol	0,078	-55,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K121	KRS-1-04	Sağ	0,922	-109,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sol	0,071	-100,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,929	-18,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sol	0,071	-88,41	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,929	-90,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,071	-20,04	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sağ	0,929	-100,70	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,078	620,03	0,03813	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K201	KRS-1-01	Sağ	0,929	-564,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,071	357,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,929	-444,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,071	499,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,922	-619,45	-0,03953	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sol	0,078	615,69	0,03766	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sağ	0,929	-558,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,071	351,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,929	-436,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,071	522,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,922	-623,81	-0,04080	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sol	0,078	614,85	0,03756	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sağ	0,929	-546,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,071	367,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,929	-445,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,071	519,33	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,922	-623,98	-0,04039	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sol	0,078	620,00	0,03813	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sağ	0,929	-565,54	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,071	356,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,929	-444,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,071	500,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,922	-619,38	-0,03949	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K213	KRS-1-02	Sol	0,071	-50,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sağ	0,929	-85,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,071	-81,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,929	-80,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,071	-84,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,929	-50,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sol	0,078	-104,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sağ	0,922	-59,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sol	0,078	-90,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sağ	0,922	-91,39	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sol	0,078	-61,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K218	KRS-1-04	Sağ	0,922	-100,76	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sol	0,078	-80,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sağ	0,922	-74,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sol	0,078	-113,02	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sağ	0,922	-86,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sol	0,078	-61,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sağ	0,922	-96,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sol	0,071	-100,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,929	-36,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sol	0,071	-85,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,929	-82,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,071	-39,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sağ	0,929	-97,83	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sol	0,074	597,25	0,02401	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K301	KRS-2-01	Sağ	0,929	-504,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sol	0,071	346,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sağ	0,929	-428,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sol	0,071	442,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sağ	0,926	-604,47	-0,02546	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K304	KRS-2-01	Sol	0,074	596,07	0,02354	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K304	KRS-2-01	Sağ	0,929	-509,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sol	0,071	354,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sağ	0,929	-421,05	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sol	0,071	456,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sağ	0,926	-601,24	-0,02681	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K307	KRS-2-01	Sol	0,074	601,66	0,02325	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K307	KRS-2-01	Sağ	0,929	-495,97	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sol	0,071	362,33	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sağ	0,929	-427,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sol	0,071	455,39	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sağ	0,926	-600,89	-0,02644	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K310	KRS-2-01	Sol	0,074	596,94	0,02405	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K310	KRS-2-01	Sağ	0,929	-506,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sol	0,071	347,76	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sağ	0,929	-428,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sol	0,071	442,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sağ	0,926	-604,48	-0,02541	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K313	KRS-2-02	Sol	0,071	-48,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K313	KRS-2-02	Sağ	0,929	-84,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sol	0,071	-81,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K314	KRS-2-02	Sağ	0,929	-81,19	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sol	0,071	-84,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sağ	0,929	-48,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K316	KRS-2-04	Sol	0,074	-87,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K316	KRS-2-04	Sağ	0,926	-87,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K317	KRS-2-04	Sol	0,074	-101,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K317	KRS-2-04	Sağ	0,926	-94,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K318	KRS-2-04	Sol	0,074	-87,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K318	KRS-2-04	Sağ	0,926	-85,04	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K319	KRS-2-04	Sol	0,074	-84,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K319	KRS-2-04	Sağ	0,926	-97,83	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K320	KRS-2-04	Sol	0,074	-108,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K320	KRS-2-04	Sağ	0,926	-80,73	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K321	KRS-2-04	Sol	0,074	-86,95	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K321	KRS-2-04	Sağ	0,926	-98,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sol	0,071	-99,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sağ	0,929	-33,69	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sol	0,071	-85,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sağ	0,929	-83,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sol	0,071	-36,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sağ	0,929	-97,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	KRS-2-01	Sol	0,074	577,09	0,00741	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	KRS-2-01	Sağ	0,929	-452,95	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K402	KRS-2-02	Sol	0,071	345,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K402	KRS-2-02	Sağ	0,929	-420,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K403	KRS-2-03	Sol	0,071	385,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K403	KRS-2-03	Sağ	0,926	-579,34	-0,00921	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K404	KRS-2-01	Sol	0,074	579,69	0,00674	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K404	KRS-2-01	Sağ	0,929	-454,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K405	KRS-2-02	Sol	0,071	347,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K405	KRS-2-02	Sağ	0,929	-409,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K406	KRS-2-03	Sol	0,071	398,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K406	KRS-2-03	Sağ	0,926	-582,02	-0,01033	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K407	KRS-2-01	Sol	0,074	580,06	0,00666	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K407	KRS-2-01	Sağ	0,929	-441,40	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K408	KRS-2-02	Sol	0,071	357,54	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K408	KRS-2-02	Sağ	0,929	-416,54	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K409	KRS-2-03	Sol	0,071	396,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K409	KRS-2-03	Sağ	0,926	-580,88	-0,00997	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K410	KRS-2-01	Sol	0,074	576,75	0,00745	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K410	KRS-2-01	Sağ	0,929	-453,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K411	KRS-2-02	Sol	0,071	344,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K411	KRS-2-02	Sağ	0,929	-420,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K412	KRS-2-03	Sol	0,071	386,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K412	KRS-2-03	Sağ	0,926	-578,72	-0,00920	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K413	KRS-2-02	Sol	0,071	-53,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K413	KRS-2-02	Sağ	0,929	-84,02	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K414	KRS-2-02	Sol	0,071	-80,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K414	KRS-2-02	Sağ	0,929	-79,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K415	KRS-2-02	Sol	0,071	-83,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K415	KRS-2-02	Sağ	0,929	-54,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K416	KRS-2-04	Sol	0,074	-83,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K416	KRS-2-04	Sağ	0,926	-116,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K417	KRS-2-04	Sol	0,074	-93,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K417	KRS-2-04	Sağ	0,926	-89,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K418	KRS-2-04	Sol	0,074	-115,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K418	KRS-2-04	Sağ	0,926	-83,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K419	KRS-2-04	Sol	0,074	-78,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K419	KRS-2-04	Sağ	0,926	-127,00	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K420	KRS-2-04	Sol	0,074	-105,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K420	KRS-2-04	Sağ	0,926	-76,45	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K421	KRS-2-04	Sol	0,074	-113,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K421	KRS-2-04	Sağ	0,926	-92,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K422	KRS-2-02	Sol	0,071	-98,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K422	KRS-2-02	Sağ	0,929	-39,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K423	KRS-2-02	Sol	0,071	-84,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K423	KRS-2-02	Sağ	0,929	-82,33	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K424	KRS-2-02	Sol	0,071	-41,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K424	KRS-2-02	Sağ	0,929	-96,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K501	KRS-2-01	Sol	0,074	440,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K501	KRS-2-01	Sağ	0,929	-252,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K502	KRS-2-02	Sol	0,071	128,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K502	KRS-2-02	Sağ	0,929	-195,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K503	KRS-2-03	Sol	0,071	186,81	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K503	KRS-2-03	Sağ	0,926	-484,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K504	KRS-2-01	Sol	0,074	430,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K504	KRS-2-01	Sağ	0,929	-246,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K505	KRS-2-02	Sol	0,071	137,83	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K505	KRS-2-02	Sağ	0,929	-173,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K506	KRS-2-03	Sol	0,071	208,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K506	KRS-2-03	Sağ	0,926	-511,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.3 : TS-ZKE1 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K507	KRS-2-01	Sol	0,074	431,65	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K507	KRS-2-01	Sağ	0,929	-240,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K508	KRS-2-02	Sol	0,071	142,04	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K508	KRS-2-02	Sağ	0,929	-186,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K509	KRS-2-03	Sol	0,071	196,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K509	KRS-2-03	Sağ	0,926	-498,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K510	KRS-2-01	Sol	0,074	441,41	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K510	KRS-2-01	Sağ	0,929	-253,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K511	KRS-2-02	Sol	0,071	127,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K511	KRS-2-02	Sağ	0,929	-196,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K512	KRS-2-03	Sol	0,071	188,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K512	KRS-2-03	Sağ	0,926	-484,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K513	KRS-2-02	Sol	0,071	-25,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K513	KRS-2-02	Sağ	0,929	-94,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K514	KRS-2-02	Sol	0,071	-91,49	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K514	KRS-2-02	Sağ	0,929	-90,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K515	KRS-2-02	Sol	0,071	-93,39	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K515	KRS-2-02	Sağ	0,929	-26,40	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K516	KRS-2-04	Sol	0,074	-92,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K516	KRS-2-04	Sağ	0,926	-105,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K517	KRS-2-04	Sol	0,074	-110,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K517	KRS-2-04	Sağ	0,926	-102,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K518	KRS-2-04	Sol	0,074	-103,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K518	KRS-2-04	Sağ	0,926	-95,49	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K519	KRS-2-04	Sol	0,074	-89,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K519	KRS-2-04	Sağ	0,926	-105,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K520	KRS-2-04	Sol	0,074	-123,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K520	KRS-2-04	Sağ	0,926	-90,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K521	KRS-2-04	Sol	0,074	-91,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K521	KRS-2-04	Sağ	0,926	-107,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K522	KRS-2-02	Sol	0,071	-104,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K522	KRS-2-02	Sağ	0,929	-16,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K523	KRS-2-02	Sol	0,071	-96,00	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K523	KRS-2-02	Sağ	0,929	-95,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K524	KRS-2-02	Sol	0,071	-17,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K524	KRS-2-02	Sağ	0,929	-103,97	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,078	-29,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K101	KRS-1-01	Sağ	0,929	-29,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,071	-30,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,929	-30,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,071	-29,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,922	-29,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sol	0,078	-41,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sağ	0,929	-27,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,071	-24,06	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,929	-24,06	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,071	-27,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,922	-41,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sol	0,078	-43,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sağ	0,929	-7,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,071	-13,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,929	-13,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,071	-7,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,922	-43,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sol	0,078	-65,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sağ	0,929	-8,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,071	-14,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,929	-14,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,071	-8,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,922	-65,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sol	0,071	619,31	0,03680	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K113	KRS-1-02	Sağ	0,929	-569,19	-0,00196	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,071	321,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,929	-497,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,071	466,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,929	-624,58	-0,04086	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K116	KRS-1-04	Sol	0,078	-641,01	-0,05391	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K116	KRS-1-04	Sağ	0,922	632,65	0,04705	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sol	0,078	-642,65	-0,05473	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sağ	0,922	633,02	0,04733	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sol	0,078	-640,34	-0,05694	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sağ	0,922	632,52	0,04695	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sol	0,078	-641,01	-0,05391	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sağ	0,922	632,65	0,04705	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sol	0,078	-642,65	-0,05473	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sağ	0,922	633,02	0,04733	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sol	0,078	-640,34	-0,05694	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sağ	0,922	632,52	0,04695	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K122	KRS-1-02	Sol	0,071	-569,19	-0,00196	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,929	619,31	0,03680	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K123	KRS-1-02	Sol	0,071	-497,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,929	321,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,071	-624,58	-0,04086	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K124	KRS-1-02	Sağ	0,929	466,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,078	-30,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sağ	0,929	-28,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,071	-30,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,929	-30,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,071	-28,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,922	-30,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sol	0,078	2,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sağ	0,929	-33,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,071	-36,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,929	-36,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,071	-33,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,922	2,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sol	0,078	-20,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sağ	0,929	-8,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,071	-22,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,929	-22,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,071	-8,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,922	-20,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sol	0,078	-71,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sağ	0,929	7,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,071	-23,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,929	-23,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,071	7,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,922	-71,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sol	0,071	608,25	0,02982	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K213	KRS-1-02	Sağ	0,929	-568,57	-0,00217	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,071	358,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,929	-501,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,071	440,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,929	-612,30	-0,03455	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K216	KRS-1-04	Sol	0,078	-632,23	-0,04673	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K216	KRS-1-04	Sağ	0,922	621,65	0,03947	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K217	KRS-1-04	Sol	0,078	-633,43	-0,04765	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K217	KRS-1-04	Sağ	0,922	620,20	0,04046	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K218	KRS-1-04	Sol	0,078	-634,16	-0,04967	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sağ	0,922	623,32	0,03989	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K219	KRS-1-04	Sol	0,078	-632,23	-0,04673	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K219	KRS-1-04	Sağ	0,922	621,65	0,03947	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K220	KRS-1-04	Sol	0,078	-633,43	-0,04765	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K220	KRS-1-04	Sağ	0,922	620,20	0,04046	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K221	KRS-1-04	Sol	0,078	-634,16	-0,04967	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K221	KRS-1-04	Sağ	0,922	623,32	0,03989	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K222	KRS-1-02	Sol	0,071	-568,57	-0,00217	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,929	608,25	0,02982	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K223	KRS-1-02	Sol	0,071	-501,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,929	358,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,071	-612,30	-0,03455	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K224	KRS-1-02	Sağ	0,929	440,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sol	0,074	-31,06	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sağ	0,929	-28,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sol	0,071	-30,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sağ	0,929	-30,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sol	0,071	-28,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sağ	0,926	-31,06	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K304	KRS-2-01	Sol	0,074	-19,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K304	KRS-2-01	Sağ	0,929	-31,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sol	0,071	-33,60	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sağ	0,929	-33,60	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sol	0,071	-31,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sağ	0,926	-19,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K307	KRS-2-01	Sol	0,074	-44,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K307	KRS-2-01	Sağ	0,929	-7,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sol	0,071	-18,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sağ	0,929	-18,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sol	0,071	-7,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sağ	0,926	-44,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K310	KRS-2-01	Sol	0,074	-67,79	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K310	KRS-2-01	Sağ	0,929	4,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sol	0,071	-22,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sağ	0,929	-22,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sol	0,071	4,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sağ	0,926	-67,79	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K313	KRS-2-02	Sol	0,071	583,64	0,01260	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K313	KRS-2-02	Sağ	0,929	-542,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sol	0,071	313,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sağ	0,929	-476,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K315	KRS-2-02	Sol	0,071	387,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sağ	0,929	-590,01	-0,01683	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K316	KRS-2-04	Sol	0,074	-607,08	-0,02741	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K316	KRS-2-04	Sağ	0,926	598,04	0,02120	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K317	KRS-2-04	Sol	0,074	-605,80	-0,02850	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K317	KRS-2-04	Sağ	0,926	598,44	0,02078	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K318	KRS-2-04	Sol	0,074	-612,30	-0,03142	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K318	KRS-2-04	Sağ	0,926	593,52	0,02070	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K319	KRS-2-04	Sol	0,074	-607,08	-0,02741	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K319	KRS-2-04	Sağ	0,926	598,04	0,02120	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K320	KRS-2-04	Sol	0,074	-605,80	-0,02850	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K320	KRS-2-04	Sağ	0,926	598,44	0,02078	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K321	KRS-2-04	Sol	0,074	-612,30	-0,03142	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K321	KRS-2-04	Sağ	0,926	593,52	0,02070	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K322	KRS-2-02	Sol	0,071	-542,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sağ	0,929	583,64	0,01260	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K323	KRS-2-02	Sol	0,071	-476,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sağ	0,929	313,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sol	0,071	-590,01	-0,01683	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K324	KRS-2-02	Sağ	0,929	387,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	KRS-2-01	Sol	0,074	-32,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	KRS-2-01	Sağ	0,929	-28,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K402	KRS-2-02	Sol	0,071	-30,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K402	KRS-2-02	Sağ	0,929	-30,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K403	KRS-2-03	Sol	0,071	-28,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K403	KRS-2-03	Sağ	0,926	-32,08	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K404	KRS-2-01	Sol	0,074	-37,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K404	KRS-2-01	Sağ	0,929	-27,03	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K405	KRS-2-02	Sol	0,071	-32,33	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K405	KRS-2-02	Sağ	0,929	-32,33	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K406	KRS-2-03	Sol	0,071	-27,03	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K406	KRS-2-03	Sağ	0,926	-37,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K407	KRS-2-01	Sol	0,074	-66,76	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K407	KRS-2-01	Sağ	0,929	1,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K408	KRS-2-02	Sol	0,071	-19,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K408	KRS-2-02	Sağ	0,929	-19,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K409	KRS-2-03	Sol	0,071	1,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K409	KRS-2-03	Sağ	0,926	-66,76	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K410	KRS-2-01	Sol	0,074	-74,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K410	KRS-2-01	Sağ	0,929	7,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K411	KRS-2-02	Sol	0,071	-22,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	KRS-2-02	Sağ	0,929	-22,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K412	KRS-2-03	Sol	0,071	7,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K412	KRS-2-03	Sağ	0,926	-74,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K413	KRS-2-02	Sol	0,071	448,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K413	KRS-2-02	Sağ	0,929	-442,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K414	KRS-2-02	Sol	0,071	280,45	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K414	KRS-2-02	Sağ	0,929	-430,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K415	KRS-2-02	Sol	0,071	308,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K415	KRS-2-02	Sağ	0,929	-567,07	-0,00065	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K416	KRS-2-04	Sol	0,074	-578,90	-0,00997	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K416	KRS-2-04	Sağ	0,926	568,61	0,00198	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K417	KRS-2-04	Sol	0,074	-582,25	-0,01109	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K417	KRS-2-04	Sağ	0,926	572,00	0,00355	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K418	KRS-2-04	Sol	0,074	-582,34	-0,01276	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K418	KRS-2-04	Sağ	0,926	574,55	0,00296	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K419	KRS-2-04	Sol	0,074	-578,90	-0,00997	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K419	KRS-2-04	Sağ	0,926	568,61	0,00198	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K420	KRS-2-04	Sol	0,074	-582,25	-0,01109	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K420	KRS-2-04	Sağ	0,926	572,00	0,00355	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K421	KRS-2-04	Sol	0,074	-582,34	-0,01276	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K421	KRS-2-04	Sağ	0,926	574,55	0,00296	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K422	KRS-2-02	Sol	0,071	-442,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K422	KRS-2-02	Sağ	0,929	448,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K423	KRS-2-02	Sol	0,071	-430,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K423	KRS-2-02	Sağ	0,929	280,45	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K424	KRS-2-02	Sol	0,071	-567,07	-0,00065	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K424	KRS-2-02	Sağ	0,929	308,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K501	KRS-2-01	Sol	0,074	-27,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K501	KRS-2-01	Sağ	0,929	-30,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K502	KRS-2-02	Sol	0,071	-31,27	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K502	KRS-2-02	Sağ	0,929	-31,27	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K503	KRS-2-03	Sol	0,071	-30,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K503	KRS-2-03	Sağ	0,926	-27,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K504	KRS-2-01	Sol	0,074	-31,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K504	KRS-2-01	Sağ	0,929	-22,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K505	KRS-2-02	Sol	0,071	-25,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K505	KRS-2-02	Sağ	0,929	-25,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K506	KRS-2-03	Sol	0,071	-22,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K506	KRS-2-03	Sağ	0,926	-31,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K507	KRS-2-01	Sol	0,074	-54,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K507	KRS-2-01	Sağ	0,929	-4,96	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.4 : TS-ZKE1 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K508	KRS-2-02	Sol	0,071	-17,28	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K508	KRS-2-02	Sağ	0,929	-17,28	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K509	KRS-2-03	Sol	0,071	-4,96	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K509	KRS-2-03	Sağ	0,926	-54,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K510	KRS-2-01	Sol	0,074	-63,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K510	KRS-2-01	Sağ	0,929	-1,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K511	KRS-2-02	Sol	0,071	-18,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K511	KRS-2-02	Sağ	0,929	-18,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K512	KRS-2-03	Sol	0,071	-1,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K512	KRS-2-03	Sağ	0,926	-63,91	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K513	KRS-2-02	Sol	0,071	181,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K513	KRS-2-02	Sağ	0,929	-239,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K514	KRS-2-02	Sol	0,071	109,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K514	KRS-2-02	Sağ	0,929	-278,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K515	KRS-2-02	Sol	0,071	86,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K515	KRS-2-02	Sağ	0,929	-263,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K516	KRS-2-04	Sol	0,074	-469,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K516	KRS-2-04	Sağ	0,926	311,81	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K517	KRS-2-04	Sol	0,074	-511,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K517	KRS-2-04	Sağ	0,926	300,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K518	KRS-2-04	Sol	0,074	-544,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K518	KRS-2-04	Sağ	0,926	303,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K519	KRS-2-04	Sol	0,074	-469,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K519	KRS-2-04	Sağ	0,926	311,81	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K520	KRS-2-04	Sol	0,074	-511,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K520	KRS-2-04	Sağ	0,926	300,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K521	KRS-2-04	Sol	0,074	-544,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K521	KRS-2-04	Sağ	0,926	303,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K522	KRS-2-02	Sol	0,071	-239,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K522	KRS-2-02	Sağ	0,929	181,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K523	KRS-2-02	Sol	0,071	-278,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K523	KRS-2-02	Sağ	0,929	109,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K524	KRS-2-02	Sol	0,071	-263,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K524	KRS-2-02	Sağ	0,929	86,359	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,0776	626,42	0,04382	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K101	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-559,96	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,0715	334,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-443,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,0715	517,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-629,87	-0,04492	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K104	KRS-1-01	Sol	0,0776	626,40	0,04340	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K104	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-539,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,0715	279,39	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-397,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,0715	526,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-628,49	-0,04568	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K107	KRS-1-01	Sol	0,0776	624,70	0,04337	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K107	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-527,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,0715	299,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-421,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,0715	540,96	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-629,67	-0,04549	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K110	KRS-1-01	Sol	0,0776	626,18	0,04374	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K110	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-559,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,0715	334,05	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-443,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,0715	517,95	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-629,82	-0,04489	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K113	KRS-1-02	Sol	0,0715	-39,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-87,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,0715	-84,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-81,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,0715	-87,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-39,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sol	0,0776	-105,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-86,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sol	0,0776	-87,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-91,19	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sol	0,0776	-87,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-103,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sol	0,0776	-101,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-61,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sol	0,0776	-104,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-79,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K121	KRS-1-04	Sol	0,0776	-53,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K121	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-110,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sol	0,0715	-100,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-16,49	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sol	0,0715	-89,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-90,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,0715	-17,39	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-100,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,0776	620,30	0,03874	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K201	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-561,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,0715	362,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-448,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,0715	498,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-620,45	-0,04029	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sol	0,0776	616,10	0,03836	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-555,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,0715	352,96	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-440,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,0715	524,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-624,80	-0,04156	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sol	0,0776	615,29	0,03829	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-545,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,0715	368,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-449,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,0715	523,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-625,08	-0,04123	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sol	0,0776	620,25	0,03872	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-562,66	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,0715	364,15	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-449,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,0715	498,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-620,36	-0,04024	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K213	KRS-1-02	Sol	0,0715	-50,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-85,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,0715	-81,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-79,97	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,0715	-83,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-51,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sol	0,0776	-108,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-54,10	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sol	0,0776	-90,59	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-91,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sol	0,0776	-56,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K218	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-105,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sol	0,0776	-82,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-71,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sol	0,0776	-111,35	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-89,01	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sol	0,0776	-61,62	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-95,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sol	0,0715	-100,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-36,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sol	0,0715	-85,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-82,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,0715	-40,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-97,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sol	0,0745	601,26	0,02294	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K301	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-499,54	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sol	0,0715	353,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-430,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sol	0,0715	433,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-599,08	-0,02483	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K304	KRS-2-01	Sol	0,0745	595,34	0,02263	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K304	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-499,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sol	0,0715	355,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-426,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sol	0,0715	454,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-601,91	-0,02601	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K307	KRS-2-01	Sol	0,0745	595,12	0,02265	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K307	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-491,18	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sol	0,0715	365,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-429,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sol	0,0715	452,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-601,43	-0,02569	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K310	KRS-2-01	Sol	0,0745	600,80	0,02292	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K310	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-499,05	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sol	0,0715	353,73	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-433,19	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sol	0,0715	435,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-599,00	-0,02481	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K313	KRS-2-02	Sol	0,0715	-48,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K313	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-84,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sol	0,0715	-82,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K314	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-80,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sol	0,0715	-83,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-49,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K316	KRS-2-04	Sol	0,0745	-89,58	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K316	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-85,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K317	KRS-2-04	Sol	0,0745	-103,26	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K317	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-94,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K318	KRS-2-04	Sol	0,0745	-84,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K318	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-88,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K319	KRS-2-04	Sol	0,0745	-86,29	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K319	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-99,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K320	KRS-2-04	Sol	0,0745	-105,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K320	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-81,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K321	KRS-2-04	Sol	0,0745	-90,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K321	KRS-2-04	Sağ	0,9255	-97,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sol	0,0715	-99,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-33,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sol	0,0715	-85,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-83,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sol	0,0715	-36,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-97,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	838,50	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-605,17	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	339,66	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-453,87	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	490,69	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-907,95	-0,00092	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	819,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-603,76	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	341,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-449,86	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	502,10	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-905,95	-0,00218	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	819,06	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sağ	1	-592,95	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	358,95	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-445,79	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	502,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-908,95	-0,00178	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	838,31	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-605,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	HE400A	Sol	0	339,51	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sağ	1	-454,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	490,12	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-906,86	-0,00092	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	-99,22	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-137,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	-131,20	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-129,17	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	-134,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-101,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-149,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	-183,29	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-145,96	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	-149,27	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-181,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	-150,76	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-140,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	-197,41	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-157,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	-136,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-182,92	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	-155,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-154,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	-82,31	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-134,66	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	-132,74	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-84,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	-152,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	425,95	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-309,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	148,62	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-260,15	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	200,87	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-520,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sol	0	419,83	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-302,22	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	158,53	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-233,97	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	231,50	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-549,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	422,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.5 : TS-ZKE2 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K507	HE400A	Sağ	1	-299,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sol	0	163,07	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-246,20	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	218,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-535,86	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	426,35	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-309,39	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	148,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-260,25	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	200,45	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-519,97	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	-70,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-154,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	-145,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-143,77	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	-152,14	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-71,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-159,15	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	-172,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-179,09	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	-166,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-168,59	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	-164,53	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-154,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	-174,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-191,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	-155,59	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-159,54	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	-173,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-166,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	-59,63	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-149,87	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	-149,07	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-60,52	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	-165,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,0776	-29,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K101	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-29,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,0715	-30,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-30,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,0715	-29,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-29,44	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sol	0,0776	-39,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-29,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,0715	-24,00	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-24,00	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,0715	-29,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-39,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sol	0,0776	-41,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-9,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,0715	-13,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-13,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,0715	-9,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-41,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sol	0,0776	-65,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-9,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,0715	-13,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-13,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,0715	-9,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-65,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sol	0,0715	620,75	0,03791	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K113	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-569,09	-0,00212	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,0715	325,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-498,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,0715	469,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-626,06	-0,04200	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K116	KRS-1-04	Sol	0,0776	-643,17	-0,05514	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K116	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,25	0,04828	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sol	0,0776	-644,33	-0,05602	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,73	0,04865	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sol	0,0776	-644,23	-0,05805	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,07	0,04814	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sol	0,0776	-643,17	-0,05514	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,25	0,04828	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sol	0,0776	-644,33	-0,05602	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,73	0,04865	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sol	0,0776	-644,23	-0,05805	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sağ	0,9224	634,07	0,04814	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K122	KRS-1-02	Sol	0,0715	-569,09	-0,00212	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,9285	620,75	0,03791	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K123	KRS-1-02	Sol	0,0715	-498,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,9285	325,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,0715	-626,06	-0,04200	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K124	KRS-1-02	Sağ	0,9285	469,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,0776	-30,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-29,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,0715	-30,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-30,78	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,0715	-29,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-30,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sol	0,0776	4,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-34,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,0715	-36,97	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-36,97	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,0715	-34,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,9224	4,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sol	0,0776	-17,45	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-10,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,0715	-23,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-23,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,0715	-10,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-17,45	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sol	0,0776	-71,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sağ	0,9285	6,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,0715	-22,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-22,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,0715	6,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-71,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sol	0,0715	607,62	0,03053	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K213	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-569,47	-0,00217	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,0715	359,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-502,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,0715	442,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-611,75	-0,03520	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K216	KRS-1-04	Sol	0,0776	-633,20	-0,04747	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K216	KRS-1-04	Sağ	0,9224	621,85	0,04035	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K217	KRS-1-04	Sol	0,0776	-634,46	-0,04844	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K217	KRS-1-04	Sağ	0,9224	620,28	0,04130	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K218	KRS-1-04	Sol	0,0776	-636,86	-0,05029	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sağ	0,9224	624,22	0,04058	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K219	KRS-1-04	Sol	0,0776	-633,20	-0,04747	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K219	KRS-1-04	Sağ	0,9224	621,85	0,04035	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K220	KRS-1-04	Sol	0,0776	-634,46	-0,04844	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K220	KRS-1-04	Sağ	0,9224	620,28	0,04130	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K221	KRS-1-04	Sol	0,0776	-636,86	-0,05029	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K221	KRS-1-04	Sağ	0,9224	624,22	0,04058	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K222	KRS-1-02	Sol	0,0715	-569,47	-0,00217	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,9285	607,62	0,03053	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K223	KRS-1-02	Sol	0,0715	-502,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,9285	359,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,0715	-611,75	-0,03520	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K224	KRS-1-02	Sağ	0,9285	442,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sol	0,0745	-30,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-29,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sol	0,0715	-30,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K302	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-30,84	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sol	0,0715	-29,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K303	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-30,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K304	KRS-2-01	Sol	0,0745	-20,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K304	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-32,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sol	0,0715	-33,40	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K305	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-33,40	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sol	0,0715	-32,24	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K306	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-20,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K307	KRS-2-01	Sol	0,0745	-43,38	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K307	KRS-2-01	Sağ	0,9285	-9,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sol	0,0715	-18,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K308	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-18,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sol	0,0715	-9,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K309	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-43,38	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K310	KRS-2-01	Sol	0,0745	-66,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K310	KRS-2-01	Sağ	0,9285	3,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sol	0,0715	-21,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K311	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-21,22	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sol	0,0715	3,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K312	KRS-2-03	Sağ	0,9255	-66,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K313	KRS-2-02	Sol	0,0715	580,42	0,01136	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K313	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-538,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sol	0,0715	314,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K314	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-477,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K315	KRS-2-02	Sol	0,0715	385,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K315	KRS-2-02	Sağ	0,9285	-591,19	-0,01552	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K316	KRS-2-04	Sol	0,0745	-605,57	-0,02625	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K316	KRS-2-04	Sağ	0,9255	594,26	0,02067	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K317	KRS-2-04	Sol	0,0745	-604,64	-0,02729	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K317	KRS-2-04	Sağ	0,9255	594,63	0,01974	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K318	KRS-2-04	Sol	0,0745	-610,79	-0,03026	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K318	KRS-2-04	Sağ	0,9255	596,45	0,01925	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K319	KRS-2-04	Sol	0,0745	-605,57	-0,02625	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K319	KRS-2-04	Sağ	0,9255	594,26	0,02067	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K320	KRS-2-04	Sol	0,0745	-604,64	-0,02729	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K320	KRS-2-04	Sağ	0,9255	594,63	0,01974	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K321	KRS-2-04	Sol	0,0745	-610,79	-0,03026	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K321	KRS-2-04	Sağ	0,9255	596,45	0,01925	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K322	KRS-2-02	Sol	0,0715	-538,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K322	KRS-2-02	Sağ	0,9285	580,42	0,01136	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K323	KRS-2-02	Sol	0,0715	-477,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K323	KRS-2-02	Sağ	0,9285	314,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K324	KRS-2-02	Sol	0,0715	-591,19	-0,01552	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K324	KRS-2-02	Sağ	0,9285	385,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	-54,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-51,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	-53,02	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-53,02	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	-51,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-54,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	-62,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-52,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	-55,73	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-55,73	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	-52,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-62,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	-95,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sağ	1	-20,62	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	-33,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-33,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	-20,62	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-95,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	-108,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-4,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sol	0	-43,88	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	HE400A	Sağ	1	-43,88	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	-4,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-108,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	442,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-541,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	269,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-518,00	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	310,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-672,12	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-909,29	-0,00323	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	682,22	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-911,54	-0,00434	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	715,49	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-915,38	-0,00641	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	686,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-909,29	-0,00323	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	682,22	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-911,54	-0,00434	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	715,49	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-915,38	-0,00641	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	686,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-541,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	442,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-518,00	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	269,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-672,12	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	310,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	-49,59	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-53,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	-54,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-54,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	-53,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-49,59	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sol	0	-53,39	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-41,30	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	-45,94	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-45,94	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	-41,30	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-53,39	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	-79,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.6 : TS-ZKE2 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K507	HE400A	Sağ	1	-20,88	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sol	0	-37,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-37,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	-20,88	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-79,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	-95,28	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-17,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	-40,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-40,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	-17,08	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-95,28	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	136,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-303,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	71,42	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-345,78	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	38,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-317,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-569,60	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	272,11	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-627,38	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	285,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-642,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	275,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-569,60	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	272,11	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-627,38	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	285,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-642,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	275,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-303,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	136,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-345,78	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	71,42	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-317,18	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	38,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,0776	627,78	0,04510	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K101	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-555,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,0715	335,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-446,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,0715	521,90	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-631,81	-0,04644	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K104	KRS-1-01	Sol	0,0776	623,67	0,04493	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K104	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-537,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,0715	283,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-403,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,0715	526,82	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-629,64	-0,04704	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K107	KRS-1-01	Sol	0,0776	629,38	0,04454	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K107	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-525,36	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,0715	298,25	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-424,54	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,0715	546,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-630,93	-0,04701	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K110	KRS-1-01	Sol	0,0776	627,76	0,04501	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K110	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-555,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,0715	335,02	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-446,63	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,0715	521,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-631,83	-0,04642	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K113	KRS-1-02	Sol	0,0715	-36,07	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-88,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,0715	-83,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-83,42	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,0715	-88,94	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-35,77	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sol	0,0776	-108,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K116	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-83,49	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sol	0,0776	-87,79	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K117	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-91,67	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sol	0,0776	-83,75	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K118	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-107,09	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sol	0,0776	-106,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K119	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-55,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sol	0,0776	-100,00	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K120	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-83,83	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K121	KRS-1-04	Sol	0,0776	-51,65	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K121	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-110,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sol	0,0715	-99,74	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-14,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sol	0,0715	-89,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-91,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,0715	-14,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-100,89	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,0776	618,67	0,03869	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K201	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-556,17	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,0715	368,79	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-453,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,0715	497,68	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-621,25	-0,04030	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sol	0,0776	621,01	0,03811	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K204	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-547,71	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,0715	353,52	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-447,50	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,0715	522,23	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-625,38	-0,04147	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sol	0,0776	619,89	0,03806	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K207	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-539,47	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,0715	367,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-450,04	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,0715	520,55	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-619,44	-0,04146	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sol	0,0776	618,82	0,03866	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K210	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-556,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,0715	368,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-454,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,0715	497,88	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-621,30	-0,04027	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K213	KRS-1-02	Sol	0,0715	-50,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-85,53	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,0715	-80,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-81,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,0715	-85,11	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-50,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sol	0,0776	-111,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K216	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-51,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sol	0,0776	-90,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K217	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-91,48	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sol	0,0776	-52,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K218	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-108,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sol	0,0776	-87,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K219	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-70,95	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sol	0,0776	-108,99	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K220	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-91,30	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sol	0,0776	-66,13	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K221	KRS-1-04	Sağ	0,9224	-92,06	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sol	0,0715	-99,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-38,05	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sol	0,0715	-84,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-82,49	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,0715	-40,51	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-97,69	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	HE400A	Sol	0	929,46	0,01277	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K301	HE400A	Sağ	1	-648,66	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sol	0	360,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sağ	1	-490,62	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sol	0	528,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sağ	1	-940,01	-0,01530	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K304	HE400A	Sol	0	929,47	0,01232	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K304	HE400A	Sağ	1	-657,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sol	0	342,51	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sağ	1	-437,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sol	0	502,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sağ	1	-932,10	-0,01339	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K307	HE400A	Sol	0	927,00	0,01246	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K307	HE400A	Sağ	1	-653,79	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sol	0	362,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sağ	1	-430,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sol	0	504,40	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sağ	1	-937,22	-0,01301	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K310	HE400A	Sol	0	928,67	0,01277	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K310	HE400A	Sağ	1	-647,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sol	0	360,73	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sağ	1	-491,09	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sol	0	528,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sağ	1	-940,08	-0,01528	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K313	HE400A	Sol	0	-92,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sağ	1	-138,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sol	0	-131,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K314	HE400A	Sağ	1	-132,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sol	0	-138,15	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sağ	1	-93,52	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sol	0	-156,32	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sağ	1	-151,54	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sol	0	-156,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sağ	1	-151,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sol	0	-148,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sağ	1	-157,26	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sol	0	-152,00	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sağ	1	-166,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sol	0	-155,06	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sağ	1	-146,66	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sol	0	-159,48	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sağ	1	-160,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sol	0	-154,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sağ	1	-76,38	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sol	0	-136,09	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sağ	1	-134,53	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sol	0	-78,56	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sağ	1	-152,77	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	789,65	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-581,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	348,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-455,33	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	476,67	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-895,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	768,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-575,21	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	349,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-452,10	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	487,88	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-905,11	-0,00094	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	769,65	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sağ	1	-567,63	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	364,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-444,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	491,28	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-906,02	-0,00075	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	788,87	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-579,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	HE400A	Sol	0	347,59	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sağ	1	-455,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	476,50	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-895,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	-98,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-137,79	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	-129,77	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-130,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	-136,41	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-100,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-148,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	-185,75	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-147,83	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	-147,40	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-181,40	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	-151,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-145,30	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	-192,49	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-151,89	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	-142,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-183,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	-155,07	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-153,09	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	-84,25	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-134,03	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	-132,56	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-86,29	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	-151,38	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	402,51	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-297,30	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	160,54	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-268,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	188,70	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-500,69	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sol	0	394,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-285,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	172,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-248,06	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	214,35	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-523,21	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	397,94	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.7 : TS-ZKE3 (x) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K507	HE400A	Sağ	1	-285,93	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sol	0	172,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-254,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	206,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-513,86	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	402,77	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-297,47	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	160,95	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-268,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	188,21	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-500,34	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	-70,10	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-154,23	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	-144,71	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-145,21	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	-153,50	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-70,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-158,01	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	-174,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-180,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	-165,09	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-168,53	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	-165,57	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-158,53	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	-171,84	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-186,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	-160,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-161,54	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	-171,38	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-165,25	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	-60,65	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-149,35	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	-148,76	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-61,46	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	-164,60	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi.

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K101	KRS-1-01	Sol	0,0776	-29,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K101	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-29,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sol	0,0715	-30,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K102	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-30,80	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sol	0,0715	-29,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K103	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-29,20	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sol	0,0776	-37,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K104	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-32,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sol	0,0715	-23,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K105	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-23,87	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sol	0,0715	-32,12	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K106	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-37,37	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sol	0,0776	-37,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K107	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-11,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sol	0,0715	-13,02	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K108	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-13,02	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sol	0,0715	-11,34	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K109	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-37,14	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sol	0,0776	-63,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K110	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-11,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sol	0,0715	-12,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K111	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-12,72	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sol	0,0715	-11,46	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K112	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-63,93	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K113	KRS-1-02	Sol	0,0715	623,88	0,04031	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K113	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-569,16	-0,00252	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sol	0,0715	334,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K114	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-500,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sol	0,0715	472,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K115	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-629,04	-0,04428	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K116	KRS-1-04	Sol	0,0776	-646,62	-0,05778	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K116	KRS-1-04	Sağ	0,9224	637,22	0,05094	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sol	0,0776	-643,50	-0,05879	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K117	KRS-1-04	Sağ	0,9224	638,09	0,05122	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sol	0,0776	-650,36	-0,06066	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K118	KRS-1-04	Sağ	0,9224	637,60	0,05085	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sol	0,0776	-646,62	-0,05778	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K119	KRS-1-04	Sağ	0,9224	637,22	0,05094	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sol	0,0776	-643,50	-0,05879	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K120	KRS-1-04	Sağ	0,9224	638,09	0,05122	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sol	0,0776	-650,36	-0,06066	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K121	KRS-1-04	Sağ	0,9224	637,60	0,05085	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K122	KRS-1-02	Sol	0,0715	-569,16	-0,00252	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K122	KRS-1-02	Sağ	0,9285	623,88	0,04031	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K123	KRS-1-02	Sol	0,0715	-500,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K123	KRS-1-02	Sağ	0,9285	334,16	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K124	KRS-1-02	Sol	0,0715	-629,04	-0,04428	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K124	KRS-1-02	Sağ	0,9285	472,56	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sol	0,0776	-30,03	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K201	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-29,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sol	0,0715	-30,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K202	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-30,86	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sol	0,0715	-29,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K203	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-30,03	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sol	0,0776	7,10	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K204	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-36,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sol	0,0715	-37,41	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K205	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-37,41	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sol	0,0715	-36,64	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K206	KRS-1-03	Sağ	0,9224	7,10	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sol	0,0776	-16,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K207	KRS-1-01	Sağ	0,9285	-10,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sol	0,0715	-23,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K208	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-23,21	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sol	0,0715	-10,43	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K209	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-16,98	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sol	0,0776	-69,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K210	KRS-1-01	Sağ	0,9285	6,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sol	0,0715	-23,19	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K211	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-23,19	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sol	0,0715	6,31	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K212	KRS-1-03	Sağ	0,9224	-69,57	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K213	KRS-1-02	Sol	0,0715	612,11	0,03179	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K213	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-570,13	-0,00243	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sol	0,0715	368,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K214	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-506,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sol	0,0715	445,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K215	KRS-1-02	Sağ	0,9285	-614,43	-0,03650	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K216	KRS-1-04	Sol	0,0776	-632,84	-0,04912	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K216	KRS-1-04	Sağ	0,9224	623,56	0,04187	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K217	KRS-1-04	Sol	0,0776	-636,54	-0,05004	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K217	KRS-1-04	Sağ	0,9224	625,33	0,04276	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K218	KRS-1-04	Sol	0,0776	-638,85	-0,05184	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K218	KRS-1-04	Sağ	0,9224	626,12	0,04220	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K219	KRS-1-04	Sol	0,0776	-632,84	-0,04912	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K219	KRS-1-04	Sağ	0,9224	623,56	0,04187	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K220	KRS-1-04	Sol	0,0776	-636,54	-0,05004	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K220	KRS-1-04	Sağ	0,9224	625,33	0,04276	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K221	KRS-1-04	Sol	0,0776	-638,85	-0,05184	390	0,01096	0,03493	0,04539	>GÖ
K221	KRS-1-04	Sağ	0,9224	626,12	0,04220	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K222	KRS-1-02	Sol	0,0715	-570,13	-0,00243	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K222	KRS-1-02	Sağ	0,9285	612,11	0,03179	390	0,01096	0,03493	0,04539	HK-CG
K223	KRS-1-02	Sol	0,0715	-506,85	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K223	KRS-1-02	Sağ	0,9285	368,32	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K224	KRS-1-02	Sol	0,0715	-614,43	-0,03650	390	0,01096	0,03493	0,04539	CG-GÖ
K224	KRS-1-02	Sağ	0,9285	445,61	0,00000	390	0,01096	0,03493	0,04539	A-HK
K301	HE400A	Sol	0	-53,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K301	HE400A	Sağ	1	-51,78	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sol	0	-53,27	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K302	HE400A	Sağ	1	-53,27	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sol	0	-51,78	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K303	HE400A	Sağ	1	-53,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K304	HE400A	Sol	0	-49,95	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K304	HE400A	Sağ	1	-56,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sol	0	-56,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K305	HE400A	Sağ	1	-56,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sol	0	-32,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K306	HE400A	Sağ	1	-26,32	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K307	HE400A	Sol	0	-81,91	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K307	HE400A	Sağ	1	-24,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sol	0	-33,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K308	HE400A	Sağ	1	-33,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sol	0	-5,25	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K309	HE400A	Sağ	1	-53,50	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K310	HE400A	Sol	0	-98,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K310	HE400A	Sağ	1	-10,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sol	0	-41,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K311	HE400A	Sağ	1	-41,82	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sol	0	-10,36	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K312	HE400A	Sağ	1	-98,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sol	0	721,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K313	HE400A	Sağ	1	-691,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sol	0	310,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K314	HE400A	Sağ	1	-566,71	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K315	HE400A	Sol	0	438,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K315	HE400A	Sağ	1	-885,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K316	HE400A	Sol	0	-942,98	-0,01572	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K316	HE400A	Sağ	1	915,02	0,00587	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K317	HE400A	Sol	0	-936,32	-0,01639	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K317	HE400A	Sağ	1	915,54	0,00487	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K318	HE400A	Sol	0	-945,49	-0,02059	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K318	HE400A	Sağ	1	915,55	0,00388	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K319	HE400A	Sol	0	-942,98	-0,01572	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K319	HE400A	Sağ	1	915,02	0,00587	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K320	HE400A	Sol	0	-936,32	-0,01639	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K320	HE400A	Sağ	1	915,54	0,00487	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K321	HE400A	Sol	0	-945,49	-0,02059	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	HK-CG
K321	HE400A	Sağ	1	915,55	0,00388	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sol	0	-691,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K322	HE400A	Sağ	1	721,58	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sol	0	-566,71	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K323	HE400A	Sağ	1	310,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sol	0	-885,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K324	HE400A	Sağ	1	438,44	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sol	0	-54,48	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K401	HE400A	Sağ	1	-51,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sol	0	-53,10	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K402	HE400A	Sağ	1	-53,10	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sol	0	-51,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K403	HE400A	Sağ	1	-54,48	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sol	0	-64,28	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K404	HE400A	Sağ	1	-49,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sol	0	-56,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K405	HE400A	Sağ	1	-56,68	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sol	0	-49,98	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K406	HE400A	Sağ	1	-64,28	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sol	0	-101,70	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K407	HE400A	Sağ	1	-13,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sol	0	-35,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K408	HE400A	Sağ	1	-35,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sol	0	-13,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K409	HE400A	Sağ	1	-101,70	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sol	0	-114,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K410	HE400A	Sağ	1	-0,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K411	HE400A	Sol	0	-43,05	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K411	HE400A	Sağ	1	-43,05	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sol	0	-0,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K412	HE400A	Sağ	1	-114,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sol	0	380,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K413	HE400A	Sağ	1	-501,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sol	0	252,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K414	HE400A	Sağ	1	-496,40	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sol	0	276,15	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K415	HE400A	Sağ	1	-634,07	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sol	0	-900,76	-0,00008	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K416	HE400A	Sağ	1	586,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sol	0	-903,49	-0,00137	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K417	HE400A	Sağ	1	639,60	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sol	0	-908,36	-0,00258	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K418	HE400A	Sağ	1	606,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sol	0	-900,76	-0,00008	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K419	HE400A	Sağ	1	586,64	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sol	0	-903,49	-0,00137	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K420	HE400A	Sağ	1	639,60	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sol	0	-908,36	-0,00258	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K421	HE400A	Sağ	1	606,72	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sol	0	-501,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K422	HE400A	Sağ	1	380,16	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sol	0	-496,40	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K423	HE400A	Sağ	1	252,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sol	0	-634,07	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K424	HE400A	Sağ	1	276,15	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sol	0	-49,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K501	HE400A	Sağ	1	-53,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sol	0	-54,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K502	HE400A	Sağ	1	-54,13	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sol	0	-53,85	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K503	HE400A	Sağ	1	-49,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sol	0	-52,76	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K504	HE400A	Sağ	1	-41,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sol	0	-45,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K505	HE400A	Sağ	1	-45,90	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sol	0	-41,80	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K506	HE400A	Sağ	1	-52,76	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sol	0	-82,19	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K507	HE400A	Sağ	1	-18,99	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

Çizelge B.8 : TS-ZKE3 (y) doğrultusu kiriş hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kiriş No	Kiriş Tip No	Mafsal Yeri	Mafsal Göreceli Mesafesi	M3 (kN-m)	θp (rad)	d / θy mm / rad	HK	CG	GÖ	Hasar Durumu
K508	HE400A	Sol	0	-36,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K508	HE400A	Sağ	1	-36,55	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sol	0	-18,99	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K509	HE400A	Sağ	1	-82,19	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sol	0	-98,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K510	HE400A	Sağ	1	-14,33	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sol	0	-39,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K511	HE400A	Sağ	1	-39,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sol	0	-14,33	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K512	HE400A	Sağ	1	-98,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sol	0	106,42	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K513	HE400A	Sağ	1	-275,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sol	0	52,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K514	HE400A	Sağ	1	-328,05	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sol	0	10,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K515	HE400A	Sağ	1	-282,45	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sol	0	-521,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K516	HE400A	Sağ	1	223,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sol	0	-582,11	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K517	HE400A	Sağ	1	240,02	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sol	0	-599,12	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K518	HE400A	Sağ	1	231,29	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sol	0	-521,43	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K519	HE400A	Sağ	1	223,37	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sol	0	-582,11	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K520	HE400A	Sağ	1	240,02	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sol	0	-599,12	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K521	HE400A	Sağ	1	231,29	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sol	0	-275,04	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K522	HE400A	Sağ	1	106,42	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sol	0	-328,05	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K523	HE400A	Sağ	1	52,61	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sol	0	-282,45	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK
K524	HE400A	Sağ	1	10,24	0,00000	0,0128	0,00935	0,05855	0,07957	A-HK

EK-C FEMA 356 Kolon Hasarları Hesap Tabloları

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	254,26	-29,45	-686,21	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0282	0,00504	0,00504	0,03024	0,04031	0,00	A-HK
S101	Alt	245,52	14,94	2370,88	0,04766	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0272	0,00504	0,00504	0,03027	0,04035	9,45	>GÖ
S102	Üst	-1342,23	469,61	-147,46	0,03078	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1488	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	6,97	CG-GÖ
S102	Alt	-1350,97	-469,71	59,04	0,03412	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1498	0,00441	0,00441	0,02645	0,03527	7,74	CG-GÖ
S103	Üst	-608,08	549,46	-50,77	0,03448	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0674	0,00484	0,00484	0,02902	0,03869	7,13	CG-GÖ
S103	Alt	-616,82	-583,19	3,49	0,03949	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0684	0,00483	0,00483	0,02899	0,03865	8,17	>GÖ
S104	Üst	-1444,97	-19,67	-606,78	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1602	0,00435	0,00435	0,02613	0,03484	0,00	A-HK
S104	Alt	-1453,71	10,48	1961,46	0,07497	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1612	0,00435	0,00435	0,02610	0,03480	17,23	>GÖ
S105	Üst	-271,54	3,73	-698,35	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0301	0,00503	0,00503	0,03018	0,04024	0,00	A-HK
S105	Alt	-280,29	-1,72	2417,41	0,04361	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0311	0,00502	0,00502	0,03015	0,04020	8,68	>GÖ
S106	Üst	-1876,27	411,28	6,15	0,03156	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2080	0,00411	0,00411	0,02464	0,03286	7,69	CG-GÖ
S106	Alt	-1885,01	-411,79	-4,06	0,03440	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2090	0,00410	0,00410	0,02461	0,03282	8,39	>GÖ
S107	Üst	-1124,24	528,47	35,18	0,03356	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1246	0,00454	0,00454	0,02724	0,03631	7,39	CG-GÖ
S107	Alt	-1132,98	-501,68	-21,22	0,04694	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1256	0,01137	0,01137	0,06820	0,09093	4,13	HK-CG
S108	Üst	-2008,19	6,56	-559,74	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2226	0,00403	0,00403	0,02419	0,03225	0,00	A-HK
S108	Alt	-2016,93	-3,41	1733,98	0,05791	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2236	0,00403	0,00403	0,02416	0,03221	14,38	>GÖ
S109	Üst	-274,34	-3,87	-695,06	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0304	0,00503	0,00503	0,03017	0,04022	0,00	A-HK
S109	Alt	-283,08	-0,95	2416,38	0,04358	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0314	0,00502	0,00502	0,03014	0,04018	8,68	>GÖ
S110	Üst	-1751,88	419,46	-12,97	0,03152	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1942	0,00418	0,00418	0,02507	0,03343	7,54	CG-GÖ
S110	Alt	-1760,62	-424,82	3,79	0,03390	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1952	0,00417	0,00417	0,02504	0,03339	8,12	>GÖ
S111	Üst	-997,41	537,94	-37,26	0,03391	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1106	0,00461	0,00461	0,02767	0,03690	7,35	CG-GÖ
S111	Alt	-1006,15	-553,15	8,42	0,04108	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1115	0,01155	0,01155	0,06929	0,09239	3,56	HK-CG

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-2021,64	1,01	1745,29	0,05247	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2241	0,00402	0,00402	0,02414	0,03219	13,04	>GÖ
S113	Üst	254,47	28,13	-679,15	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0282	0,00504	0,00504	0,03024	0,04031	0,00	A-HK
S113	Alt	245,73	-13,51	2373,15	0,04702	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0272	0,00504	0,00504	0,03027	0,04035	9,32	>GÖ
S114	Üst	-1341,13	469,00	148,41	0,03075	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1487	0,00441	0,00441	0,02649	0,03532	6,97	CG-GÖ
S114	Alt	-1349,87	-469,49	-62,50	0,03412	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1496	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	7,74	CG-GÖ
S115	Üst	-609,12	548,24	53,93	0,03445	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0675	0,00484	0,00484	0,02901	0,03868	7,13	CG-GÖ
S115	Alt	-617,86	-581,97	-1,28	0,03945	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0685	0,00483	0,00483	0,02898	0,03864	8,17	>GÖ
S116	Üst	-1446,59	21,07	-587,63	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1604	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,00	A-HK
S116	Alt	-1455,34	-13,46	1936,31	0,08564	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1613	0,00435	0,00435	0,02609	0,03479	19,69	>GÖ
S201	Üst	171,58	-49,92	-1267,10	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0190	0,00396	0,00396	0,02374	0,03165	0,00	A-HK
S201	Alt	164,78	56,06	273,13	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0183	0,00396	0,00396	0,02376	0,03168	0,00	A-HK
S202	Üst	-1058,33	570,82	-28,88	0,03526	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1173	0,00892	0,00892	0,05354	0,07139	3,95	HK-CG
S202	Alt	-1065,13	-576,71	1,35	0,03566	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1181	0,00892	0,00892	0,05350	0,07133	4,00	HK-CG
S203	Üst	-506,98	579,54	-62,65	0,03637	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0562	0,00954	0,00954	0,05725	0,07633	3,81	HK-CG
S203	Alt	-513,78	-580,33	60,82	0,03578	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0570	0,00953	0,00953	0,05720	0,07627	3,75	HK-CG
S204	Üst	-1127,98	-45,42	-1270,81	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1250	0,00353	0,00353	0,02117	0,02823	0,00	A-HK
S204	Alt	-1134,78	56,36	311,22	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1258	0,00353	0,00353	0,02115	0,02821	0,00	A-HK
S205	Üst	-244,56	5,73	-1267,11	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0271	0,00392	0,00392	0,02354	0,03139	0,00	A-HK
S205	Alt	-251,36	-7,79	280,42	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0279	0,00392	0,00392	0,02352	0,03137	0,00	A-HK
S206	Üst	-1470,79	550,64	29,01	0,03583	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1630	0,00338	0,00338	0,02025	0,02700	10,61	>GÖ
S206	Alt	-1477,59	-551,84	-18,83	0,03713	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1638	0,00337	0,00337	0,02024	0,02698	11,01	>GÖ
S207	Üst	-910,45	590,99	0,10	0,03609	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1009	0,00363	0,00363	0,02176	0,02901	9,95	>GÖ

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S207	Alt	-917,25	-589,03	1,99	0,03570	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1017	0,00362	0,00362	0,02174	0,02898	9,85	>GÖ
S208	Üst	-1573,99	13,93	-1288,56	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1745	0,00333	0,00333	0,01998	0,02664	0,00	A-HK
S208	Alt	-1580,79	-19,37	402,75	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1752	0,00333	0,00333	0,01996	0,02661	0,00	A-HK
S209	Üst	-246,51	-4,36	-1265,67	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0273	0,00392	0,00392	0,02354	0,03138	0,00	A-HK
S209	Alt	-253,31	6,22	281,96	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0281	0,00392	0,00392	0,02352	0,03136	0,00	A-HK
S210	Üst	-1383,11	551,23	-40,23	0,03609	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1533	0,00856	0,00856	0,05136	0,06848	4,22	HK-CG
S210	Alt	-1389,91	-558,59	25,58	0,03696	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1541	0,00855	0,00855	0,05131	0,06842	4,32	HK-CG
S211	Üst	-815,78	589,04	2,33	0,03585	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0904	0,00920	0,00920	0,05517	0,07356	3,90	HK-CG
S211	Alt	-822,58	-589,67	0,48	0,03519	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0912	0,00919	0,00919	0,05513	0,07350	3,83	HK-CG
S212	Üst	-1576,75	-11,37	-1287,22	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1748	0,00333	0,00333	0,01997	0,02663	0,00	A-HK
S212	Alt	-1583,55	15,82	413,97	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1755	0,00333	0,00333	0,01995	0,02660	0,00	A-HK
S213	Üst	171,94	50,96	-1268,68	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0191	0,00396	0,00396	0,02374	0,03165	0,00	A-HK
S213	Alt	165,14	-57,14	282,24	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0183	0,00396	0,00396	0,02376	0,03167	0,00	A-HK
S214	Üst	-1056,94	570,73	32,32	0,03529	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1172	0,00893	0,00893	0,05355	0,07140	3,95	HK-CG
S214	Alt	-1063,74	-577,87	-1,39	0,03560	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1179	0,00892	0,00892	0,05351	0,07134	3,99	HK-CG
S215	Üst	-507,12	579,41	62,25	0,03638	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0562	0,00954	0,00954	0,05725	0,07633	3,81	HK-CG
S215	Alt	-513,92	-580,48	-59,93	0,03579	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0570	0,00953	0,00953	0,05720	0,07627	3,75	HK-CG
S216	Üst	-1130,22	47,31	-1270,66	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1253	0,00353	0,00353	0,02117	0,02822	0,00	A-HK
S216	Alt	-1137,02	-59,21	304,13	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1260	0,00352	0,00352	0,02115	0,02820	0,00	A-HK
S301	Üst	91,11	-46,54	-1570,50	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0108	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S301	Alt	84,71	44,79	-299,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0100	0,00438	0,00438	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S302	Üst	-784,12	525,33	-17,07	0,02645	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0926	0,00916	0,00916	0,05497	0,07329	2,89	HK-CG
S302	Alt	-790,52	-520,10	83,37	0,02630	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0933	0,00402	0,00402	0,02410	0,03213	6,55	CG-GÖ

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Üst	-391,91	532,82	-67,77	0,02695	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0463	0,00963	0,00963	0,05777	0,07703	2,80	HK-CG
S303	Alt	-398,31	-530,62	70,20	0,02625	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0470	0,00422	0,00422	0,02533	0,03377	6,22	CG-GÖ
S304	Üst	-812,24	-38,59	-1565,05	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0959	0,00400	0,00400	0,02403	0,03204	0,00	A-HK
S304	Alt	-818,63	35,97	-301,16	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0966	0,00400	0,00400	0,02401	0,03201	0,00	A-HK
S305	Üst	-222,85	3,95	-1574,88	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0263	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S305	Alt	-229,25	-3,50	-300,16	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0271	0,00431	0,00431	0,02586	0,03447	0,00	A-HK
S306	Üst	-1071,77	519,88	0,46	0,02665	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,1265	0,00882	0,00882	0,05291	0,07054	3,02	HK-CG
S306	Alt	-1078,17	-516,87	-2,05	0,02666	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,1273	0,00881	0,00881	0,05286	0,07048	3,03	HK-CG
S307	Üst	-687,31	537,89	0,49	0,02738	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0811	0,00928	0,00928	0,05566	0,07421	2,95	HK-CG
S307	Alt	-693,71	-539,90	0,67	0,02597	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0819	0,00407	0,00407	0,02440	0,03253	6,39	CG-GÖ
S308	Üst	-1147,33	10,02	-1566,92	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1355	0,00383	0,00383	0,02298	0,03063	0,00	A-HK
S308	Alt	-1153,73	-9,10	-312,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1362	0,00383	0,00383	0,02296	0,03061	0,00	A-HK
S309	Üst	-223,17	-3,92	-1573,80	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0263	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S309	Alt	-229,57	3,50	-302,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0271	0,00431	0,00431	0,02586	0,03447	0,00	A-HK
S310	Üst	-1019,83	526,79	-0,62	0,02663	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,1204	0,00888	0,00888	0,05328	0,07104	3,00	HK-CG
S310	Alt	-1026,23	-523,33	0,72	0,02668	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,1212	0,00887	0,00887	0,05323	0,07098	3,01	HK-CG
S311	Üst	-622,80	541,43	-0,01	0,02674	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0735	0,00935	0,00935	0,05612	0,07483	2,86	HK-CG
S311	Alt	-629,20	-538,79	1,82	0,02578	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0743	0,00410	0,00410	0,02460	0,03280	6,29	CG-GÖ
S312	Üst	-1150,37	-8,64	-1567,28	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1358	0,00383	0,00383	0,02297	0,03062	0,00	A-HK
S312	Alt	-1156,77	7,68	-317,74	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1366	0,00382	0,00382	0,02295	0,03059	0,00	A-HK
S313	Üst	91,69	46,41	-1575,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0108	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S313	Alt	85,29	-44,62	-300,80	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0101	0,00438	0,00438	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S314	Üst	-782,14	525,78	12,29	0,02647	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0923	0,00916	0,00916	0,05498	0,07331	2,89	HK-CG

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S314	Alt	-788,54	-520,18	-81,46	0,02629	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0931	0,00402	0,00402	0,02410	0,03214	6,55	CG-GÖ
S315	Üst	-391,35	532,79	69,54	0,02692	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0462	0,00963	0,00963	0,05777	0,07703	2,80	HK-CG
S315	Alt	-397,74	-530,34	-72,12	0,02624	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0470	0,00422	0,00422	0,02533	0,03377	6,22	CG-GÖ
S316	Üst	-813,88	39,26	-1566,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0961	0,00400	0,00400	0,02402	0,03203	0,00	A-HK
S316	Alt	-820,28	-36,74	-301,17	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0968	0,00400	0,00400	0,02400	0,03200	0,00	A-HK
S401	Üst	20,77	-43,21	-1342,73	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0025	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	0,00	A-HK
S401	Alt	14,37	45,46	-641,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0017	0,00442	0,00442	0,02653	0,03537	0,00	A-HK
S402	Üst	-501,61	491,01	-28,86	0,01188	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0592	0,00417	0,00417	0,02500	0,03334	2,85	HK-CG
S402	Alt	-508,01	-485,01	133,32	0,01228	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0600	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	2,95	HK-CG
S403	Üst	-273,56	491,86	-70,59	0,01225	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0323	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	2,86	HK-CG
S403	Alt	-279,96	-490,70	91,74	0,01148	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0331	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	2,68	HK-CG
S404	Üst	-506,58	-35,85	-1364,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0598	0,00416	0,00416	0,02499	0,03331	0,00	A-HK
S404	Alt	-512,98	38,12	-629,54	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0606	0,00416	0,00416	0,02497	0,03329	0,00	A-HK
S405	Üst	-192,57	2,77	-1333,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0227	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK
S405	Alt	-198,97	-3,86	-640,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0235	0,00433	0,00433	0,02595	0,03460	0,00	A-HK
S406	Üst	-682,50	491,56	-0,09	0,01171	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0806	0,00407	0,00407	0,02443	0,03258	2,88	HK-CG
S406	Alt	-688,90	-489,91	-1,39	0,01204	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0813	0,00407	0,00407	0,02441	0,03255	2,96	HK-CG
S407	Üst	-465,14	490,87	-2,42	0,01273	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0549	0,00419	0,00419	0,02512	0,03349	3,04	HK-CG
S407	Alt	-471,54	-489,37	-2,50	0,01191	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0557	0,00418	0,00418	0,02510	0,03346	2,85	HK-CG
S408	Üst	-731,28	9,50	-1362,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0863	0,00405	0,00405	0,02428	0,03237	0,00	A-HK
S408	Alt	-737,68	-10,67	-624,28	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0871	0,00404	0,00404	0,02426	0,03235	0,00	A-HK
S409	Üst	-192,08	-1,78	-1332,28	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0227	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK
S409	Alt	-198,48	2,81	-641,60	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0234	0,00433	0,00433	0,02595	0,03460	0,00	A-HK

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Üst	-660,43	494,38	-1,09	0,01193	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0780	0,00408	0,00408	0,02450	0,03267	2,92	HK-CG
S410	Alt	-666,83	-492,27	1,70	0,01218	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0787	0,00408	0,00408	0,02448	0,03264	2,98	HK-CG
S411	Üst	-434,12	493,94	-5,91	0,01219	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0513	0,00420	0,00420	0,02521	0,03362	2,90	HK-CG
S411	Alt	-440,52	-491,14	11,48	0,01146	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0520	0,00420	0,00420	0,02519	0,03359	2,73	HK-CG
S412	Üst	-732,54	-6,36	-1363,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0865	0,00405	0,00405	0,02428	0,03237	0,00	A-HK
S412	Alt	-738,93	7,56	-622,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0872	0,00404	0,00404	0,02426	0,03234	0,00	A-HK
S413	Üst	20,18	43,94	-1341,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0024	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	0,00	A-HK
S413	Alt	13,78	-46,30	-638,05	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0016	0,00442	0,00442	0,02653	0,03538	0,00	A-HK
S414	Üst	-498,63	491,07	30,27	0,01186	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0589	0,00417	0,00417	0,02501	0,03335	2,85	HK-CG
S414	Alt	-505,03	-485,10	-134,81	0,01230	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0596	0,00417	0,00417	0,02499	0,03332	2,95	HK-CG
S415	Üst	-272,91	491,72	71,92	0,01219	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0322	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	2,84	HK-CG
S415	Alt	-279,31	-490,50	-91,82	0,01145	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0330	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	2,67	HK-CG
S416	Üst	-507,54	38,22	-1361,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0599	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	0,00	A-HK
S416	Alt	-513,94	-40,48	-630,96	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0607	0,00416	0,00416	0,02496	0,03328	0,00	A-HK
S501	Üst	-29,34	-69,73	-428,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0035	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S501	Alt	-35,74	55,19	-515,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0042	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S502	Üst	-227,43	460,37	-171,79	0,00280	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0268	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,65	A-HK
S502	Alt	-233,82	-453,05	154,39	0,00050	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0276	0,00431	0,00431	0,02584	0,03446	0,12	A-HK
S503	Üst	-148,20	461,78	-162,47	0,00283	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0175	0,00435	0,00435	0,02611	0,03481	0,65	A-HK
S503	Alt	-154,60	-454,83	114,73	0,00027	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0183	0,00435	0,00435	0,02609	0,03479	0,06	A-HK
S504	Üst	-209,01	-60,25	-527,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0247	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S504	Alt	-215,40	47,33	-458,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0254	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	0,00	A-HK
S505	Üst	-140,15	9,66	-419,11	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0165	0,00436	0,00436	0,02614	0,03485	0,00	A-HK

Çizelge C.1 : TS-1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S505	Alt	-146,55	-5,53	-527,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0173	0,00435	0,00435	0,02612	0,03482	0,00	A-HK
S506	Üst	-316,36	464,30	-6,25	0,00236	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0373	0,00426	0,00426	0,02558	0,03411	0,55	A-HK
S506	Alt	-322,76	-456,26	-1,42	0,00013	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0381	0,00426	0,00426	0,02556	0,03408	0,03	A-HK
S507	Üst	-241,31	465,58	-1,72	0,00324	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0285	0,00430	0,00430	0,02582	0,03442	0,75	A-HK
S507	Alt	-247,71	-456,32	-3,36	0,00071	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0292	0,00430	0,00430	0,02580	0,03440	0,16	A-HK
S508	Üst	-326,54	16,82	-545,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0386	0,00426	0,00426	0,02555	0,03407	0,00	A-HK
S508	Alt	-332,94	-11,96	-454,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0393	0,00426	0,00426	0,02553	0,03404	0,00	A-HK
S509	Üst	-138,91	-8,92	-424,32	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0164	0,00436	0,00436	0,02614	0,03485	0,00	A-HK
S509	Alt	-145,31	4,88	-525,28	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0172	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,00	A-HK
S510	Üst	-323,61	463,95	13,67	0,00242	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0382	0,00426	0,00426	0,02556	0,03408	0,57	A-HK
S510	Alt	-330,00	-455,46	4,95	0,00048	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0390	0,00426	0,00426	0,02554	0,03405	0,11	A-HK
S511	Üst	-243,78	464,67	7,69	0,00318	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0288	0,00430	0,00430	0,02581	0,03441	0,74	A-HK
S511	Alt	-250,18	-456,12	4,50	0,00026	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0295	0,00430	0,00430	0,02579	0,03439	0,06	A-HK
S512	Üst	-326,14	-15,32	-543,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0385	0,00426	0,00426	0,02555	0,03407	0,00	A-HK
S512	Alt	-332,54	10,75	-453,36	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0393	0,00426	0,00426	0,02553	0,03404	0,00	A-HK
S513	Üst	-29,51	70,26	-428,44	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0035	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S513	Alt	-35,91	-55,57	-514,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0042	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S514	Üst	-225,78	460,07	166,04	0,00280	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0267	0,00431	0,00431	0,02587	0,03449	0,65	A-HK
S514	Alt	-232,17	-452,74	-148,91	0,00050	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0274	0,00431	0,00431	0,02585	0,03446	0,12	A-HK
S515	Üst	-147,54	461,57	160,36	0,00288	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0174	0,00435	0,00435	0,02611	0,03482	0,66	A-HK
S515	Alt	-153,93	-457,14	-112,61	0,00011	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0182	0,00435	0,00435	0,02609	0,03479	0,03	A-HK
S516	Üst	-209,24	61,36	-527,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0247	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S516	Alt	-215,64	-47,95	-456,41	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0255	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	0,00	A-HK

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	120,22	478,32	20,79	0,00219	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0133	0,00512	0,00512	0,03070	0,04093	0,43	A-HK
S101	Alt	111,48	-596,04	-8,49	0,04987	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,0124	0,01284	0,01284	0,07703	0,10270	3,88	HK-CG
S102	Üst	61,55	-0,21	1070,27	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0068	0,00515	0,00515	0,03090	0,04120	0,00	A-HK
S102	Alt	52,80	0,17	-2348,28	0,05028	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0059	0,00516	0,00516	0,03093	0,04124	9,75	>GÖ
S103	Üst	61,55	0,21	1070,27	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0068	0,00515	0,00515	0,03090	0,04120	0,00	A-HK
S103	Alt	52,80	-0,17	-2348,28	0,05028	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0059	0,00516	0,00516	0,03093	0,04124	9,75	>GÖ
S104	Üst	120,22	478,32	-20,79	0,00219	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,0133	0,00512	0,00512	0,03070	0,04093	0,43	A-HK
S104	Alt	111,48	-596,04	8,49	0,04987	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,0124	0,01284	0,01284	0,07703	0,10270	3,88	HK-CG
S105	Üst	-1383,07	470,92	60,41	0,03778	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1533	0,01101	0,01101	0,06603	0,08804	3,43	HK-CG
S105	Alt	-1391,81	-472,18	-24,80	0,04140	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1543	0,01099	0,01099	0,06596	0,08794	3,77	HK-CG
S106	Üst	-1468,09	0,56	1351,06	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1627	0,00434	0,00434	0,02605	0,03473	0,00	A-HK
S106	Alt	-1476,83	4,05	-1931,89	0,07178	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1637	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	16,55	>GÖ
S107	Üst	-1468,09	-0,56	1351,06	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1627	0,00434	0,00434	0,02605	0,03473	0,00	A-HK
S107	Alt	-1476,83	-4,05	-1931,89	0,07178	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1637	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	16,55	>GÖ
S108	Üst	-1383,07	470,92	-60,41	0,03778	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1533	0,01101	0,01101	0,06603	0,08804	3,43	HK-CG
S108	Alt	-1391,81	-472,18	24,80	0,04140	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1543	0,01099	0,01099	0,06596	0,08794	3,77	HK-CG
S109	Üst	-953,63	552,35	46,20	0,03884	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1057	0,01162	0,01162	0,06975	0,09299	3,34	HK-CG
S109	Alt	-962,37	-565,17	-3,18	0,04593	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1067	0,00463	0,00463	0,02779	0,03706	9,91	>GÖ
S110	Üst	-1328,76	0,17	1366,34	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1473	0,00442	0,00442	0,02653	0,03537	0,00	A-HK
S110	Alt	-1337,51	3,75	-1995,73	0,05858	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1483	0,00442	0,00442	0,02650	0,03533	13,26	>GÖ
S111	Üst	-1328,76	-0,17	1366,34	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1473	0,00442	0,00442	0,02653	0,03537	0,00	A-HK
S111	Alt	-1337,51	-3,75	-1995,73	0,05858	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1483	0,00442	0,00442	0,02650	0,03533	13,26	>GÖ
S112	Üst	-953,63	552,35	-46,20	0,03884	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,1057	0,01162	0,01162	0,06975	0,09299	3,34	HK-CG

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-962,37	-565,17	3,18	0,04593	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1067	0,00463	0,00463	0,02779	0,03706	9,91	>GÖ
S113	Üst	-1378,55	433,69	47,94	0,01415	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1528	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	3,22	HK-CG
S113	Alt	-1387,29	-449,65	-19,73	0,02839	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1538	0,00439	0,00439	0,02633	0,03510	6,47	CG-GÖ
S114	Üst	-1969,74	-0,56	941,73	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2184	0,00405	0,00405	0,02432	0,03243	0,00	A-HK
S114	Alt	-1978,48	5,21	-1695,10	0,08816	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2193	0,00405	0,00405	0,02429	0,03239	21,78	>GÖ
S115	Üst	-1969,74	0,56	941,73	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2184	0,00405	0,00405	0,02432	0,03243	0,00	A-HK
S115	Alt	-1978,48	-5,21	-1695,10	0,08816	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,2193	0,00405	0,00405	0,02429	0,03239	21,78	>GÖ
S116	Üst	-1378,55	433,69	-47,94	0,01415	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1528	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	3,22	HK-CG
S116	Alt	-1387,29	-449,65	19,73	0,02839	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,1538	0,00439	0,00439	0,02633	0,03510	6,47	CG-GÖ
S201	Üst	38,26	507,17	29,31	0,00991	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0042	0,00402	0,00402	0,02410	0,03213	2,47	HK-CG
S201	Alt	31,46	-472,55	-31,83	0,00023	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0035	0,00402	0,00402	0,02411	0,03215	0,06	A-HK
S202	Üst	6,19	-0,60	1417,03	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0007	0,00403	0,00403	0,02418	0,03224	0,00	A-HK
S202	Alt	-0,61	0,65	84,03	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0001	0,00403	0,00403	0,02420	0,03226	0,00	A-HK
S203	Üst	6,19	0,60	1417,03	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0007	0,00403	0,00403	0,02418	0,03224	0,00	A-HK
S203	Alt	-0,61	-0,65	84,03	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0001	0,00403	0,00403	0,02420	0,03226	0,00	A-HK
S204	Üst	38,26	507,17	-29,31	0,00991	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0042	0,00402	0,00402	0,02410	0,03213	2,47	HK-CG
S204	Alt	31,46	-472,55	31,83	0,00023	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,0035	0,00402	0,00402	0,02411	0,03215	0,06	A-HK
S205	Üst	-1060,54	583,59	4,24	0,03752	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1176	0,00892	0,00892	0,05353	0,07137	4,21	HK-CG
S205	Alt	-1067,34	-590,68	-1,01	0,03804	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1183	0,00891	0,00891	0,05348	0,07131	4,27	HK-CG
S206	Üst	-1169,78	-1,46	1917,06	0,00140	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1297	0,00351	0,00351	0,02106	0,02808	0,40	A-HK
S206	Alt	-1176,58	10,89	-599,53	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1304	0,00351	0,00351	0,02104	0,02806	0,00	A-HK
S207	Üst	-1169,78	1,46	1917,06	0,00140	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1297	0,00351	0,00351	0,02106	0,02808	0,40	A-HK
S207	Alt	-1176,58	-10,89	-599,53	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1304	0,00351	0,00351	0,02104	0,02806	0,00	A-HK

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1060,54	583,59	-4,24	0,03752	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1176	0,00892	0,00892	0,05353	0,07137	4,21	HK-CG
S208	Alt	-1067,34	-590,68	1,01	0,03804	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,1183	0,00891	0,00891	0,05348	0,07131	4,27	HK-CG
S209	Üst	-795,13	586,31	2,79	0,03719	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0881	0,00922	0,00922	0,05531	0,07375	4,03	HK-CG
S209	Alt	-801,93	-580,25	-2,17	0,03692	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0889	0,00921	0,00921	0,05527	0,07369	4,01	HK-CG
S210	Üst	-1061,22	-5,35	1935,05	0,00116	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1176	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	0,33	A-HK
S210	Alt	-1068,02	11,61	-602,66	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1184	0,00356	0,00356	0,02133	0,02845	0,00	A-HK
S211	Üst	-1061,22	5,35	1935,05	0,00116	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1176	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	0,33	A-HK
S211	Alt	-1068,02	-11,61	-602,66	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1184	0,00356	0,00356	0,02133	0,02845	0,00	A-HK
S212	Üst	-795,13	586,31	-2,79	0,03719	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0881	0,00922	0,00922	0,05531	0,07375	4,03	HK-CG
S212	Alt	-801,93	-580,25	2,17	0,03692	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,0889	0,00921	0,00921	0,05527	0,07369	4,01	HK-CG
S213	Üst	-1060,69	496,18	36,97	0,01081	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1176	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	3,04	HK-CG
S213	Alt	-1067,49	-500,86	-29,75	0,01334	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1183	0,00356	0,00356	0,02134	0,02845	3,75	HK-CG
S214	Üst	-1530,09	-16,28	1450,56	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1696	0,00335	0,00335	0,02009	0,02679	0,00	A-HK
S214	Alt	-1536,89	24,39	-4,24	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1704	0,00335	0,00335	0,02008	0,02677	0,00	A-HK
S215	Üst	-1530,09	16,28	1450,56	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1696	0,00335	0,00335	0,02009	0,02679	0,00	A-HK
S215	Alt	-1536,89	-24,39	-4,24	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1704	0,00335	0,00335	0,02008	0,02677	0,00	A-HK
S216	Üst	-1060,69	496,18	-36,97	0,01081	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1176	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	3,04	HK-CG
S216	Alt	-1067,49	-500,86	29,75	0,01334	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,1183	0,00356	0,00356	0,02134	0,02845	3,75	HK-CG
S301	Üst	-42,95	492,40	26,53	0,01269	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0051	0,00441	0,00441	0,02644	0,03525	2,88	HK-CG
S301	Alt	-49,35	-421,02	-24,07	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0058	0,00440	0,00440	0,02642	0,03523	0,00	A-HK
S302	Üst	-44,87	-0,40	1744,57	0,00310	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0053	0,00441	0,00441	0,02643	0,03525	0,70	A-HK
S302	Alt	-51,27	0,47	449,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0061	0,00440	0,00440	0,02641	0,03522	0,00	A-HK
S303	Üst	-44,87	0,40	1744,57	0,00310	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0053	0,00441	0,00441	0,02643	0,03525	0,70	A-HK

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-51,27	-0,47	449,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0061	0,00440	0,00440	0,02641	0,03522	0,00	A-HK
S304	Üst	-42,95	492,40	-26,53	0,01269	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0051	0,00441	0,00441	0,02644	0,03525	2,88	HK-CG
S304	Alt	-49,35	-421,02	24,07	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0058	0,00440	0,00440	0,02642	0,03523	0,00	A-HK
S305	Üst	-750,20	529,37	0,74	0,02587	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0886	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	6,41	CG-GÖ
S305	Alt	-756,60	-526,53	-7,48	0,02609	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0893	0,00403	0,00403	0,02420	0,03227	6,47	CG-GÖ
S306	Üst	-863,66	4,47	1839,24	0,00719	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1020	0,00398	0,00398	0,02387	0,03182	1,81	HK-CG
S306	Alt	-870,06	-5,96	-40,99	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1027	0,00397	0,00397	0,02385	0,03179	0,00	A-HK
S307	Üst	-863,66	-4,47	1839,24	0,00719	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1020	0,00398	0,00398	0,02387	0,03182	1,81	HK-CG
S307	Alt	-870,06	5,96	-40,99	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1027	0,00397	0,00397	0,02385	0,03179	0,00	A-HK
S308	Üst	-750,20	529,37	-0,74	0,02587	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0886	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	6,41	CG-GÖ
S308	Alt	-756,60	-526,53	7,48	0,02609	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0893	0,00403	0,00403	0,02420	0,03227	6,47	CG-GÖ
S309	Üst	-631,26	530,18	2,32	0,02605	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0745	0,00410	0,00410	0,02459	0,03279	6,36	CG-GÖ
S309	Alt	-637,66	-524,51	-47,70	0,02526	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0753	0,00410	0,00410	0,02457	0,03277	6,17	CG-GÖ
S310	Üst	-795,54	-0,31	1846,55	0,00712	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0939	0,00401	0,00401	0,02408	0,03211	1,77	HK-CG
S310	Alt	-801,94	2,02	-14,23	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0947	0,00401	0,00401	0,02406	0,03208	0,00	A-HK
S311	Üst	-795,54	0,31	1846,55	0,00712	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0939	0,00401	0,00401	0,02408	0,03211	1,77	HK-CG
S311	Alt	-801,94	-2,02	-14,23	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0947	0,00401	0,00401	0,02406	0,03208	0,00	A-HK
S312	Üst	-631,26	530,18	-2,32	0,02605	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0745	0,00410	0,00410	0,02459	0,03279	6,36	CG-GÖ
S312	Alt	-637,66	-524,51	47,70	0,02526	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0753	0,00410	0,00410	0,02457	0,03277	6,17	CG-GÖ
S313	Üst	-741,77	498,58	-0,92	0,01512	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0876	0,00404	0,00404	0,02425	0,03233	3,74	HK-CG
S313	Alt	-748,17	-447,47	-43,62	0,00074	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0883	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	0,18	A-HK
S314	Üst	-1098,88	-10,20	1680,67	0,00362	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1297	0,00385	0,00385	0,02313	0,03084	0,94	A-HK

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S314	Alt	-1105,28	9,03	459,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1305	0,00385	0,00385	0,02311	0,03081	0,00	A-HK
S315	Üst	-1098,88	10,20	1680,67	0,00362	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1297	0,00385	0,00385	0,02313	0,03084	0,94	A-HK
S315	Alt	-1105,28	-9,03	459,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,1305	0,00385	0,00385	0,02311	0,03081	0,00	A-HK
S316	Üst	-741,77	498,58	0,92	0,01512	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0876	0,00404	0,00404	0,02425	0,03233	3,74	HK-CG
S316	Alt	-748,17	-447,47	43,62	0,00074	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0883	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	0,18	A-HK
S401	Üst	-92,17	373,38	22,59	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0109	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S401	Alt	-98,57	-265,60	-25,98	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0116	0,00438	0,00438	0,02627	0,03502	0,00	A-HK
S402	Üst	-83,83	-0,58	1099,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0099	0,00439	0,00439	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S402	Alt	-90,23	0,46	826,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0107	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S403	Üst	-83,83	0,58	1099,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0099	0,00439	0,00439	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S403	Alt	-90,23	-0,46	826,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0107	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S404	Üst	-92,17	373,38	-22,59	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0109	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S404	Alt	-98,57	-265,60	25,98	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0116	0,00438	0,00438	0,02627	0,03502	0,00	A-HK
S405	Üst	-458,09	477,28	12,24	0,00666	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0541	0,00955	0,00955	0,05730	0,07640	0,70	A-HK
S405	Alt	-464,49	-472,09	-42,75	0,00676	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,0548	0,00954	0,00954	0,05725	0,07634	0,71	A-HK
S406	Üst	-563,73	-1,85	1631,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0666	0,00413	0,00413	0,02481	0,03308	0,00	A-HK
S406	Alt	-570,13	1,68	-22,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0673	0,00413	0,00413	0,02479	0,03305	0,00	A-HK
S407	Üst	-563,73	1,85	1631,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0666	0,00413	0,00413	0,02481	0,03308	0,00	A-HK
S407	Alt	-570,13	-1,68	-22,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0673	0,00413	0,00413	0,02479	0,03305	0,00	A-HK
S408	Üst	-458,09	477,28	-12,24	0,00666	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0541	0,00419	0,00419	0,02514	0,03352	1,59	HK-CG
S408	Alt	-464,49	-472,09	42,75	0,00676	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0548	0,00419	0,00419	0,02512	0,03349	1,61	HK-CG
S409	Üst	-459,23	478,55	25,75	0,00696	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0542	0,00419	0,00419	0,02513	0,03351	1,66	HK-CG
S409	Alt	-465,63	-472,68	-80,26	0,00654	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0550	0,00419	0,00419	0,02511	0,03349	1,56	HK-CG

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Üst	-534,86	-9,86	1606,82	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0631	0,00415	0,00415	0,02490	0,03320	0,00	A-HK
S410	Alt	-541,26	10,67	-16,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0639	0,00415	0,00415	0,02488	0,03317	0,00	A-HK
S411	Üst	-534,86	9,86	1606,82	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0631	0,00415	0,00415	0,02490	0,03320	0,00	A-HK
S411	Alt	-541,26	-10,67	-16,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0639	0,00415	0,00415	0,02488	0,03317	0,00	A-HK
S412	Üst	-459,23	478,55	-25,75	0,00696	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0542	0,00419	0,00419	0,02513	0,03351	1,66	HK-CG
S412	Alt	-465,63	-472,68	80,26	0,00654	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0550	0,00419	0,00419	0,02511	0,03349	1,56	HK-CG
S413	Üst	-435,55	459,64	37,26	0,00164	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0514	0,00420	0,00420	0,02521	0,03361	0,39	A-HK
S413	Alt	-441,95	-404,22	-79,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0522	0,00420	0,00420	0,02519	0,03358	0,00	A-HK
S414	Üst	-677,82	-12,24	1183,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0800	0,00407	0,00407	0,02445	0,03260	0,00	A-HK
S414	Alt	-684,22	11,81	724,16	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0808	0,00407	0,00407	0,02443	0,03257	0,00	A-HK
S415	Üst	-677,82	12,24	1183,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0800	0,00407	0,00407	0,02445	0,03260	0,00	A-HK
S415	Alt	-684,22	-11,81	724,16	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0808	0,00407	0,00407	0,02443	0,03257	0,00	A-HK
S416	Üst	-435,55	459,64	-37,26	0,00164	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0514	0,00420	0,00420	0,02521	0,03361	0,39	A-HK
S416	Alt	-441,95	-404,22	79,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0522	0,00420	0,00420	0,02519	0,03358	0,00	A-HK
S501	Üst	-78,50	127,74	48,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0093	0,00439	0,00439	0,02633	0,03511	0,00	A-HK
S501	Alt	-84,90	-52,97	-30,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0100	0,00438	0,00438	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S502	Üst	-83,11	0,15	271,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0098	0,00439	0,00439	0,02631	0,03509	0,00	A-HK
S502	Alt	-89,51	0,28	462,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0106	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S503	Üst	-83,11	-0,15	271,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0098	0,00439	0,00439	0,02631	0,03509	0,00	A-HK
S503	Alt	-89,51	-0,28	462,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0106	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S504	Üst	-78,50	127,74	-48,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0093	0,00439	0,00439	0,02633	0,03511	0,00	A-HK
S504	Alt	-84,90	-52,97	30,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0100	0,00438	0,00438	0,02631	0,03508	0,00	A-HK
S505	Üst	-216,70	369,68	50,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0256	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	0,00	A-HK

Çizelge C.2 : TS-1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S505	Alt	-223,10	-324,98	-48,44	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0263	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S506	Üst	-274,63	-2,71	846,62	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0324	0,00429	0,00429	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S506	Alt	-281,03	2,36	30,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0332	0,00428	0,00428	0,02569	0,03426	0,00	A-HK
S507	Üst	-274,63	2,71	846,62	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0324	0,00429	0,00429	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S507	Alt	-281,03	-2,36	30,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0332	0,00428	0,00428	0,02569	0,03426	0,00	A-HK
S508	Üst	-216,70	369,68	-50,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0256	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	0,00	A-HK
S508	Alt	-223,10	-324,98	48,44	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0263	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S509	Üst	-242,43	372,19	84,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0286	0,00430	0,00430	0,02581	0,03442	0,00	A-HK
S509	Alt	-248,83	-334,51	-78,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0294	0,00430	0,00430	0,02579	0,03439	0,00	A-HK
S510	Üst	-272,91	-18,87	900,96	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0322	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S510	Alt	-279,31	13,89	32,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0330	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S511	Üst	-272,91	18,87	900,96	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0322	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S511	Alt	-279,31	-13,89	32,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0330	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S512	Üst	-242,43	372,19	-84,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0286	0,00430	0,00430	0,02581	0,03442	0,00	A-HK
S512	Alt	-248,83	-334,51	78,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0294	0,00430	0,00430	0,02579	0,03439	0,00	A-HK
S513	Üst	-176,85	297,02	79,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0209	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	0,00	A-HK
S513	Alt	-183,25	-194,01	-53,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0216	0,00433	0,00433	0,02600	0,03467	0,00	A-HK
S514	Üst	-296,28	-15,65	648,57	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0350	0,00427	0,00427	0,02565	0,03419	0,00	A-HK
S514	Alt	-302,68	14,15	271,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0357	0,00427	0,00427	0,02563	0,03417	0,00	A-HK
S515	Üst	-296,28	15,65	648,57	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0350	0,00427	0,00427	0,02565	0,03419	0,00	A-HK
S515	Alt	-302,68	-14,15	271,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0357	0,00427	0,00427	0,02563	0,03417	0,00	A-HK
S516	Üst	-176,85	297,02	-79,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0209	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	0,00	A-HK
S516	Alt	-183,25	-194,01	53,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,0216	0,00433	0,00433	0,02600	0,03467	0,00	A-HK

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	131,29	-31,80	-359,02	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01455	0,00511	0,00511	0,03066	0,04088	0,00	A-HK
S101	Alt	122,55	16,26	2397,95	0,03962	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01359	0,00512	0,00512	0,03069	0,04092	7,75	HK-GÖ
S102	Üst	-1219,15	478,49	-154,67	0,02828	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13515	0,00448	0,00448	0,02691	0,03588	6,31	HK-GÖ
S102	Alt	-1227,89	-476,74	63,86	0,03317	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13612	0,00448	0,00448	0,02688	0,03584	7,40	HK-GÖ
S103	Üst	-742,00	538,78	-72,35	0,02996	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,08226	0,00476	0,00476	0,02855	0,03807	6,29	HK-GÖ
S103	Alt	-750,74	-568,75	0,59	0,03534	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,08323	0,00475	0,00475	0,02852	0,03803	7,43	HK-GÖ
S104	Üst	-1334,68	-20,96	-308,69	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14796	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	0,00	A-HK
S104	Alt	-1343,42	10,09	2054,99	0,05610	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14893	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	12,71	>GÖ
S105	Üst	-382,59	1,74	-375,50	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04241	0,00497	0,00497	0,02979	0,03972	0,00	A-HK
S105	Alt	-391,34	0,23	2485,76	0,03908	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04338	0,00496	0,00496	0,02976	0,03968	7,88	HK-GÖ
S106	Üst	-1753,51	422,66	1,00	0,02965	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19439	0,00418	0,00418	0,02506	0,03342	7,10	HK-GÖ
S106	Alt	-1762,25	-425,81	-0,06	0,03381	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19536	0,00417	0,00417	0,02503	0,03338	8,10	>GÖ
S107	Üst	-1194,50	483,16	31,07	0,03401	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13242	0,00450	0,00450	0,02699	0,03599	7,56	HK-GÖ
S107	Alt	-1203,25	-487,53	-21,27	0,04178	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,13339	0,01126	0,01126	0,06759	0,09012	3,71	HK-CG
S108	Üst	-1898,28	6,91	-248,38	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21044	0,00409	0,00409	0,02457	0,03275	0,00	A-HK
S108	Alt	-1907,02	-4,07	1789,49	0,05063	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21141	0,00409	0,00409	0,02454	0,03271	12,38	>GÖ
S109	Üst	-388,45	-3,63	-374,90	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04306	0,00496	0,00496	0,02977	0,03970	0,00	A-HK
S109	Alt	-397,20	-0,15	2499,59	0,03893	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04403	0,00496	0,00496	0,02974	0,03966	7,85	HK-GÖ
S110	Üst	-1603,65	433,76	-11,76	0,03014	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,17778	0,00426	0,00426	0,02558	0,03411	7,07	HK-GÖ
S110	Alt	-1612,39	-441,07	5,18	0,03374	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,17875	0,00426	0,00426	0,02555	0,03407	7,92	HK-GÖ
S111	Üst	-1149,57	518,72	-22,70	0,02989	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,12744	0,00452	0,00452	0,02715	0,03620	6,61	HK-GÖ
S111	Alt	-1158,31	-533,48	0,75	0,03665	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,12841	0,01133	0,01133	0,06798	0,09063	3,23	HK-CG
S112	Üst	-1894,31	-5,87	-253,24	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21000	0,00410	0,00410	0,02458	0,03277	0,00	A-HK

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1903,05	0,11	1806,21	0,04394	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21097	0,00409	0,00409	0,02455	0,03273	10,74	>GÖ
S113	Üst	131,57	29,07	-350,21	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01459	0,00511	0,00511	0,03066	0,04088	0,00	A-HK
S113	Alt	122,82	-13,01	2396,49	0,03946	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01362	0,00511	0,00511	0,03069	0,04092	7,72	HK-GÖ
S114	Üst	-1221,44	479,58	156,07	0,02820	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13541	0,00448	0,00448	0,02690	0,03587	6,29	HK-GÖ
S114	Alt	-1230,18	-481,46	-63,72	0,03287	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13638	0,00448	0,00448	0,02687	0,03583	7,34	HK-GÖ
S115	Üst	-721,32	537,68	69,34	0,02999	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07996	0,00477	0,00477	0,02863	0,03817	6,29	HK-GÖ
S115	Alt	-730,06	-567,80	-1,91	0,03544	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,08093	0,00477	0,00477	0,02859	0,03813	7,44	HK-GÖ
S116	Üst	-1337,81	23,52	-292,14	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14831	0,00442	0,00442	0,02650	0,03533	0,00	A-HK
S116	Alt	-1346,55	-14,26	2035,78	0,06364	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14928	0,00441	0,00441	0,02647	0,03529	14,43	>GÖ
S201	Üst	83,31	-49,04	-988,98	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00924	0,00400	0,00400	0,02398	0,03197	0,00	A-HK
S201	Alt	76,51	52,67	350,68	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00848	0,00400	0,00400	0,02399	0,03199	0,00	A-HK
S202	Üst	-964,93	569,68	-41,35	0,03426	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10697	0,00903	0,00903	0,05417	0,07223	3,79	HK-CG
S202	Alt	-971,73	-576,45	0,37	0,03455	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10772	0,00902	0,00902	0,05412	0,07217	3,83	HK-CG
S203	Üst	-609,00	577,45	-54,58	0,03440	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06751	0,00943	0,00943	0,05656	0,07542	3,65	HK-CG
S203	Alt	-615,80	-573,96	55,60	0,03442	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06827	0,00942	0,00942	0,05652	0,07536	3,65	HK-CG
S204	Üst	-1045,84	-42,36	-1012,88	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11594	0,00357	0,00357	0,02139	0,02852	0,00	A-HK
S204	Alt	-1052,64	50,49	409,30	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11669	0,00356	0,00356	0,02138	0,02850	0,00	A-HK
S205	Üst	-324,37	4,12	-981,48	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03596	0,00389	0,00389	0,02333	0,03111	0,00	A-HK
S205	Alt	-331,17	-5,61	330,19	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03671	0,00389	0,00389	0,02331	0,03108	0,00	A-HK
S206	Üst	-1378,90	552,32	21,30	0,03433	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15286	0,00342	0,00342	0,02050	0,02733	10,05	>GÖ
S206	Alt	-1385,70	-550,13	-14,39	0,03587	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15362	0,00341	0,00341	0,02048	0,02731	10,51	>GÖ
S207	Üst	-964,94	580,20	0,37	0,03505	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,10697	0,00360	0,00360	0,02161	0,02881	9,73	>GÖ
S207	Alt	-971,74	-584,43	-2,04	0,03495	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,10772	0,00360	0,00360	0,02159	0,02879	9,71	>GÖ

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1495,09	14,52	-1030,39	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16574	0,00336	0,00336	0,02019	0,02692	0,00	A-HK
S208	Alt	-1501,89	-18,95	490,75	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16650	0,00336	0,00336	0,02017	0,02689	0,00	A-HK
S209	Üst	-328,27	-3,99	-978,89	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03639	0,00389	0,00389	0,02332	0,03109	0,00	A-HK
S209	Alt	-335,07	5,38	327,73	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03715	0,00388	0,00388	0,02330	0,03107	0,00	A-HK
S210	Üst	-1271,50	554,88	-29,13	0,03480	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14096	0,00868	0,00868	0,05211	0,06948	4,01	HK-CG
S210	Alt	-1278,30	-558,48	16,75	0,03599	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14171	0,00868	0,00868	0,05206	0,06942	4,15	HK-CG
S211	Üst	-935,33	582,88	0,49	0,03418	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10369	0,00906	0,00906	0,05437	0,07249	3,77	HK-CG
S211	Alt	-942,13	-580,93	-0,79	0,03407	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10444	0,00905	0,00905	0,05432	0,07243	3,76	HK-CG
S212	Üst	-1490,10	-9,40	-1031,91	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16519	0,00337	0,00337	0,02020	0,02694	0,00	A-HK
S212	Alt	-1496,90	12,42	502,89	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16594	0,00336	0,00336	0,02018	0,02691	0,00	A-HK
S213	Üst	83,18	49,84	-988,74	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00922	0,00400	0,00400	0,02398	0,03197	0,00	A-HK
S213	Alt	76,38	-54,15	359,50	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00847	0,00400	0,00400	0,02399	0,03199	0,00	A-HK
S214	Üst	-966,35	569,36	45,38	0,03421	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10713	0,00903	0,00903	0,05416	0,07221	3,79	HK-CG
S214	Alt	-973,15	-576,11	-0,19	0,03449	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10788	0,00902	0,00902	0,05412	0,07215	3,82	HK-CG
S215	Üst	-591,72	578,36	46,31	0,03438	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06560	0,00945	0,00945	0,05668	0,07557	3,64	HK-CG
S215	Alt	-598,52	-574,87	-46,39	0,03442	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06635	0,00944	0,00944	0,05663	0,07551	3,65	HK-CG
S216	Üst	-1048,75	45,39	-1010,91	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11626	0,00356	0,00356	0,02139	0,02851	0,00	A-HK
S216	Alt	-1055,55	-53,75	407,67	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11702	0,00356	0,00356	0,02137	0,02849	0,00	A-HK
S301	Üst	36,71	-46,90	-1365,91	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00433	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S301	Alt	30,31	45,47	-284,05	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00358	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S302	Üst	-721,47	522,36	-19,92	0,02681	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08518	0,00924	0,00924	0,05541	0,07389	2,90	HK-CG
S302	Alt	-727,87	-519,07	79,13	0,02685	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08593	0,00405	0,00405	0,02429	0,03239	6,63	HK-GÖ
S303	Üst	-463,82	532,09	-48,21	0,02672	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05476	0,00954	0,00954	0,05726	0,07634	2,80	HK-CG

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-470,22	-527,79	85,30	0,02660	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05551	0,00418	0,00418	0,02510	0,03347	6,36	HK-GÖ
S304	Üst	-758,33	-37,97	-1387,36	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08953	0,00403	0,00403	0,02420	0,03226	0,00	A-HK
S304	Alt	-764,73	36,00	-268,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09028	0,00403	0,00403	0,02418	0,03223	0,00	A-HK
S305	Üst	-269,58	3,08	-1364,07	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03183	0,00429	0,00429	0,02573	0,03431	0,00	A-HK
S305	Alt	-275,98	-2,77	-283,88	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03258	0,00428	0,00428	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S306	Üst	-1015,23	526,57	1,46	0,02627	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,11986	0,00889	0,00889	0,05331	0,07108	2,96	HK-CG
S306	Alt	-1021,63	-521,40	-0,88	0,02679	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12061	0,00888	0,00888	0,05327	0,07102	3,02	HK-CG
S307	Üst	-722,46	536,62	-1,23	0,02746	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08529	0,00923	0,00923	0,05541	0,07388	2,97	HK-CG
S307	Alt	-728,86	-540,61	-0,83	0,02656	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08605	0,00405	0,00405	0,02429	0,03238	6,56	HK-GÖ
S308	Üst	-1095,73	10,56	-1385,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12936	0,00386	0,00386	0,02314	0,03085	0,00	A-HK
S308	Alt	-1102,13	-9,71	-276,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13012	0,00385	0,00385	0,02312	0,03082	0,00	A-HK
S309	Üst	-272,03	-3,40	-1366,48	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03212	0,00429	0,00429	0,02572	0,03430	0,00	A-HK
S309	Alt	-278,43	3,06	-283,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03287	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S310	Üst	-947,03	528,80	-0,44	0,02696	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,11181	0,00897	0,00897	0,05380	0,07173	3,01	HK-CG
S310	Alt	-953,43	-532,06	1,37	0,02677	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,11256	0,00896	0,00896	0,05375	0,07167	2,99	HK-CG
S311	Üst	-708,64	537,90	0,78	0,02676	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08366	0,00925	0,00925	0,05551	0,07401	2,89	HK-CG
S311	Alt	-715,03	-538,77	0,97	0,02615	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08442	0,00406	0,00406	0,02433	0,03244	6,45	HK-GÖ
S312	Üst	-1091,28	-8,26	-1384,65	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12884	0,00386	0,00386	0,02315	0,03087	0,00	A-HK
S312	Alt	-1097,68	7,68	-278,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12959	0,00386	0,00386	0,02313	0,03084	0,00	A-HK
S313	Üst	36,66	46,89	-1365,58	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00433	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S313	Alt	30,26	-45,39	-283,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00357	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S314	Üst	-721,61	522,39	18,23	0,02672	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08519	0,00924	0,00924	0,05541	0,07388	2,89	HK-CG
S314	Alt	-728,01	-518,94	-78,42	0,02682	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08595	0,00405	0,00405	0,02429	0,03239	6,63	HK-GÖ

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-451,30	532,29	52,54	0,02673	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05328	0,00956	0,00956	0,05735	0,07646	2,80	HK-CG
S315	Alt	-457,70	-528,10	-77,58	0,02656	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05404	0,00419	0,00419	0,02514	0,03352	6,34	HK-GÖ
S316	Üst	-760,09	39,32	-1387,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08974	0,00403	0,00403	0,02419	0,03225	0,00	A-HK
S316	Alt	-766,48	-37,10	-266,28	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09049	0,00403	0,00403	0,02417	0,03223	0,00	A-HK
S401	Üst	2,66	-43,36	-1268,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00031	0,00443	0,00443	0,02657	0,03542	0,00	A-HK
S401	Alt	-3,74	45,66	-694,82	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00044	0,00443	0,00443	0,02656	0,03542	0,00	A-HK
S402	Üst	-479,93	491,67	-28,19	0,01290	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05666	0,00418	0,00418	0,02507	0,03343	3,09	HK-CG
S402	Alt	-486,33	-485,23	130,49	0,01332	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05742	0,00417	0,00417	0,02505	0,03340	3,19	HK-CG
S403	Üst	-308,68	494,99	-72,93	0,01264	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03644	0,00427	0,00427	0,02561	0,03414	2,96	HK-CG
S403	Alt	-315,08	-491,04	113,74	0,01266	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03720	0,00426	0,00426	0,02559	0,03412	2,97	HK-CG
S404	Üst	-482,17	-35,38	-1276,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05692	0,00418	0,00418	0,02506	0,03342	0,00	A-HK
S404	Alt	-488,57	37,70	-669,39	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05768	0,00417	0,00417	0,02504	0,03339	0,00	A-HK
S405	Üst	-204,09	1,68	-1270,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02410	0,00432	0,00432	0,02593	0,03458	0,00	A-HK
S405	Alt	-210,49	-2,72	-695,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02485	0,00432	0,00432	0,02591	0,03455	0,00	A-HK
S406	Üst	-668,54	493,07	-1,35	0,01273	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07893	0,00408	0,00408	0,02448	0,03264	3,12	HK-CG
S406	Alt	-674,94	-494,72	2,83	0,01247	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07968	0,00408	0,00408	0,02446	0,03261	3,06	HK-CG
S407	Üst	-470,96	494,04	1,77	0,01333	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05560	0,00418	0,00418	0,02510	0,03346	3,19	HK-CG
S407	Alt	-477,36	-494,12	-10,88	0,01299	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05636	0,00418	0,00418	0,02508	0,03344	3,11	HK-CG
S408	Üst	-709,83	9,24	-1273,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08380	0,00406	0,00406	0,02435	0,03246	0,00	A-HK
S408	Alt	-716,23	-10,34	-668,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08456	0,00405	0,00405	0,02433	0,03244	0,00	A-HK
S409	Üst	-205,78	-1,45	-1269,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02429	0,00432	0,00432	0,02593	0,03457	0,00	A-HK
S409	Alt	-212,18	2,43	-693,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02505	0,00432	0,00432	0,02591	0,03455	0,00	A-HK
S410	Üst	-633,70	496,10	0,89	0,01308	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07481	0,00410	0,00410	0,02459	0,03278	3,19	HK-CG

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-640,10	-494,60	-2,54	0,01309	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07557	0,00409	0,00409	0,02457	0,03276	3,20	HK-CG
S411	Üst	-475,15	495,58	-2,23	0,01277	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05610	0,00418	0,00418	0,02508	0,03345	3,05	HK-CG
S411	Alt	-481,55	-491,47	5,58	0,01271	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05685	0,00418	0,00418	0,02506	0,03342	3,04	HK-CG
S412	Üst	-705,68	-6,52	-1275,08	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08331	0,00406	0,00406	0,02436	0,03248	0,00	A-HK
S412	Alt	-712,08	7,70	-667,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08407	0,00406	0,00406	0,02434	0,03245	0,00	A-HK
S413	Üst	2,43	43,84	-1266,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00029	0,00443	0,00443	0,02657	0,03542	0,00	A-HK
S413	Alt	-3,97	-46,28	-694,60	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00047	0,00443	0,00443	0,02656	0,03542	0,00	A-HK
S414	Üst	-479,50	491,66	29,30	0,01297	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05661	0,00418	0,00418	0,02507	0,03343	3,10	HK-CG
S414	Alt	-485,90	-489,32	-132,89	0,01306	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05736	0,00418	0,00418	0,02505	0,03340	3,13	HK-CG
S415	Üst	-299,75	494,31	72,38	0,01264	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03539	0,00427	0,00427	0,02563	0,03418	2,96	HK-CG
S415	Alt	-306,14	-491,46	-96,31	0,01259	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03614	0,00427	0,00427	0,02561	0,03415	2,95	HK-CG
S416	Üst	-483,19	37,21	-1273,98	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05705	0,00418	0,00418	0,02506	0,03341	0,00	A-HK
S416	Alt	-489,59	-39,39	-669,44	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05780	0,00417	0,00417	0,02504	0,03339	0,00	A-HK
S501	Üst	-20,01	-70,38	-478,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00236	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	0,00	A-HK
S501	Alt	-26,41	55,43	-624,20	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00312	0,00442	0,00442	0,02649	0,03532	0,00	A-HK
S502	Üst	-242,71	466,08	-169,56	0,00427	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02865	0,00430	0,00430	0,02581	0,03442	0,99	A-HK
S502	Alt	-249,11	-456,54	154,02	0,00104	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02941	0,00430	0,00430	0,02579	0,03439	0,24	A-HK
S503	Üst	-137,68	465,73	-169,59	0,00421	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01625	0,00436	0,00436	0,02614	0,03486	0,97	A-HK
S503	Alt	-144,08	-456,49	121,30	0,00049	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01701	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,11	A-HK
S504	Üst	-217,02	-59,84	-565,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02562	0,00432	0,00432	0,02589	0,03453	0,00	A-HK
S504	Alt	-223,41	46,71	-590,41	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02638	0,00431	0,00431	0,02587	0,03450	0,00	A-HK
S505	Üst	-129,09	8,43	-469,91	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01524	0,00436	0,00436	0,02617	0,03489	0,00	A-HK
S505	Alt	-135,48	-4,52	-624,58	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01600	0,00436	0,00436	0,02615	0,03487	0,00	A-HK

Çizelge C.3 : TS-ZKE1, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-333,98	466,54	-10,23	0,00383	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03943	0,00425	0,00425	0,02553	0,03404	0,90	A-HK
S506	Alt	-340,38	-457,94	2,15	0,00064	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04018	0,00425	0,00425	0,02551	0,03401	0,15	A-HK
S507	Üst	-216,36	468,57	0,85	0,00478	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02554	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	1,11	HK-CG
S507	Alt	-222,76	-458,80	-3,01	0,00092	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02630	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,21	A-HK
S508	Üst	-336,19	16,81	-594,09	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03969	0,00425	0,00425	0,02552	0,03403	0,00	A-HK
S508	Alt	-342,59	-12,02	-581,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04045	0,00425	0,00425	0,02550	0,03400	0,00	A-HK
S509	Üst	-129,40	-8,09	-470,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01528	0,00436	0,00436	0,02617	0,03489	0,00	A-HK
S509	Alt	-135,80	4,19	-624,73	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01603	0,00436	0,00436	0,02615	0,03487	0,00	A-HK
S510	Üst	-334,03	466,28	16,93	0,00416	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03944	0,00425	0,00425	0,02553	0,03404	0,98	A-HK
S510	Alt	-340,43	-460,28	2,45	0,00101	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04019	0,00425	0,00425	0,02551	0,03401	0,24	A-HK
S511	Üst	-236,94	469,20	18,12	0,00456	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02797	0,00431	0,00431	0,02583	0,03444	1,06	HK-CG
S511	Alt	-243,34	-456,36	-4,50	0,00071	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02873	0,00430	0,00430	0,02581	0,03442	0,16	A-HK
S512	Üst	-332,50	-15,09	-578,82	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03926	0,00426	0,00426	0,02553	0,03404	0,00	A-HK
S512	Alt	-338,90	10,57	-584,84	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04001	0,00425	0,00425	0,02551	0,03402	0,00	A-HK
S513	Üst	-20,02	71,11	-479,62	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00236	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	0,00	A-HK
S513	Alt	-26,42	-56,04	-622,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00312	0,00442	0,00442	0,02649	0,03532	0,00	A-HK
S514	Üst	-242,13	466,00	167,25	0,00428	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02859	0,00430	0,00430	0,02582	0,03442	0,99	A-HK
S514	Alt	-248,52	-456,27	-152,20	0,00105	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02934	0,00430	0,00430	0,02580	0,03439	0,24	A-HK
S515	Üst	-132,92	469,07	153,26	0,00399	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01569	0,00436	0,00436	0,02616	0,03488	0,92	A-HK
S515	Alt	-139,32	-457,15	-106,24	0,00049	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01645	0,00436	0,00436	0,02614	0,03485	0,11	A-HK
S516	Üst	-217,51	60,91	-565,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02568	0,00432	0,00432	0,02589	0,03452	0,00	A-HK
S516	Alt	-223,91	-47,40	-588,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02643	0,00431	0,00431	0,02587	0,03450	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	37,93	355,23	20,82	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00420	0,00516	0,00516	0,03098	0,04131	0,00	A-HK
S101	Alt	29,19	-573,18	-8,51	0,04151	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00324	0,01296	0,01296	0,07774	0,10365	3,20	HK-CG
S102	Üst	-125,09	-0,45	660,59	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01387	0,00511	0,00511	0,03068	0,04091	0,00	A-HK
S102	Alt	-133,84	0,24	-2374,34	0,04512	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01484	0,00511	0,00511	0,03065	0,04087	8,83	>GÖ
S103	Üst	-125,09	0,45	660,59	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01387	0,00511	0,00511	0,03068	0,04091	0,00	A-HK
S103	Alt	-133,84	-0,24	-2374,34	0,04512	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01484	0,00511	0,00511	0,03065	0,04087	8,83	>GÖ
S104	Üst	37,93	355,23	-20,82	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00420	0,00516	0,00516	0,03098	0,04131	0,00	A-HK
S104	Alt	29,19	-573,18	8,51	0,04151	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00324	0,01296	0,01296	0,07774	0,10365	3,20	HK-CG
S105	Üst	-1284,39	476,78	67,00	0,03355	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14238	0,01115	0,01115	0,06689	0,08918	3,01	HK-CG
S105	Alt	-1293,13	-476,56	-27,49	0,03953	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14335	0,01114	0,01114	0,06681	0,08908	3,55	HK-CG
S106	Üst	-1477,04	-1,93	856,24	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16374	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	0,00	A-HK
S106	Alt	-1485,79	4,11	-1949,73	0,06176	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16471	0,00433	0,00433	0,02599	0,03465	14,26	>GÖ
S107	Üst	-1477,04	1,93	856,24	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16374	0,00434	0,00434	0,02602	0,03469	0,00	A-HK
S107	Alt	-1485,79	-4,11	-1949,73	0,06176	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16471	0,00433	0,00433	0,02599	0,03465	14,26	>GÖ
S108	Üst	-1284,39	476,78	-67,00	0,03355	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14238	0,01115	0,01115	0,06689	0,08918	3,01	HK-CG
S108	Alt	-1293,13	-476,56	27,49	0,03953	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14335	0,01114	0,01114	0,06681	0,08908	3,55	HK-CG
S109	Üst	-1022,14	537,57	68,61	0,03439	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11331	0,01153	0,01153	0,06915	0,09220	2,98	HK-CG
S109	Alt	-1030,89	-551,04	-28,07	0,04083	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11428	0,00459	0,00459	0,02756	0,03674	8,89	>GÖ
S110	Üst	-1316,32	-2,65	869,85	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14592	0,00443	0,00443	0,02657	0,03543	0,00	A-HK
S110	Alt	-1325,06	4,20	-2029,35	0,05178	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14689	0,00442	0,00442	0,02654	0,03539	11,71	>GÖ
S111	Üst	-1316,32	2,65	869,85	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14592	0,00443	0,00443	0,02657	0,03543	0,00	A-HK
S111	Alt	-1325,06	-4,20	-2029,35	0,05178	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14689	0,00442	0,00442	0,02654	0,03539	11,71	>GÖ
S112	Üst	-1022,14	537,57	-68,61	0,03439	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11331	0,01153	0,01153	0,06915	0,09220	2,98	HK-CG

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1030,89	-551,04	28,07	0,04083	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11428	0,00459	0,00459	0,02756	0,03674	8,89	>GÖ
S113	Üst	-1347,92	367,48	35,53	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14943	0,00441	0,00441	0,02646	0,03529	0,00	A-HK
S113	Alt	-1356,66	-447,23	-14,62	0,02297	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15040	0,00441	0,00441	0,02643	0,03524	5,21	HK-CG
S114	Üst	-1754,22	-5,08	593,51	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19447	0,00418	0,00418	0,02506	0,03342	0,00	A-HK
S114	Alt	-1762,96	5,82	-1822,22	0,07252	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19544	0,00417	0,00417	0,02503	0,03338	17,38	>GÖ
S115	Üst	-1754,22	5,08	593,51	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19447	0,00418	0,00418	0,02506	0,03342	0,00	A-HK
S115	Alt	-1762,96	-5,82	-1822,22	0,07252	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19544	0,00417	0,00417	0,02503	0,03338	17,38	>GÖ
S116	Üst	-1347,92	367,48	-35,53	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14943	0,00441	0,00441	0,02646	0,03529	0,00	A-HK
S116	Alt	-1356,66	-447,23	14,62	0,02297	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15040	0,00441	0,00441	0,02643	0,03524	5,21	HK-CG
S201	Üst	-2,38	420,95	29,59	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00026	0,00403	0,00403	0,02419	0,03226	0,00	A-HK
S201	Alt	-9,18	-315,63	-31,96	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00102	0,00403	0,00403	0,02417	0,03223	0,00	A-HK
S202	Üst	-119,94	-1,09	1105,90	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01330	0,00398	0,00398	0,02388	0,03184	0,00	A-HK
S202	Alt	-126,74	1,07	-23,60	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01405	0,00398	0,00398	0,02386	0,03181	0,00	A-HK
S203	Üst	-119,94	1,09	1105,90	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01330	0,00398	0,00398	0,02388	0,03184	0,00	A-HK
S203	Alt	-126,74	-1,07	-23,60	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01405	0,00398	0,00398	0,02386	0,03181	0,00	A-HK
S204	Üst	-2,38	420,95	-29,59	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00026	0,00403	0,00403	0,02419	0,03226	0,00	A-HK
S204	Alt	-9,18	-315,63	31,96	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00102	0,00403	0,00403	0,02417	0,03223	0,00	A-HK
S205	Üst	-1006,13	574,14	-0,07	0,03483	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11154	0,00898	0,00898	0,05389	0,07186	3,88	HK-CG
S205	Alt	-1012,93	-580,51	-0,46	0,03547	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11229	0,00897	0,00897	0,05385	0,07180	3,95	HK-CG
S206	Üst	-1179,79	-3,17	1619,97	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13079	0,00351	0,00351	0,02103	0,02805	0,00	A-HK
S206	Alt	-1186,59	11,71	-621,87	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13154	0,00350	0,00350	0,02102	0,02802	0,00	A-HK
S207	Üst	-1179,79	3,17	1619,97	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13079	0,00351	0,00351	0,02103	0,02805	0,00	A-HK
S207	Alt	-1186,59	-11,71	-621,87	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13154	0,00350	0,00350	0,02102	0,02802	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1006,13	574,14	0,07	0,03483	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11154	0,00898	0,00898	0,05389	0,07186	3,88	HK-CG
S208	Alt	-1012,93	-580,51	0,46	0,03547	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11229	0,00897	0,00897	0,05385	0,07180	3,95	HK-CG
S209	Üst	-834,23	578,58	3,45	0,03625	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09248	0,00917	0,00917	0,05505	0,07340	3,95	HK-CG
S209	Alt	-841,03	-584,55	-2,95	0,03552	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09323	0,00917	0,00917	0,05500	0,07334	3,87	HK-CG
S210	Üst	-1053,84	-7,55	1607,06	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11683	0,00356	0,00356	0,02137	0,02850	0,00	A-HK
S210	Alt	-1060,64	13,72	-600,88	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11758	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	0,00	A-HK
S211	Üst	-1053,84	7,55	1607,06	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11683	0,00356	0,00356	0,02137	0,02850	0,00	A-HK
S211	Alt	-1060,64	-13,72	-600,88	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11758	0,00356	0,00356	0,02135	0,02847	0,00	A-HK
S212	Üst	-834,23	578,58	-3,45	0,03625	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09248	0,00917	0,00917	0,05505	0,07340	3,95	HK-CG
S212	Alt	-841,03	-584,55	2,95	0,03552	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09323	0,00917	0,00917	0,05500	0,07334	3,87	HK-CG
S213	Üst	-1047,34	461,45	61,06	0,00153	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11611	0,00356	0,00356	0,02139	0,02852	0,43	A-HK
S213	Alt	-1054,14	-395,38	-58,41	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11686	0,00356	0,00356	0,02137	0,02849	0,00	A-HK
S214	Üst	-1380,67	-21,98	1190,23	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15306	0,00342	0,00342	0,02050	0,02733	0,00	A-HK
S214	Alt	-1387,47	28,05	-174,76	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15381	0,00341	0,00341	0,02048	0,02730	0,00	A-HK
S215	Üst	-1380,67	21,98	1190,23	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15306	0,00342	0,00342	0,02050	0,02733	0,00	A-HK
S215	Alt	-1387,47	-28,05	-174,76	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15381	0,00341	0,00341	0,02048	0,02730	0,00	A-HK
S216	Üst	-1047,34	461,45	-61,06	0,00153	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11611	0,00356	0,00356	0,02139	0,02852	0,43	A-HK
S216	Alt	-1054,14	-395,38	58,41	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11686	0,00356	0,00356	0,02137	0,02849	0,00	A-HK
S301	Üst	-41,13	459,95	26,99	0,00178	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00486	0,00441	0,00441	0,02645	0,03526	0,40	A-HK
S301	Alt	-47,53	-237,88	-24,42	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00561	0,00440	0,00440	0,02643	0,03523	0,00	A-HK
S302	Üst	-112,51	-1,03	1563,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01328	0,00437	0,00437	0,02622	0,03496	0,00	A-HK
S302	Alt	-118,90	1,05	434,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01404	0,00437	0,00437	0,02620	0,03494	0,00	A-HK
S303	Üst	-112,51	1,03	1563,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01328	0,00437	0,00437	0,02622	0,03496	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-118,90	-1,05	434,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01404	0,00437	0,00437	0,02620	0,03494	0,00	A-HK
S304	Üst	-41,13	459,95	-26,99	0,00178	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00486	0,00441	0,00441	0,02645	0,03526	0,40	A-HK
S304	Alt	-47,53	-237,88	24,42	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00561	0,00440	0,00440	0,02643	0,03523	0,00	A-HK
S305	Üst	-743,23	531,05	1,18	0,02565	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08775	0,00404	0,00404	0,02424	0,03232	6,35	HK-GÖ
S305	Alt	-749,63	-521,93	-19,14	0,02517	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08850	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	6,23	HK-GÖ
S306	Üst	-875,36	0,58	1727,34	0,00238	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10334	0,00397	0,00397	0,02383	0,03177	0,60	A-HK
S306	Alt	-881,76	-2,78	131,53	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10410	0,00397	0,00397	0,02381	0,03175	0,00	A-HK
S307	Üst	-875,36	-0,58	1727,34	0,00238	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10334	0,00397	0,00397	0,02383	0,03177	0,60	A-HK
S307	Alt	-881,76	2,78	131,53	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10410	0,00397	0,00397	0,02381	0,03175	0,00	A-HK
S308	Üst	-743,23	531,05	-1,18	0,02565	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08775	0,00404	0,00404	0,02424	0,03232	6,35	HK-GÖ
S308	Alt	-749,63	-521,93	19,14	0,02517	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08850	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	6,23	HK-GÖ
S309	Üst	-638,57	528,82	0,29	0,02601	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07539	0,00410	0,00410	0,02457	0,03276	6,35	HK-GÖ
S309	Alt	-644,97	-522,62	-43,81	0,02620	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07614	0,00409	0,00409	0,02455	0,03274	6,40	HK-GÖ
S310	Üst	-789,31	1,67	1730,00	0,00225	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09319	0,00402	0,00402	0,02410	0,03213	0,56	A-HK
S310	Alt	-795,70	-0,04	135,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09394	0,00401	0,00401	0,02408	0,03211	0,00	A-HK
S311	Üst	-789,31	-1,67	1730,00	0,00225	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09319	0,00402	0,00402	0,02410	0,03213	0,56	A-HK
S311	Alt	-795,70	0,04	135,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09394	0,00401	0,00401	0,02408	0,03211	0,00	A-HK
S312	Üst	-638,57	528,82	-0,29	0,02601	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07539	0,00410	0,00410	0,02457	0,03276	6,35	HK-GÖ
S312	Alt	-644,97	-522,62	43,81	0,02620	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07614	0,00409	0,00409	0,02455	0,03274	6,40	HK-GÖ
S313	Üst	-749,43	459,43	25,38	0,00441	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08848	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	1,09	HK-CG
S313	Alt	-755,83	-285,94	-41,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08923	0,00403	0,00403	0,02420	0,03227	0,00	A-HK
S314	Üst	-1013,08	-16,42	1637,58	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,11960	0,00390	0,00390	0,02340	0,03120	0,00	A-HK
S314	Alt	-1019,48	15,91	374,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12036	0,00390	0,00390	0,02338	0,03117	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-1013,08	16,42	1637,58	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,11960	0,00390	0,00390	0,02340	0,03120	0,00	A-HK
S315	Alt	-1019,48	-15,91	374,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12036	0,00390	0,00390	0,02338	0,03117	0,00	A-HK
S316	Üst	-749,43	459,43	-25,38	0,00441	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08848	0,00404	0,00404	0,02422	0,03230	1,09	HK-CG
S316	Alt	-755,83	-285,94	41,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08923	0,00403	0,00403	0,02420	0,03227	0,00	A-HK
S401	Üst	-72,62	392,11	23,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00857	0,00439	0,00439	0,02635	0,03513	0,00	A-HK
S401	Alt	-79,02	-170,07	-26,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00933	0,00439	0,00439	0,02633	0,03510	0,00	A-HK
S402	Üst	-96,48	-1,24	1267,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01139	0,00438	0,00438	0,02627	0,03503	0,00	A-HK
S402	Alt	-102,88	1,12	922,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01215	0,00438	0,00438	0,02625	0,03500	0,00	A-HK
S403	Üst	-96,48	1,24	1267,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01139	0,00438	0,00438	0,02627	0,03503	0,00	A-HK
S403	Alt	-102,88	-1,12	922,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01215	0,00438	0,00438	0,02625	0,03500	0,00	A-HK
S404	Üst	-72,62	392,11	-23,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00857	0,00439	0,00439	0,02635	0,03513	0,00	A-HK
S404	Alt	-79,02	-170,07	26,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00933	0,00439	0,00439	0,02633	0,03510	0,00	A-HK
S405	Üst	-474,07	486,80	6,68	0,00979	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05597	0,00953	0,00953	0,05718	0,07624	1,03	HK-CG
S405	Alt	-480,46	-484,40	-41,13	0,00951	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05672	0,00952	0,00952	0,05714	0,07618	1,00	A-HK
S406	Üst	-574,26	-2,42	1646,93	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06780	0,00413	0,00413	0,02477	0,03303	0,00	A-HK
S406	Alt	-580,66	1,58	305,74	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06855	0,00413	0,00413	0,02475	0,03300	0,00	A-HK
S407	Üst	-574,26	2,42	1646,93	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06780	0,00413	0,00413	0,02477	0,03303	0,00	A-HK
S407	Alt	-580,66	-1,58	305,74	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06855	0,00413	0,00413	0,02475	0,03300	0,00	A-HK
S408	Üst	-474,07	486,80	-6,68	0,00979	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05597	0,00418	0,00418	0,02509	0,03345	2,34	HK-CG
S408	Alt	-480,46	-484,40	41,13	0,00951	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05672	0,00418	0,00418	0,02507	0,03342	2,28	HK-CG
S409	Üst	-438,71	487,69	23,68	0,01016	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05179	0,00420	0,00420	0,02520	0,03360	2,42	HK-CG
S409	Alt	-445,10	-481,49	-71,23	0,00955	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05255	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	2,28	HK-CG
S410	Üst	-527,75	-7,71	1625,50	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06231	0,00415	0,00415	0,02492	0,03323	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-534,14	8,25	334,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06306	0,00415	0,00415	0,02490	0,03320	0,00	A-HK
S411	Üst	-527,75	7,71	1625,50	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06231	0,00415	0,00415	0,02492	0,03323	0,00	A-HK
S411	Alt	-534,14	-8,25	334,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06306	0,00415	0,00415	0,02490	0,03320	0,00	A-HK
S412	Üst	-438,71	487,69	-23,68	0,01016	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05179	0,00420	0,00420	0,02520	0,03360	2,42	HK-CG
S412	Alt	-445,10	-481,49	71,23	0,00955	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05255	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	2,28	HK-CG
S413	Üst	-463,81	456,82	40,31	0,00153	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05476	0,00419	0,00419	0,02512	0,03349	0,37	A-HK
S413	Alt	-470,21	-259,33	-70,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05551	0,00418	0,00418	0,02510	0,03347	0,00	A-HK
S414	Üst	-653,24	-17,16	1280,62	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07712	0,00409	0,00409	0,02453	0,03270	0,00	A-HK
S414	Alt	-659,64	17,05	856,65	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07788	0,00408	0,00408	0,02451	0,03267	0,00	A-HK
S415	Üst	-653,24	17,16	1280,62	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07712	0,00409	0,00409	0,02453	0,03270	0,00	A-HK
S415	Alt	-659,64	-17,05	856,65	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07788	0,00408	0,00408	0,02451	0,03267	0,00	A-HK
S416	Üst	-463,81	456,82	-40,31	0,00153	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05476	0,00419	0,00419	0,02512	0,03349	0,37	A-HK
S416	Alt	-470,21	-259,33	70,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05551	0,00418	0,00418	0,02510	0,03347	0,00	A-HK
S501	Üst	-69,58	166,46	49,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00821	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	0,00	A-HK
S501	Alt	-75,98	-83,18	-31,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00897	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S502	Üst	-72,18	-0,78	317,48	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00852	0,00439	0,00439	0,02635	0,03513	0,00	A-HK
S502	Alt	-78,58	1,07	661,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00928	0,00439	0,00439	0,02633	0,03511	0,00	A-HK
S503	Üst	-72,18	0,78	317,48	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00852	0,00439	0,00439	0,02635	0,03513	0,00	A-HK
S503	Alt	-78,58	-1,07	661,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00928	0,00439	0,00439	0,02633	0,03511	0,00	A-HK
S504	Üst	-69,58	166,46	-49,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00821	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	0,00	A-HK
S504	Alt	-75,98	-83,18	31,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00897	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S505	Üst	-224,45	417,21	52,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02650	0,00431	0,00431	0,02587	0,03449	0,00	A-HK
S505	Alt	-230,85	-369,54	-55,41	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02725	0,00431	0,00431	0,02585	0,03447	0,00	A-HK

Çizelge C.4 : TS-ZKE1, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-277,55	-4,38	909,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03277	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S506	Alt	-283,95	3,80	289,64	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03352	0,00428	0,00428	0,02568	0,03425	0,00	A-HK
S507	Üst	-277,55	4,38	909,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03277	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S507	Alt	-283,95	-3,80	289,64	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03352	0,00428	0,00428	0,02568	0,03425	0,00	A-HK
S508	Üst	-224,45	417,21	-52,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02650	0,00431	0,00431	0,02587	0,03449	0,00	A-HK
S508	Alt	-230,85	-369,54	55,41	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02725	0,00431	0,00431	0,02585	0,03447	0,00	A-HK
S509	Üst	-230,89	425,82	79,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02726	0,00431	0,00431	0,02585	0,03447	0,00	A-HK
S509	Alt	-237,29	-383,29	-73,20	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02801	0,00431	0,00431	0,02583	0,03444	0,00	A-HK
S510	Üst	-271,03	-16,54	960,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03200	0,00429	0,00429	0,02572	0,03430	0,00	A-HK
S510	Alt	-277,43	11,78	281,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03275	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S511	Üst	-271,03	16,54	960,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03200	0,00429	0,00429	0,02572	0,03430	0,00	A-HK
S511	Alt	-277,43	-11,78	281,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03275	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S512	Üst	-230,89	425,82	-79,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02726	0,00431	0,00431	0,02585	0,03447	0,00	A-HK
S512	Alt	-237,29	-383,29	73,20	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02801	0,00431	0,00431	0,02583	0,03444	0,00	A-HK
S513	Üst	-191,64	343,20	91,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02263	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK
S513	Alt	-198,04	-230,58	-63,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02338	0,00433	0,00433	0,02595	0,03461	0,00	A-HK
S514	Üst	-301,93	-22,16	681,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03565	0,00427	0,00427	0,02563	0,03417	0,00	A-HK
S514	Alt	-308,33	19,68	533,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03640	0,00427	0,00427	0,02561	0,03414	0,00	A-HK
S515	Üst	-301,93	22,16	681,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03565	0,00427	0,00427	0,02563	0,03417	0,00	A-HK
S515	Alt	-308,33	-19,68	533,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03640	0,00427	0,00427	0,02561	0,03414	0,00	A-HK
S516	Üst	-191,64	343,20	-91,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02263	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK
S516	Alt	-198,04	-230,58	63,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02338	0,00433	0,00433	0,02595	0,03461	0,00	A-HK

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	152,03	-31,18	-404,98	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01685	0,00510	0,00510	0,03059	0,04078	0,00	A-HK
S101	Alt	143,29	15,83	2400,36	0,04239	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01588	0,00510	0,00510	0,03062	0,04083	8,31	>GÖ
S102	Üst	-1240,08	479,74	-150,63	0,02957	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13747	0,00447	0,00447	0,02684	0,03578	6,61	CG-GÖ
S102	Alt	-1248,82	-478,72	60,97	0,03436	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13844	0,00447	0,00447	0,02681	0,03574	7,69	CG-GÖ
S103	Üst	-712,08	544,16	-68,21	0,03193	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07894	0,00478	0,00478	0,02866	0,03821	6,69	CG-GÖ
S103	Alt	-720,83	-574,90	-1,40	0,03729	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07991	0,00477	0,00477	0,02863	0,03817	7,82	CG-GÖ
S104	Üst	-1357,75	-20,41	-349,43	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15052	0,00440	0,00440	0,02643	0,03524	0,00	A-HK
S104	Alt	-1366,50	10,13	2034,89	0,06278	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15149	0,00440	0,00440	0,02640	0,03520	14,27	>GÖ
S105	Üst	-369,20	0,85	-420,84	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04093	0,00497	0,00497	0,02984	0,03979	0,00	A-HK
S105	Alt	-377,94	2,91	2480,45	0,04098	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04190	0,00497	0,00497	0,02981	0,03975	8,25	>GÖ
S106	Üst	-1779,21	421,30	3,42	0,03083	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19724	0,00416	0,00416	0,02498	0,03330	7,41	CG-GÖ
S106	Alt	-1787,95	-424,25	-2,28	0,03480	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19821	0,00416	0,00416	0,02495	0,03326	8,37	>GÖ
S107	Üst	-1168,57	487,50	32,15	0,03632	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,12954	0,00451	0,00451	0,02708	0,03611	8,05	>GÖ
S107	Alt	-1177,31	-493,69	-21,98	0,04413	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,13051	0,01130	0,01130	0,06781	0,09042	3,90	HK-CG
S108	Üst	-1925,87	6,92	-294,64	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21350	0,00408	0,00408	0,02447	0,03263	0,00	A-HK
S108	Alt	-1934,62	-3,68	1781,55	0,05247	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21447	0,00407	0,00407	0,02444	0,03259	12,88	>GÖ
S109	Üst	-370,21	-5,64	-426,66	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04104	0,00497	0,00497	0,02984	0,03978	0,00	A-HK
S109	Alt	-378,95	5,35	2521,93	0,04080	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,04201	0,00497	0,00497	0,02981	0,03974	8,21	>GÖ
S110	Üst	-1635,39	431,67	-12,47	0,03124	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,18130	0,00425	0,00425	0,02547	0,03396	7,36	CG-GÖ
S110	Alt	-1644,14	-438,85	4,25	0,03465	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,18227	0,00424	0,00424	0,02544	0,03392	8,17	>GÖ
S111	Üst	-1111,19	524,25	-23,27	0,03175	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,12318	0,00455	0,00455	0,02728	0,03637	6,98	CG-GÖ
S111	Alt	-1119,93	-538,09	0,72	0,03884	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,12415	0,01138	0,01138	0,06831	0,09108	3,41	HK-CG
S112	Üst	-1924,12	-5,91	-299,60	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21330	0,00408	0,00408	0,02448	0,03264	0,00	A-HK

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1932,86	0,48	1797,85	0,04633	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21427	0,00407	0,00407	0,02445	0,03260	11,37	>GÖ
S113	Üst	149,91	29,28	-397,15	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01662	0,00510	0,00510	0,03060	0,04079	0,00	A-HK
S113	Alt	141,17	-13,41	2399,85	0,04204	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01565	0,00510	0,00510	0,03063	0,04083	8,24	>GÖ
S114	Üst	-1239,16	479,71	150,08	0,02950	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13737	0,00447	0,00447	0,02684	0,03579	6,60	CG-GÖ
S114	Alt	-1247,91	-478,49	-62,50	0,03433	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13834	0,00447	0,00447	0,02681	0,03575	7,68	CG-GÖ
S115	Üst	-696,00	543,51	66,48	0,03195	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07716	0,00479	0,00479	0,02871	0,03828	6,68	CG-GÖ
S115	Alt	-704,75	-574,35	-1,33	0,03736	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07813	0,00478	0,00478	0,02868	0,03824	7,82	CG-GÖ
S116	Üst	-1360,20	22,66	-332,14	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15079	0,00440	0,00440	0,02642	0,03523	0,00	A-HK
S116	Alt	-1368,94	-13,98	2012,72	0,07178	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15176	0,00440	0,00440	0,02639	0,03519	16,32	>GÖ
S201	Üst	103,73	-49,25	-1063,92	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01150	0,00399	0,00399	0,02392	0,03189	0,00	A-HK
S201	Alt	96,93	53,53	301,60	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01075	0,00399	0,00399	0,02394	0,03192	0,00	A-HK
S202	Üst	-988,48	572,16	-35,00	0,03522	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10958	0,00900	0,00900	0,05401	0,07202	3,91	HK-CG
S202	Alt	-995,28	-579,17	-0,64	0,03553	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11033	0,00899	0,00899	0,05397	0,07196	3,95	HK-CG
S203	Üst	-579,60	582,14	-46,42	0,03574	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06425	0,00946	0,00946	0,05676	0,07568	3,78	HK-CG
S203	Alt	-586,40	-578,17	54,73	0,03573	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06501	0,00945	0,00945	0,05672	0,07562	3,78	HK-CG
S204	Üst	-1068,41	-43,08	-1089,74	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11844	0,00356	0,00356	0,02133	0,02844	0,00	A-HK
S204	Alt	-1075,21	52,25	361,22	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11920	0,00355	0,00355	0,02131	0,02842	0,00	A-HK
S205	Üst	-310,56	4,06	-1057,76	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03443	0,00389	0,00389	0,02337	0,03115	0,00	A-HK
S205	Alt	-317,36	-5,67	286,29	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03518	0,00389	0,00389	0,02335	0,03113	0,00	A-HK
S206	Üst	-1403,89	548,59	27,10	0,03559	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15563	0,00341	0,00341	0,02043	0,02724	10,45	>GÖ
S206	Alt	-1410,69	-551,57	-17,32	0,03682	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15639	0,00340	0,00340	0,02041	0,02722	10,82	>GÖ
S207	Üst	-937,58	585,27	0,44	0,03628	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,10394	0,00361	0,00361	0,02168	0,02891	10,04	>GÖ
S207	Alt	-944,38	-589,85	-1,50	0,03614	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,10469	0,00361	0,00361	0,02167	0,02889	10,01	>GÖ

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1521,45	14,51	-1107,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16866	0,00335	0,00335	0,02012	0,02682	0,00	A-HK
S208	Alt	-1528,25	-19,22	448,49	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16942	0,00335	0,00335	0,02010	0,02680	0,00	A-HK
S209	Üst	-310,59	-3,72	-1055,00	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03443	0,00389	0,00389	0,02337	0,03115	0,00	A-HK
S209	Alt	-317,39	5,02	277,01	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03519	0,00389	0,00389	0,02335	0,03113	0,00	A-HK
S210	Üst	-1302,04	556,47	-35,04	0,03578	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14434	0,00865	0,00865	0,05190	0,06921	4,14	HK-CG
S210	Alt	-1308,84	-559,91	21,22	0,03702	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14509	0,00864	0,00864	0,05186	0,06914	4,28	HK-CG
S211	Üst	-898,48	589,29	-3,23	0,03543	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09960	0,00910	0,00910	0,05462	0,07282	3,89	HK-CG
S211	Alt	-905,28	-589,38	1,98	0,03514	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10036	0,00910	0,00910	0,05457	0,07276	3,86	HK-CG
S212	Üst	-1517,80	-9,79	-1109,57	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16826	0,00335	0,00335	0,02013	0,02684	0,00	A-HK
S212	Alt	-1524,60	13,33	459,91	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,16901	0,00335	0,00335	0,02011	0,02681	0,00	A-HK
S213	Üst	101,78	50,59	-1064,45	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01128	0,00399	0,00399	0,02393	0,03190	0,00	A-HK
S213	Alt	94,98	-55,29	310,23	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01053	0,00399	0,00399	0,02394	0,03193	0,00	A-HK
S214	Üst	-987,12	571,79	38,51	0,03515	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,10943	0,00900	0,00900	0,05402	0,07203	3,90	HK-CG
S214	Alt	-993,92	-578,39	-1,10	0,03552	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11018	0,00900	0,00900	0,05398	0,07197	3,95	HK-CG
S215	Üst	-566,05	582,77	42,91	0,03575	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06275	0,00948	0,00948	0,05685	0,07580	3,77	HK-CG
S215	Alt	-572,85	-578,92	-47,12	0,03573	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06351	0,00947	0,00947	0,05681	0,07574	3,77	HK-CG
S216	Üst	-1070,76	46,13	-1087,96	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11870	0,00355	0,00355	0,02133	0,02844	0,00	A-HK
S216	Alt	-1077,56	-55,89	356,75	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11946	0,00355	0,00355	0,02131	0,02841	0,00	A-HK
S301	Üst	57,59	-46,82	-1474,04	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00680	0,00440	0,00440	0,02639	0,03519	0,00	A-HK
S301	Alt	51,19	45,32	-359,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00604	0,00440	0,00440	0,02641	0,03522	0,00	A-HK
S302	Üst	-748,07	526,78	-13,41	0,02655	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08832	0,00920	0,00920	0,05522	0,07363	2,88	HK-CG
S302	Alt	-754,47	-518,72	79,64	0,02694	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08907	0,00403	0,00403	0,02421	0,03228	6,68	CG-GÖ
S303	Üst	-434,02	530,75	-57,21	0,02717	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05124	0,00958	0,00958	0,05747	0,07663	2,84	HK-CG

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-440,42	-526,69	90,02	0,02696	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05200	0,00420	0,00420	0,02519	0,03359	6,42	CG-GÖ
S304	Üst	-780,77	-37,88	-1487,09	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09218	0,00402	0,00402	0,02413	0,03217	0,00	A-HK
S304	Alt	-787,17	35,74	-344,12	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09293	0,00402	0,00402	0,02411	0,03214	0,00	A-HK
S305	Üst	-255,18	2,74	-1471,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03013	0,00430	0,00430	0,02577	0,03437	0,00	A-HK
S305	Alt	-261,57	-2,43	-360,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03088	0,00429	0,00429	0,02575	0,03434	0,00	A-HK
S306	Üst	-1040,27	521,42	1,53	0,02668	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12281	0,00886	0,00886	0,05313	0,07085	3,01	HK-CG
S306	Alt	-1046,67	-524,16	0,61	0,02663	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12357	0,00885	0,00885	0,05309	0,07078	3,01	HK-CG
S307	Üst	-693,18	542,20	1,78	0,02745	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08184	0,00927	0,00927	0,05562	0,07415	2,96	HK-CG
S307	Alt	-699,58	-542,80	-1,30	0,02681	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08259	0,00406	0,00406	0,02438	0,03251	6,60	CG-GÖ
S308	Üst	-1121,72	10,43	-1489,54	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13243	0,00384	0,00384	0,02306	0,03074	0,00	A-HK
S308	Alt	-1128,12	-9,55	-352,88	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13319	0,00384	0,00384	0,02304	0,03071	0,00	A-HK
S309	Üst	-254,66	-3,35	-1470,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03006	0,00430	0,00430	0,02578	0,03437	0,00	A-HK
S309	Alt	-261,05	3,03	-359,04	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03082	0,00429	0,00429	0,02576	0,03434	0,00	A-HK
S310	Üst	-976,84	531,52	0,31	0,02674	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,11532	0,00893	0,00893	0,05359	0,07145	2,99	HK-CG
S310	Alt	-983,23	-530,70	0,80	0,02689	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,11608	0,00892	0,00892	0,05354	0,07139	3,01	HK-CG
S311	Üst	-672,60	539,15	-1,11	0,02707	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,07941	0,00929	0,00929	0,05576	0,07435	2,91	HK-CG
S311	Alt	-679,00	-541,48	-1,83	0,02628	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08016	0,00407	0,00407	0,02444	0,03259	6,45	CG-GÖ
S312	Üst	-1118,25	-8,17	-1487,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13202	0,00384	0,00384	0,02307	0,03076	0,00	A-HK
S312	Alt	-1124,65	7,51	-354,57	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13278	0,00384	0,00384	0,02305	0,03073	0,00	A-HK
S313	Üst	55,90	47,15	-1472,98	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00660	0,00440	0,00440	0,02640	0,03520	0,00	A-HK
S313	Alt	49,50	-45,63	-359,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00584	0,00440	0,00440	0,02642	0,03523	0,00	A-HK
S314	Üst	-746,08	526,99	10,93	0,02661	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,08808	0,00921	0,00921	0,05524	0,07365	2,89	HK-CG
S314	Alt	-752,48	-522,07	-78,55	0,02674	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08884	0,00404	0,00404	0,02421	0,03229	6,63	CG-GÖ

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-423,63	530,80	59,59	0,02712	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05001	0,00959	0,00959	0,05754	0,07672	2,83	HK-CG
S315	Alt	-430,03	-527,18	-81,13	0,02694	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05077	0,00420	0,00420	0,02523	0,03363	6,41	CG-GÖ
S316	Üst	-782,15	39,17	-1486,81	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09234	0,00402	0,00402	0,02412	0,03216	0,00	A-HK
S316	Alt	-788,55	-36,77	-342,41	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09310	0,00402	0,00402	0,02410	0,03214	0,00	A-HK
S401	Üst	23,59	-43,65	-1398,95	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00279	0,00442	0,00442	0,02650	0,03534	0,00	A-HK
S401	Alt	17,19	45,69	-799,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00203	0,00442	0,00442	0,02652	0,03536	0,00	A-HK
S402	Üst	-508,57	491,97	-25,48	0,01245	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06004	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	2,99	HK-CG
S402	Alt	-514,96	-483,63	134,91	0,01179	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06080	0,00416	0,00416	0,02496	0,03328	2,84	HK-CG
S403	Üst	-275,49	491,48	-74,86	0,01273	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03252	0,00429	0,00429	0,02571	0,03428	2,97	HK-CG
S403	Alt	-281,89	-485,76	106,35	0,01150	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03328	0,00428	0,00428	0,02569	0,03425	2,69	HK-CG
S404	Üst	-506,68	-35,53	-1418,33	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05982	0,00416	0,00416	0,02499	0,03331	0,00	A-HK
S404	Alt	-513,08	37,81	-775,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06057	0,00416	0,00416	0,02497	0,03329	0,00	A-HK
S405	Üst	-187,89	1,74	-1389,08	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02218	0,00433	0,00433	0,02599	0,03465	0,00	A-HK
S405	Alt	-194,29	-2,68	-804,45	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02294	0,00433	0,00433	0,02597	0,03462	0,00	A-HK
S406	Üst	-695,62	493,45	-0,40	0,01221	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08212	0,00407	0,00407	0,02439	0,03252	3,00	HK-CG
S406	Alt	-702,02	-489,76	0,10	0,01128	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08288	0,00406	0,00406	0,02437	0,03250	2,78	HK-CG
S407	Üst	-440,07	495,12	2,01	0,01308	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05195	0,00420	0,00420	0,02519	0,03359	3,12	HK-CG
S407	Alt	-446,47	-492,37	-8,19	0,01156	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05271	0,00420	0,00420	0,02517	0,03357	2,76	HK-CG
S408	Üst	-735,97	9,59	-1411,96	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08689	0,00404	0,00404	0,02427	0,03236	0,00	A-HK
S408	Alt	-742,36	-10,45	-771,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08764	0,00404	0,00404	0,02425	0,03233	0,00	A-HK
S409	Üst	-187,18	-1,45	-1387,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02210	0,00433	0,00433	0,02599	0,03465	0,00	A-HK
S409	Alt	-193,58	2,29	-805,07	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02285	0,00433	0,00433	0,02597	0,03462	0,00	A-HK
S410	Üst	-664,83	495,14	0,54	0,01254	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07849	0,00408	0,00408	0,02449	0,03265	3,07	HK-CG

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-671,23	-490,15	0,20	0,01166	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07924	0,00408	0,00408	0,02447	0,03263	2,86	HK-CG
S411	Üst	-439,31	493,49	-2,47	0,01278	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05186	0,00420	0,00420	0,02520	0,03360	3,04	HK-CG
S411	Alt	-445,71	-490,33	5,43	0,01129	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05262	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	2,69	HK-CG
S412	Üst	-732,94	-6,86	-1415,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08653	0,00405	0,00405	0,02428	0,03237	0,00	A-HK
S412	Alt	-739,34	7,86	-770,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08729	0,00404	0,00404	0,02426	0,03234	0,00	A-HK
S413	Üst	22,50	44,70	-1396,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00266	0,00442	0,00442	0,02650	0,03534	0,00	A-HK
S413	Alt	16,10	-46,94	-798,48	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00190	0,00442	0,00442	0,02652	0,03537	0,00	A-HK
S414	Üst	-507,03	491,76	26,43	0,01244	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05986	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	2,99	HK-CG
S414	Alt	-513,43	-483,38	-136,46	0,01179	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06062	0,00416	0,00416	0,02496	0,03329	2,83	HK-CG
S415	Üst	-267,95	491,52	71,23	0,01281	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03163	0,00429	0,00429	0,02573	0,03431	2,99	HK-CG
S415	Alt	-274,35	-490,21	-93,55	0,01122	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03239	0,00429	0,00429	0,02571	0,03429	2,62	HK-CG
S416	Üst	-507,11	37,42	-1415,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05987	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	0,00	A-HK
S416	Alt	-513,51	-39,52	-775,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06062	0,00416	0,00416	0,02496	0,03329	0,00	A-HK
S501	Üst	-29,14	-70,16	-425,95	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00344	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S501	Alt	-35,54	55,56	-560,45	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00420	0,00441	0,00441	0,02646	0,03529	0,00	A-HK
S502	Üst	-229,31	457,70	-172,47	0,00266	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02707	0,00431	0,00431	0,02586	0,03447	0,62	A-HK
S502	Alt	-235,71	-452,85	157,81	0,00023	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02783	0,00431	0,00431	0,02584	0,03445	0,05	A-HK
S503	Üst	-150,28	461,03	-174,45	0,00243	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01774	0,00435	0,00435	0,02610	0,03481	0,56	A-HK
S503	Alt	-156,68	-453,10	122,56	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01850	0,00435	0,00435	0,02608	0,03478	0,00	A-HK
S504	Üst	-208,38	-59,61	-520,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02460	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S504	Alt	-214,78	46,77	-510,38	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02536	0,00432	0,00432	0,02590	0,03454	0,00	A-HK
S505	Üst	-138,81	8,80	-419,83	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01639	0,00436	0,00436	0,02614	0,03485	0,00	A-HK
S505	Alt	-145,20	-4,81	-569,09	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01714	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,00	A-HK

Çizelge C.5 : TS-ZKE2, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-322,01	460,76	-7,69	0,00204	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03802	0,00426	0,00426	0,02557	0,03409	0,48	A-HK
S506	Alt	-328,41	-451,36	-0,50	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03877	0,00426	0,00426	0,02554	0,03406	0,00	A-HK
S507	Üst	-228,52	465,46	-0,95	0,00290	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02698	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,67	A-HK
S507	Alt	-234,92	-456,83	-1,65	0,00020	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02773	0,00431	0,00431	0,02584	0,03445	0,05	A-HK
S508	Üst	-329,14	17,38	-549,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03886	0,00426	0,00426	0,02554	0,03406	0,00	A-HK
S508	Alt	-335,54	-12,51	-506,01	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03961	0,00425	0,00425	0,02552	0,03403	0,00	A-HK
S509	Üst	-137,78	-8,36	-422,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01627	0,00436	0,00436	0,02614	0,03486	0,00	A-HK
S509	Alt	-144,18	4,36	-568,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01702	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,00	A-HK
S510	Üst	-324,15	462,88	14,55	0,00228	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03827	0,00426	0,00426	0,02556	0,03408	0,54	A-HK
S510	Alt	-330,55	-456,75	5,34	0,00022	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03902	0,00426	0,00426	0,02554	0,03405	0,05	A-HK
S511	Üst	-247,01	464,65	18,14	0,00278	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02916	0,00430	0,00430	0,02580	0,03440	0,65	A-HK
S511	Alt	-253,41	-454,38	-3,90	0,00004	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02992	0,00430	0,00430	0,02578	0,03437	0,01	A-HK
S512	Üst	-325,82	-15,92	-535,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03847	0,00426	0,00426	0,02555	0,03407	0,00	A-HK
S512	Alt	-332,22	11,32	-506,50	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03922	0,00426	0,00426	0,02553	0,03404	0,00	A-HK
S513	Üst	-29,56	71,79	-426,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00349	0,00441	0,00441	0,02648	0,03531	0,00	A-HK
S513	Alt	-35,96	-56,93	-558,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00424	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S514	Üst	-228,26	457,85	168,62	0,00266	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02695	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,62	A-HK
S514	Alt	-234,65	-452,91	-154,70	0,00023	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02770	0,00431	0,00431	0,02584	0,03445	0,05	A-HK
S515	Üst	-146,22	460,71	159,56	0,00243	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01726	0,00435	0,00435	0,02612	0,03482	0,56	A-HK
S515	Alt	-152,62	-452,67	-111,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01802	0,00435	0,00435	0,02610	0,03480	0,00	A-HK
S516	Üst	-208,46	60,51	-519,98	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02461	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S516	Alt	-214,86	-47,29	-508,92	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02537	0,00432	0,00432	0,02590	0,03453	0,00	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	23,85	359,21	20,73	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00264	0,00517	0,00517	0,03103	0,04137	0,00	A-HK
S101	Alt	15,11	-574,88	-8,47	0,04283	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00168	0,01298	0,01298	0,07786	0,10381	3,30	HK-CG
S102	Üst	-105,42	-0,40	690,90	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01169	0,00512	0,00512	0,03075	0,04100	0,00	A-HK
S102	Alt	-114,16	0,22	-2362,35	0,04638	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01266	0,00512	0,00512	0,03072	0,04096	9,06	>GÖ
S103	Üst	-105,42	0,40	690,90	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01169	0,00512	0,00512	0,03075	0,04100	0,00	A-HK
S103	Alt	-114,16	-0,22	-2362,35	0,04638	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01266	0,00512	0,00512	0,03072	0,04096	9,06	>GÖ
S104	Üst	23,85	359,21	-20,73	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00264	0,00517	0,00517	0,03103	0,04137	0,00	A-HK
S104	Alt	15,11	-574,88	8,47	0,04283	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00168	0,01298	0,01298	0,07786	0,10381	3,30	HK-CG
S105	Üst	-1277,62	478,84	66,82	0,03480	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14163	0,01116	0,01116	0,06694	0,08926	3,12	HK-CG
S105	Alt	-1286,36	-479,86	-27,41	0,04080	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14260	0,01114	0,01114	0,06687	0,08916	3,66	HK-CG
S106	Üst	-1469,67	-1,45	886,92	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16292	0,00434	0,00434	0,02604	0,03473	0,00	A-HK
S106	Alt	-1478,41	4,09	-1950,80	0,06389	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16389	0,00434	0,00434	0,02601	0,03469	14,74	>GÖ
S107	Üst	-1469,67	1,45	886,92	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16292	0,00434	0,00434	0,02604	0,03473	0,00	A-HK
S107	Alt	-1478,41	-4,09	-1950,80	0,06389	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16389	0,00434	0,00434	0,02601	0,03469	14,74	>GÖ
S108	Üst	-1277,62	478,84	-66,82	0,03480	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14163	0,01116	0,01116	0,06694	0,08926	3,12	HK-CG
S108	Alt	-1286,36	-479,86	27,41	0,04080	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14260	0,01114	0,01114	0,06687	0,08916	3,66	HK-CG
S109	Üst	-1022,68	540,30	65,83	0,03561	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11337	0,01152	0,01152	0,06915	0,09220	3,09	HK-CG
S109	Alt	-1031,42	-553,57	-26,93	0,04207	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11434	0,00459	0,00459	0,02756	0,03674	9,16	>GÖ
S110	Üst	-1327,68	-1,81	894,59	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14718	0,00442	0,00442	0,02653	0,03538	0,00	A-HK
S110	Alt	-1336,42	3,98	-2005,80	0,05370	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14815	0,00442	0,00442	0,02650	0,03534	12,16	>GÖ
S111	Üst	-1327,68	1,81	894,59	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14718	0,00442	0,00442	0,02653	0,03538	0,00	A-HK
S111	Alt	-1336,42	-3,98	-2005,80	0,05370	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14815	0,00442	0,00442	0,02650	0,03534	12,16	>GÖ
S112	Üst	-1022,68	540,30	-65,83	0,03561	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11337	0,01152	0,01152	0,06915	0,09220	3,09	HK-CG

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1031,42	-553,57	26,93	0,04207	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11434	0,00459	0,00459	0,02756	0,03674	9,16	>GÖ
S113	Üst	-1338,22	372,34	35,18	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14835	0,00442	0,00442	0,02650	0,03533	0,00	A-HK
S113	Alt	-1346,96	-449,39	-14,48	0,02403	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14932	0,00441	0,00441	0,02647	0,03529	5,45	HK-CG
S114	Üst	-1776,11	-4,55	619,71	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19690	0,00416	0,00416	0,02499	0,03332	0,00	A-HK
S114	Alt	-1784,86	5,82	-1805,02	0,07628	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19787	0,00416	0,00416	0,02496	0,03328	18,34	>GÖ
S115	Üst	-1776,11	4,55	619,71	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19690	0,00416	0,00416	0,02499	0,03332	0,00	A-HK
S115	Alt	-1784,86	-5,82	-1805,02	0,07628	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,19787	0,00416	0,00416	0,02496	0,03328	18,34	>GÖ
S116	Üst	-1338,22	372,34	-35,18	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14835	0,00442	0,00442	0,02650	0,03533	0,00	A-HK
S116	Alt	-1346,96	-449,39	14,48	0,02403	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14932	0,00441	0,00441	0,02647	0,03529	5,45	HK-CG
S201	Üst	-16,71	425,34	29,42	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00185	0,00403	0,00403	0,02415	0,03221	0,00	A-HK
S201	Alt	-23,51	-313,21	-31,81	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00261	0,00402	0,00402	0,02414	0,03218	0,00	A-HK
S202	Üst	-100,76	-0,98	1128,01	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01117	0,00399	0,00399	0,02393	0,03190	0,00	A-HK
S202	Alt	-107,56	0,98	4,78	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01192	0,00399	0,00399	0,02391	0,03188	0,00	A-HK
S203	Üst	-100,76	0,98	1128,01	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01117	0,00399	0,00399	0,02393	0,03190	0,00	A-HK
S203	Alt	-107,56	-0,98	4,78	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01192	0,00399	0,00399	0,02391	0,03188	0,00	A-HK
S204	Üst	-16,71	425,34	-29,42	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00185	0,00403	0,00403	0,02415	0,03221	0,00	A-HK
S204	Alt	-23,51	-313,21	31,81	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00261	0,00402	0,00402	0,02414	0,03218	0,00	A-HK
S205	Üst	-1000,33	576,71	2,37	0,03568	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11089	0,00899	0,00899	0,05393	0,07191	3,97	HK-CG
S205	Alt	-1007,13	-582,31	0,95	0,03631	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11165	0,00898	0,00898	0,05389	0,07185	4,04	HK-CG
S206	Üst	-1171,95	-2,62	1664,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12992	0,00351	0,00351	0,02106	0,02807	0,00	A-HK
S206	Alt	-1178,75	11,51	-593,55	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13067	0,00351	0,00351	0,02104	0,02805	0,00	A-HK
S207	Üst	-1171,95	2,62	1664,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12992	0,00351	0,00351	0,02106	0,02807	0,00	A-HK
S207	Alt	-1178,75	-11,51	-593,55	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13067	0,00351	0,00351	0,02104	0,02805	0,00	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1000,33	576,71	-2,37	0,03568	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11089	0,00899	0,00899	0,05393	0,07191	3,97	HK-CG
S208	Alt	-1007,13	-582,31	-0,95	0,03631	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11165	0,00898	0,00898	0,05389	0,07185	4,04	HK-CG
S209	Üst	-835,34	581,19	1,02	0,03710	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09260	0,00917	0,00917	0,05504	0,07339	4,04	HK-CG
S209	Alt	-842,14	-587,66	-3,60	0,03635	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09336	0,00917	0,00917	0,05500	0,07333	3,97	HK-CG
S210	Üst	-1064,85	-6,14	1655,31	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11805	0,00356	0,00356	0,02134	0,02846	0,00	A-HK
S210	Alt	-1071,65	12,95	-578,90	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11880	0,00355	0,00355	0,02132	0,02843	0,00	A-HK
S211	Üst	-1064,85	6,14	1655,31	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11805	0,00356	0,00356	0,02134	0,02846	0,00	A-HK
S211	Alt	-1071,65	-12,95	-578,90	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11880	0,00355	0,00355	0,02132	0,02843	0,00	A-HK
S212	Üst	-835,34	581,19	-1,02	0,03710	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09260	0,00917	0,00917	0,05504	0,07339	4,04	HK-CG
S212	Alt	-842,14	-587,66	3,60	0,03635	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09336	0,00917	0,00917	0,05500	0,07333	3,97	HK-CG
S213	Üst	-1037,12	462,90	61,69	0,00173	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11497	0,00357	0,00357	0,02142	0,02856	0,48	A-HK
S213	Alt	-1043,92	-392,39	-58,28	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11573	0,00357	0,00357	0,02140	0,02853	0,00	A-HK
S214	Üst	-1401,58	-22,82	1236,25	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15538	0,00341	0,00341	0,02044	0,02725	0,00	A-HK
S214	Alt	-1408,38	28,95	-148,09	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15613	0,00340	0,00340	0,02042	0,02723	0,00	A-HK
S215	Üst	-1401,58	22,82	1236,25	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15538	0,00341	0,00341	0,02044	0,02725	0,00	A-HK
S215	Alt	-1408,38	-28,95	-148,09	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15613	0,00340	0,00340	0,02042	0,02723	0,00	A-HK
S216	Üst	-1037,12	462,90	-61,69	0,00173	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11497	0,00357	0,00357	0,02142	0,02856	0,48	A-HK
S216	Alt	-1043,92	-392,39	58,28	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11573	0,00357	0,00357	0,02140	0,02853	0,00	A-HK
S301	Üst	-55,59	464,27	26,68	0,00309	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00656	0,00440	0,00440	0,02640	0,03520	0,70	A-HK
S301	Alt	-61,98	-232,87	-24,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00732	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	0,00	A-HK
S302	Üst	-93,42	-0,86	1697,16	0,00004	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01103	0,00438	0,00438	0,02628	0,03504	0,01	A-HK
S302	Alt	-99,81	0,90	456,32	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01178	0,00438	0,00438	0,02626	0,03502	0,00	A-HK
S303	Üst	-93,42	0,86	1697,16	0,00004	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01103	0,00438	0,00438	0,02628	0,03504	0,01	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-99,81	-0,90	456,32	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01178	0,00438	0,00438	0,02626	0,03502	0,00	A-HK
S304	Üst	-55,59	464,27	-26,68	0,00309	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00656	0,00440	0,00440	0,02640	0,03520	0,70	A-HK
S304	Alt	-61,98	-232,87	24,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00732	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	0,00	A-HK
S305	Üst	-738,08	532,01	-0,74	0,02597	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08714	0,00404	0,00404	0,02426	0,03235	6,42	CG-GÖ
S305	Alt	-744,48	-521,72	-15,20	0,02557	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08789	0,00404	0,00404	0,02424	0,03232	6,33	CG-GÖ
S306	Üst	-867,21	-0,24	1753,76	0,00351	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10238	0,00398	0,00398	0,02385	0,03181	0,88	A-HK
S306	Alt	-873,60	-2,81	174,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10314	0,00397	0,00397	0,02383	0,03178	0,00	A-HK
S307	Üst	-867,21	0,24	1753,76	0,00351	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10238	0,00398	0,00398	0,02385	0,03181	0,88	A-HK
S307	Alt	-873,60	2,81	174,90	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10314	0,00397	0,00397	0,02383	0,03178	0,00	A-HK
S308	Üst	-738,08	532,01	0,74	0,02597	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08714	0,00404	0,00404	0,02426	0,03235	6,42	CG-GÖ
S308	Alt	-744,48	-521,72	15,20	0,02557	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08789	0,00404	0,00404	0,02424	0,03232	6,33	CG-GÖ
S309	Üst	-640,35	533,80	-1,55	0,02614	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07560	0,00409	0,00409	0,02457	0,03275	6,39	CG-GÖ
S309	Alt	-646,75	-523,47	-42,18	0,02661	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07635	0,00409	0,00409	0,02455	0,03273	6,50	CG-GÖ
S310	Üst	-799,85	0,12	1746,41	0,00349	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09443	0,00401	0,00401	0,02407	0,03209	0,87	A-HK
S310	Alt	-806,25	-0,27	180,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09518	0,00401	0,00401	0,02405	0,03206	0,00	A-HK
S311	Üst	-799,85	-0,12	1746,41	0,00349	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09443	0,00401	0,00401	0,02407	0,03209	0,87	A-HK
S311	Alt	-806,25	0,27	180,89	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09518	0,00401	0,00401	0,02405	0,03206	0,00	A-HK
S312	Üst	-640,35	533,80	1,55	0,02614	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07560	0,00409	0,00409	0,02457	0,03275	6,39	CG-GÖ
S312	Alt	-646,75	-523,47	42,18	0,02661	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07635	0,00409	0,00409	0,02455	0,03273	6,50	CG-GÖ
S313	Üst	-739,22	464,56	18,14	0,00557	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08727	0,00404	0,00404	0,02426	0,03234	1,38	HK-CG
S313	Alt	-745,62	-284,06	-39,99	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08803	0,00404	0,00404	0,02424	0,03231	0,00	A-HK
S314	Üst	-1033,26	-11,26	1661,69	0,00108	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12199	0,00389	0,00389	0,02333	0,03111	0,28	A-HK
S314	Alt	-1039,65	13,77	417,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12274	0,00389	0,00389	0,02331	0,03108	0,00	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-1033,26	11,26	1661,69	0,00108	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12199	0,00389	0,00389	0,02333	0,03111	0,28	A-HK
S315	Alt	-1039,65	-13,77	417,85	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12274	0,00389	0,00389	0,02331	0,03108	0,00	A-HK
S316	Üst	-739,22	464,56	-18,14	0,00557	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08727	0,00404	0,00404	0,02426	0,03234	1,38	HK-CG
S316	Alt	-745,62	-284,06	39,99	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08803	0,00404	0,00404	0,02424	0,03231	0,00	A-HK
S401	Üst	-86,08	383,09	23,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01016	0,00438	0,00438	0,02631	0,03507	0,00	A-HK
S401	Alt	-92,48	-161,88	-26,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01092	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S402	Üst	-76,49	-1,04	1305,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00903	0,00439	0,00439	0,02634	0,03511	0,00	A-HK
S402	Alt	-82,89	0,93	1060,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00979	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S403	Üst	-76,49	1,04	1305,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00903	0,00439	0,00439	0,02634	0,03511	0,00	A-HK
S403	Alt	-82,89	-0,93	1060,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00979	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S404	Üst	-86,08	383,09	-23,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01016	0,00438	0,00438	0,02631	0,03507	0,00	A-HK
S404	Alt	-92,48	-161,88	26,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01092	0,00438	0,00438	0,02629	0,03505	0,00	A-HK
S405	Üst	-470,39	481,66	7,50	0,00929	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05553	0,00953	0,00953	0,05721	0,07628	0,97	A-HK
S405	Alt	-476,79	-480,16	-43,92	0,00823	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05629	0,00953	0,00953	0,05716	0,07622	0,86	A-HK
S406	Üst	-566,18	1,22	1714,08	0,00099	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06684	0,00413	0,00413	0,02480	0,03307	0,24	A-HK
S406	Alt	-572,58	-0,01	338,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06760	0,00413	0,00413	0,02478	0,03304	0,00	A-HK
S407	Üst	-566,18	-1,22	1714,08	0,00099	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06684	0,00413	0,00413	0,02480	0,03307	0,24	A-HK
S407	Alt	-572,58	0,01	338,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06760	0,00413	0,00413	0,02478	0,03304	0,00	A-HK
S408	Üst	-470,39	481,66	-7,50	0,00929	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05553	0,00418	0,00418	0,02510	0,03347	2,22	HK-CG
S408	Alt	-476,79	-480,16	43,92	0,00823	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05629	0,00418	0,00418	0,02508	0,03344	1,97	HK-CG
S409	Üst	-440,40	482,58	22,50	0,00969	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05199	0,00420	0,00420	0,02519	0,03359	2,31	HK-CG
S409	Alt	-446,80	-475,94	-72,00	0,00833	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05275	0,00420	0,00420	0,02517	0,03356	1,98	HK-CG
S410	Üst	-538,79	0,55	1710,33	0,00075	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06361	0,00415	0,00415	0,02488	0,03318	0,18	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-545,19	4,22	349,74	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06436	0,00414	0,00414	0,02486	0,03315	0,00	A-HK
S411	Üst	-538,79	-0,55	1710,33	0,00075	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06361	0,00415	0,00415	0,02488	0,03318	0,18	A-HK
S411	Alt	-545,19	-4,22	349,74	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06436	0,00414	0,00414	0,02486	0,03315	0,00	A-HK
S412	Üst	-440,40	482,58	-22,50	0,00969	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05199	0,00420	0,00420	0,02519	0,03359	2,31	HK-CG
S412	Alt	-446,80	-475,94	72,00	0,00833	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05275	0,00420	0,00420	0,02517	0,03356	1,98	HK-CG
S413	Üst	-454,12	456,89	43,38	0,00152	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05361	0,00419	0,00419	0,02515	0,03353	0,36	A-HK
S413	Alt	-460,51	-255,29	-76,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05437	0,00419	0,00419	0,02513	0,03351	0,00	A-HK
S414	Üst	-672,82	-18,65	1383,81	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07943	0,00408	0,00408	0,02446	0,03262	0,00	A-HK
S414	Alt	-679,22	19,04	882,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08019	0,00407	0,00407	0,02444	0,03259	0,00	A-HK
S415	Üst	-672,82	18,65	1383,81	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07943	0,00408	0,00408	0,02446	0,03262	0,00	A-HK
S415	Alt	-679,22	-19,04	882,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08019	0,00407	0,00407	0,02444	0,03259	0,00	A-HK
S416	Üst	-454,12	456,89	-43,38	0,00152	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05361	0,00419	0,00419	0,02515	0,03353	0,36	A-HK
S416	Alt	-460,51	-255,29	76,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05437	0,00419	0,00419	0,02513	0,03351	0,00	A-HK
S501	Üst	-76,10	136,69	49,59	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00898	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S501	Alt	-82,50	-59,48	-31,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00974	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S502	Üst	-82,15	-0,45	272,14	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00970	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S502	Alt	-88,55	0,81	622,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01045	0,00438	0,00438	0,02630	0,03506	0,00	A-HK
S503	Üst	-82,15	0,45	272,14	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00970	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S503	Alt	-88,55	-0,81	622,97	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01045	0,00438	0,00438	0,02630	0,03506	0,00	A-HK
S504	Üst	-76,10	136,69	-49,59	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00898	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S504	Alt	-82,50	-59,48	31,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00974	0,00439	0,00439	0,02632	0,03509	0,00	A-HK
S505	Üst	-222,60	374,38	53,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02628	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S505	Alt	-229,00	-329,72	-54,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02704	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,00	A-HK

Çizelge C.6 : TS-ZKE2, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-273,57	-4,65	855,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03230	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S506	Alt	-279,96	4,77	89,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03305	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	0,00	A-HK
S507	Üst	-273,57	4,65	855,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03230	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S507	Alt	-279,96	-4,77	89,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03305	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	0,00	A-HK
S508	Üst	-222,60	374,38	-53,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02628	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,00	A-HK
S508	Alt	-229,00	-329,72	54,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02704	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,00	A-HK
S509	Üst	-233,31	383,93	79,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02754	0,00431	0,00431	0,02584	0,03446	0,00	A-HK
S509	Alt	-239,71	-345,46	-73,34	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02830	0,00430	0,00430	0,02582	0,03443	0,00	A-HK
S510	Üst	-276,05	-16,87	903,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03259	0,00428	0,00428	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S510	Alt	-282,45	13,73	112,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03335	0,00428	0,00428	0,02569	0,03425	0,00	A-HK
S511	Üst	-276,05	16,87	903,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03259	0,00428	0,00428	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S511	Alt	-282,45	-13,73	112,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03335	0,00428	0,00428	0,02569	0,03425	0,00	A-HK
S512	Üst	-233,31	383,93	-79,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02754	0,00431	0,00431	0,02584	0,03446	0,00	A-HK
S512	Alt	-239,71	-345,46	73,34	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02830	0,00430	0,00430	0,02582	0,03443	0,00	A-HK
S513	Üst	-185,77	317,09	95,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02193	0,00433	0,00433	0,02599	0,03466	0,00	A-HK
S513	Alt	-192,17	-215,10	-65,17	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02269	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK
S514	Üst	-291,87	-23,28	642,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03446	0,00428	0,00428	0,02566	0,03421	0,00	A-HK
S514	Alt	-298,27	20,75	468,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03521	0,00427	0,00427	0,02564	0,03419	0,00	A-HK
S515	Üst	-291,87	23,28	642,43	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03446	0,00428	0,00428	0,02566	0,03421	0,00	A-HK
S515	Alt	-298,27	-20,75	468,30	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03521	0,00427	0,00427	0,02564	0,03419	0,00	A-HK
S516	Üst	-185,77	317,09	-95,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02193	0,00433	0,00433	0,02599	0,03466	0,00	A-HK
S516	Alt	-192,17	-215,10	65,17	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02269	0,00433	0,00433	0,02597	0,03463	0,00	A-HK

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	174,20	-30,11	-482,82	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01931	0,00509	0,00509	0,03051	0,04068	0,00	A-HK
S101	Alt	165,45	15,37	2355,14	0,04715	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01834	0,00509	0,00509	0,03054	0,04072	9,26	>GÖ
S102	Üst	-1262,64	476,89	-147,48	0,03126	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13997	0,00446	0,00446	0,02676	0,03568	7,01	CG-GÖ
S102	Alt	-1271,39	-479,15	59,87	0,03548	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14094	0,00445	0,00445	0,02673	0,03564	7,97	CG-GÖ
S103	Üst	-680,20	550,04	-60,06	0,03399	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07541	0,00479	0,00479	0,02877	0,03836	7,09	CG-GÖ
S103	Alt	-688,94	-580,86	1,18	0,03941	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07637	0,00479	0,00479	0,02874	0,03832	8,23	>GÖ
S104	Üst	-1384,49	-19,82	-430,77	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15348	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S104	Alt	-1393,24	10,45	2004,17	0,07214	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15445	0,00438	0,00438	0,02631	0,03508	16,45	>GÖ
S105	Üst	-346,59	1,89	-507,56	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,03842	0,00499	0,00499	0,02992	0,03989	0,00	A-HK
S105	Alt	-355,33	2,11	2473,48	0,04303	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,03939	0,00498	0,00498	0,02989	0,03985	8,64	>GÖ
S106	Üst	-1810,14	419,16	5,43	0,03196	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20067	0,00414	0,00414	0,02487	0,03316	7,71	CG-GÖ
S106	Alt	-1818,88	-421,92	-2,93	0,03577	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20164	0,00414	0,00414	0,02484	0,03312	8,64	>GÖ
S107	Üst	-1121,86	490,15	32,97	0,03926	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,12437	0,00454	0,00454	0,02724	0,03632	8,65	>GÖ
S107	Alt	-1130,60	-500,26	-21,77	0,04699	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,12534	0,01137	0,01137	0,06822	0,09095	4,13	HK-CG
S108	Üst	-1973,90	6,68	-377,08	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21882	0,00405	0,00405	0,02430	0,03241	0,00	A-HK
S108	Alt	-1982,65	-3,50	1748,59	0,05658	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21979	0,00405	0,00405	0,02427	0,03237	13,98	>GÖ
S109	Üst	-349,80	-3,96	-506,68	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,03878	0,00498	0,00498	0,02991	0,03988	0,00	A-HK
S109	Alt	-358,54	-0,20	2472,77	0,04292	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,03975	0,00498	0,00498	0,02988	0,03984	8,62	>GÖ
S110	Üst	-1678,75	429,58	-13,68	0,03216	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,18610	0,00422	0,00422	0,02532	0,03376	7,62	CG-GÖ
S110	Alt	-1687,49	-434,78	4,93	0,03544	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,18707	0,00422	0,00422	0,02529	0,03372	8,41	>GÖ
S111	Üst	-1039,18	534,72	-27,48	0,03399	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11520	0,00459	0,00459	0,02753	0,03671	7,41	CG-GÖ
S111	Alt	-1047,92	-550,65	2,97	0,04121	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11617	0,01149	0,01149	0,06893	0,09191	3,59	HK-CG
S112	Üst	-1974,51	-5,95	-381,83	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21889	0,00405	0,00405	0,02430	0,03240	0,00	A-HK

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1983,25	0,60	1762,62	0,05080	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,21986	0,00405	0,00405	0,02427	0,03236	12,56	>GÖ
S113	Üst	172,89	28,10	-474,00	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01917	0,00509	0,00509	0,03052	0,04069	0,00	A-HK
S113	Alt	164,15	-13,37	2356,19	0,04662	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,01820	0,00509	0,00509	0,03055	0,04073	9,16	>GÖ
S114	Üst	-1259,95	476,55	148,32	0,03125	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,13968	0,00446	0,00446	0,02677	0,03569	7,00	CG-GÖ
S114	Alt	-1268,69	-479,30	-61,60	0,03548	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14064	0,00446	0,00446	0,02674	0,03565	7,96	CG-GÖ
S115	Üst	-670,45	549,00	59,51	0,03399	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07432	0,00480	0,00480	0,02880	0,03840	7,08	CG-GÖ
S115	Alt	-679,19	-579,93	1,10	0,03944	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,07529	0,00480	0,00480	0,02877	0,03836	8,22	>GÖ
S116	Üst	-1386,08	21,91	-412,74	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15366	0,00439	0,00439	0,02633	0,03511	0,00	A-HK
S116	Alt	-1394,82	-13,56	1984,43	0,08033	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15463	0,00438	0,00438	0,02630	0,03507	18,33	>GÖ
S201	Üst	125,71	-50,00	-1186,32	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01394	0,00398	0,00398	0,02386	0,03182	0,00	A-HK
S201	Alt	118,90	55,99	210,63	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01318	0,00398	0,00398	0,02388	0,03184	0,00	A-HK
S202	Üst	-1012,93	571,95	-24,08	0,03585	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11229	0,00897	0,00897	0,05385	0,07180	4,00	HK-CG
S202	Alt	-1019,73	-578,37	-0,68	0,03631	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11304	0,00897	0,00897	0,05380	0,07174	4,05	HK-CG
S203	Üst	-549,44	585,30	-49,44	0,03667	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06091	0,00949	0,00949	0,05696	0,07595	3,86	HK-CG
S203	Alt	-556,24	-581,00	56,70	0,03665	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06166	0,00949	0,00949	0,05692	0,07589	3,86	HK-CG
S204	Üst	-1094,43	-44,91	-1218,22	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12133	0,00354	0,00354	0,02126	0,02835	0,00	A-HK
S204	Alt	-1101,23	55,53	266,91	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12208	0,00354	0,00354	0,02124	0,02833	0,00	A-HK
S205	Üst	-287,11	4,70	-1183,23	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03183	0,00390	0,00390	0,02343	0,03124	0,00	A-HK
S205	Alt	-293,91	-6,57	196,32	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03258	0,00390	0,00390	0,02341	0,03121	0,00	A-HK
S206	Üst	-1435,98	551,28	24,33	0,03638	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15919	0,00339	0,00339	0,02035	0,02713	10,73	>GÖ
S206	Alt	-1442,78	-556,88	-18,09	0,03732	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15994	0,00339	0,00339	0,02033	0,02710	11,01	>GÖ
S207	Üst	-886,97	591,65	4,08	0,03715	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,09833	0,00364	0,00364	0,02182	0,02909	10,22	>GÖ
S207	Alt	-893,77	-594,73	-0,58	0,03716	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,09908	0,00363	0,00363	0,02180	0,02907	10,23	>GÖ

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1568,89	13,90	-1239,05	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,17392	0,00333	0,00333	0,01999	0,02665	0,00	A-HK
S208	Alt	-1575,69	-19,07	364,82	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,17468	0,00333	0,00333	0,01997	0,02663	0,00	A-HK
S209	Üst	-289,32	-3,76	-1183,20	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03207	0,00390	0,00390	0,02342	0,03123	0,00	A-HK
S209	Alt	-296,12	5,47	202,64	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,03283	0,00390	0,00390	0,02340	0,03121	0,00	A-HK
S210	Üst	-1344,31	556,08	-39,11	0,03641	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14903	0,00860	0,00860	0,05162	0,06883	4,23	HK-CG
S210	Alt	-1351,11	-558,61	24,25	0,03771	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,14978	0,00860	0,00860	0,05157	0,06877	4,39	HK-CG
S211	Üst	-828,38	591,09	-0,84	0,03658	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09183	0,00918	0,00918	0,05509	0,07345	3,98	HK-CG
S211	Alt	-835,18	-588,69	2,85	0,03635	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09259	0,00917	0,00917	0,05504	0,07339	3,96	HK-CG
S212	Üst	-1566,87	-10,17	-1236,47	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,17370	0,00333	0,00333	0,02000	0,02666	0,00	A-HK
S212	Alt	-1573,67	14,18	376,16	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,17445	0,00333	0,00333	0,01998	0,02664	0,00	A-HK
S213	Üst	124,35	50,86	-1187,54	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01379	0,00398	0,00398	0,02387	0,03182	0,00	A-HK
S213	Alt	117,55	-57,13	221,50	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,01303	0,00398	0,00398	0,02388	0,03184	0,00	A-HK
S214	Üst	-1009,98	572,02	28,54	0,03585	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11196	0,00898	0,00898	0,05387	0,07182	3,99	HK-CG
S214	Alt	-1016,78	-578,27	1,12	0,03631	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11272	0,00897	0,00897	0,05382	0,07176	4,05	HK-CG
S215	Üst	-540,97	585,44	52,31	0,03669	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,05997	0,00950	0,00950	0,05702	0,07603	3,86	HK-CG
S215	Alt	-547,77	-581,70	-52,29	0,03665	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,06072	0,00950	0,00950	0,05698	0,07597	3,86	HK-CG
S216	Üst	-1096,14	47,26	-1217,18	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12152	0,00354	0,00354	0,02126	0,02834	0,00	A-HK
S216	Alt	-1102,94	-58,26	264,88	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12227	0,00354	0,00354	0,02124	0,02832	0,00	A-HK
S301	Üst	80,62	-46,96	-1654,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00952	0,00439	0,00439	0,02632	0,03510	0,00	A-HK
S301	Alt	74,22	45,01	-483,65	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00876	0,00439	0,00439	0,02634	0,03512	0,00	A-HK
S302	Üst	-776,06	526,40	-12,03	0,02667	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,09162	0,00917	0,00917	0,05502	0,07336	2,91	HK-CG
S302	Alt	-782,46	-520,14	87,21	0,02581	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09238	0,00402	0,00402	0,02412	0,03216	6,42	CG-GÖ
S303	Üst	-403,02	531,47	-65,33	0,02726	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,04758	0,00962	0,00962	0,05769	0,07692	2,83	HK-CG

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-409,41	-528,98	85,55	0,02601	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04834	0,00422	0,00422	0,02529	0,03372	6,17	CG-GÖ
S304	Üst	-806,47	-36,87	-1639,50	0,00012	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09521	0,00401	0,00401	0,02405	0,03206	0,03	A-HK
S304	Alt	-812,87	35,44	-471,81	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09597	0,00400	0,00400	0,02402	0,03203	0,00	A-HK
S305	Üst	-231,74	3,47	-1656,67	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02736	0,00431	0,00431	0,02585	0,03446	0,00	A-HK
S305	Alt	-238,14	-2,93	-480,81	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02811	0,00430	0,00430	0,02583	0,03444	0,00	A-HK
S306	Üst	-1072,99	513,68	4,68	0,02679	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12668	0,00882	0,00882	0,05290	0,07053	3,04	HK-CG
S306	Alt	-1079,39	-514,76	-6,50	0,02598	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12743	0,00881	0,00881	0,05285	0,07047	2,95	HK-CG
S307	Üst	-639,82	547,34	-2,69	0,02871	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,07554	0,00933	0,00933	0,05600	0,07466	3,08	HK-CG
S307	Alt	-646,22	-541,41	0,00	0,02612	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07629	0,00409	0,00409	0,02455	0,03273	6,39	CG-GÖ
S308	Üst	-1169,60	9,93	-1634,34	0,00087	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13808	0,00382	0,00382	0,02291	0,03054	0,23	A-HK
S308	Alt	-1176,00	-8,78	-483,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13884	0,00381	0,00381	0,02289	0,03051	0,00	A-HK
S309	Üst	-232,63	-3,61	-1654,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02746	0,00431	0,00431	0,02585	0,03446	0,00	A-HK
S309	Alt	-239,03	3,03	-482,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02822	0,00430	0,00430	0,02583	0,03443	0,00	A-HK
S310	Üst	-1018,08	528,54	-2,09	0,02647	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12019	0,00888	0,00888	0,05329	0,07106	2,98	HK-CG
S310	Alt	-1024,48	-523,35	-0,18	0,02612	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,12095	0,00887	0,00887	0,05325	0,07100	2,94	HK-CG
S311	Üst	-603,26	543,45	1,09	0,02837	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,07122	0,00938	0,00938	0,05626	0,07501	3,03	HK-CG
S311	Alt	-609,66	-536,05	-0,90	0,02593	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07198	0,00411	0,00411	0,02466	0,03288	6,31	CG-GÖ
S312	Üst	-1168,80	-8,65	-1636,24	0,00086	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13799	0,00382	0,00382	0,02291	0,03054	0,23	A-HK
S312	Alt	-1175,20	7,70	-487,91	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,13874	0,00381	0,00381	0,02289	0,03052	0,00	A-HK
S313	Üst	79,38	46,64	-1653,34	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00937	0,00439	0,00439	0,02633	0,03510	0,00	A-HK
S313	Alt	72,98	-44,74	-484,70	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00862	0,00439	0,00439	0,02635	0,03513	0,00	A-HK
S314	Üst	-772,42	526,79	7,38	0,02668	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,09119	0,00917	0,00917	0,05505	0,07340	2,91	HK-CG
S314	Alt	-778,82	-520,24	-84,75	0,02582	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09195	0,00402	0,00402	0,02413	0,03218	6,42	CG-GÖ

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-395,94	531,60	69,85	0,02727	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,04674	0,00962	0,00962	0,05774	0,07699	2,83	HK-CG
S315	Alt	-402,33	-529,41	-76,99	0,02600	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,04750	0,00422	0,00422	0,02531	0,03375	6,16	CG-GÖ
S316	Üst	-807,47	37,56	-1638,97	0,00012	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09533	0,00401	0,00401	0,02404	0,03206	0,03	A-HK
S316	Alt	-813,86	-35,93	-470,69	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09608	0,00400	0,00400	0,02402	0,03203	0,00	A-HK
S401	Üst	10,13	-43,50	-1301,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00120	0,00442	0,00442	0,02654	0,03539	0,00	A-HK
S401	Alt	3,73	45,73	-725,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00044	0,00443	0,00443	0,02656	0,03542	0,00	A-HK
S402	Üst	-492,09	488,86	-33,71	0,01088	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05810	0,00417	0,00417	0,02503	0,03338	2,61	HK-CG
S402	Alt	-498,48	-483,14	139,50	0,01135	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05885	0,00417	0,00417	0,02501	0,03335	2,72	HK-CG
S403	Üst	-284,58	490,17	-70,25	0,01135	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03360	0,00428	0,00428	0,02568	0,03424	2,65	HK-CG
S403	Alt	-290,98	-487,41	100,92	0,01064	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03435	0,00428	0,00428	0,02566	0,03422	2,49	HK-CG
S404	Üst	-500,17	-36,74	-1339,53	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05905	0,00417	0,00417	0,02501	0,03334	0,00	A-HK
S404	Alt	-506,57	39,50	-699,48	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05981	0,00416	0,00416	0,02499	0,03331	0,00	A-HK
S405	Üst	-202,42	2,62	-1292,16	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02390	0,00432	0,00432	0,02594	0,03459	0,00	A-HK
S405	Alt	-208,82	-3,75	-727,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02465	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S406	Üst	-673,72	489,09	-0,36	0,01074	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07954	0,00408	0,00408	0,02446	0,03262	2,63	HK-CG
S406	Alt	-680,12	-486,40	0,35	0,01086	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08030	0,00407	0,00407	0,02444	0,03259	2,67	HK-CG
S407	Üst	-456,86	488,48	1,11	0,01184	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05394	0,00419	0,00419	0,02514	0,03352	2,83	HK-CG
S407	Alt	-463,25	-488,97	-8,03	0,01208	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05469	0,00419	0,00419	0,02512	0,03350	2,89	HK-CG
S408	Üst	-728,00	8,88	-1366,72	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08595	0,00405	0,00405	0,02429	0,03239	0,00	A-HK
S408	Alt	-734,40	-10,15	-553,01	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08670	0,00405	0,00405	0,02427	0,03236	0,00	A-HK
S409	Üst	-202,59	-1,31	-1291,34	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02392	0,00432	0,00432	0,02594	0,03459	0,00	A-HK
S409	Alt	-208,99	2,32	-727,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02467	0,00432	0,00432	0,02592	0,03456	0,00	A-HK
S410	Üst	-649,05	488,31	1,02	0,01114	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07663	0,00409	0,00409	0,02454	0,03272	2,72	HK-CG

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-655,44	-488,23	-1,18	0,01094	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07738	0,00409	0,00409	0,02452	0,03269	2,68	HK-CG
S411	Üst	-444,99	491,64	-4,70	0,01137	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05253	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	2,71	HK-CG
S411	Alt	-451,39	-489,04	6,89	0,01187	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05329	0,00419	0,00419	0,02516	0,03355	2,83	HK-CG
S412	Üst	-726,22	-6,73	-1369,27	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08574	0,00405	0,00405	0,02430	0,03240	0,00	A-HK
S412	Alt	-732,62	8,02	-549,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08649	0,00405	0,00405	0,02428	0,03237	0,00	A-HK
S413	Üst	9,28	44,44	-1300,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00110	0,00442	0,00442	0,02655	0,03539	0,00	A-HK
S413	Alt	2,89	-46,89	-724,67	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00034	0,00443	0,00443	0,02657	0,03542	0,00	A-HK
S414	Üst	-489,21	484,61	33,16	0,01108	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05776	0,00417	0,00417	0,02504	0,03339	2,65	HK-CG
S414	Alt	-495,60	-481,73	-140,98	0,01133	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05851	0,00417	0,00417	0,02502	0,03336	2,72	HK-CG
S415	Üst	-279,44	490,24	69,46	0,01135	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03299	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	2,65	HK-CG
S415	Alt	-285,84	-487,88	-89,64	0,01060	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03375	0,00428	0,00428	0,02568	0,03424	2,48	HK-CG
S416	Üst	-500,64	38,27	-1338,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05911	0,00417	0,00417	0,02500	0,03334	0,00	A-HK
S416	Alt	-507,04	-41,00	-698,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05986	0,00416	0,00416	0,02498	0,03331	0,00	A-HK
S501	Üst	-33,57	-70,08	-402,51	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00396	0,00441	0,00441	0,02647	0,03529	0,00	A-HK
S501	Alt	-39,97	55,47	-512,07	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00472	0,00441	0,00441	0,02645	0,03527	0,00	A-HK
S502	Üst	-222,75	457,83	-174,26	0,00169	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02630	0,00431	0,00431	0,02588	0,03450	0,39	A-HK
S502	Alt	-229,15	-441,41	152,04	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02705	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,00	A-HK
S503	Üst	-155,98	457,17	-171,85	0,00178	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01842	0,00435	0,00435	0,02609	0,03478	0,41	A-HK
S503	Alt	-162,38	-441,84	122,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01917	0,00434	0,00434	0,02607	0,03475	0,00	A-HK
S504	Üst	-204,66	-60,63	-500,69	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02416	0,00432	0,00432	0,02593	0,03458	0,00	A-HK
S504	Alt	-211,06	47,50	-443,64	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02492	0,00432	0,00432	0,02591	0,03455	0,00	A-HK
S505	Üst	-143,73	9,51	-394,13	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01697	0,00435	0,00435	0,02612	0,03483	0,00	A-HK
S505	Alt	-150,13	-5,39	-523,26	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01772	0,00435	0,00435	0,02610	0,03481	0,00	A-HK

Çizelge C.7 : TS-ZKE3, (x) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-312,39	458,69	-7,07	0,00117	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03688	0,00427	0,00427	0,02560	0,03413	0,27	A-HK
S506	Alt	-318,79	-435,93	-0,99	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03764	0,00426	0,00426	0,02558	0,03410	0,00	A-HK
S507	Üst	-239,51	462,39	-1,92	0,00228	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02828	0,00430	0,00430	0,02582	0,03443	0,53	A-HK
S507	Alt	-245,91	-451,50	-1,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02903	0,00430	0,00430	0,02580	0,03441	0,00	A-HK
S508	Üst	-323,47	16,48	-523,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03819	0,00426	0,00426	0,02556	0,03408	0,00	A-HK
S508	Alt	-329,86	-11,66	-461,61	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03894	0,00426	0,00426	0,02554	0,03405	0,00	A-HK
S509	Üst	-143,16	-8,28	-397,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01690	0,00435	0,00435	0,02613	0,03483	0,00	A-HK
S509	Alt	-149,56	4,29	-521,69	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01766	0,00435	0,00435	0,02611	0,03481	0,00	A-HK
S510	Üst	-317,70	458,62	15,26	0,00151	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03751	0,00426	0,00426	0,02558	0,03410	0,35	A-HK
S510	Alt	-324,09	-443,86	4,87	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03826	0,00426	0,00426	0,02556	0,03408	0,00	A-HK
S511	Üst	-251,87	460,70	15,08	0,00209	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02974	0,00430	0,00430	0,02579	0,03438	0,49	A-HK
S511	Alt	-258,27	-444,09	-1,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03049	0,00429	0,00429	0,02577	0,03435	0,00	A-HK
S512	Üst	-321,25	-15,25	-513,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03793	0,00426	0,00426	0,02557	0,03409	0,00	A-HK
S512	Alt	-327,65	10,63	-463,25	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03868	0,00426	0,00426	0,02555	0,03406	0,00	A-HK
S513	Üst	-33,72	70,96	-402,77	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00398	0,00441	0,00441	0,02647	0,03529	0,00	A-HK
S513	Alt	-40,12	-56,17	-511,42	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00474	0,00441	0,00441	0,02645	0,03527	0,00	A-HK
S514	Üst	-221,04	458,42	168,56	0,00170	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02610	0,00431	0,00431	0,02588	0,03451	0,39	A-HK
S514	Alt	-227,44	-442,70	-148,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02685	0,00431	0,00431	0,02586	0,03448	0,00	A-HK
S515	Üst	-153,30	457,12	161,56	0,00178	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01810	0,00435	0,00435	0,02609	0,03479	0,41	A-HK
S515	Alt	-159,70	-441,63	-113,71	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01885	0,00435	0,00435	0,02607	0,03477	0,00	A-HK
S516	Üst	-204,74	61,45	-500,34	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02417	0,00432	0,00432	0,02593	0,03458	0,00	A-HK
S516	Alt	-211,14	-48,01	-442,94	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02493	0,00432	0,00432	0,02591	0,03455	0,00	A-HK

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi.

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S101	Üst	18,67	368,56	20,65	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00207	0,00517	0,00517	0,03105	0,04140	0,00	A-HK
S101	Alt	9,92	-582,63	-8,44	0,04582	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00110	0,01298	0,01298	0,07790	0,10387	3,53	HK-CG
S102	Üst	-74,10	-0,33	751,87	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00821	0,00514	0,00514	0,03086	0,04114	0,00	A-HK
S102	Alt	-82,84	0,20	-2352,70	0,04902	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00918	0,00514	0,00514	0,03083	0,04110	9,54	>GÖ
S103	Üst	-74,10	0,33	751,87	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00821	0,00514	0,00514	0,03086	0,04114	0,00	A-HK
S103	Alt	-82,84	-0,20	-2352,70	0,04902	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00918	0,00514	0,00514	0,03083	0,04110	9,54	>GÖ
S104	Üst	18,67	368,56	-20,65	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,00207	0,00517	0,00517	0,03105	0,04140	0,00	A-HK
S104	Alt	9,92	-582,63	8,44	0,04582	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,00110	0,01298	0,01298	0,07790	0,10387	3,53	HK-CG
S105	Üst	-1283,97	480,61	64,34	0,03702	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14234	0,01115	0,01115	0,06689	0,08919	3,32	HK-CG
S105	Alt	-1292,71	-484,15	-26,40	0,04301	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14331	0,01114	0,01114	0,06681	0,08909	3,86	HK-CG
S106	Üst	-1466,23	-0,42	949,32	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16254	0,00434	0,00434	0,02606	0,03474	0,00	A-HK
S106	Alt	-1474,97	4,01	-1933,30	0,06878	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16351	0,00434	0,00434	0,02603	0,03470	15,86	>GÖ
S107	Üst	-1466,23	0,42	949,32	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16254	0,00434	0,00434	0,02606	0,03474	0,00	A-HK
S107	Alt	-1474,97	-4,01	-1933,30	0,06878	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,16351	0,00434	0,00434	0,02603	0,03470	15,86	>GÖ
S108	Üst	-1283,97	480,61	-64,34	0,03702	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14234	0,01115	0,01115	0,06689	0,08919	3,32	HK-CG
S108	Alt	-1292,71	-484,15	26,40	0,04301	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,14331	0,01114	0,01114	0,06681	0,08909	3,86	HK-CG
S109	Üst	-1006,58	542,04	62,32	0,03874	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11159	0,01155	0,01155	0,06929	0,09238	3,36	HK-CG
S109	Alt	-1015,32	-559,92	-25,48	0,04476	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11256	0,00460	0,00460	0,02761	0,03681	9,73	>GÖ
S110	Üst	-1325,30	-1,09	958,00	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14692	0,00442	0,00442	0,02654	0,03539	0,00	A-HK
S110	Alt	-1334,04	4,01	-1996,29	0,05728	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14789	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	12,96	>GÖ
S111	Üst	-1325,30	1,09	958,00	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14692	0,00442	0,00442	0,02654	0,03539	0,00	A-HK
S111	Alt	-1334,04	-4,01	-1996,29	0,05728	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14789	0,00442	0,00442	0,02651	0,03535	12,96	>GÖ
S112	Üst	-1006,58	542,04	-62,32	0,03874	5,17	36,67	4500	1341	13080	9020,55	0,11159	0,01155	0,01155	0,06929	0,09238	3,36	HK-CG

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S112	Alt	-1015,32	-559,92	25,48	0,04476	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,11256	0,00460	0,00460	0,02761	0,03681	9,73	>GÖ
S113	Üst	-1348,06	382,32	34,67	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14944	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S113	Alt	-1356,81	-449,91	-14,27	0,02547	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15041	0,00441	0,00441	0,02643	0,03524	5,78	HK-CG
S114	Üst	-1810,14	-3,44	676,53	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20067	0,00414	0,00414	0,02487	0,03316	0,00	A-HK
S114	Alt	-1818,88	5,80	-1773,74	0,08406	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20164	0,00414	0,00414	0,02484	0,03312	20,30	>GÖ
S115	Üst	-1810,14	3,44	676,53	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20067	0,00414	0,00414	0,02487	0,03316	0,00	A-HK
S115	Alt	-1818,88	-5,80	-1773,74	0,08406	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,20164	0,00414	0,00414	0,02484	0,03312	20,30	>GÖ
S116	Üst	-1348,06	382,32	-34,67	0,00000	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,14944	0,00441	0,00441	0,02646	0,03528	0,00	A-HK
S116	Alt	-1356,81	-449,91	14,27	0,02547	5,17	36,67	4500	5591	136700	9020,55	0,15041	0,00441	0,00441	0,02643	0,03524	5,78	HK-CG
S201	Üst	-22,43	435,51	29,12	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00249	0,00402	0,00402	0,02414	0,03219	0,00	A-HK
S201	Alt	-29,23	-307,25	-31,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00324	0,00402	0,00402	0,02412	0,03216	0,00	A-HK
S202	Üst	-70,32	-0,86	1230,00	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00780	0,00400	0,00400	0,02401	0,03201	0,00	A-HK
S202	Alt	-77,12	0,90	62,19	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00855	0,00400	0,00400	0,02399	0,03199	0,00	A-HK
S203	Üst	-70,32	0,86	1230,00	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00780	0,00400	0,00400	0,02401	0,03201	0,00	A-HK
S203	Alt	-77,12	-0,90	62,19	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00855	0,00400	0,00400	0,02399	0,03199	0,00	A-HK
S204	Üst	-22,43	435,51	-29,12	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00249	0,00402	0,00402	0,02414	0,03219	0,00	A-HK
S204	Alt	-29,23	-307,25	31,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,00324	0,00402	0,00402	0,02412	0,03216	0,00	A-HK
S205	Üst	-1008,55	583,58	0,84	0,03721	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11181	0,00898	0,00898	0,05388	0,07184	4,14	HK-CG
S205	Alt	-1015,35	-590,85	1,32	0,03770	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11256	0,00897	0,00897	0,05383	0,07178	4,20	HK-CG
S206	Üst	-1167,18	-2,11	1755,95	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12939	0,00351	0,00351	0,02107	0,02809	0,00	A-HK
S206	Alt	-1173,98	11,39	-534,05	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13014	0,00351	0,00351	0,02105	0,02807	0,00	A-HK
S207	Üst	-1167,18	2,11	1755,95	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,12939	0,00351	0,00351	0,02107	0,02809	0,00	A-HK
S207	Alt	-1173,98	-11,39	-534,05	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,13014	0,00351	0,00351	0,02105	0,02807	0,00	A-HK

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S208	Üst	-1008,55	583,58	-0,84	0,03721	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11181	0,00898	0,00898	0,05388	0,07184	4,14	HK-CG
S208	Alt	-1015,35	-590,85	-1,32	0,03770	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,11256	0,00897	0,00897	0,05383	0,07178	4,20	HK-CG
S209	Üst	-819,34	587,25	1,51	0,03897	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09083	0,00919	0,00919	0,05515	0,07353	4,24	HK-CG
S209	Alt	-826,14	-591,58	-2,30	0,03843	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09158	0,00918	0,00918	0,05510	0,07347	4,18	HK-CG
S210	Üst	-1062,68	-6,37	1743,29	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11781	0,00356	0,00356	0,02135	0,02846	0,00	A-HK
S210	Alt	-1069,48	13,35	-516,21	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11856	0,00355	0,00355	0,02133	0,02844	0,00	A-HK
S211	Üst	-1062,68	6,37	1743,29	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11781	0,00356	0,00356	0,02135	0,02846	0,00	A-HK
S211	Alt	-1069,48	-13,35	-516,21	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11856	0,00355	0,00355	0,02133	0,02844	0,00	A-HK
S212	Üst	-819,34	587,25	-1,51	0,03897	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09083	0,00919	0,00919	0,05515	0,07353	4,24	HK-CG
S212	Alt	-826,14	-591,58	2,30	0,03843	5,17	36,67	3500	1341	13080	9020,55	0,09158	0,00918	0,00918	0,05510	0,07347	4,18	HK-CG
S213	Üst	-1046,69	463,61	60,10	0,00211	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11603	0,00357	0,00357	0,02139	0,02852	0,59	A-HK
S213	Alt	-1053,49	-385,85	-57,20	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11679	0,00356	0,00356	0,02137	0,02850	0,00	A-HK
S214	Üst	-1433,64	-23,10	1339,78	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15893	0,00339	0,00339	0,02035	0,02714	0,00	A-HK
S214	Alt	-1440,44	30,10	-88,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15968	0,00339	0,00339	0,02033	0,02711	0,00	A-HK
S215	Üst	-1433,64	23,10	1339,78	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15893	0,00339	0,00339	0,02035	0,02714	0,00	A-HK
S215	Alt	-1440,44	-30,10	-88,62	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,15968	0,00339	0,00339	0,02033	0,02711	0,00	A-HK
S216	Üst	-1046,69	463,61	-60,10	0,00211	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11603	0,00357	0,00357	0,02139	0,02852	0,59	A-HK
S216	Alt	-1053,49	-385,85	57,20	0,00000	5,17	36,67	3500	5591	136700	9020,55	0,11679	0,00356	0,00356	0,02137	0,02850	0,00	A-HK
S301	Üst	-62,15	489,52	26,93	0,01162	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00734	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	2,64	HK-CG
S301	Alt	-68,55	-227,62	-24,12	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00809	0,00439	0,00439	0,02636	0,03515	0,00	A-HK
S302	Üst	-63,09	-0,71	1781,50	0,00640	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00745	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	1,46	HK-CG
S302	Alt	-69,49	0,75	556,49	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00820	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	0,00	A-HK
S303	Üst	-63,09	0,71	1781,50	0,00640	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00745	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	1,46	HK-CG

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S303	Alt	-69,49	-0,75	556,49	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00820	0,00439	0,00439	0,02636	0,03514	0,00	A-HK
S304	Üst	-62,15	489,52	-26,93	0,01162	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00734	0,00440	0,00440	0,02638	0,03517	2,64	HK-CG
S304	Alt	-68,55	-227,62	24,12	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00809	0,00439	0,00439	0,02636	0,03515	0,00	A-HK
S305	Üst	-748,20	535,42	0,65	0,02715	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08833	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	6,72	CG-GÖ
S305	Alt	-754,60	-525,62	-13,22	0,02586	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08909	0,00403	0,00403	0,02421	0,03228	6,41	CG-GÖ
S306	Üst	-862,47	3,05	1893,22	0,00982	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10182	0,00398	0,00398	0,02387	0,03183	2,47	HK-CG
S306	Alt	-868,87	-4,86	260,75	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10258	0,00397	0,00397	0,02385	0,03180	0,00	A-HK
S307	Üst	-862,47	-3,05	1893,22	0,00982	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10182	0,00398	0,00398	0,02387	0,03183	2,47	HK-CG
S307	Alt	-868,87	4,86	260,75	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,10258	0,00397	0,00397	0,02385	0,03180	0,00	A-HK
S308	Üst	-748,20	535,42	-0,65	0,02715	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08833	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	6,72	CG-GÖ
S308	Alt	-754,60	-525,62	13,22	0,02586	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08909	0,00403	0,00403	0,02421	0,03228	6,41	CG-GÖ
S309	Üst	-623,36	539,64	-1,68	0,02766	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07359	0,00410	0,00410	0,02462	0,03283	6,74	CG-GÖ
S309	Alt	-629,76	-525,77	-41,19	0,02736	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07435	0,00410	0,00410	0,02460	0,03280	6,67	CG-GÖ
S310	Üst	-797,15	0,38	1898,32	0,00978	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09411	0,00401	0,00401	0,02407	0,03210	2,44	HK-CG
S310	Alt	-803,55	-0,37	263,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09487	0,00401	0,00401	0,02405	0,03207	0,00	A-HK
S311	Üst	-797,15	-0,38	1898,32	0,00978	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09411	0,00401	0,00401	0,02407	0,03210	2,44	HK-CG
S311	Alt	-803,55	0,37	263,86	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,09487	0,00401	0,00401	0,02405	0,03207	0,00	A-HK
S312	Üst	-623,36	539,64	1,68	0,02766	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07359	0,00410	0,00410	0,02462	0,03283	6,74	CG-GÖ
S312	Alt	-629,76	-525,77	41,19	0,02736	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07435	0,00410	0,00410	0,02460	0,03280	6,67	CG-GÖ
S313	Üst	-748,34	496,51	-0,86	0,01464	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08835	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	3,63	HK-CG
S313	Alt	-754,74	-286,49	-39,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08910	0,00403	0,00403	0,02421	0,03228	0,00	A-HK
S314	Üst	-1064,38	-10,08	1728,87	0,00668	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12566	0,00387	0,00387	0,02324	0,03098	1,72	HK-CG
S314	Alt	-1070,78	12,91	519,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12642	0,00387	0,00387	0,02322	0,03095	0,00	A-HK

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S315	Üst	-1064,38	10,08	1728,87	0,00668	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12566	0,00387	0,00387	0,02324	0,03098	1,72	HK-CG
S315	Alt	-1070,78	-12,91	519,02	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,12642	0,00387	0,00387	0,02322	0,03095	0,00	A-HK
S316	Üst	-748,34	496,51	0,86	0,01464	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08835	0,00404	0,00404	0,02423	0,03230	3,63	HK-CG
S316	Alt	-754,74	-286,49	39,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,08910	0,00403	0,00403	0,02421	0,03228	0,00	A-HK
S401	Üst	-106,06	339,59	23,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01252	0,00437	0,00437	0,02624	0,03499	0,00	A-HK
S401	Alt	-112,46	-231,86	-26,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01328	0,00437	0,00437	0,02622	0,03496	0,00	A-HK
S402	Üst	-101,80	-0,90	1016,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01202	0,00438	0,00438	0,02626	0,03501	0,00	A-HK
S402	Alt	-108,20	0,78	866,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01277	0,00437	0,00437	0,02624	0,03498	0,00	A-HK
S403	Üst	-101,80	0,90	1016,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01202	0,00438	0,00438	0,02626	0,03501	0,00	A-HK
S403	Alt	-108,20	-0,78	866,29	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01277	0,00437	0,00437	0,02624	0,03498	0,00	A-HK
S404	Üst	-106,06	339,59	-23,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01252	0,00437	0,00437	0,02624	0,03499	0,00	A-HK
S404	Alt	-112,46	-231,86	26,52	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01328	0,00437	0,00437	0,02622	0,03496	0,00	A-HK
S405	Üst	-460,07	471,77	14,64	0,00511	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05432	0,00955	0,00955	0,05728	0,07638	0,54	A-HK
S405	Alt	-466,47	-466,78	-49,30	0,00474	5,36	34,48	3500	1292	12620	8470,3	0,05507	0,00954	0,00954	0,05724	0,07632	0,50	A-HK
S406	Üst	-562,55	-3,11	1547,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06641	0,00414	0,00414	0,02481	0,03308	0,00	A-HK
S406	Alt	-568,95	3,14	34,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06717	0,00413	0,00413	0,02479	0,03305	0,00	A-HK
S407	Üst	-562,55	3,11	1547,03	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06641	0,00414	0,00414	0,02481	0,03308	0,00	A-HK
S407	Alt	-568,95	-3,14	34,35	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06717	0,00413	0,00413	0,02479	0,03305	0,00	A-HK
S408	Üst	-460,07	471,77	-14,64	0,00511	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05432	0,00419	0,00419	0,02513	0,03351	1,22	HK-CG
S408	Alt	-466,47	-466,78	49,30	0,00474	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05507	0,00419	0,00419	0,02511	0,03348	1,13	HK-CG
S409	Üst	-450,00	470,72	27,52	0,00577	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05313	0,00419	0,00419	0,02516	0,03355	1,38	HK-CG
S409	Alt	-456,40	-465,14	-83,58	0,00494	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05388	0,00419	0,00419	0,02514	0,03352	1,18	HK-CG
S410	Üst	-536,51	-8,97	1520,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06334	0,00415	0,00415	0,02489	0,03319	0,00	A-HK

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S410	Alt	-542,91	9,84	46,08	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06410	0,00415	0,00415	0,02487	0,03316	0,00	A-HK
S411	Üst	-536,51	8,97	1520,15	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06334	0,00415	0,00415	0,02489	0,03319	0,00	A-HK
S411	Alt	-542,91	-9,84	46,08	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,06410	0,00415	0,00415	0,02487	0,03316	0,00	A-HK
S412	Üst	-450,00	470,72	-27,52	0,00577	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05313	0,00419	0,00419	0,02516	0,03355	1,38	HK-CG
S412	Alt	-456,40	-465,14	83,58	0,00494	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05388	0,00419	0,00419	0,02514	0,03352	1,18	HK-CG
S413	Üst	-439,30	453,50	54,25	0,00066	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05186	0,00420	0,00420	0,02520	0,03360	0,16	A-HK
S413	Alt	-445,70	-388,94	-99,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05262	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	0,00	A-HK
S414	Üst	-648,97	-20,59	1121,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07662	0,00409	0,00409	0,02454	0,03272	0,00	A-HK
S414	Alt	-655,37	21,37	783,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07737	0,00409	0,00409	0,02452	0,03269	0,00	A-HK
S415	Üst	-648,97	20,59	1121,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07662	0,00409	0,00409	0,02454	0,03272	0,00	A-HK
S415	Alt	-655,37	-21,37	783,10	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,07737	0,00409	0,00409	0,02452	0,03269	0,00	A-HK
S416	Üst	-439,30	453,50	-54,25	0,00066	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05186	0,00420	0,00420	0,02520	0,03360	0,16	A-HK
S416	Alt	-445,70	-388,94	99,00	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,05262	0,00420	0,00420	0,02518	0,03357	0,00	A-HK
S501	Üst	-83,31	106,38	49,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00984	0,00439	0,00439	0,02631	0,03509	0,00	A-HK
S501	Alt	-89,71	-40,52	-31,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01059	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S502	Üst	-94,34	-0,28	223,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01114	0,00438	0,00438	0,02628	0,03504	0,00	A-HK
S502	Alt	-100,74	0,65	429,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01189	0,00438	0,00438	0,02626	0,03501	0,00	A-HK
S503	Üst	-94,34	0,28	223,40	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01114	0,00438	0,00438	0,02628	0,03504	0,00	A-HK
S503	Alt	-100,74	-0,65	429,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01189	0,00438	0,00438	0,02626	0,03501	0,00	A-HK
S504	Üst	-83,31	106,38	-49,24	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,00984	0,00439	0,00439	0,02631	0,03509	0,00	A-HK
S504	Alt	-89,71	-40,52	31,46	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,01059	0,00438	0,00438	0,02629	0,03506	0,00	A-HK
S505	Üst	-219,74	327,57	52,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02594	0,00431	0,00431	0,02589	0,03451	0,00	A-HK
S505	Alt	-226,14	-281,60	-49,64	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02670	0,00431	0,00431	0,02587	0,03449	0,00	A-HK

Çizelge C.8 : TS-ZKE3, (y) doğrultusu kolon hasarları hesaplama çizelgesi (devamı).

Kolon No	Mafsal Yeri	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	θ (rad)	$b_f/2t_w$	h/t_w	l_c (mm)	Z (cm^3)	I_c (cm^4)	P_{CL} (kN)	P/P_{cl}	θ_y (rad)	HK (rad)	CG (rad)	GÖ (rad)	θ/θy	Hasar Durumu
S506	Üst	-272,97	-4,11	761,53	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03223	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S506	Alt	-279,37	3,59	6,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03298	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S507	Üst	-272,97	4,11	761,53	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03223	0,00429	0,00429	0,02572	0,03429	0,00	A-HK
S507	Alt	-279,37	-3,59	6,55	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03298	0,00428	0,00428	0,02570	0,03427	0,00	A-HK
S508	Üst	-219,74	327,57	-52,76	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02594	0,00431	0,00431	0,02589	0,03451	0,00	A-HK
S508	Alt	-226,14	-281,60	49,64	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02670	0,00431	0,00431	0,02587	0,03449	0,00	A-HK
S509	Üst	-237,16	338,22	82,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02800	0,00431	0,00431	0,02583	0,03444	0,00	A-HK
S509	Alt	-243,56	-301,68	-74,17	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02875	0,00430	0,00430	0,02581	0,03441	0,00	A-HK
S510	Üst	-275,07	-17,55	813,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03247	0,00429	0,00429	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S510	Alt	-281,47	12,76	9,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03323	0,00428	0,00428	0,02569	0,03426	0,00	A-HK
S511	Üst	-275,07	17,55	813,47	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03247	0,00429	0,00429	0,02571	0,03428	0,00	A-HK
S511	Alt	-281,47	-12,76	9,78	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03323	0,00428	0,00428	0,02569	0,03426	0,00	A-HK
S512	Üst	-237,16	338,22	-82,19	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02800	0,00431	0,00431	0,02583	0,03444	0,00	A-HK
S512	Alt	-243,56	-301,68	74,17	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02875	0,00430	0,00430	0,02581	0,03441	0,00	A-HK
S513	Üst	-178,66	282,36	98,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02109	0,00434	0,00434	0,02601	0,03469	0,00	A-HK
S513	Alt	-185,06	-180,49	-60,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02185	0,00433	0,00433	0,02599	0,03466	0,00	A-HK
S514	Üst	-280,16	-25,04	599,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03308	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	0,00	A-HK
S514	Alt	-286,56	22,41	212,79	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03383	0,00428	0,00428	0,02568	0,03423	0,00	A-HK
S515	Üst	-280,16	25,04	599,21	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03308	0,00428	0,00428	0,02570	0,03426	0,00	A-HK
S515	Alt	-286,56	-22,41	212,79	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,03383	0,00428	0,00428	0,02568	0,03423	0,00	A-HK
S516	Üst	-178,66	282,36	-98,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02109	0,00434	0,00434	0,02601	0,03469	0,00	A-HK
S516	Alt	-185,06	-180,49	60,37	0,00000	5,36	34,48	3500	4815	107200	8470,3	0,02185	0,00433	0,00433	0,02599	0,03466	0,00	A-HK

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Cansu KARİP
Doğum Yeri ve Tarihi	Erzincan 17.12.1986
Lise	1994-2004 Bornova Anadolu Lisesi/İzmir
Lisans	2004-2008 Dokuz Eylül Üniversitesi/İzmir
Çalıştığı Kurum	2010-Devam Ediyor / Doğuş İnşaat ve Ticaret A.Ş. Enerji Projeleri