İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE MALİYET ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Emre TURAN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Haziran 2022

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE MALİYET ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Emre TURAN
(501191040)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Konuralp GİRGİN

Haziran 2022

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 501191040 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mustafa Emre TURAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE MALİYET ANALİZİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kutlu DARILMAZ** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bilge DORAN .....
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 3 Haziran 2022
Savunma Tarihi : 24 Haziran 2022

Değerli Aileme,

ÖN SÖZ

Tez çalışmam sürecinde bilgi ve deneyimlerini paylaşan, kıymetli zamanını ayıran saygıdeğer tez danışmanın Prof. Dr. Konuralp Girgin'e ve lisans, lisansüstü eğitimimde emeği geçen tüm hocalarıma teşekkür ederim. Bu çalışmamda değerli görüşleriyle tezime verdiği katkılar için İnşaat Yüksek Mühendisi Barış Şahin'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2022

Mustafa Emre TURAN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiii**
SEMBOLLER ..... **xv**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xvii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xxi**
ÖZET ..... **xxv**
SUMMARY ..... **xxix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 2
2. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ VE ANALİZ **3**
2.1 Genel Tanım 3
2.2 Doğrusal Hesap Yöntemleri 3
2.3 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri 4
2.4 Betonarme Sistem Davranışı 4
2.4.1 Beton malzemenin davranışı 4
2.4.2 Çelik malzemenin davranışı 5
2.5 Süneklik 6
2.6 Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri 7
2.6.1 Plastik mafsal teoremi 7
2.6.2 Yığılı plastik davranış modeli 8
2.6.3 Yayılı plastik davranış modeli 11
2.7 Deprem Etkisi Altında Doğrusal Olmayan Hesap 12
2.7.1 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi 13
3. ÖRNEK YAPI SİSTEMİNE AİT GEOMETRİK ÖZELLİKLER İLE DİNAMİK PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ **15**
3.1 Mevcut Yapının Genel Özellikleri 15
3.1.1 Bina kullanım sınıfı (BKS) ve önem katsayısının bulunması 15
3.1.2 Deprem tasarım sınıfı (DTS)'nin bulunması 16
3.1.3 Bina yükseklik sınıfı (BYS)'nin bulunması 16
3.1.4 Bina performans hedefi değerlendirmesi 17
3.2 Mevcut Binanın Sayısal Modelinin Oluşturulması 17
3.2.1 Binanın taşıyıcı sistemi 17
3.2.2 Mevcut yapının malzeme tanımı 23
3.2.3 Zemin değerlendirmesi ve yerel zemin sınıfının belirlenmesi 23
3.2.4 Mevcut yapı yükleri 25
3.2.4.1 Sabit ve hareketli düşey yüklerin belirlenmesi 25
3.2.4.2 Yatay elastik tasarım spektrumu ve parametrelerinin belirlenmesi 26
3.2.4.3 Bölgenin depremselliği ve geçmiş depremler 27
3.2.4.4 Sahaya özgü deprem kayıtlarının seçimi 29
4. MEVCUT YAPININ TAŞIYICI SİSTEM MODELLENMESİ VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ **35**
4.1 Taşıyıcı Sistem Modeli 35
4.1.1 Doğrusal olmayan hesap modeli için uygulanan adımlar 35
4.1.2 Malzeme modellerinin tanımlanması 37
4.1.2.1 Doğrusal olmayan beton malzemesi modeli 37

4.1.2.2 Doğrusal olmayan çelik malzemesi modeli 38
4.1.3 Kolon ve kiriş elemanlar için davranış modelleri 39
4.1.3.1.1 Kolon elemanlar için davranış modeli 39
4.1.3.2 Kiriş elemanlar için davranış modeli 41
4.1.3.3 Perde elemanlar için davranış modeli 42
4.1.4 Zaman tanım analizinde kullanılacak deprem yükü tanımlanması 43
4.1.5 Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması 46
4.1.6 Betonarme taşıyıcı elemanların etkin kesit rijitliklerinin belirlenmesi 48
4.1.6.1 Kolon elemanların etkin kesit rijitliklerinin bulunması 49
4.1.6.2 Kiriş elemanların etkin kesit rijitliklerinin bulunması 51
4.1.7 Betonarme yapı elemanları için izin verilen şekil değiştirme ve iç kuvvet sınırlarının belirlenmesi 53
4.1.8 Mevcut yapı modellemesine ait kolon ve kiriş etiketleri 63
4.1.9 Kolon ve kiriş elemanlarda eğilme tipi hasar dağılımları 64
4.1.9.1 Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 65
4.1.9.2 Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 68
4.1.10 Kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları 75
4.1.10.1 Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü 75
4.1.10.2 Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü 81
4.1.11 Mevcut bina yapı modellemesine ait perde etiketleri 87
4.1.12 Mevcut yapı perde elemanlarında hasar dağılımları 89
4.1.13 Mevcut perde elemanların kesmedeki etki/kapasite oranları 91
4.1.14 Mevcut yapı kat deplasmanlarının belirlenmesi 97
4.1.15 Mevcut yapı göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi 98
4.2 Elde Edilen Sonuçlara Göre Mevcut Yapının Deprem Performansının Değerlendirilmesi 99
4.2.1 Kolon elemanlar 99
4.2.2 Kiriş elemanlar 99
4.2.3 Perde elemanlar 100
4.2.4 Yer değiştirmeler 100
4.2.5 Sonuç 100
5. MEVCUT YAPININ GÜÇLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ PERFORMANS ANALİZİ 103
5.1 Mevcut Yapı için Güçlendirme Yönteminin Belirlenmesi 103
5.1.1 Betonarme perde ekleme yöntemi 104
5.1.2 Çelik çapraz profil ekleme yöntemi 105
5.2 Ek Betonarme Perde ile Güçlendirme Yönteminin Uygulanması ve Deprem Analizi 106
5.2.1 Güçlendirilmiş yapının taşıyıcı sistem özellikleri 106
5.2.2 Yeni eklenen betonarme perde elemanlarının malzeme özellikleri 107
5.2.3 Yeni eklenen betonarme perde elemanlarının genel özellikleri 108
5.2.4 Ek betonarme perde elemanlar için etkin kesit rijitlikleri ve izin verilen şekil değiştirme sınır değerlerinin belirlenmesi 108
5.2.5 Güçlendirilmiş mevcut yapının taşıyıcı sistem modellemesi ve performans değerlendirmesi 110
5.2.6 Ek betonarme perdeler için malzeme modellerinin tanımlanması 112
5.2.7 Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması 113
5.2.8 Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait kolon, kiriş etiketleri 114
5.2.9 Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımları 116

5.2.9.1 Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 116
5.2.9.2 Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 119
5.2.10 Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları 123
5.2.10.1 Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü 123
5.2.10.2 Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü 129
5.2.11 Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait perde etiketleri 134
5.2.12 Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları 136
5.2.13 Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanlarda kesme kuvveti kontrolü 138
5.2.14 Güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasmanları ve göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi 144
5.2.14.1 Güçlendirilmiş yapının kat deplasman değerlerinin belirlenmesi .. 144
5.2.14.2 Güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi 145
5.3 Elde Edilen Sonuçlara Göre Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilen Mevcut Yapının Performans Değerlendirilmesi 146
5.3.1 Kolon elemanlar 146
5.3.2 Kiriş elemanlar 147
5.3.3 Perde elemanlar 147
5.3.4 Yer değiştirmeler 148
5.3.5 Sonuç 148
5.4 Çelik Çapraz Profil Ekleme Güçlendirme Yönteminin Uygulanması ve Deprem Analizi 149
5.4.1 Güçlendirilmiş yapının taşıyıcı sistem özellikleri 149
5.4.2 Güçlendirme çalışmasında kullanılan malzeme özellikleri 154
5.4.3 Güçlendirilmiş yapının elemanları için izin verilen şekil değiştirme ve plastik dönme sınır değerlerinin belirlenmesi 155
5.4.4 Güçlendirilmiş mevcut yapının taşıyıcı sistem modellemesi ve performans değerlendirmesi 157
5.4.5 Çelik çaprazlar ve perdeler için malzeme modellerinin tanımlanması ... 158
5.4.6 Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması 160
5.4.7 Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait kolon, kiriş etiketleri 161
5.4.8 Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımları 162
5.4.8.1 Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 163
5.4.8.2 Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları 166
5.4.8.3 Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları 170
5.4.8.4 Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü 170
5.4.8.5 Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü 177
5.4.9 Düşey çapraz çelik profil ve mantolama ile güçlendirilmiş yapı modellemesine ait perde etiketleri 184
5.4.10 Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları 185
5.4.11 Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanlarda kesme kuvveti kontrolü 188
5.4.12 Düşey çapraz eleman etiketleri 194
5.4.13 Güçlendirme sonrası düşey çapraz elemanların hasar dağılımları 195

5.4.14 Güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasman ve göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi 204
5.4.14.1 Güçlendirilmiş yapının kat deplasman değerlerinin belirlenmesi .. 204
5.4.14.2 Güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi 205
5.5 Elde Edilen Sonuçlara Göre Düşey Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Mevcut Yapının Performans Değerlendirilmesi 206
5.5.1 Kolon elemanlar 206
5.5.2 Kiriş elemanlar 206
5.5.2.1 Perde elemanlar 207
5.5.2.2 Düşey çapraz çelik elemanlar 207
5.5.2.3 Yer değiştirmeler 207
5.5.3 Sonuç 208
6. MALİYET ANALİZİ 209
6.1 Güçlendirme İşlemleri ve Yeniden Yapım Maliyet Hesapları 209
6.1.1 Betonarme ek perdeler ile güçlendirilen mevcut yapının maliyet analizi 209
6.1.2 Çelik çapraz ile güçlendirilen mevcut yapının maliyet analizi 209
6.1.3 Mevcut yapının yeniden inşa edilmesi kapsamında maliyet analizi 210
6.1.4 Birim fiyatların belirlenmesi 210
6.2 Elde Edilen Maliyet Verilerinin Kıyaslanarak Yorumlanması 213
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 215
KAYNAKLAR 219
EKLER 223
ÖZGEÇMİŞ 265

KISALTMALAR

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
BKS : Bina Kullanım Sınıfı
BYS : Bina Yükseklik Sınıfı
BHB : Belirgin Hasar Bölgesi
DTS : Deprem Tasarım Sınıfı
SH : Sınırlı Hasar Performans Düzeyi
KH : Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
GÖ : Göçme Öncesi Hasar
İHB : İleri Hasar Bölgesi
GB : Göçme Bölgesi
TBDY : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS500 : Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
DD-1 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1
DD-2 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2
DD-3 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3
DD-4 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4
ŞGDT : Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım
PEER : Pacific Earthquake Engineering Research Center.
FEMA : Federal Emergency Management Agency.
SAP2000 : Integrated Software for Structural Analysis and Design.
ETABS : Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems.

SEMBOLLER

f_{sy} : Donatı çeliğinin akma dayanımı

f_{su} : Donatı çeliğinin kopma dayanımı

ε_{sy} : Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi

ε_{su} : Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi

M_p : Plastik moment

E : Yer değiştirme vektörü bileşenleri

I : Bina önem katsayısı

L_p : Plastik mafsal boyu [m]

H_N : Bina toplam yüksekliği [m]

f_{ck} : Betonun karakteristik basınç dayanımı [MPa]

f_{yk} : Çeliğin karakteristik akma dayanımı [MPa]

E_c : Betonun elastisite modülü

E_s : Donatı çeliğinin elastisite modülü

Ss : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

F_s : Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı

F_1 : 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

T_A : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

T_B : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

ω_{we} : Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı

α_{se} : Sargı donatısı etkinlik katsayısı

$\rho_{sh,min}$: Hacimsel enine donatı olanı küçük olanı

f_{ywe} : Enine donatının ortalama akma dayanımı [MPa]

A_{sh} : Enine donatının alanı [mm^2]

b_k : En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık [mm]

s : Enine donatı aralığı [mm]

bo, ho : Sargılı beton boyutları (Sargı donatısı eksenlerinden ölçülen) [mm]

f_{ce} : Betonun ortalama basınç dayanımı [Mpa]

a_i : Bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm]

$\varepsilon_s^{(KH)}$: Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim kısalması sınırı

$\varepsilon_s^{(SH)}$: Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim kısalması sınırı

$\varepsilon_s^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı

$\theta_p^{(KH)}$: Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

$\theta_p^{(SH)}$: Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

$\theta_p^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

$\varepsilon_c^{(KH)}$: Kontrollü Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(SH)}$: Sınırlı Hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_c^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

ϕ_u : Göçme öncesi eğrilik [m^{-1}]

ϕ_y : Akma eğriliği [m^{-1}]

V_r : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme kuvveti dayanımı

V_c : Betonun kesme kuvveti dayanımına katkısı

V_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti

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

Ø : Donatı çapı

b_w : Kirişin gövde genişliği

ϕ_t : Toplam eğrilik

H_{cr} : Perde kritik yüksekliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Donatı çeliği için gerilme ve şekil değiştirme değerleri..... 6
Çizelge 3.1 : Bina kullanım sınıfı ve önem katsayısı (TBDY-2018 Tablo 3.1). ... 15
Çizelge 3.2 : Deprem tasarım sınıfı (DTS) (TBDY-2018 Tablo 3.2). 16
Çizelge 3.3 : Bina yükseklik sınıfı (BYS) (TBDY-2018 Tablo 3.3). 16
Çizelge 3.4 : Performans hedefleri (TBDY-2018 Tablo 3.4)..... 17
Çizelge 3.5 : Mevcut konut binası sismik serim sonuçları..... 24
Çizelge 3.6 : Yerel zemin sınıfı (TBDY-2018 Tablo 16.1)..... 24
Çizelge 3.7 : Asmolen döşeme için sabit ve hareketli düşey yükler. 25
Çizelge 3.8 : Betonarme plak için sabit ve hareketli düşey yükler. 25
Çizelge 3.9 : Çalışmada kullanılan deprem kayıtları..... 34
Çizelge 4.1 : Donatı çeliği için gerilme ve şekil değiştirme değerleri..... 38
Çizelge 4.2 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları. 46
Çizelge 4.3 : Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri. 48
Çizelge 4.4 : C30X60 kolonu rijitlik çarpanı hesabı. 51
Çizelge 4.5 : B20X60 kirişi rijitlik çarpanı hesabı. 53
Çizelge 4.6 : Beton birim şekil değiştirme hesabı için gerekli verilerin hesabı. . 54
Çizelge 4.7 : Örnek kolon ve kiriş için beton birim şekil değiştirme hesabı..... 55
Çizelge 4.8 : Şekil değiştirme ve plastik dönme sınır değerleri. 58
Çizelge 4.9 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-1..... 59
Çizelge 4.10 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-2... 60
Çizelge 4.11 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-3... 61
Çizelge 4.12 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-4... 62
Çizelge 4.13 : Zemin kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 65
Çizelge 4.14 : 1. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2)..... 65
Çizelge 4.15 : 2. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2)..... 66
Çizelge 4.16 : 3. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2)..... 66
Çizelge 4.17 : Kolon elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].. 66
Çizelge 4.18 : Bodrum kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 68
Çizelge 4.19 : Zemin kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 69
Çizelge 4.20 : 1. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 70
Çizelge 4.21 : 2. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 71
Çizelge 4.22 : 3. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 72
Çizelge 4.23 : Kiriş elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].... 73
Çizelge 4.24 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 76
Çizelge 4.25 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 77
Çizelge 4.26 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 78
Çizelge 4.27 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 79
Çizelge 4.28 : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2). 82

Çizelge 4.29 : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2). 84
Çizelge 4.30 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 92
Çizelge 4.31 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 93
Çizelge 4.32 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 94
Çizelge 4.33 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 95
Çizelge 4.34 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 96
Çizelge 4.35 : A-5 Aksı hizasında kat bazlı deplasman değerleri. 97
Çizelge 4.36 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları. 98
Çizelge 5.1 : Donatı çeliklerine ait bilgiler (TBDY-2018 (Tablo 5.A.1)). 109
Çizelge 5.2 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları 113
Çizelge 5.3 : Kolon elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2). 117
Çizelge 5.4 : Zemin kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 117
Çizelge 5.5 : 1. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 117
Çizelge 5.6 : 2. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 117
Çizelge 5.7 : 3. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 118
Çizelge 5.8 : Kiriş elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2)..... 119
Çizelge 5.9 : Bodrum kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 120
Çizelge 5.10 : Zemin kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 120
Çizelge 5.11 : 1. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 120
Çizelge 5.12 : 2. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 121
Çizelge 5.13 : 3. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 121
Çizelge 5.14 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 124
Çizelge 5.15 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 125
Çizelge 5.16 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 126
Çizelge 5.17 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 127
Çizelge 5.18 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 128
Çizelge 5.19 : Bodrum kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2)..... 129
Çizelge 5.20 : Zemin kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2). 131
Çizelge 5.21 : 3.Kat perde elemanların hasar dağılımları. 136
Çizelge 5.22 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 139
Çizelge 5.23 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 140
Çizelge 5.24 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.. 141
Çizelge 5.25 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 142
Çizelge 5.26 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrol..... 143
Çizelge 5.27 : A-15 aksı hizasında kat deplasman değerleri. 144
Çizelge 5.28 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları. 145
Çizelge 5.29 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları. 160
Çizelge 5.30 : Kolon elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2). 163
Çizelge 5.31 : Zemin kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 163
Çizelge 5.32 : 1. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 164
Çizelge 5.33 : 2. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 164
Çizelge 5.34 : 3. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2). 164
Çizelge 5.35 : Kiriş elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].. 166
Çizelge 5.36 : Bodrum kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 166
Çizelge 5.37 : Zemin kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2)..... 167
Çizelge 5.38 : 1. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 167
Çizelge 5.39 : 2. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 168
Çizelge 5.40 : 3. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2). 168
Çizelge 5.41 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 172
Çizelge 5.42 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü..... 173

Çizelge 5.43 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 174
Çizelge 5.44 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 175
Çizelge 5.45 : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2). 178
Çizelge 5.46 : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2). 180
Çizelge 5.47 : 3. Kat perde elemanların hasar dağılımları. 186
Çizelge 5.48 : 2. Kat perde elemanların hasar dağılımları. 187
Çizelge 5.49 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 189
Çizelge 5.50 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 190
Çizelge 5.51 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 191
Çizelge 5.52 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü 192
Çizelge 5.53 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 193
Çizelge 5.54 : Merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin şekil değiştirme sınırları. ... 196
Çizelge 5.55 : Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Çekme). .. 197
Çizelge 5.56 : Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Basınç). ... 199
Çizelge 5.57 : Düşey çapraz elemanlardaki genel hasar dağılım [%]. 203
Çizelge 5.58 : A-15 aksı hizasında kat deplasman değerleri. 204
Çizelge 5.59 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları. 205
Çizelge 6.1 : Güçlendirme iş kalemleri ve maliyet tablosu - 1. 211
Çizelge 6.2 : Güçlendirme iş kalemleri ve maliyet tablosu - 2. 212
Çizelge A.1 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-5.. 224
Çizelge A.2 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-6.. 225
Çizelge A.3 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-7.. 226
Çizelge A.4 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-8.. 227
Çizelge A.5 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-9.. 228
Çizelge A.6 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-10. 229
Çizelge A.7 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-11. 230
Çizelge A.8 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-12. 231
Çizelge A.9 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-13. 232
Çizelge A.10 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri14. 233
Çizelge A.11 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri15. 234
Çizelge A.12 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 235
Çizelge A.13 : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2)..... 236
Çizelge A.14 : 2. Kat Kirişlerin Kesme Kontrolü (DD-2). 238
Çizelge A.15 : 3. Kat Kirişlerin Kesme Kontrolü (DD-2). 240
Çizelge A.16 : 1.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2). 242
Çizelge A.17 : 2.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2). 244
Çizelge A.18 : 3.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2). 246
Çizelge A.19 : 2.Kat perde elemanların hasar dağılımları. 248
Çizelge A.20 : 1. Kat perde elemanların hasar dağılımları. 249
Çizelge A.21 : Zemin kat perde elemanların hasar dağılımları. 251
Çizelge A.22 : Bodrum kat perde elemanların hasar dağılımları. 252
Çizelge A.23 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 254
Çizelge A.24 : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2)..... 255
Çizelge A.25 : 2. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2)..... 257
Çizelge A.26 : 3. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2)..... 259
Çizelge A.27 : 1. Kat perde elemanların hasar dağılımları. 261
Çizelge A.28 : Zemin kat perde elemanların hasar dağılımları. 262
Çizelge A.29 : Bodrum kat perde elemanların hasar dağılımları. 263

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sargılı-Sargısız beton gerilme-şekil değiştirme diyagramı [5]. 5
Şekil 2.2 : Donatı çeliği gerilme şekil değiştirme diyagram [5]. 6
Şekil 2.3 : Eğilme momenti-eğrilik bağıntısı [1]. 8
Şekil 2.4 : İdealleştirilmiş eğilme momenti-eğrilik diyagramı [1]. 8
Şekil 2.5 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler [1]. 9
Şekil 2.6 : Plastik mafsal boyu [1]. 10
Şekil 2.7 : Betonarme elemana ait lif modellemesi. 12
Şekil 3.1 : Mevcut yapının üç boyutlu görünümü. 18
Şekil 3.2 : Mevcut binanın boy kesit görünüşü. 18
Şekil 3.3 : Bodrum kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve]. 20
Şekil 3.4 : Zemin kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve]. 21
Şekil 3.5 : 1. Kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve]. 22
Şekil 3.6 : Mevcut bina sismik serim. 24
Şekil 3.7 : Türkiye deprem tehlikesi haritası. 26
Şekil 3.8 : ZB Zemin sınıfı uyumlu DD-2 yatay elastik ivme spektrumu. 27
Şekil 3.9 : Proje sahası etrafında 1900 ve sonrası kaydedilen depremler. 28
Şekil 3.10 : Proje alanı çevresinde meydana gelen depremler. 28
Şekil 3.11 : Proje alanına en yakın diri fay sistemi. 29
Şekil 3.12 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin spektral ivme değerleri. 32
Şekil 3.13 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin spektral yerdeğiştirme değerleri. 33
Şekil 3.14 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet deprem yer hareketlerinin spektral ivme bileşkelerinin ortalaması. 33
Şekil 4.1 : Binanın üç boyutlu sayısal modeli [ETABS]. 35
Şekil 4.2 : Yığılı plastik mafsal davranış modeli [13]. 36
Şekil 4.3 : Betonarme perde duvarların lif elemanlar ile modelleri [13]. 37
Şekil 4.4 : Sargılı-Sargısız beton gerilme-şekil değiştirme diyagramı [5]. 37
Şekil 4.5 : C8 Betonu doğrusal olmayan malzeme modeli. 38
Şekil 4.6 : S220 Çeliği doğrusal olmayan analiz modeli. 39
Şekil 4.7 : ETABS programı üzerinde plastik mafsal tanımlama. 40
Şekil 4.8 : Kolon P-M2-M3 plastik mafsal özelliklerinin gösterimi. 40
Şekil 4.9 : Kirişlerde M3 plastik mafsal özelliklerinin gösterimi. 41
Şekil 4.10 : Plastik mafsalların model üstünde görünümü. 42
Şekil 4.11 : Perdelerde P-M3 plastik mafsal özelliklerinin tanımlanması. 43
Şekil 4.12 : Perde elemanlara tanımlanan plastik mafsal görünüm. 43
Şekil 4.13 : Doğrusal olmayan statik yükleme. 44
Şekil 4.14 : Ölçeklendirilmiş depremin doğu-batı bileşeni için veri girişi. 45
Şekil 4.15 : Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz için veri girişi. 45
Şekil 4.16 : Rayleigh sönüm modeli [24]. 46
Şekil 4.17 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları. 47

Şekil 4.18 : Plastik mafsalların çözüm yöntemi için seçilen yöntem..... 47
Şekil 4.19 : C30X60 Kolon kesiti ve kolon etriye detayları. 50
Şekil 4.20 : C30X60 Kolonu kesit sonuçları ve moment- eğrilik grafiği. 50
Şekil 4.21 : B20X60 Kiriş kesiti ve kiriş etriye detayları. 52
Şekil 4.22 : B20X60 Kirişi kesit sonuçları ve moment- eğrilik grafiği. 52
Şekil 4.23 : C30X60 kolunu ve kesit özellikleri..... 57
Şekil 4.24 : C30X60 Kolon elemana ait kesit sonuçları. 58
Şekil 4.25 : Bodrum kat kolon ve kiriş eleman etiketleri..... 63
Şekil 4.26 : Zemin kat kolon ve kiriş eleman etiketleri..... 63
Şekil 4.27 : 1-2-3. Kat kolon ve kiriş eleman etiketleri. 64
Şekil 4.28 : Zemin kat kolonları hasar dağılımı. 67
Şekil 4.29 : 1. Kat kolonları hasar dağılımı 67
Şekil 4.30 : 2. Kat kolonları hasar dağılımı..... 67
Şekil 4.31 : 3. Kat kolonları hasar dağılımı..... 68
Şekil 4.32 : Bodrum kat kirişleri hasar dağılımı. 73
Şekil 4.33 : Zemin kat kirişleri hasar dağılımı. 73
Şekil 4.34 : 1. Kat kirişleri hasar dağılımı..... 74
Şekil 4.35 : 2. Kat kirişleri hasar dağılımı..... 74
Şekil 4.36 : 3. Kat kirişleri hasar dağılımı..... 74
Şekil 4.37 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri. 75
Şekil 4.38 : Bodrum kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 80
Şekil 4.39 : Zemin kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 80
Şekil 4.40 : 1. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 80
Şekil 4.41 : 2. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 81
Şekil 4.42 : 3. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 81
Şekil 4.43 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü. 86
Şekil 4.44 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 86
Şekil 4.45 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 86
Şekil 4.46 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 87
Şekil 4.47 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 87
Şekil 4.48 : Mevcut yapı bodrum kat perdeleri. 88
Şekil 4.49 : Mevcut yapı zemin kat perdeleri..... 88
Şekil 4.50 : Mevcut yapı ara kat perdeleri. 89
Şekil 4.51 : Perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları. 90
Şekil 4.52 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 92
Şekil 4.53 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 93
Şekil 4.54 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 94
Şekil 4.55 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 95
Şekil 4.56 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 96
Şekil 4.57 : A-15 Aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri grafiği..... 97
Şekil 4.58 : A-15 Aksı hizasında x-y yönü rölatif yerdeğiştirme grafiği..... 98
Şekil 5.1 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem kalıp planı..... 106
Şekil 5.2 : Ek betonarme perde elemanların gösterimi..... 107
Şekil 5.3 : Güçlendirilmiş yapının üç boyutlu sayısal modeli [ETABS]..... 110
Şekil 5.4 : Ek betonarme perdelerin temsili üç boyutlu görünümü..... 110
Şekil 5.5 : S420 donatı çeliği doğrusal olmayan malzeme modeli..... 112
Şekil 5.6 : C35 betonu doğrusal olmayan malzeme modeli. 112
Şekil 5.7 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları. 113
Şekil 5.8 : Bodrum kat kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri. 114
Şekil 5.9 : Zemin kat kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri. 115

Şekil 5.10 : Normal katlar kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri. 115
Şekil 5.11 : Hasar bölgeleri şematik gösterimi. 116
Şekil 5.12 : Zemin kat kolonlarındaki hasar dağılımı. 118
Şekil 5.13 : 1. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı..... 118
Şekil 5.14 : 2. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı..... 118
Şekil 5.15 : 2. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı..... 119
Şekil 5.16 : Bodrum kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 121
Şekil 5.17 : Zemin kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 122
Şekil 5.18 : 1. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 122
Şekil 5.19 : 2. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 122
Şekil 5.20 : 3. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 122
Şekil 5.21 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri. 123
Şekil 5.22 : Bodrum kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 124
Şekil 5.23 : Zemin kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 125
Şekil 5.24 : 1. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 126
Şekil 5.25 : 2. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 127
Şekil 5.26 : 3. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü. 128
Şekil 5.27 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü. 133
Şekil 5.28 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü. 133
Şekil 5.29 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 133
Şekil 5.30 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 133
Şekil 5.31 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 134
Şekil 5.32 : Güçlendirilmiş yapı bodrum perde eleman etiketleri 134
Şekil 5.33 : Güçlendirilmiş yapı zemin kat perde eleman etiketleri. 135
Şekil 5.34 : Güçlendirilmiş yapı normal kat perde eleman etiketleri. 135
Şekil 5.35 : 3. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü. 139
Şekil 5.36 : 2. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü. 140
Şekil 5.37 : 1. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü 141
Şekil 5.38 : Zemin kat perdeleri kesme kuvveti kontrolü..... 142
Şekil 5.39 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü. 143
Şekil 5.40 : A-15 aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri. 144
Şekil 5.41 : A-15 aksı hizasında katlara göre rölatif deplasman grafiği. 145
Şekil 5.42 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem bodrum kat kalıp planı. 150
Şekil 5.43 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem zemin kat kalıp planı..... 151
Şekil 5.44 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem normal kat kalıp planı. 152
Şekil 5.45 : İlave düşey çelik çapraz profil ve manto yerleşimi. 153
Şekil 5.46 : Düşey çelik çapraz profil detayı. 153
Şekil 5.47 : Karakteristik akma gerilmesi, Fy ve çekme dayanımı, Fu..... 154
Şekil 5.48 : Güçlendirilmiş yapının üç boyutlu sayısal modeli [ETABS]..... 157
Şekil 5.49 : Düşey çapraz çelik profillerin temsili üç boyutlu görünümü. 157
Şekil 5.50 : S350 çelik sınıfı doğrusal olmayan malzeme modeli. 159
Şekil 5.51 : S420 donatı çeliği doğrusal olmayan malzeme modeli. 159
Şekil 5.52 : C35 betonu doğrusal olmayan malzeme modeli. 159
Şekil 5.53 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları. 160
Şekil 5.54 : Bodrum kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri. 161
Şekil 5.55 : Zemin kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri. 161
Şekil 5.56 : Normal kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri. 162
Şekil 5.57 : Zemin kat kolonları hasar dağılımı. 164
Şekil 5.58 : 1. Kat kolonları hasar dağılımı. 165
Şekil 5.59 : 2. Kat kolonları hasar dağılımı. 165

Şekil 5.60 : 3. Kat kolonları hasar dağılımı..... 165
Şekil 5.61 : Bodrum kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 169
Şekil 5.62 : Zemin kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 169
Şekil 5.63 : 1. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 169
Şekil 5.64 : 2. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 170
Şekil 5.65 : 3. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı..... 170
Şekil 5.66 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri. 171
Şekil 5.67 : Bodrum kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 176
Şekil 5.68 : Zemin kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 176
Şekil 5.69 : 1. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 176
Şekil 5.70 : 2. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 177
Şekil 5.71 : 3. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü..... 177
Şekil 5.72 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü. 182
Şekil 5.73 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 182
Şekil 5.74 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 182
Şekil 5.75 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 183
Şekil 5.76 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü..... 183
Şekil 5.77 : Güçlendirilmiş yapı bodrum perde eleman etiketleri 184
Şekil 5.78 : Güçlendirilmiş yapı zemin kat perde eleman etiketleri. 184
Şekil 5.79 : Güçlendirilmiş yapı normal kat perde eleman etiketleri. 185
Şekil 5.80 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 189
Şekil 5.81 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 190
Şekil 5.82 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 191
Şekil 5.83 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 192
Şekil 5.84 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..... 193
Şekil 5.85 : Düşey çapraz eleman etiketleri..... 194
Şekil 5.86 : 3. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri. 201
Şekil 5.87 : 2. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri. 201
Şekil 5.88 : 1. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri. 202
Şekil 5.89 : Zemin kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri. 202
Şekil 5.90 : Bodrum kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri... 203
Şekil 5.91 : A-15 aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri. 204
Şekil 5.92 : A-15 aksı hizasında katlara göre rölatif yer değiştirme grafiği. 205

MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ, GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE MALİYET ANALİZİ

ÖZET

Deprem, yer kabuğu içinde beklenmedik bir anda meydana gelen kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları sarstığı bir doğa olayıdır. Depremler oluşum süreçleri ve etki mekanizmaları bağlamında tahmin edilemez ve önlenemeyen doğa olaylarıdır.

Ülkemiz tektonik konumu itibariyle dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer almaktadır. Geçmiş yıllarda ülkemizde birçok yıkıcı deprem olduğu bilinmektedir. Son yıllarda gerçekleşen 17 Ağustos 1999 Gölcük, 12 Kasım 1999 Düzce, 23 Ekim 2011 Van depremleri, gelecek yıllarda oluşabilecek şiddetli depremlerin birer örneği niteliğindedir. Ülkemizin %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde bulunması ve mevcut yapıların çoğunun yeterli denetim altında standartlara uygun inşa edilmemiş olması, muhtemel büyük bir deprem için ciddi bir risk teşkil etmektedir. Bu bağlamda, mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.

İnşaat mühendisliği alanında son yıllarda yapılan araştırma ve geliştirmelerin teknolojiyle entegre edilmesi yeni yöntem ve standartların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Güncel deprem haritalarının oluşturulması bu gelişmelerden biridir. Mevcut veya yeni yapıların deplasman esaslı hesap ve değerlendirmesi için doğrusal analiz yöntemleri kullanmak yerine yapıların deprem davranışını daha gerçekçi yansıtabilen doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin kullanılması da önemli bir standart haline gelmiştir. Bu bağlamda mevcut yapıların günümüz standart ve esaslarına uygun şekilde kontrollerinin sağlanması, mevcut güncel yönetmeliğimizin belirlediği şartları sağlamadığı takdirde gerekli önlemlerin alınması son derece önemlidir.

Yüksek lisans tezi kapsamında, 1 Ocak 2019 tarihi itibari ile yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 uyarınca mevcut bir yapının deprem performansı değerlendirmesi yapılmıştır. Deprem performansı değerlendirmesinde TBDY-2018 (Bölüm 15)'te bulunan deprem etkisi altında mevcut bina sistemlerinin değerlendirilmesi ilişkin kurallar esas alınmıştır. Mevcut kurallar ve hesap esasları doğrultusunda, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılarak bodrum kat dahilinde 5 katlı betonarme bir yapının deprem performansı değerlendirmesi yapılmıştır. Mevcut yapı için seçilmiş deprem verileri kullanılarak gerçekleştirilen analizler sonucunda yapının yönetmelikçe belirtilen şartları sağlamadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda mevcut yapı için iki farklı güçlendirme çalışması TBDY-2018 (Bölüm 15.10)'da bulunan betonarme binaların güçlendirmesine ilişkin esaslar takip edilerek gerçekleştirilmiştir.

Birinci bölümde, tez çalışmasının girişi ve mevcut tezin amacı hakkında genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde, doğrusal olmayan davranış ile ilgili genel açıklamalara ve detaylara yer verilmiştir. Doğrusal olmayan davranışın modellenmesi kapsamında malzeme ve sistem davranış modelleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Mevcut tezde kullanılan, zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, mevcut yapının genel bilgileri ve teknik özelliklerinden bahsedilmiştir. Mevcut yapının, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği TBDY-2018 yaklaşımı ile özellikleri belirlenmiş ve analiz kapsamında gerekli olan kriterler incelenmiştir. Yapının bulunduğu bölge özelinde geçmişte gerçekleşen deprem kayıtları tespit edilmiş ve mevcut yapı analizlerinde kullanılacak sahaya özgü deprem kayıtları seçilmiştir.

Dördüncü bölümde, mevcut yapının deprem performans analizi bilgisayar programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Mevcut yapının doğrusal olmayan hesap modeli için uygulanan adımlar detaylı olarak belirtilmiştir. Beton ve çelik malzemelerinin doğrusal olmayan davranış modelleri belirlenmiştir. Mevcut yapının taşıyıcı sistem elemanlarının davranış modelleri tanımlanmıştır. Kolon ve kiriş elemanların davranış modelleri oluşturulması kapsamında yığılı plastik davranış modeli seçilmiş ve eleman açıklık uçlarına plastik mafsallar ETABS programı kullanılarak atanmıştır. Betonarme perde elemanlar için ise doğrusal olmayan davranış modeli olarak yayılı plastik

davranış modeli kullanılmıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz için seçilen ölçeklendirilmiş on bir adet deprem kayıtları dik iki doğrultuda olacak şekilde ETABS analiz programına tanımlanmıştır. Mevcut betonarme sistem elemanlarının etkin kesitlik rijitlikleri ve izin verilen şekil değiştirme sınırları yönetmelikteki esaslar takip edilerek belirlenmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda, taşıyıcı elemanlar için plastik dönme ve plastik şekil değiştirmeler kullanılarak elemanların hasar bölgeleri tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elemanların kesme kuvveti dayanımlarını belirlemek adına kesme kuveti kontrolleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kapsamında mevcut yapının Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyine uygun olmadığı tespit edilmiş ve güçlendirme kararı alınmıştır.

Beşinci bölümde, yönetmelikteki esaslar temel alınarak iki farklı güçlendirme yöntemi belirlenmiştir. Belirlenen güçlendirme seçenekleri mevcut yapı modeline uygulanmış ve dördüncü bölümde gerçekleştirilen analizler, güçlendirilmiş mevcut yapı modelleri için de tekrar edilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapının taşıyıcı elemanları eğilme güvenliği ve kesme güvenliği kontrolleri kapsamında incelenmiştir. Güçlendirme sonrası mevcut yapının deplasman değerleri kontrol edilmiş ve yapının deplasman rijitliğini sağladığı görülmüştür. Bu bilgiler ışığında uygulanan güçlendirme teknikleri, mevcut yapının yönetmelikçe uygun görülen performans düzeyini sağladığı görülmüştür. Ayrıca bu iki güçlendirme yönteminin güvenlik, uygulanabilirlik ve ekonomik yönden karşılaştırılması yapılmıştır.

İlgili çalışmanın altıncı bölümünde, iki farklı seçilen güçlendirme işlemleri için yaklaşık maliyet analizi, piyasa araştırması yapılarak ve aynı zamanda "İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik – Araç ve Gereç Rayiç Listeleri" baz alınarak hesaplanmıştır. Mevcut betonarme yapının, günümüz şartlarına uygun olarak aynı mimari özelliklere sahip bir şekilde inşa edilmek istenildiği durumda maliyet analizi belirlenmiştir. Güçlendirme işlemlerinin maliyetleri ve mevcut binanın yeniden inşası için çıkan maliyetler birlikte yorumlanmıştır.

DETERMINATION OF THE PERFORMANCE ANALYSIS OF AN EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDING USING TIME HISTORY ANALYSIS WITH NONLINEAR METHODS, REINFORCEMENT RECOMMENDATIONS AND COST CALCULATION

SUMMARY

An earthquake is a natural phenomenon in which sudden vibrations occur due to unexpected ruptures in the earth's crust, spreading in waves and shaking the environments they pass through. Earthquakes are natural events that cannot be predicted and prevented in terms of their formation processes and impact mechanisms. Our country is located on one of the most effective earthquake zone in the world due to its tectonic position. It is known that there were many destructive earthquakes in our country in the past years. The 17 August 1999 Gölcük, 12 November 1999 Düzce, 23 October 2011 Van earthquakes, which took place in recent years, are examples of severe earthquakes that may occur in the coming years. The fact that 92% of our country is located in seismic zones and most of the existing structures are not built in accordance with the standards under adequate supervision poses a serious risk for a possible major earthquake. In this context, it is important to evaluate the earthquake performance of existing structures and to take the necessary precautions. The integration of recent research and development in the field of civil engineering with technology has led to the emergence of new methods and standards. The creation of current earthquake maps is one of these developments. Instead of using linear analysis methods for the displacement-based calculation and evaluation of existing or new structures, the use of non-linear analysis methods that can more realistically reflect the earthquake behavior of structures has also become an important standard. In this context, it is extremely important to ensure that the existing structures are controlled in accordance with today's standards and principles, and to take the necessary measures if they do not ensure the conditions determined by our current current regulation. Within the master's thesis, earthquake performance evaluation of an existing structure was made in accordance with the Turkish Building Earthquake Regulation 2018, which came into force as of January 1, 2019. While evaluating the earthquake

performance, the rules regarding the evaluation of existing building systems under the earthquake effect in TBDY-2018 (Bölüm 15) were taken as basis. In the context of the existing rules and calculation principles, the earthquake performance of a 4-storey reinforced concrete structure, including the basement, was evaluated by using the non-linear analysis method in the time history. As a result of the analyzes carried out using earthquake data selected for the existing structure, it has been determined that the structure does not ensure the conditions specified in the regulation. In this direction, two different strengthening works for the existing structure were carried out by following the principles regarding the reinforcement of reinforced concrete buildings in TBDY-2018 (Bölüm 15.10).

In the first chapter, general information about the introduction of the thesis and the aim of the current thesis are given.

In the second part, general explanations and details about nonlinear behavior are given. Within the scope of modeling nonlinear behavior, information about material and system behavior models is given.

In the third chapter, general information and technical features of the existing structure are mentioned. The features of the existing structure were determined with the Turkish Building Earthquake Code TBDY-2018 approach and the criteria required for the analysis were examined. Earthquake records of the past, specific to the region where the building is located, were determined and site-specific earthquake records were selected to be used in current structure analyses.

In the fourth chapter, the earthquake performance analysis of the existing building was carried out with the help of a computer program. The steps applied for the non-linear computation model of the existing structure are given in detail. Nonlinear behavior patterns of concrete and steel materials were determined. In addition, the behavior models of the structural system elements of the existing structure have been defined. Within the scope of creating behavior models of column and beam elements, a stacked plastic behavior model was selected and plastic hinges were assigned to the element opening ends using the ETABS program. For reinforced concrete shear elements, the diffuse plastic behavior model was used as the nonlinear behavior model. Eleven scaled earthquake records selected for nonlinear analysis in the time history are defined in the ETABS analysis program in two perpendicular directions. The effective section

stiffnesses and allowable strain limits of the existing reinforced concrete system elements are determined by following the principles in the regulation. As a result of the analyzes carried out, the damage areas of the elements were determined by using plastic rotation and plastic deformations for the carrier elements. As a result of the analysis, shear force controls were carried out in order to determine the shear force strength of the elements. Within the scope of the results obtained, it was determined that the existing structure was not suitable for the Controlled Damage (KH) performance level and the decision to strengthen was taken.

In the fifth chapter, two different strengthening methods were determined based on the principles in the regulation. The determined retrofitting options were applied to the existing building model and the analyzes carried out in the fourth chapter of the related thesis were repeated for the reinforced existing building models. The bearing elements of the reinforced existing structure were examined within the scope of bending safety and shear safety controls. After the reinforcement, the displacement values of the existing structure were checked and it was seen that the structure provided the displacement rigidity. It has been seen that the strengthening techniques applied together with this information provide the performance level approved by the regulation of the existing structure.

In the sixth part of the related study, cost analysis was carried out for two different selected reinforcement processes. In addition, these two methods were compared in terms of safety, applicability and economy.

1. GİRİŞ

Depremler, yer kabuğunun üst kısımlarında geniş zaman aralıklarında yer kabuğunun belirli bölgelerinde biriken enerjinin aniden açığa çıkarak yeryüzünü sarsması olayıdır. Türkiye tektonik konum itibariyle dünyanın en önemli deprem kuşaklarından biri olan, Azor adalarından başlayıp Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Deprem bölgeleri haritalarına göre ülkemizin %92'sinin deprem bölgeleri içinde bulunduğu bilinmektedir. Geçmiş yıllarda ülkemizde birçok yıkıcı deprem meydana geldiği ve buna istinaden birçok can ve mal kaybına uğranıldığı bilinmektedir. Geçmişteki yaşanan deprem felaketlerinin birer ders niteliğinde olması gerektiği ve gelecekteki olası deprem senaryolarına karşı önlemler alınması kaçınılmaz bir gerçektir. Bu sebeplerden mevcut yapıların güçlendirilmesi ve deprem performanslarının artırılması gelecekte meydana gelecek depremlerde can ve mal kaybının önlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Günümüzde mevcut yapıların önemli bir çoğunluğu eski yönetmelikler esas alınarak inşa edilmiştir. Bu mevcut yapıların çoğunun inşa edilme sürecinde tabi olduğu yönetmeliklere uyulmadan ve tasarım aşamalarında deprem konusuna yeteri kadar önem verilmeden inşa edildikleri bilinmektedir. Bu tarz yapıların deprem etkisi altındaki davranışları değerlendirildiğinde, TBDY-2018 deprem yönetmeliğinin öngördüğü koşulları sağlayamadığı görülmektedir. Bu sebeple, risk teşkil eden mevcut yapıların güçlendirilmesi veya güncel deprem yönetmeliğine uygun olarak yeniden yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde deprem mühendisliği ve yapı mühendisliğinin son yıllarda teknolojiye entegre olarak ilerlemesi daha kapsamlı standart ve yönetmeliklerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. 2018 yılı itibariyle kullanıma başlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği bahsedilen ilerlemenin güncel örnekleridir. Deprem Tehlike haritaları, mevcut yapı veya yeni inşa edilecek yapıların bulunduğu konumlarına ait zemin sınıfı, deprem yer hareketi ve spektral ivmeleri hakkında daha detaylı bilgiye ulaşmamızı sağlamaktadır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, mevcut yapıların deprem performans değerlendirmeleri ve depreme dayanıklı yapı

tasarımı çerçevesinde geçmiş yıllardaki yönetmeliklere kıyasla daha detaylı ve kapsamlı bilgilere yer vermektedir.

Yer değiştime ve şekil değiştirme prensiblerini konu alan doğrusal olmayan hesap yöntemleri, yapının elastik ötesi davranışlarını da göz önüne alarak tasarım aşamasında gerçeğe daha yakın hesap yapılmasına imkân sağlamaktadır.

1.1 **Tezin Amacı**

Tez çalışmasının amacı, mevcut betonarme bir yapının deprem performansının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 esaslarına göre zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılarak belirlenmesi ve sonraki süreçte güçlendirme önerilerinde bulunulmasıdır. Ek olarak, seçilen güçlendirme yöntemleri kapsamında maliyet analizlerinin gerçekleştirilmesidir.

Çalışmaya konu olarak İstanbul ilinin Kadıköy ilçesinde bulunan mevcut bir betonarme bina seçilmiştir. Seçilen mevcut binada yapılan yerinde rölöve ve tespit çalışmaları kapsamında yapıya ait kat planları, kalıp planları ve röntgen cihazı ile belirlenen donatı ayrıntıları kullanılarak ETABS programı aracılığı ile 3 boyutlu yapısal analiz modeli oluşturulmuştur.

Çalışmanın ilk adımı olarak, mevcut betonarme yapının TBDY-2018 yaklaşımı ile değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Sonrasında zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntem kapsamında, ölçeklendirilmiş 11 deprem kaydı takımı iki doğrultuda olacak şekilde (x ve y doğrultuları) mevcut yapıya etkitilerek analiz sonuçları elde edilmiştir. Yapıya ait tüm taşıyıcı elemanlar için yapılan değerlendirmeler ışığında yapısal elemanların hasar durumları belirlenmiş ve yapıya ait performans düzeyi belirlenmiştir.

Çalışmanın sonraki kısmında, mevcut betonarme yapının Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyinin ön koşulunu sağlamadığı görülmüştür. Bu kapsamda uygun güçlendirme yöntemleri belirlenmiş ve uygulanmıştır. Güçlendirilmiş mevcut yapı için tekrar deprem performans analizi gerçekleştirilmiş ve TBDY-2018'e göre Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyinin sağlandığı görülmüştür.

Çalışmanın son bölümünde, mevcut yapı üzerinde yapılan güçlendirme işlemlerine ait detaylı maliyet analizi yapılmış ve iki farklı güçlendirme işlemi için karşılaştırılmıştır.

2. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ VE ANALİZ

2.1 **Genel Tanım**

Günümüzde yapılar genellikle işletme yükleri altında doğrusal davranış göz önünde bulundurularak tasarlanırlar. Doğrusal olmayan davranış bazı durumlarda tercih edilebilir olmaktadır. Gelişen inşaat yöntemleri, bilgisayar programlarının analiz yetkinliğindeki başarası ve gelişen beton teknoloji eşliğinde yüksek dayanımlı beton sınıflarının kullanımının artması doğrusal olmayan analizin kullanımını artırmıştır. Etkiyen dış yükler altında, işletme yükü sınırının aşılması durumunda taşıma gücüne yaklaştıkça malzeme davranışları doğrusal-elastik sınırı geçmekte ve yapının geometri değişimleri kabul edilebilir sınırda olamamaktadır. Bu durumda, yapı sistemi için doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin kullanılması uygun görülmektedir. Doğrusal olmayan analiz tercihindeki temel sebep, betonarme yapının lineer elastik davranış sınırından sonraki taşıma kapasitesini analizlerde göz önüne alan elastoplastik hesap yöntemlerinin kullanılmasıyla betonarme yapıların daha ekonomik ve narin boyutlandırılmasına olanak sağlamasıdır.

2.2 **Doğrusal Hesap Yöntemleri**

Doğrusal hesap yöntemi kapsamında taşıyıcı sistemin yatay ve düşey yüklere karşı doğrusal davrandığı kabul edilmektedir. Doğrusal hesap yönteminin esasını oluşturan dayanım esaslı değerlendirmede, sistem yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve doğrusal teoriye göre belirlenen sınırlarla karşılaştırılmaktadır. Bir yapının doğrusal hesap yöntemi ile çözümü aşamasında bazı katsayılar kullanılarak doğrusal olmayan davranış da hesaba katılabilir. Bu hesap değerlendirmesinde yapının doğrusal olmayan davranışı deprem yükü azaltma katsayısı Ra ile hesaba katılarak doğrusal analiz gerçekleştirebilir. Doğrusal hesap yöntemleri kullanılırken dikkate alınan hususlar şu şekilde sıralanabilir. Malzemenin doğrusal-elastik davrandığı bilinmektedir. Yer değiştirmelerimin denge ve süreklilik

denklemlerine etkisi çok küçük olmasından kaynaklı ikinci mertebe etkileri yapı için ihmal edilir.

2.3 **Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri**

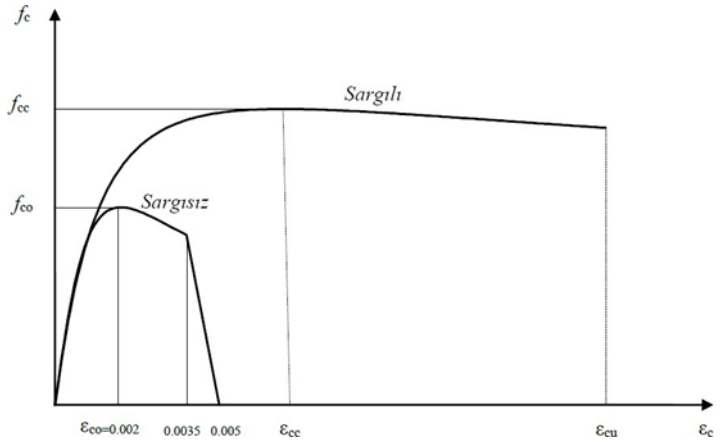
Doğrusal olmayan hesap yöntemi kapsamında taşıyıcı sisteme etki eden dış etkilerin ve kuvvetlerin artması sonucu yapı taşıma gücüne yaklaşmaktadır. Bunun sonucunda şekil değiştirme ve gerilmeler doğrusal-elastik davranıştan uzaklaşır. Yer değiştirmelerin ihmal edilebilecek değerde olmamasından kaynaklı doğrusal olmayan hesabın kullanılması gerekmektedir. Bu sayede malzemelerin doğrusal-elastik ötesi kapasiteleri değerlendirilerek yapı sisteminin yüklemeler altındaki davranışı daha detaylı incelenebilir ve ekonomik yapı tasarımları mümkün olabilmektedir.

2.4 **Betonarme Sistem Davranışı**

Davranış itibariyle gevrek malzeme olan beton ve sünek malzeme olan çelik donatının bir araya gelmesi ile oluşan kompozit bir yapı malzemesidir. Beton malzemesi basınç dayanımı yüksek olan malzeme iken çekme dayanımı zayıf bir malzemedir. Bu sebepten çekme dayanımı yüksek çelik malzemeyle kompozit bir yapı oluşturularak kullanılır. Diğer taraftan beton malzemesinin çelik donatıyı korozyona, yangına ve burkulmaya karşı koruması betonarme malzemesinin önemini göstermektedir.

2.4.1 **Beton malzemenin davranışı**

Beton malzemesi çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin karıştırılmasıyla oluşur. Beton karışımına eklenen çeşitli katkı malzemeleri ile betona farklı dayanım ve özellikler sağlanabilir. Yarı gevrek malzeme olan beton, düşük yükler altında lineer elastik malzeme davranışı gösterirken etkiyen yüklerin artırılmasıyla beton malzemesi lineer olmayan davranış modeline geçer. Beton sınıfları kapsamında beton malzemesinin tasarımda kullanılırken güvenli tarafta kalmak için yönetmelikte belli sınır değerleri verilmiştir. Tasarım aşamasında bu değerlere göre hesaplamalar gerçekleştirilir. Şekil 2.1'de TBDY-2018'de doğrusal olmayan yöntemde kullanılmak üzere sargılı ve sargısız betona ait gerilme- şekil değiştirme eğrisi verilmiştir.

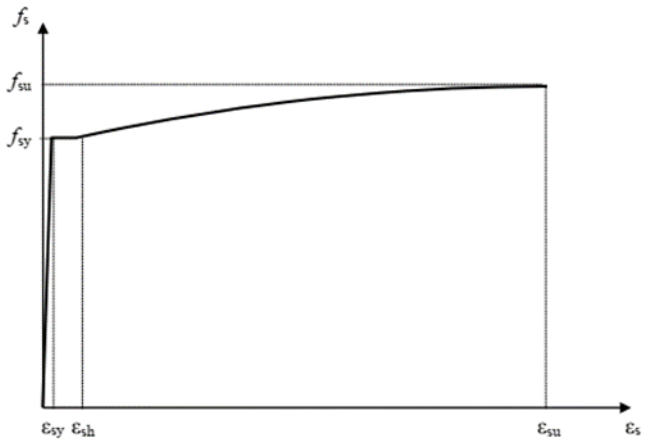


Şekil 2.1 : Sargılı-Sargısız beton gerilme-şekil değiştirme diyagramı [5].

Şekil 2.1'de görüldüğü üzere sargı etkisinin artması sargılı betonun kopma şekil değiştirmesini artırmaktadır. Ayrıca sünek olan donatının beton malzemesini sarması ile oluşan sargılı betonun davranışı, sargısız beton ile karşılaştırıldığında daha sünek olduğu görülmektedir. Bu durum sargılı beton malzemenin daha büyük göçme gerilmesine sahip olduğunu göstermektedir

2.4.2 **Çelik malzemenin davranışı**

Betonarme yapılarda kullanılan çelik donatı çekmeye karşı mukavemeti zayıf olan betonun çatlama nedeni ile kesitte meydana gelebilecek çekme gerilmelerini karşılar. Beton ile temas yüzeyini artırma adına dairesel kesitlidir. Betonda meydana gelebilecek çatlak genişliklerini azaltır. Nervürlü olarak imal edilmesi beton ve çelik arasındaki aderansın artmasını sağlar. Sünek malzeme olması niteliği ile yüklemeler altında büyük şekil değiştirme kapasitesine sahiptir. Yüklemeler altında sınır değerlerine bağlı olarak lineer davranış gösteren donatı çeliği, sınır değeri aşıldığında akma dayanımına ulaşana kadar elastik özelliğini korur. Akma gerilmesi sınırından sonra pekleşmeye uğrayan donatı çeliği, donatı türüne bağlı olarak çekme dayanımı sınırına kadar yük almaya devam edebilir. Şekil 2.2'de TBDY-2018 doğrusal olmayan yöntemde kullanılmak üzere donatı çeliğine ait gerilme şekil değiştirme eğrisi verilmiştir. Çizelge 2. 1'de çelik donatılara ait bilgiler verilmiştir.



Şekil 2.2 : Donatı çeliği gerilme şekil değiştirme diyagram [5].

Çizelge 2.1 : Donatı çeliği için gerilme ve şekil değiştirme değerleri.

Kalite	f_{sy} (Mpa)	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} f_{sy}
S220	220	0.0011	0.011	0.12	1.20
S420	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B420C	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B500C	500	0.0025	0.008	0.08	1.15 - 1.35

2.5 **Süneklik**

Yapı dayanımında önemli bir azalma olmadan veya yapıda kararsız denge hali oluşmadan, elastik sınırın ötesinde deformasyon yapabilme özelliği süneklik olarak tanımlanabilir. Detaylandırmak gerekirse deprem sırasında yapıya geçen enerjinin büyük bir kısmını dayanımda önemli bir miktar kayıp olmaksızın plastik deformasyonlarla belli sınırlarda şekil değiştirerek tüketme yeteneği olarak ifade edilir. Malzeme sünekliği (deformasyon sünekliği), en kesit sünekliği (eğrilik sünekliği), eleman sünekliği (dönme sünekliği) veya yapı sünekliği (deplasman sünekliği) olarak farklı seviyelerde tanımlanabilir.

Yapı tasarımı yapılırken seçilen malzeme, eleman en kesitleri, oluşturulan taşıyıcı sistem geometrisi süneklik sınır değerlerini karşılayabilecek seviyede seçilmelidir. Yapı tasarımında elemanlar ve yapının tümü üzerinde yeterli süneklik sağlandığı takdirde gevrek davranış durumuyla karşılaşma minimum seviyeye indirilmelidir. Yapının elemanlarında sağlanacak süneklik oranlarından çıkarım yaparak yapının sistem sünekliği kapasitesi tahmin edilebilir. Yapının bütünün sünekliği yer değiştirme cinsinden ifade edilmektedir.

Yapı veya yapıyı oluşturan sistem elemanları sünek davranış göstermeleri adına deprem yönetmeliğinde boyut ve donatı düzenlemeleri kapsamında bazı esaslar bulunmaktadır. Bu esaslara örnek olarak, kolonların kirişlerden güçlü tasarlanmaları, kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki etriye sıkılaştırması, kapasite tasarımı bağlamında kesme kapasite değerlerinin eğilme kapasite değerlerinden daha yüksek tutulması veya donatılarda yeterli bindirme boylarının bırakılması gösterilebilir.

2.6 **Doğrusal Olmayan Davranış Modelleri**

Sistem elemanlarının elastik analizden farklı olarak belirli bir dayanım kapasitesine sahip olduğu durum doğrusal olamayan analiz olarak adlandırılmaktadır. Sisteme gelen yükler doğrultusunda eleman üzerindeki yük etkileri arttıkça eleman ve sistem rijitliğinde azalma olur. Bu doğrultuda eleman dayanım değerleri TBDY-2018 yönetmeliğince kabul edilen sınır değerlere ulaştığında mevcut yük durumu altında şekil değiştirme (deformasyon) yaparak enerji sönümler. Eleman, deformasyon kapasitesi aşılana kadar enerji sönümlemeye devam eder. Doğrusal olmayan analizdeki bu dayanım deformasyon ilişkisi "plastik mafsallar'' kullanılarak modellenir. Plastik mafsallar için yığılı plastik davranış modeli ve yayılı plastik davranış modeli olarak iki farklı yöntem mevcuttur. Doğrusal olmayan davranış modelleri detaylı bir şekilde TBDY-2018 (Bölüm 5. 3)'te mevcuttur.

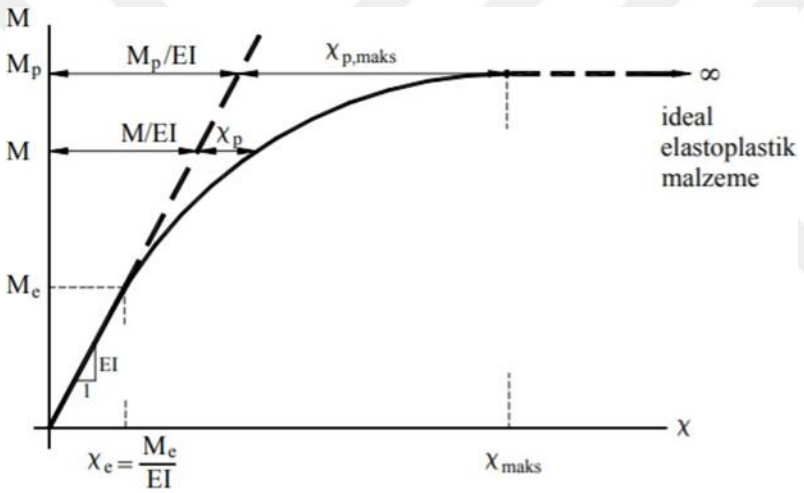
2.6.1 **Plastik mafsal teoremi**

Malzemenin doğrusal davranmadığı ve yeterince sünek davranış gösterebilen sistemlerde, toplam şekil değiştirmelerin doğrusal şekil değiştirmelere oranının büyük olduğu ve mevcut doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekil değiştirmelerinin plastik mafsal adı verilen bir bölgeye odaklandığı kabul edilir. Bunun dışındaki bölgelerde sistemin geri kalanının doğrusal elastik davrandığı kabul edilir. Bu tanıma plastik mafsal teoremi adı verilir. Yeterli seviye sünek davranışa sahip olan sistemlerde plastik mafsal hipotezinin kullanılması sistem hesaplarını önemli ölçüde kısalttığı gibi daha pratik sonuçlarla mühendislik çözümlerini hızlandırması adına oldukça önemlidir.

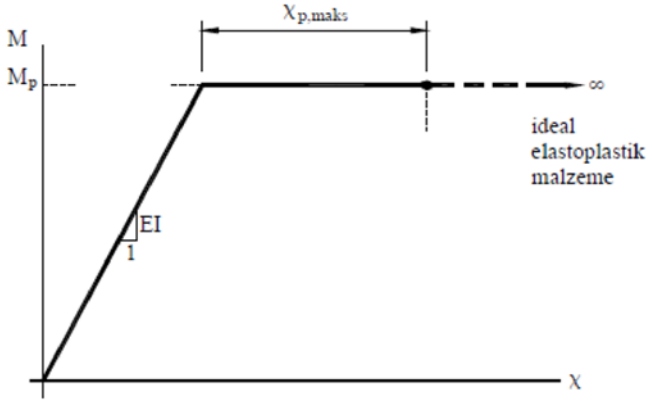
2.6.2 **Yığılı plastik davranış modeli**

Yığılı Plastik Davranış Modeli'nde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde oluştuğu varsayılmaktadır.[5] Bu bölgeler dışında sistemin doğrusal elastik davrandığı kabul edilir. Kolon, kiriş ve TBDY-2018 (Bölüm 4.5.3.8)'de verilen geometrik uygunluğu sağlayan betonarme perde elemanlarda yığılı plastik davranış modeli kullanılabilir.

Yığılı plastik modeli daha detaylı anlatabilmek adına Şekil 2.3'de betonarme elemana ait eğilme momenti- eğrilik grafiği verilmiştir. Şekil 2.3'de görüldüğü üzere akma momentinden küçük değerler için kesit doğrusal elastik davranırken, bu sınırdan sonra doğrusal olmayan şekil değiştirmeler görülmektedir.



Şekil 2.3 : Eğilme momenti-eğrilik bağıntısı [1].



Şekil 2.4 : İdealleştirilmiş eğilme momenti-eğrilik diyagramı [1].

Hesap adımlarında kolaylık sağlamak adına plastik mafsal teorisinde, moment-eğrilik ilişkisi denk 2.1 ve denk 2.2'de verilen denklemlerle idealleştirilmektedir.

$$M \leq M_p \; için \; x = \frac{M}{EI} \tag{2.1}$$

$$M = M_p \; için \; x = x_{p,max} \tag{2.2}$$

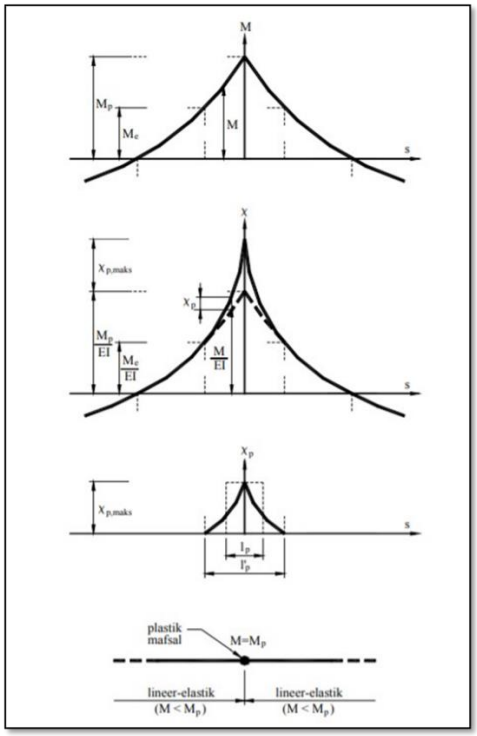
Şekil 2.3'de verilen M_e ise elastik momenti, χ_e elastik eğriliği ifade etmektedir.

Denk 2.1 ve 2.2'de bulunan M_p plastik momenti, M momenti, $\chi_{p,max}$ maksimum eğriliği, χ eğriliği, EI ise kesit rijitliğini ifade etmektedir.

Yukarıdaki bölümde tanımlandığı gibi plastik mafsal teorisinde, doğrusal olmayan şekil değiştirmeler sistem elemanı üzerinde belli bir bölgeye yayılır. Plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu l_p olarak tanımlanır ve şekil değiştirmeler bu uzunlukta dağılır. Mafsal bölgesinde φ_p plastik mafsal dönmesi olarak tanımlanmaktadır. Plastik mafsal dönmesi denklem (2.3) bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

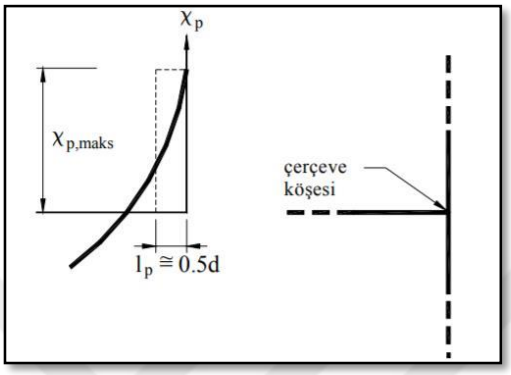
$$\varphi_p = \int l.x_p ds \tag{2.3}$$

Detaylı gösterim adına çubuk bir elemanın toplam eğilme şekil değiştirmesi ve doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin çubuk boyunca dağılımı Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.5 : Doğrusal olmayan şekil değiştirmeler [1].

TBDY-2018 (Bölüm 5.3)'de bulunan esaslar doğrultusunda, yığılı plastik davranış modeli uygulanması kapsamında, iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine ulaştıkları bölgede plastik şekil değiştirmelerin yayılı olarak oluştukları öngörülmektedir. (l_p), plastik mafsal boyu olarak tanımlanır. (h), çalışan doğrultudaki kesit boyu olarak tanımlanır. Plastik mafsal boyu (l_p =0.5h) şeklinde modellerde hesaplara dahil edilmektedir. Plastik mafsal boyu görsel temsili olarak Şekil 2.6'da mevcuttur.



Şekil 2.6 : Plastik mafsal boyu [1].

TBDY 2018 Bölüm 5'e göre plastik mafsalların kullanıldığı yığılı plastik davranış modeli esasları aşağıda verilmiştir.

• Çerçeve (çubuk) sonlu elemanlar olarak modellenen kolon, kiriş elemanlarında yığılı plastik mafsal modelinin kullanımı genellikle yeterli kabul edilir.

• Enkesit şekli dikdörtgen, I, T, L, U veya C olan perdeler, plandaki en büyük perde kolu uzunluğunun toplam perde yüksekliğine oranının 1/2'yi aşmadığı durumlarda, ekseni enkesit ağırlık merkezinden geçen eşdeğer çubuk sonlu eleman olarak modellenebilirler. Bu durumda doğrusal olmayan davranış modeli olarak Yığılı Plastik Davranış (Plastik Mafsal) Modeli kullanılabilir.

• Elemanın sadece eksenel yük altında plastik şekil değiştirme yapan elemanların plastik şekil değiştirme bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınacaktır.

• Kolon ve kirişlerde plastik mafsallar, kolon-kiriş birleşim bölgesinin hemen dışına, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği göz önüne alınmalıdır.

• Gerek betonarme gerekse çelik elemanlarda kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntıları oluşturulurken pekleşme ihmal edilebilir.

2.6.3 **Yayılı plastik davranış modeli**

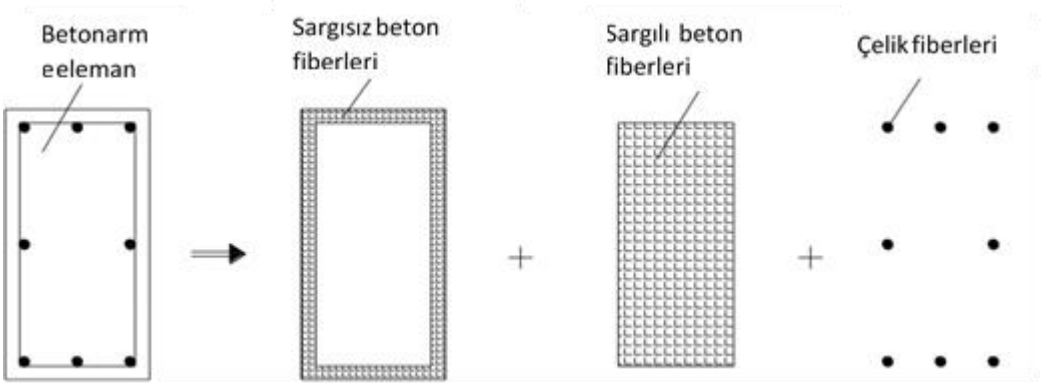
Yayılı plastik davranış modeli, kesitte oluşan doğrusal plastik şekil değiştirmelerin sistem elemanın uzunluğu boyunca sürekli (yayılı) şekilde oluştuğu kabul edilerek uygulanan bir modeldir. Yapı elemanı kesitinde betonun ve çeliğin yeteri kadar küçük hücrelere diğer bir ifadeyle lif elemanlara ayrılarak doğrusal olmayan davranış hesaba katılmaktadır. Bu yöntem sayesinde sistem elemanın eleman uzunluğu ve eleman kesitlerindeki davranış ayrıntılı bir biçimde belirlenebilir. Özellikle betonarme elemanlar için yayılı plastik davranış modelinin doğrusal olmayan analizde kullanılması sonuçların daha gerçeğe yakın çıkmasını sağlamaktadır [4]. Uygulamada özellikle betonarme perdelerin doğrusal olmayan modellemesi, perde elemanların yönetmelikteki şartları sağlaması şartıyla yayılı plastik davranış modeli kullanılır. Perde elemanlar için bu davranış modelinin uygulanması elde edilecek sonuçların gerçeğe daha yakın çıkmasını sağlamaktadır. Betonarme bir yapı elemanına ait lif modeli Şekil 2.7'de gösterilmiştir.

TBDY-2018 (Bölüm 5)'de verilen yayılı plastik davranışın modeli esasları aşağıda verilmiştir.

• Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve betonarme perdelerde doğrusal olmayan davranış modeli olarak yayılı plastik davranış modelleri de kullanılabilir [5].

• Yayılı plastik davranış modelleri, sonlu uzunluktaki uç bölgeleri (plastik şekil değiştirme bölgeleri) veya elemanın tüm uzunluğu boyunca doğrusal olmayan şekil değiştirmeleri sürekli (yayılı) biçimde göz önüne almak üzere kullanılabilir [5].

•Yapı elemanın kesitinde betonun yeteri kadar küçük hücrelere ve çelik donatı çubuklarının tekil model olarak alındığı ve her bir hücrede doğrusal olmayan davranışın incelenebildiği kesit hücresi (lif) modeli, betonarme perdelerin doğrusal olmayan modellemesi için kullanılabilir. Karmaşık ve birleşik kesitli (T, L, U veya C şeklinde) betonarme perdelerde, perde en kesitleri uygun bölgelere ayrılarak perde parçalarında iki boyut sonlu eleman sistemi oluşturulabilir.



Şekil 2.7 : Betonarme elemana ait lif modellemesi.

2.7 **Deprem Etkisi Altında Doğrusal Olmayan Hesap**

Deprem etkisi altında doğrusal olmayan hesap yöntemleri, yapı malzemesinin davranışını analiz etmemizde gerçeğe daha yakın sonuçlar almamızı sağlar. Bu sebeple doğrusal hesap yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha somut ve gerçek değerlere ulaşmamıza yardımcı olur. Mevcut yapıların deprem kuvveti etkisi altında yapısal performanslarını belirlemek için deprem etkisi altında doğrusal olmayan hesap yöntemi esas alınmaktadır. Mevcut yapının performans durumuna göre güçlendirme işlemi uygulandığında, güçlendirme hesapları doğrusal olmayan hesap kapsamında uygulanan deprem etkisi altında sünek davranışa ilişkin kesit ve elemanların plastik dönme ve şekil değiştirme talepleri belirlenir. Gevrek davranış durumunda ise iç kuvvet talepleri hesaplanmaktadır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, yönetmelikte tanımlanan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırma sonuncunda yapı ve yapı elemanları kesiti düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır. Yapılan performans değerlendirmesi ardından yapının durumuyla ilgili karara ulaşılır.

Mevcut veya güçlendirilmiş yapıların deprem etkisi altında değerlendirmesinde kullanılan hesap yöntemleri üç başlıkta incelenebilir. Bu yöntemler sırasıyla ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi, Tek Modlu İtme Yöntemleri, Çok Modlu İtme Yöntemleri şeklindedir.

Bu tez çalışmasına konu olan mevcut proje için Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi uygun görülmüştür. Hesaplamalar ve değerlendirmeler bu yöntem esas alarak gerçekleştirilmiştir.

2.7.1 **Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi**

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap, deprem yer hareketlerinin tasarım yapılacak olan yapı için uyumlu seçilmesi veya uyumlu hale getirilmek için ölçeklendirilmesi ile oluşturulan deprem etkilerinin, tasarım yapılacak yapının taşıyıcı sisteminin hareket denklemlerini ifade eden diferansiyel denklem takımına adım adım doğrudan integrasyonu ile yapılır. Deprem hareketleri karmaşık diferansiyel denklem takımlarından oluştuğu ve yapıya ait rijitlik matrisinin her adım için değişiklik gösterdiği için bilgisayarlı analiz gerekmektedir. Zaman tanım alanında hesap yöntemi, tüm Bina Yükseklik Sınıfları için kullanılabilir ancak BYS=1 olarak tanımlanan yüksek binalar için kullanımı TBDY-2018'de zorunlu kılınmıştır

3. ÖRNEK YAPI SİSTEMİNE AİT GEOMETRİK ÖZELLİKLER İLE DİNAMİK PARAMETRELERİN BELİRLENMESİ

3.1 **Mevcut Yapının Genel Özellikleri**

İncelemeye esas olan deprem etkileri altında performansını inceleyeceğimiz yapı İstanbul ili, Kadıköy ilçesinde yer almaktadır. Konut amaçlı kullanılan yapı, koordinat bazında yaklaşık olarak 41^o enlemi ve 29^o boylamında bulunmaktadır. Çalışmaya konu olan mevcut bina 1983 yılı yapımı olup, depreme dayanaklı yapı tasarımında "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975" 'in koşulları esas alınmıştır. Mevcut yapı bodrum kat, zemin kat ve 3 normal kat olmak üzere toplam 5 katlı betonarme karkas taşıyıcı sisteme sahiptir. Binaların temel üst kotundan olan yüksekliği 14.5 m olarak tanımlanmıştır. Mevcut projeye ait detaylı teknik çizimler ve modellemeler Bölüm 2.2'de ayrıntılı olarak incelenmiştir.

3.1.1 **Bina kullanım sınıfı (BKS) ve önem katsayısının bulunması**

Bina kullanım sınıfları TBDY-2018 (Tablo 3.1)'de tanımlanmıştır. Yönetmelikte yer alan tanıma göre mevcut yapı konut amaçlı kullanılması kapsamında Bina Kullanım Sınıfı (BKS)=3 ve Bina önem katsayısı I=1.00 olarak alınmıştır. İlgili alan Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 : Bina kullanım sınıfı ve önem katsayısı (TBDY-2018 Tablo 3.1).

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (*I*)
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

3.1.2 **Deprem tasarım sınıfı (DTS)'nin bulunması**

Deprem tasarım sınıfları TBDY-2018 (Tablo 3.2)'de belirtilmiştir. Mevcut yapı için Bina Kullanım Sınıfı (BKS) bir önceki bölümde tanımlanmıştır. DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde, kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı S_{DS} değeri mevcut projeni enlem ve boylam koordinatları AFAD bilgi sistemine girilmesi sonucu elde edilmiştir. İlgili S_{DS}= 0.912 değeri ve BKS= 3 değeri için Çizelge 3.2 kullanılarak mevcut yapının Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)=1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2 : Deprem tasarım sınıfı (DTS) (TBDY-2018 Tablo 3.2).

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (SDS)	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$S_{DS} \geq 0.75$	DTS = 1a	DTS = 1

3.1.3 **Bina yükseklik sınıfı (BYS)'nin bulunması**

Bina yükseklik sınıfları TBDY 2018 (Tablo 3.3)'de belirtilmiştir. Bölüm 2.1.3'de mevcut yapı için Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) = 1 olarak belirlenmiştir. Bina yükseliği HN= 14,5 m olduğu bilindiği üzere Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)= 6 olarak belirlenmiştir. Detaylı gösterim Çizelge 3.3'de mevcuttur.

Çizelge 3.3 : Bina yükseklik sınıfı (BYS) (TBDY-2018 Tablo 3.3).

Bina Yükseklik Sınıfı	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	$42 < H_N \leq 56$
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	$28 < H_N \leq 42$
BYS = 6	$\mathbf{10.5 < H_N \leq 17.5}$	$17.5 < H_N \leq 28$	$17.5 < H_N \leq 28$
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	$H_N \leq 10.5$

3.1.4 **Bina performans hedefi değerlendirmesi**

Konut projesi olan mevcut yapı, performansa dayalı deprem güvenliğinin belirlenmesi hususunda TBDY 2018 (Tablo 3.4.a, Tablo 3.4.b, Tablo 3.4.c) incelenmiştir. Mevcut betonarme yapı için önceki bölümlerde belirlenen Bina Kullanım Sınıfı (BKS)=3, Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)=1'dir. Bu değerler doğrultusunda TBDY 2018 (Tablo 3.4.c)'e göre mevcut binalar için belirlenen minimum performans hedefi, DD-2 (50 yılda aşılma olasılığı %10, tekrarlanma periyodu 475 yıl olan deprem yer hareketi düzeyi) deprem yer hareketi düzeyi için Kontrollü Hasar (KH) belirlenmiştir. Uygulanacak değerlendirme yaklaşımı ise Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım Yaklaşımı (ŞGDT) olarak belirlenmiştir. Detaylı gösterim Çizelge 3.4'de mevcuttur.

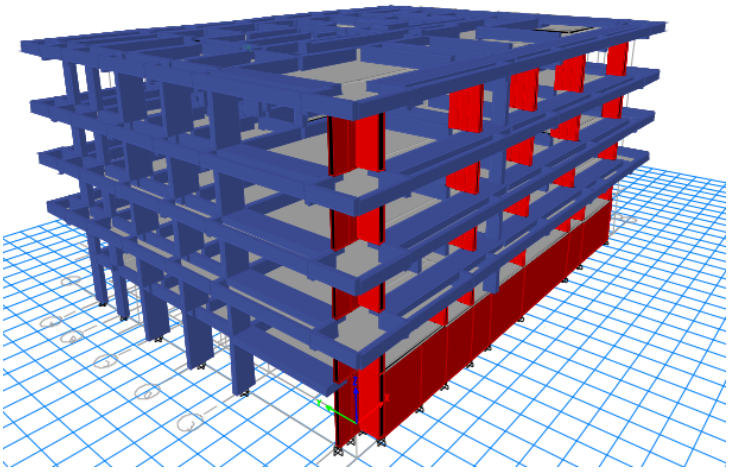
Çizelge 3.4 : Performans hedefleri (TBDY-2018 Tablo 3.4).

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Tasarım Yaklaşımı
DD-3	—	—	SH	ŞGDT
DD-2	KH	ŞGDT	—	—
DD-1	—	—	KH	ŞGDT

3.2 **Mevcut Binanın Sayısal Modelinin Oluşturulması**

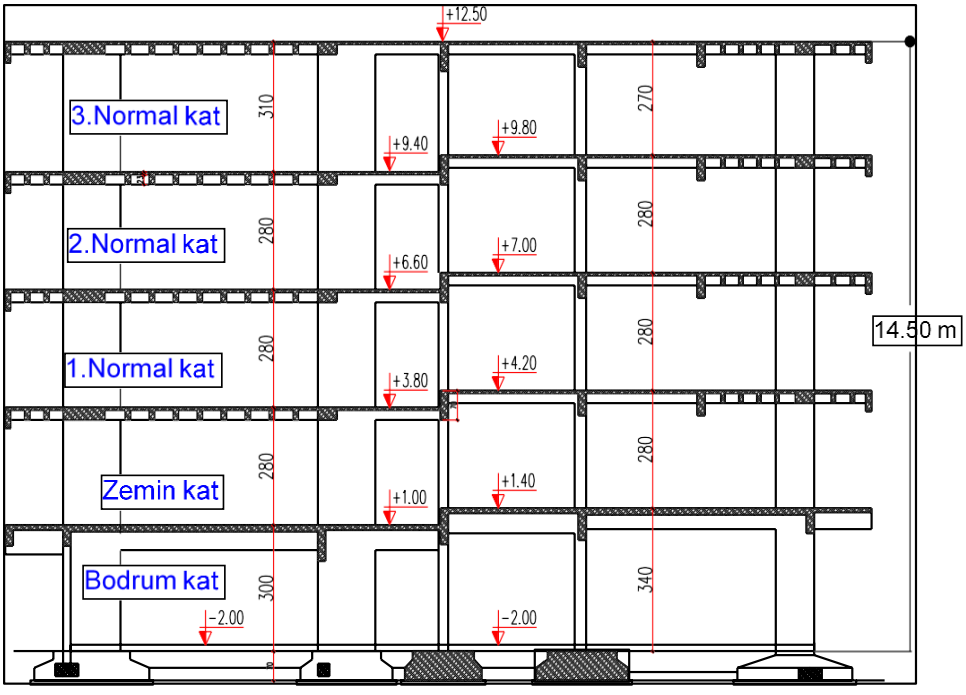
3.2.1 **Binanın taşıyıcı sistemi**

Konut amaçlı kullanılan yapının genel görünümü Şekil 3.1'de görülmektedir. Bodrum kat, zemin kat ve 3 normal katla birlikte toplam 5 katlı betonarme karkas taşıyıcı sisteme sahiptir. Çalışma konusu olan yapı planda dikdörtgen şeklinde bir geometriye sahiptir.



Şekil 3.1 : Mevcut yapının üç boyutlu görünümü.

Binanın temel seviyesindeki oturum alanı yaklaşık ~19.60 m × ~27.40 m olarak hesaplanmıştır. Bodrum katı- 2.00 m ila +1.00 m ve +1.40 m kotları arasında yer almakta olup, bu kat kısmi zemine gömülüdür. Ayrıca, zemin ve normal katlarda binanın dört cephesinde 1.50 m çıkmalar teşkil edilmiştir. Bu konsollar vasıtasıyla, ilgili katlardaki toplam kullanım alanları yaklaşık ~21.00 m × ~29.00 m olmaktadır. Binaların temel üst kotundan olan yüksekliği 14.50 m olup, kat yükseklikleri bodrum katta 3.00 m ve 3.40 m, zemin ve normal katlarda ise 2.80 m olduğu bilinmektedir. Binanın tüm kat döşemelerinde D aksı üzerinde 40 cm kot farkının teşkil edildiği görülmektedir. Şekil 3.2'de detaylı olarak gösterilmektedir.



Şekil 3.2 : Mevcut binanın boy kesit görünüşü.

Mevcut binanın taşıyıcı sistemi, betonarme perdeler ve kolonlar ile bu sistem elemanlarına mesnetlenen kirişler ve döşeme elemanlarından oluşmaktadır.

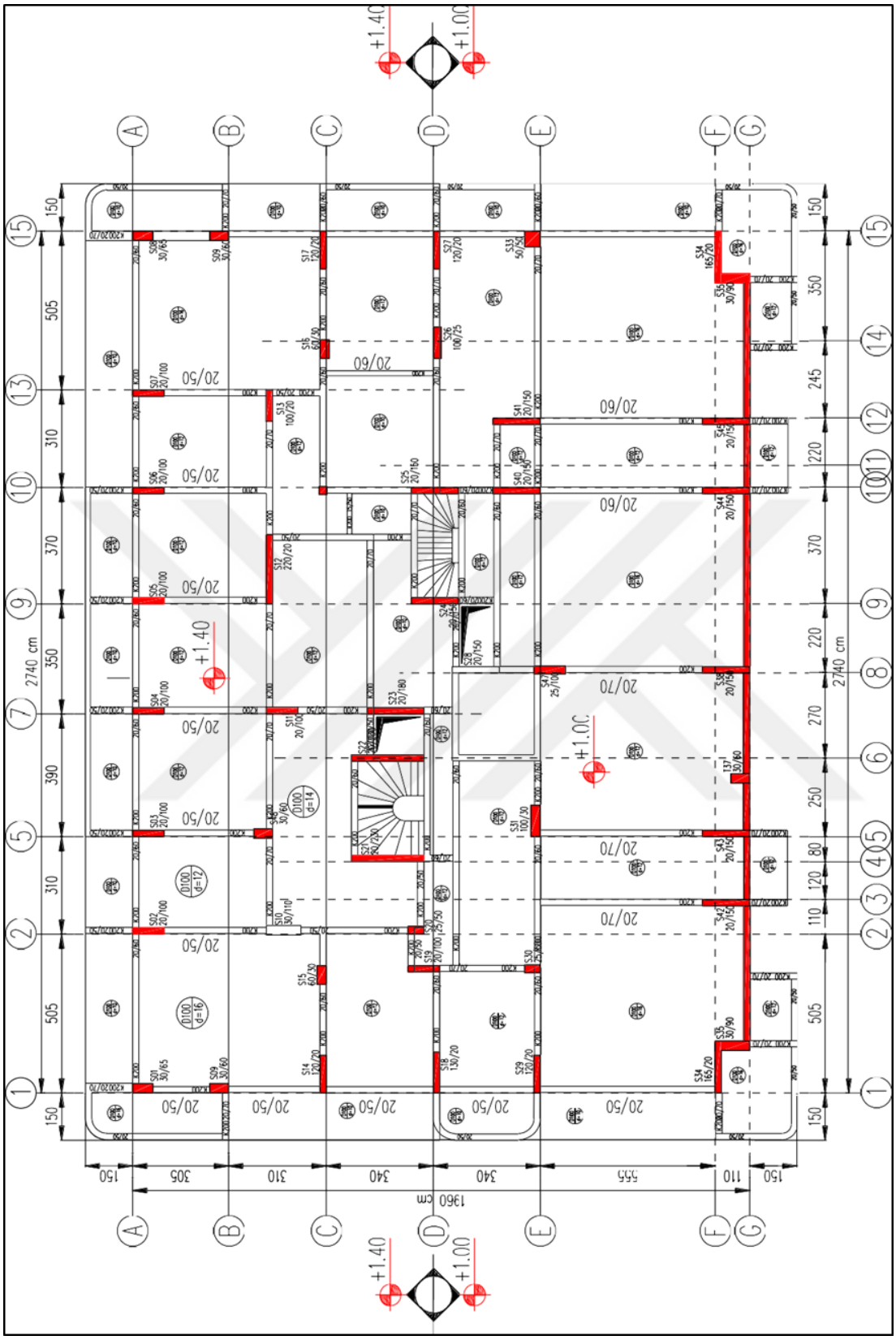
Yapının düşey taşıyıcı elamanlarını oluşturan kolon elemanlar dikdörtgen ve kare en kesitlidir. Bodrum kat ve diğer katlarda bulunan kolonların boyutları 30cmx60cm, 30cmx65cm, 30cmx100cm, 50cmx50cm, 30cmx110cm, 20cmx100cm, 20cmx120cm olarak tanımlanmıştır. Katlar boyunca kolon ölçülerinde boyutsal değişiklik yoktur.

Perde elemanların en kesit boyutları ise 20cmx150cm, 20cmx230cm, 20cmx150cm, 120cmx20cm, 130cmx20cm olarak tanımlanmıştır. Katlar boyunca perde ölçülerinde boyutsal değişiklik yoktur.

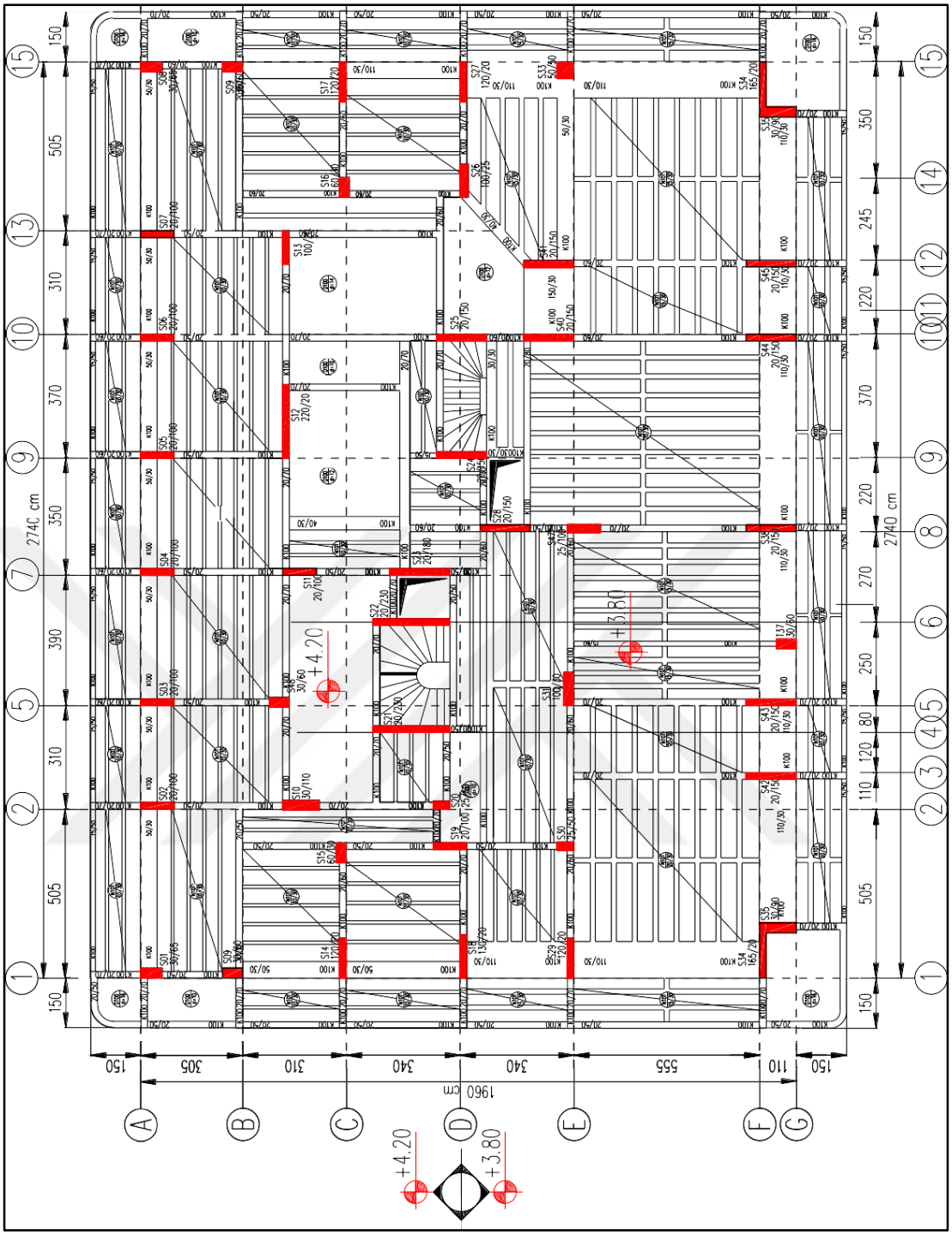
Yapının taşıyıcı sistemindeki kirişlerin en kesit boyutları katlara göre değişmektedir. Bodrum kattaki kirişlerin boyutları 20cmx50cm, 20cmx70cm, 20cmx60cm, zemin ve normal katlarda ana kiriş boyutları 50cmx30cm, 110cmx30cm, 120cmx30cm, 40cmx30cm, 20cmx70cm, 20cmx50cm, 20cmx60cm tali kirişler ise 15cmx50cm olarak boyutlandırılmıştır.

Yapının bodrum katının döşeme sistemi kirişli döşeme türü olup, plak kalınlıkları 10, 12, 14 ve 16 cm olduğu görülmektedir. Zemin ve normal katlardaki döşeme türü ise dolgulu dişli döşeme (asmolen döşeme) olup döşeme ölçülerinin çoğu (7 cm döşeme + 23 cm asmolen tuğla) olduğu görülmektedir.

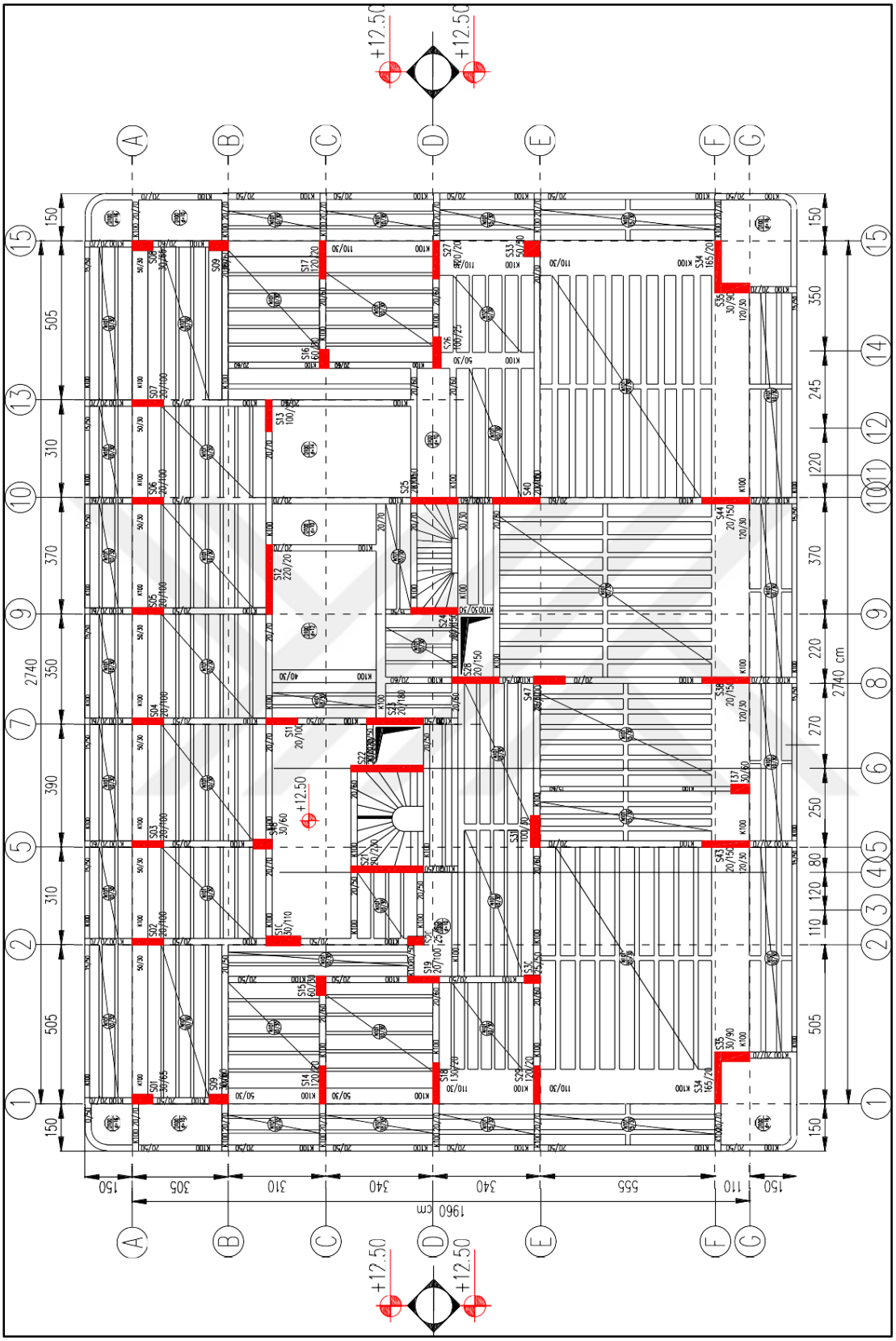
Mevcut yapının taşıyıcı elemanlarıyla ilgili detaylar Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Bodrum kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve].



Şekil 3.4 : Zemin kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve].



Şekil 3.5 : 1. Kat tavanı kalıp planı [Statik Röleve].

3.2.2 **Mevcut yapının malzeme tanımı**

Mevcut yapı için malzeme dayanımları hesabında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve TS EN 13791 standardı esas alınmıştır. Mevcut yapının farklı bölümlerinden alınan karot numuneleri gerekli deneylere tabi tutulmuştur. Deney sonucunda elde edilen numunelere ait basınç dayanımı değerlerinin ortalaması ve standart sapması göz önüne alınarak mevcut binanın beton sınıfı C8 olarak belirlenmiştir.

TS 500'e göre C8 beton malzemesi için değerler;

Karakteristik basınç dayanımı : f_{ck} = 8 Mpa

Elastite Modülü : E_c = 23000 Mpa

Mevcut yapıda donatı sınıfını belirlemek adına yeterli sayıda elemanda pas payının sıyırılması işlemiyle ve röntgen cihazı kullanılarak mevcut donatı çeliğinin tipi, çapı, adedi ve yerleşim düzeni tespit edilmiştir. İncelemeler sonunda yapı elemanlarındaki donatı sınıfı ve donatı yerleşim düzenleri mevcut proje çizimleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Yapılan incelemelerde etriye sıkılaştırması yapılmadığı görülmüştür.

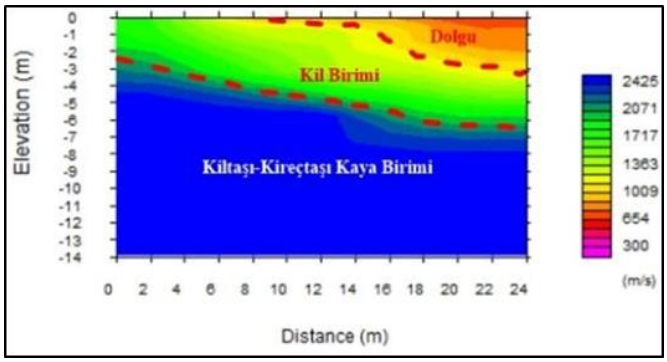
TS 500'e göre S220 çelik malzemesi için değerler;

Minimum akma sınırı : f_{yk} = 220 Mpa

Elastite Modülü : E_s = 200000 Mpa

3.2.3 **Zemin değerlendirmesi ve yerel zemin sınıfının belirlenmesi**

Mevcut yapıda performansa dayalı hesap yöntemleri ile deprem güvenliğinin belirlenmesi çalışması kapsamında yerel zemin sınıfının TBDY-2018'e göre belirlenmesi için gerekli parametreler jeofizik yöntemler kullanılarak ve sahada gerçekleştirilen sismik ölçümler sonucunda belirlenmiş olup sonuçlar aşağıda gösterilmiştir. Sismik serim görseli Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Çizelge 3.5'de Ort-V_{S30} değeri görülmektedir.



Şekil 3.6 : Mevcut bina sismik serim.

Çizelge 3.5 : Mevcut konut binası sismik serim sonuçları.

	1.Tabaka	2.Tabaka	3.Tabaka
V_P (m/s)	900	1800	2400
V_S (m/s)	254	781	1332
Ortalama Kalınlık (m)	1.10	2.50	
Zemin Hakim Titreşim Periyodu		0.17	
Ort – V_{S30} (m/s)		1059	

Temel seviyesindeki ortalama V_{S30} (m/s) hız değeri 750-1500 m/s aralığında olmaktadır. TBDY-2018 (Tablo 16.1)'de yerel zemin sınıfları aşağıdaki çizelgede gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır.

Bu yapı için;

Yerel Zemin Sınıfı: ZB olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.6 : Yerel zemin sınıfı (TBDY-2018 Tablo 16.1).

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		(Vs)30 [m/s]	(N60)30	(cu)30 [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 –1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 - 50	70 - 250

3.2.4 **Mevcut yapı yükleri**

3.2.4.1 **Sabit ve hareketli düşey yüklerin belirlenmesi**

Mevcut yapının analiz kısmında esas alınan sabit ve hareketli yüklerin tanımlanmasında TS 498 yük standardı kullanılmıştır. Mevcut yapının düşey sabit yükleri döşeme kalınlıkları, döşeme kaplaması cinsi ve kalınlığı, duvar yükleri olmak üzere hesaplanmıştır. Hareketli yükler ise yapının kullanım biçimine bağlı olarak yönetmelik standartlarına uygun olarak belirlenmiştir.

Sabit yük hesaplama aşamasında mevcut yapının her katında farklı döşeme kalınlıkları ve türleri olmasından kaynaklı mevcut değerlerden ortalama bir değer seçilerek sabit yük hesabı yapılmıştır. Betonarme yapı elemanlarının kendi ağırlıkları yapısal analiz programı ETABS dahilinde boyutlarına ve malzeme özelliklerine bağlı olarak program tarafından hesaplara dahil edilmesinden dolayı sistem elemanları için ölü yük hesaplanmamıştır. Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8'de hesap detayları gösterilmiştir.

Çizelge 3.7 : Asmolen döşeme için sabit ve hareketli düşey yükler.

Asmolen Döşeme	Nervür Genişliği			
	b=10 cm	b=15 cm	b=20 cm	
Döşeme 7cm	1.75	1.75	1.75	kN/m^2
Nervür [b × 0.23]	1.15	1.725	2.3	kN/m^2
Asmolen Tuğla	1.47	1.29	1.10	kN/m^2
Kaplama + Sıva	2.00	2.00	2.00	kN/m^2
Toplam Sabit Yük :	**6.37**	**6.76**	**7.15**	**kN/m2**
Hareketli Yük :	**2.00**	**2.00**	**2.00**	**kN/m2**

Çizelge 3.8 : Betonarme plak için sabit ve hareketli düşey yükler.

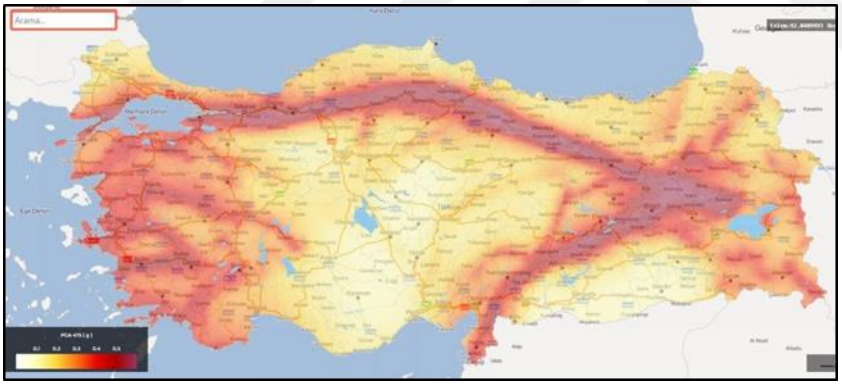
Betonarme Plak Döşemeler				
	h=10 cm	h=12 cm	h=14 cm	
Plak	2.50	3.00	3.50	kN/m^2
Kaplama + Sıva	2.00	2.00	2.00	kN/m^2
Toplam Sabit Yük :	4.50	5.00	5.50	kN/m^2
Hareketli Yük :	2.00	2.00	2.00	kN/m^2

3.2.4.2 **Yatay elastik tasarım spektrumu ve parametrelerinin belirlenmesi**

Mevcut yapının deprem güvenliği kontrolünün performansa dayalı hesap yöntemlerine göre belirlenmesinde ve analizlerde kullanılacak deprem yüklemesine ait deprem verileri hesabı için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'de bulunan mevcut esaslar takip edilmiştir. Mevcut binanın konum bazlı deprem verilerine ulaşmak adına Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından oluşturulan Türkiye Deprem Tehlike Haritası uygulamasından yararlanılmıştır. İlk adım olarak mevcut yapının bulunduğu konumun enlem ve boylam değerleri deprem tehlike haritasına ilgili deprem yer hareketi düzeyi seçilerek girilmiştir. Önceki bölümlerde belirlenen yerel zemin sınıfı ve seçilen deprem yer hareketi düzeyi olan DD-2'ye göre karşı gelen deprem verileri elde edilmiş ve deprem tasarım spektrumu yönetmelikteki adımlar takip edilerek oluşturulmuştur. Şekil 3.7'de Türkiye Deprem Tehlike Haritasının temsili görseli mevcuttur.

Mevcut yapının enlem ve boylam değerleri : 40°97'09.93" K ve 29°05'14.26" D

Yerel Zemin Sınıfı: ZB (TBDY-2018 Tablo 16.1)



Şekil 3.7 : Türkiye deprem tehlikesi haritası.

Türkiye Deprem Haritasından alınan veriler aşağıda gösterilmiştir.

Deprem Tehlike Haritası İvme Büyüklükleri:

Tanımlar

*S_s :Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı

*S_1 :1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı

*PGA :En Büyük Yer İvmesi

*F_s :Kısa Periyot için Yerel Zemin Katsayısı

*F_1 :1.0 Saniye Periyot Bölgesi için Yerel Zemin Katsayısı

*S_{DS} :Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı

*S_{D1} :1.0 Saniye Periyot için Tasarım Spektral İvme Katsayısı

*T_A, T_B :Köşe Periyotlar

S_s = 1.013

S_1 = 0.275

PGA = 0.414 g

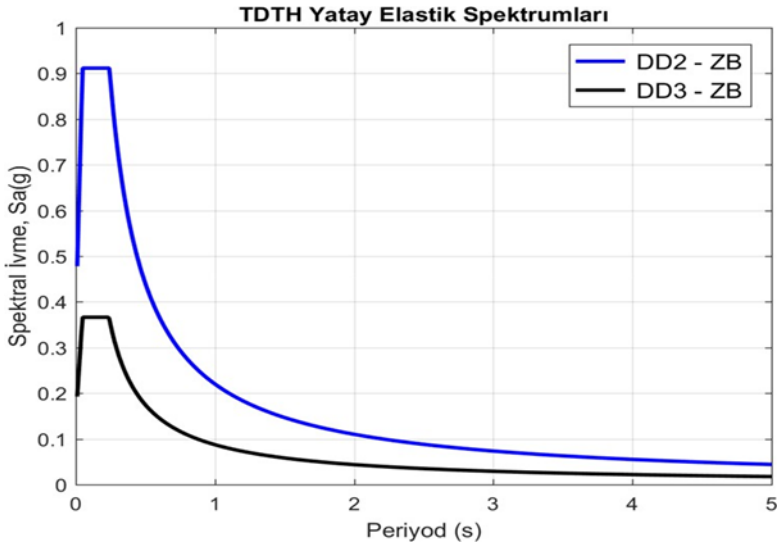
T_A = 0.048 s

T_B = 0.241

$S_{DS} = S_S \times F_S = 1.013 \times 0.900 = 0.912$

$SD1 = S_1 \times F_1 = 0.275 \times 0.800 = 0.220$

Türkiye Deprem Tehlike Haritası kullanılarak mevcut yapının DD-2 Deprem Yer Hareket Düzeyi kapsamlı bölgenin depremsellik durumu ve zemin sınıfı dikkate alınarak bulunan ivme büyüklüleri ile oluşturulan hedef Yatay Elastik Spektrumu Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

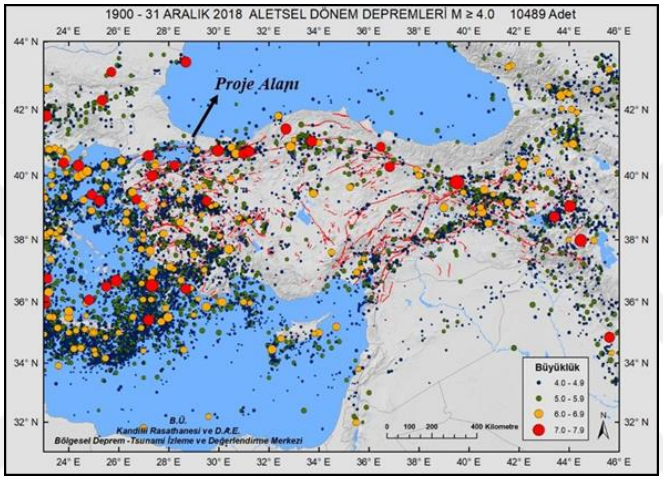


Şekil 3.8 : ZB Zemin sınıfı uyumlu DD-2 yatay elastik ivme spektrumu.

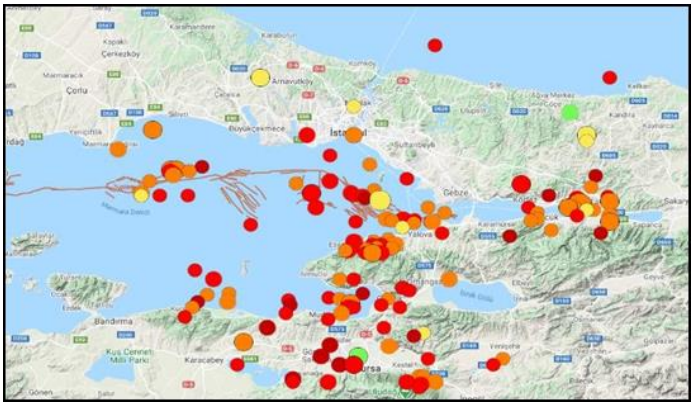
3.2.4.3 **Bölgenin depremselliği ve geçmiş depremler**

Mevcut yapı konumu gereği, doğudan batıya doğru uzanan Kuzey Anadolu Fay Hattı yakınlarında bulunmaktadır. 18 km güneyinde bulunan bu fay hattı yapımıza en yakın

fay hattı özelliğini taşımaktadır. Günümüze kadar olan 120 yıllık deprem verileri incelendiğinde (1900-2000) yılları arası, mevcut yapıya mesafe olarak yakın 6 büyüklük ve üzeri 2 deprem olduğu tespit edilmiş olup, 6 şiddetinden az olan birçok deprem bulunmaktadır. Aletsel dönem depremleri kapsamında incelenen depremler sonucu. 1900'lü yıllar ve onu takip eden zaman diliminde günümüze kadar gerçekleşen aletsel depremler Şekil 3.9'da görsel olarak gösterilirken. Son 100 yıllık süreçte mevcut proje alanı ve çevresinde (R=100) meydana gelen aletsel büyüklüğü 4 ve üzeri olan depremler Şekil 3.10'da görsel olarak ifade edilmiştir. Depremler Kandilli Deprem Rasathanesinden alınmıştır.



Şekil 3.9 : Proje sahası etrafında 1900 ve sonrası kaydedilen depremler.



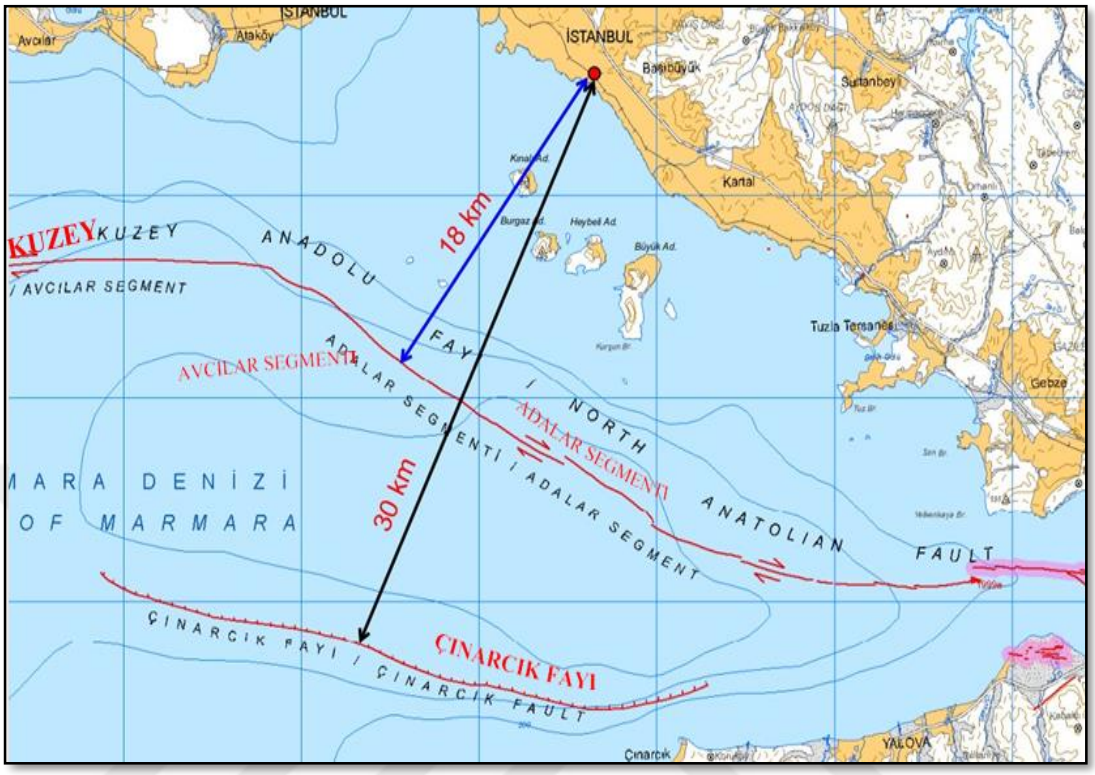
Şekil 3.10 : Proje alanı çevresinde meydana gelen depremler.

Mevcut projeyi etkileyebilecek önemli faylar incelendiğinde, sıralanan fay hatlarının önemli fay hatları olduğu söylenebilir. Şekil 3.11'de proje alanına en yakın diri fay sistemi görsel olarak gösterilmiştir.

Kuzey Anadolu Fayı Adalar Segmenti,

Kuzey Anadolu Fayı Avcılar Segmenti,

Çınarcık fayı,



Şekil 3.11 : Proje alanına en yakın diri fay sistemi.

3.2.4.4 **Sahaya özgü deprem kayıtlarının seçimi**

Mevcut projenin zaman tanım alanında deprem hesabında kullanılacak deprem kayıtlarının bulunması ve seçimi sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır. Tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, deprem kaynak mekanizmaları, fay uzaklıkları, yerel zemin koşulları. TBDY-2018'e göre bina taşıyıcı sisteminin zaman tanım alanında deprem hesabında gerekli deprem yer hareketlerinin tanımlanması için takip edilmesi gereken adımlar şunlardır. Deprem kayıtlarının seçimi, basit ölçeklendirme yöntemi ile ölçeklendirme ve spektral uyuşum sağlayacak şekilde dönüştürülmesi. Bu konular TBDY-2018 (Bölüm 2.5.1, Bölüm 2.5.2, Bölüm 2.5.3)'de detaylı olarak ele alınmıştır.

Yönetmelik TBDY-2018'den esasla zaman tanım alanında yapılacak üç boyutlu hesap için seçilecek deprem kaydı takımlarının sayısı en az 11 olması gerekmektedir. Aynı depremden seçilecek kayıt ve kayıt takımı sayısı 3'ü geçmeyecektir. Bu doğrultuda 11

adet yer hareketi takımının DD-2 spektrumu ile uyumlu olması koşuluyla seçilmesinde aşağıda sıralanan adımlar takip edilmiştir.

a) Her bir deprem yer hareketi takımı için bölge depremselliği ile uyumlu gerçek deprem ivme kayıtları kullanılmıştır.

b) Yeterli sayıda gerçek deprem ivme kaydı bulunamadığı durumlarda, deprem yer hareketi simülasyonları ve tasarım spektrumu ile uyumlu olarak üretilmiş yapay deprem yer hareketleri kullanılabilir. Aynı ivme kaydı, her iki yatay doğrultu için de kullanılmaz.

c) Yapılacak deprem yer hareketi simülasyonları faylanma mekanizması, yırtılma özellikleri, deprem kaynağı ve kayıt istasyonu arasındaki ortamın jeolojik yapısını göz önüne alan fiziksel bir modele dayalı olmalıdır.

d) Spektrum uyumlu olarak üretilmiş yapay deprem yer hareketlerinin faz spektrumunun senaryo depremi parametreleri ile uyumlu gerçek deprem ivme kayıtlarının faz spektrumuna benzemesi gereklidir.

e) Her bir deprem yer hareketi takımından hesaplanan 0s periyodundaki %5 sönüm oranlı spektral genliklerin ortalaması tasarım spektrumunun 0s periyodundaki spektral genliğinden (0.4SMS) daha düşük olmamalıdır.

f) Her bir deprem yer hareketi kaydı ivme genliğinin ±0.05g'yi ilk ve son olarak aştığı iki nokta arasında kalan süre, binanın doğal titreşim periyodunun 5 katından veya 15 saniyeden daha kısa olmamalıdır.

g) Her bir deprem yer hareketi takımının iki bileşenine ait %5 sönüm oranlı spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke spektrum elde edilecektir.

h) Bileşke spektrumun 0.2Tp ve 1.5Tp (Tp=binanın hakim doğal titreşim periyodu) periyotları arasındaki genliklerinin, deprem tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinin 1.3 katından daha az olmaması kuralına göre, deprem yer hareketleri bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir. Her iki bileşenin ölçeklendirilmesi aynı oranlarda yapılacaktır.

Çalışma kapsamında sahaya özgü spektrum ile uyumlu deprem yer hareketlerinin seçilmesinde yukarıda belirtilen kurallar aşağıdaki gibi uygulanmıştır:

1) Deprem yer hareketlerinin seçilmesinde PEER NGA Veri Bankası (PEER, 2013) (4096 adet yer hareketi) kullanılmıştır.

2) Deprem moment büyüklüğü, MW=6.2-7.51 aralığında ve zemin Vs hızı 640-1222 m/s aralığında olan deprem yer hareketleri seçilmiştir.

3) Seçilen deprem yer hareketlerinin fay hattına en yakın mesafesi 7.21 km – 29.25 km arasında değişmektedir.

4) Proje sahasına özgü seçilen deprem yer hareketlerinden elde edilen yatay bileşke spektrumlarının, DD2 deprem düzeyleri için 0.15s – 6.0 s periyotları arasındaki genlikleri TBDY-2018'e uygun olarak ölçeklendirilmiştir.

5) Ölçeklendirilen deprem hareketleri içerisinden Deprem Tasarım Spektrumları'na en uygun olan 11 kayıt seçilmiştir.

6) Tüm tasarım spektrumları ve bileşke spektrumlar, %5 sönüm oranı için elde edilmiştir.

7) Bileşke spektrum, deprem yer hareketinin iki bileşenine ait spektrumların karelerinin toplamının karekökü alınarak elde edilmiştir.

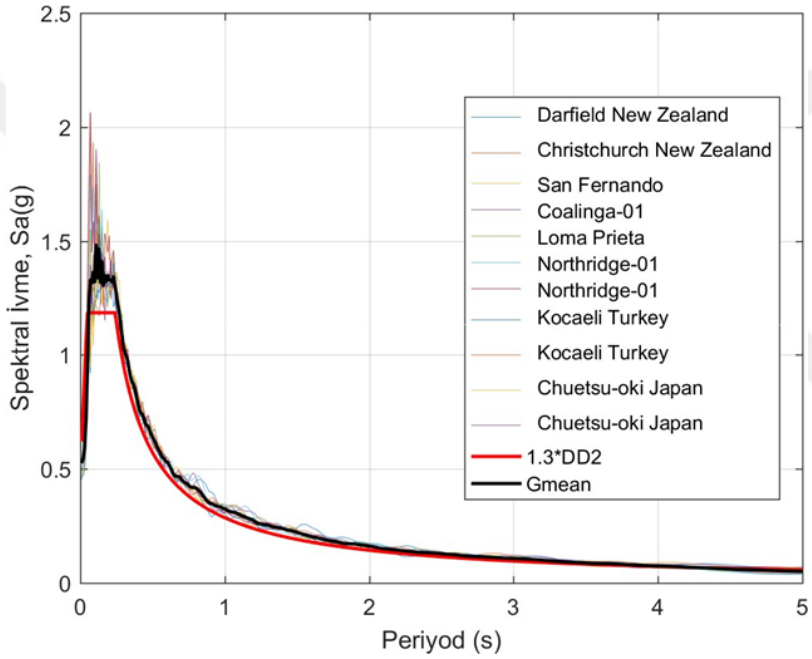
8) Yinelenme periyodu 475 yıl olan sahaya özgü (0-6s) periyot aralığı ile uyumlu, ölçeklendirilmiş 11 adet iki yönlü deprem yer hareketi kayıtları SeismoMatch 2018 programı kullanılarak üretilmiştir.

SeismoMatch yazılımı Al-Atik ve Abrahamson (2010) tarafından zaman tanım aralığı için önerilen yöntem kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yöntemde spektrum uyumlu yer hareketinin elde edilmesi için sonlu süreli dalgacık (wavelet) eklenmesi veya çıkarılması ile hedef spektruma uyumlu deprem kayıtları üretilmektedir. Bu yaklaşımla elde edilen kayıtların hedef spektruma oldukça yakın ve uyumlu olduğu görülmektedir.

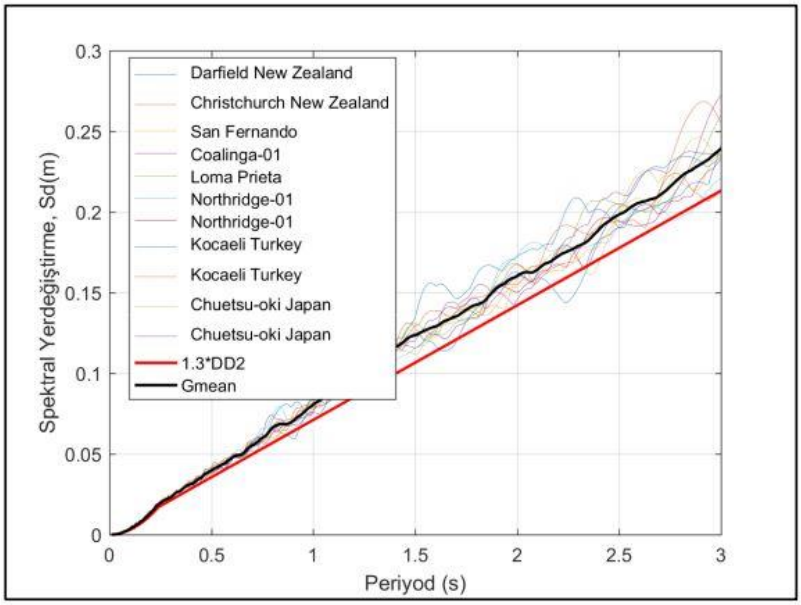
Dalgacıkların oluşturulması için SeismoMatch (Al-Atik ve Abrahamson, 2010) yazılımında iki model kullanılmaktadır. Bu temsili iki dalgacık modellerinin birincisi "zamanda tersinirilmiş tek dereceli sistem darbe davranış ivmesi" ikincisi ise "filtrelenmiş kosinüs dalgası" yöntemidir. Uygulanan her iki dalgacık modeli sonucunda istenilen frekans içeriğinde en büyük ivme değerlerine göre faz içeriğinde önemli bir değişiklik olmadan yer hareketleri elde edilebilmektedir. Çalışmada ilk olarak, PEER NGA West2 Veri Bankasından (PEER, 2013) yer hareketi kayıtları incelenerek istenilen özelliklere sahip yer hareketi kayıtları seçilmiştir. Daha sonra seçilen kayıtlar SeismoMatch (Al-Atik ve Abrahamson, 2010) programı kullanılarak

yukarıda belirtilen şartları sağlayan 11 adet yer hareketi kaydı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan yer hareketlerinin listesi Çizelge 3.4'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan deprem kayıtları Çizelge 3.9'da tablo olarak verilmiştir.

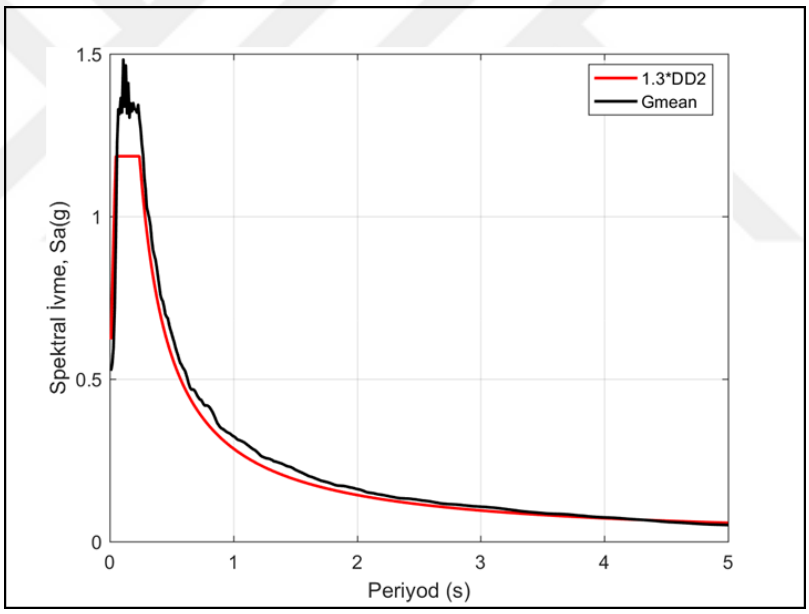
Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'de DD2 yatay ivme spektrumu için ölçeklendirilen 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin bileşke spektral ivme ve yerdeğiştirme grafikleri verilmiştir. Şekil 3.14'de 11 adet deprem ivme kaydının yatay bileşenleri kullanılarak elde edilen bileşke spektrumlarının ortalamaları ve sahaya özgü elde edilen DD2 seviyesi yatay spektrumları ile karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 3.12 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin spektral ivme değerleri.



Şekil 3.13 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet 2 yönlü deprem yer hareketlerinin spektral yerdeğiştirme değerleri.



Şekil 3.14 : Çalışmada kullanılan DD-2 spektrumu ile uyumlu 11 adet deprem yer hareketlerinin spektral ivme bileşkelerinin ortalaması.

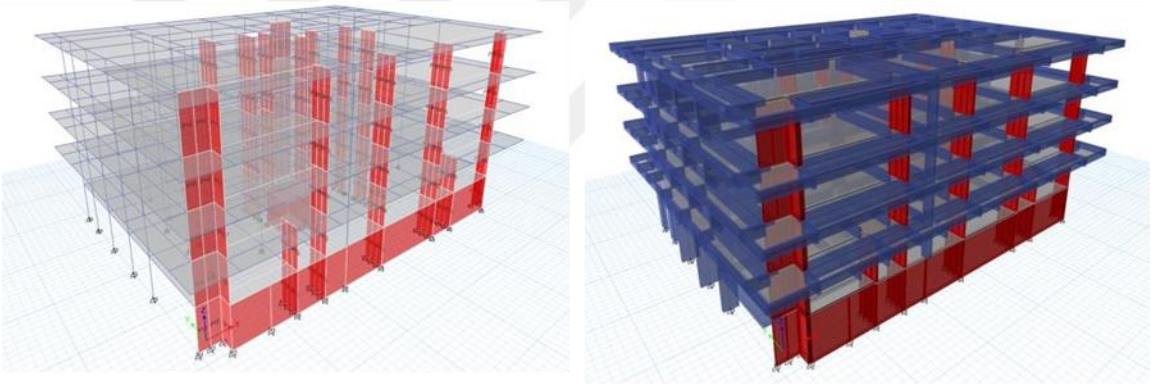
Çizelge 3.9 : Çalışmada kullanılan deprem kayıtları.

No	Deprem	Yıl	Deprem Büyüklüğü	Fay Mekanizması	İstasyon Adı	Deprem Merkezine Uzaklık	VS30	Ölçek Katsayısı DD2 - DD3		Kullanılabilir En düşük frek.	Kayıt İsmi (H1) (H2)
1	San Fernando	1971	6.61	Ters	Pasadena-Old	21.5	969.07	1.40	1.09	0.625	RSN80 SFERN (PSL18)0.AT2) (PSL270.AT2)
2	Coalinga-01	1983	6.36	Ters	Slack Canyon	27.46	648.09	1.32	0.55	0.25	RSN3 COALINGAH (H- SCN045.AT2) (H- SCN15.AT2)
3	Loma Prieta	1989	6.93	Ters Oblik	Gilroy Array	18.33	663.31	1.19	0.47	0.1625	RSN769 LOMAP (G06000.AT2) (G06090.AT2)
4	Northridge- 01	1994	6.69	Ters	LAWonderland	20.29	1222.52	1.54	0.75	0.175	RSN1011 NORTHR (WON095.AT2) (WON185.AT2)
5	Northridge-01	1994	6.69	Ters	Lake Hughes	25.36	670.84	1.69	0.77	0.175	RSN1023 NORTHR (L09000.AT2) (L09090.AT2)
6	Kocaeli_ Turkey	1999	7.51	Doğrultu Atım	Gebze	10.92	792	1.04	0.28	0.1	RSN1161 KOCAELI (GBZ000.AT2) (GBZ270.AT2)
7	Kocaeli_ Turkey	1999	7.51	Doğrultu Atım	Izmit	7.21	811	0.92	0.27	0.125	RSN1165 KOCAELI (IZT180.AT2) (IZT090.AT2)
8	Chuetsuoki_Japan	2007	6.8	Ters	Tokamachi	28.75	640.14	1.74	0.52	0.05	RSN4844 CHUETSU (65007NS.AT2) (65007EW.AT2)
9	Chuetsuoki-Japan	2007	6.8	Ters	Kawaguchi	29.25	640.14	1.31	0.51	0.0625	RSN4869 CHUETSU (65042NS.AT2) (65042EW.AT2)
10	Darfield_NZ	2010	7	Doğrultu	LPCC	25.67	649.67	0.87	0.34	0.125	RSN6928 FIELD (LPCCN80E.AT2) (LPCCS10E.AT2
11	Christchurch_ NZ	2011	6.2	Ters Oblik	MQZ	16.13	649.67	2.25	1.00	0.025	RSN8110 CCHURCH (MQZE.AT2) (MQZN.AT2)

4. MEVCUT YAPININ TAŞIYICI SİSTEM MODELLENMESİ VE PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

4.1 **Taşıyıcı Sistem Modeli**

Modellemeye geçilmeden önce yukarıdaki bölümlerde yapıyla ilgili tüm teknik detaylar ve hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Mevcut yapının özellikleri, malzeme cinsi, maruz kaldığı yükler, zemin özellikleri, deprem kuvvetleri göz önünde bulundurularak mevcut yapının üç boyutlu sayısal modeli oluşturulmuştur. Yapı analizlerini bilgisayar aracılığı ile yapmak adına ETABS yapısal analiz programından yararlanılmıştır. Oluşturulan üç boyutlu sayısal model Şekil 4.1'de görülmektedir.

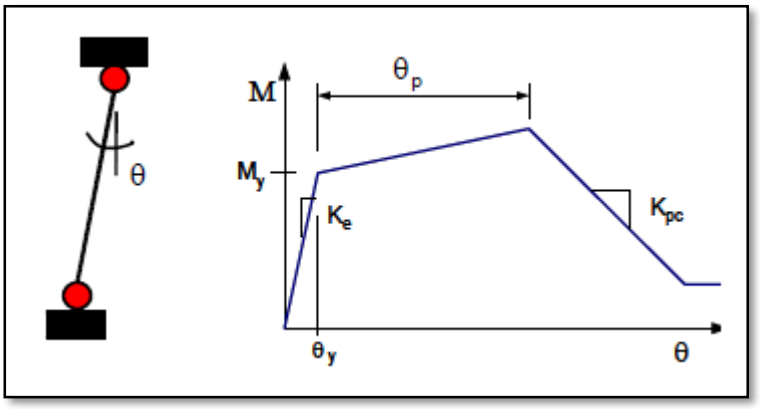


Şekil 4.1 : Binanın üç boyutlu sayısal modeli [ETABS].

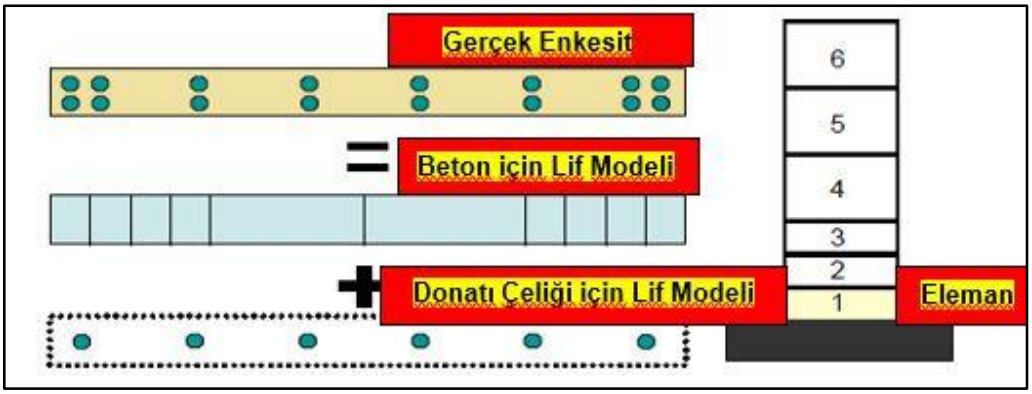
4.1.1 **Doğrusal olmayan hesap modeli için uygulanan adımlar**

- Performansa dayalı deprem hesabı için mevcut yapının bina önem katsayısı, I =1.0 olarak belirlenmiştir.
- Mevcut yapıdaki tüm sistem elemanları için etkin kesitlik rijitlikleri hesaplanmış ve ETABS analiz programına tanımlanmıştır.
- Kolon ve kiriş elemanların etkin kesitlik rijitlikleri SAP2000 programı aracılığı ile yönetmelikteki kurallar takip edilerek hesaplanmış ve ETABS programına her eleman için tanımlanmıştır.
- Kiriş ve kolonlar sonlu çubuk elemanlar olarak tanımlanmıştır.

- Döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir.
- Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezine tanımlanmıştır.
- Gerekli yük kombinasyonları ve deprem yükleri ayrı ayrı tanımlanmıştır.
- Doğrusal olmayan davranış modeli için çubuk eleman olan kolon ve kirişlerde Yığılı Plastik Davranış Modeli kullanılmıştır. Kullanılan model kapsamında çubuk elemanların iki ucuna plastik mafsallar tanımlanmıştır. Şekil 4.2'de yığılı plastik davranış modeli şematik olarak görülmektedir.
- Doğrusal olmayan davranış modeli için perde elemanlarda betonun yeteri kadar küçük hücrelerle, çelik donatı çubuklarının ise tekil olarak modellendiği ve bir hücrede doğrusal olmayan eksenel gerilme birim şekil değiştirme bağıntılarının çevrimsel olarak göz önüne alınabildiği kesit hücresi (lif) modeli kullanılmıştır. Şekil 4.3'de perde elemanlar için kesit hücresi lif modeli şematik olarak gösterilmiştir.
- Sistem elemanları için atanan plastik mafsallar farklılık göstermektedir. Kolon elemanlarda P-M2-M3 plastik mafsalı tanımlanırken kiriş elemanlarda M3 plastik mafsal özelliği tanımlanmıştır.
- Özel durumlar haricinde, bina çevresindeki bodrum perdelerine ve bina döşemelerinin doğrusal olmayan modellemesinin gerekli olmaması gerekçesiyle bodrum katta bulunan bina çevresindeki perdeler ve tanımlanan tüm döşemeler için doğrusal olmayan modelleme uygulanmamıştır.



Şekil 4.2 : Yığılı plastik mafsal davranış modeli [13].

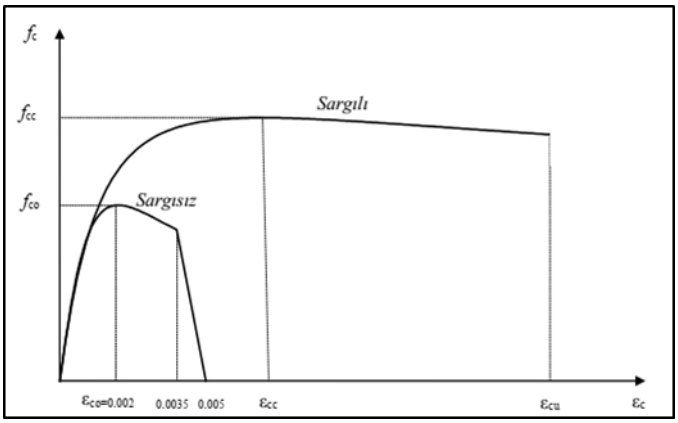


Şekil 4.3 : Betonarme perde duvarların lif elemanlar ile modelleri [13].

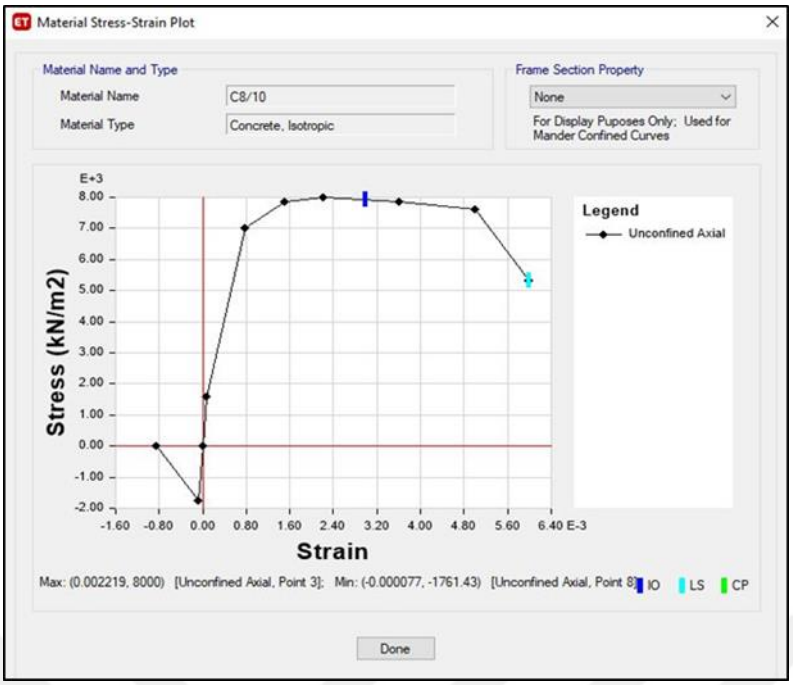
4.1.2 **Malzeme modellerinin tanımlanması**

4.1.2.1 **Doğrusal olmayan beton malzemesi modeli**

Mevcut betonarme binanın malzeme modelleri, analizi gerçekleştirdiğimiz yapısal analiz programı olan ETABS'e tanımlanmıştır. Bu süreçte doğrusal olmayan yapısal modelleme beton malzemesi için TBDY-2018 Ek-5A'da bulunan sargılı ve sargısız beton için gerilme ve şekil değiştirme bağıntıları dikkate alınmıştır. Ek olarak, Mander, J.B. Priestly, M.J.N. Park, R. (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. Journal of Structural Division (ASCE) makalesinden yararlanılmıştır. Sargılı ve sargısız beton için gerilme şekil değiştirme diyagramı Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4 : Sargılı-Sargısız beton gerilme-şekil değiştirme diyagramı [5].



Şekil 4.5 : C8 Betonu doğrusal olmayan malzeme modeli.

4.1.2.2 **Doğrusal olmayan çelik malzemesi modeli**

Doğrusal olmayan yapısal modelleme donatı çeliği malzemesi için TBDY-2018 EK-5A.2'de bulunan Denk. (4.1)'deki gerilme şekil değiştirme bağıntıları kullanılmıştır. Çizelge 4.1'de çeliklere ait bilgiler verilmiştir.

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

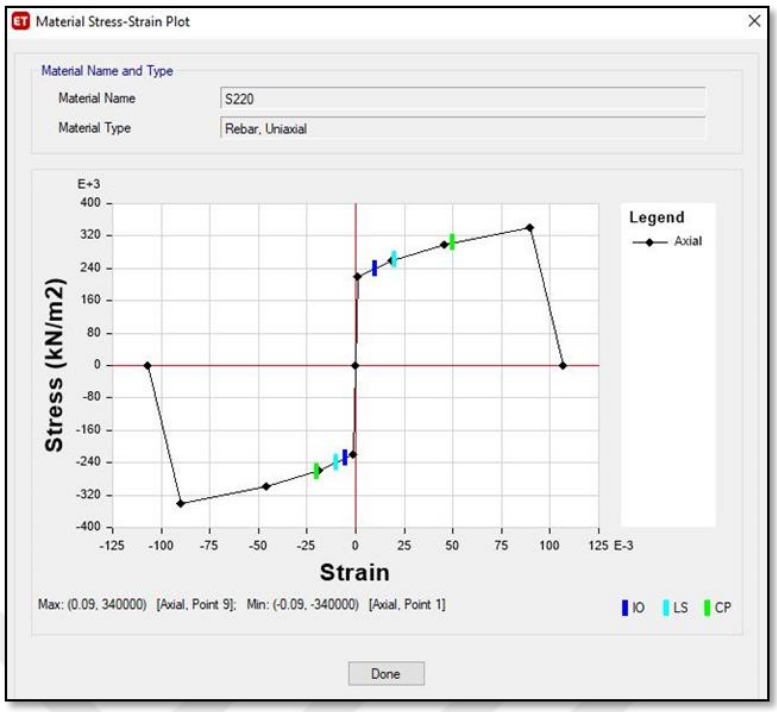
$$f_s = f_{sy} \qquad \varepsilon_{sy} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh} \tag{4.1}$$

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

Donatı çeliğinin elastik modülü Es=2x10^5 Mpa'dır

Çizelge 4.1 : Donatı çeliği için gerilme ve şekil değiştirme değerleri.

Kalite	f_{sy} (Mpa)	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} f_{sy}
S220	220	0.0011	0.011	0.12	1.20
S420	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B420C	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B500C	500	0.0025	0.008	0.08	1.15 - 1.35



Şekil 4.6 : S220 Çeliği doğrusal olmayan analiz modeli.

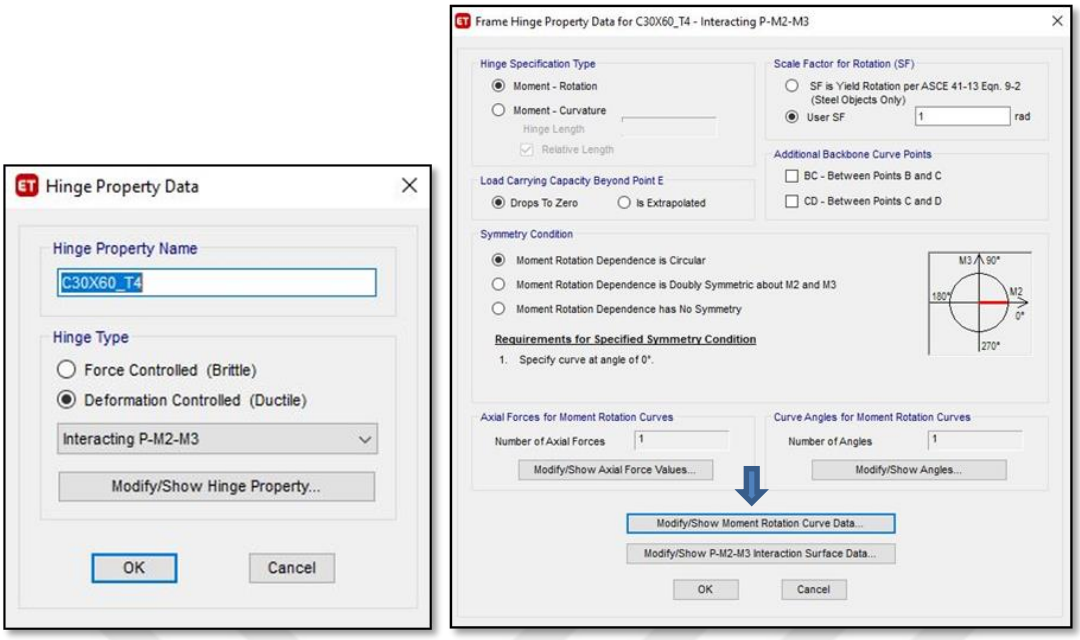
4.1.3 **Kolon ve kiriş elemanlar için davranış modelleri**

Kolon ve kiriş elemanlar, çerçeve sonlu elemanlar olarak model oluşturulacaktır. Nonlineer davranış sistem elemanlarının uçlarında belirlenen plastik şekil değiştirme kısımlarında, yayılı plastik davranış modelleri veya yığılı plastik davranış modelleri kullanılabilir. Mevcut projede kolon ve kiriş elemanlar için yığılı plastik mafsal kullanımı tercih edilmiştir.

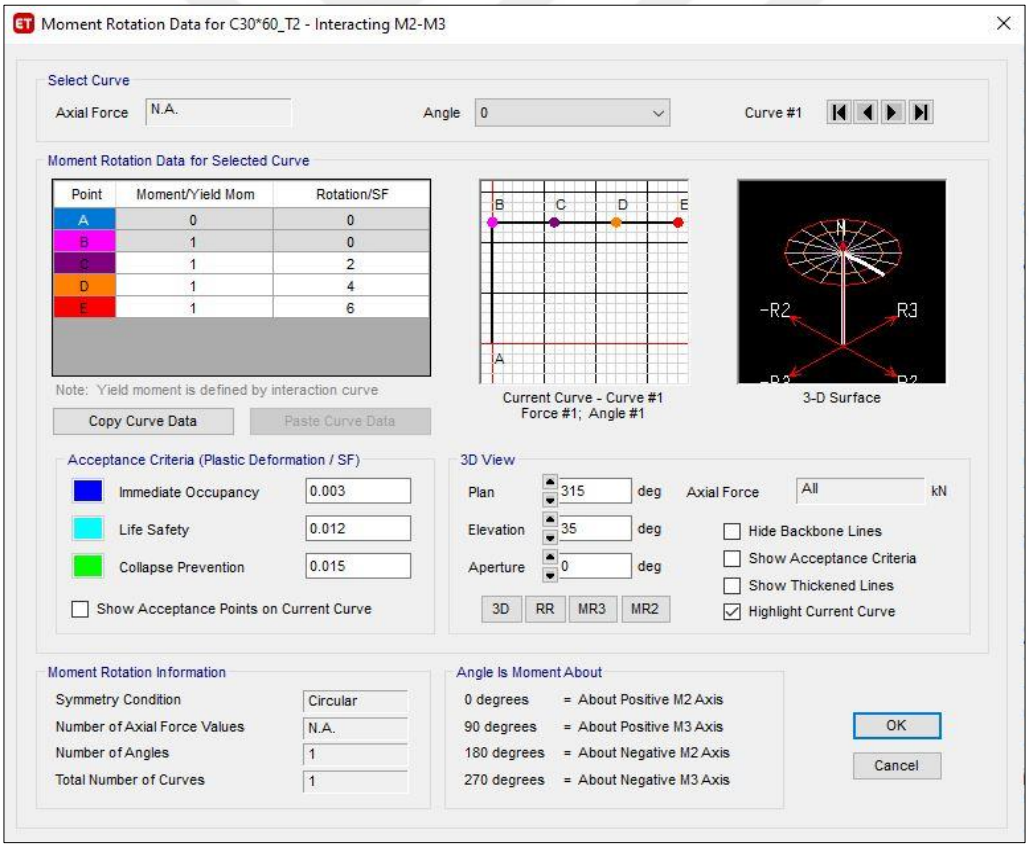
Kolon ve kiriş elemanlar için tanımlanan plastik mafsallar, kolon ve kirişlerin iki ucuna atanmıştır. Plastik mafsallar arasında kalan kolon ve kiriş elemanlar uzunluk boyunca doğrusal elamanlar olarak modellenmiştir.

4.1.3.1.1 Kolon elemanlar için davranış modeli

Mevcut projedeki tüm kolon elamanlar için P-M2-M3 plastik mafsal tanımlanmış ve ilgili yerlere atanmıştır. Plastik mafsalların ETABS programı üzerinde tanımlanması görsellerle detaylandırılmıştır. Şekil 4.7'de ETABS programı üzerinde kolon elemanlara plastik mafsal tanımlama işlemi adım adım gösterilmiştir. Şekil 4.8'de tanımlanan plastik mafsalların program üzerinde özellikleri gösterilmiştir.



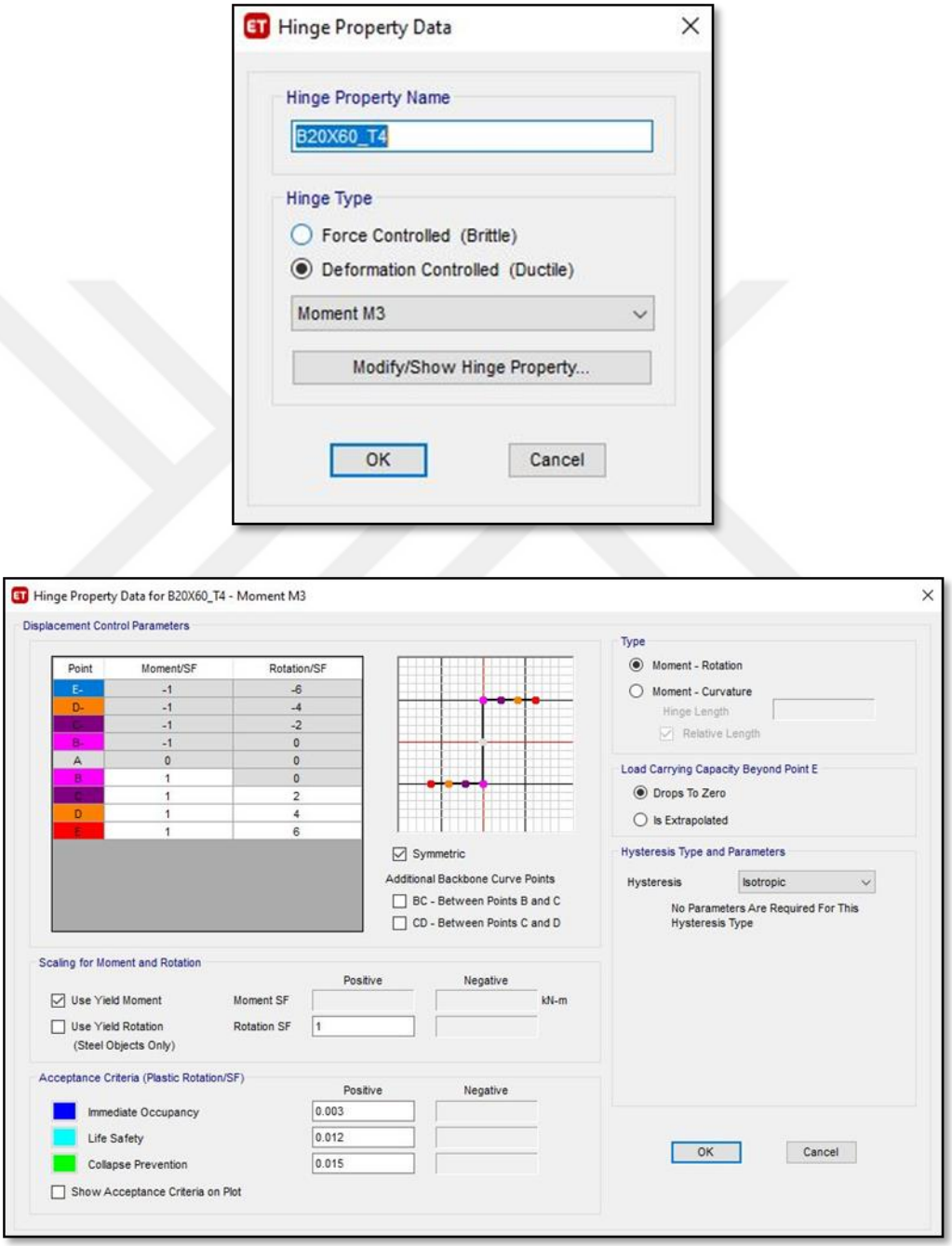
Şekil 4.7 : ETABS programı üzerinde plastik mafsal tanımlama.



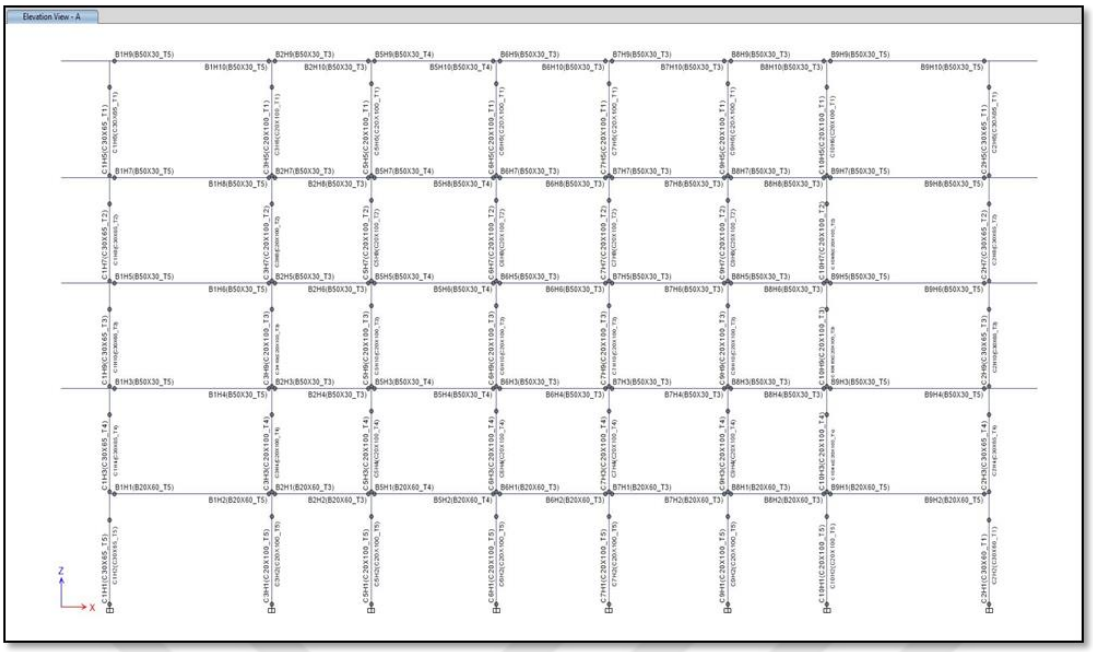
Şekil 4.8 : Kolon P-M2-M3 plastik mafsal özelliklerinin gösterimi.

4.1.3.2 **Kiriş elemanlar için davranış modeli**

Mevcut projedeki konsol ve ara kirişler haricindeki tüm kirişler için moment-eğrilik (M3) plastik mafsalları oluşturulmuş ve kiriş elemanlara atanmıştır. Plastik mafsalların ETABS programı üzerinde tanımlanması görsellerle detaylandırılmıştır. Şekil 4.9'da kiriş elemana tanımlanan plastik mafsal ve özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.9 : Kirişlerde M3 plastik mafsal özelliklerinin gösterimi.



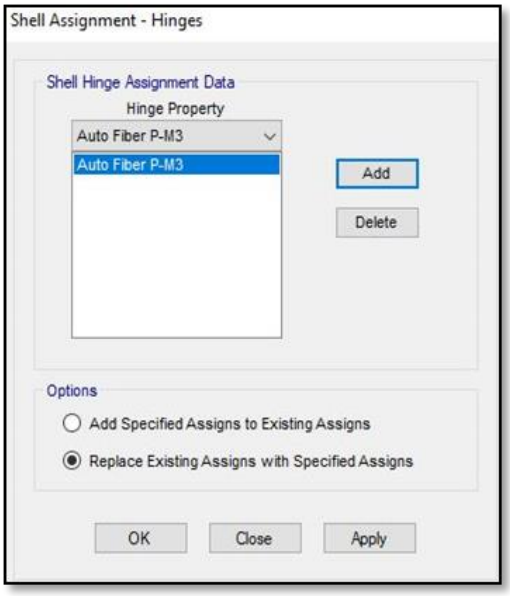
Şekil 4.10 : Plastik mafsalların model üstünde görünümü.

Plastik mafsallar, mevcut projede bulunan taşıyıcı betonarme çubuk elemanların her iki ucuna atanmıştır. Plastik mafsalların ETABS programı üzerinde tanımlanma aşamaları Bölüm 3.2'de detaylı şekilde adım adım gösterilmiştir.

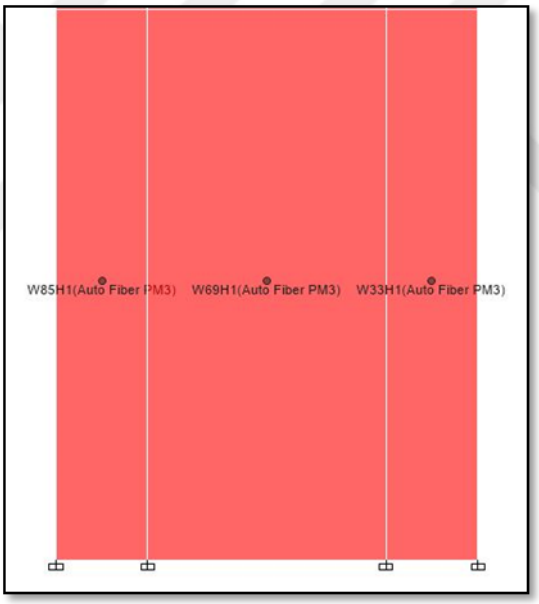
Mevcut proje için tanımlanan plastik mafsal türleri TBDY-2018 (Bölüm 5.3)'deki esaslar takip edilerek belirlenmiştir. Bölüm 2.6'da doğrusal olmayan davranış modellerinden detaylı olarak bahsedilmiştir.

4.1.3.3 **Perde elemanlar için davranış modeli**

Mevcut projedeki betonarme perdelerde doğrusal olmayan davranış modeli olarak yayılı plastik davranışa göre mafsal atanmıştır. ETABS programı içinde ''Section Designer'' kısmından perde kesitleri fiber elemanlara bölünmüştür. Perde elemanlar için lif (fiber) davranışını esas alan P-M3 plastik mafsalı oluşturulmuştur. Bodrum perdeleri için TBDY-2018 (Bölüm 5.4.4) dikkate alınarak doğrusal olmayan modelleme gerekli görülmemiştir. Bu elemanlar için TBDY-2018 (Tablo 4.2)'de verilen etkin kesitlik rijitlikleri ile eşdeğer doğrusal modelleme yapılmıştır. Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de perde elemanlar için tanımlanan plastik mafsalın türü ve özellikleri gösterilmiştir.



Şekil 4.11 : Perdelerde P-M3 plastik mafsal özelliklerinin tanımlanması.



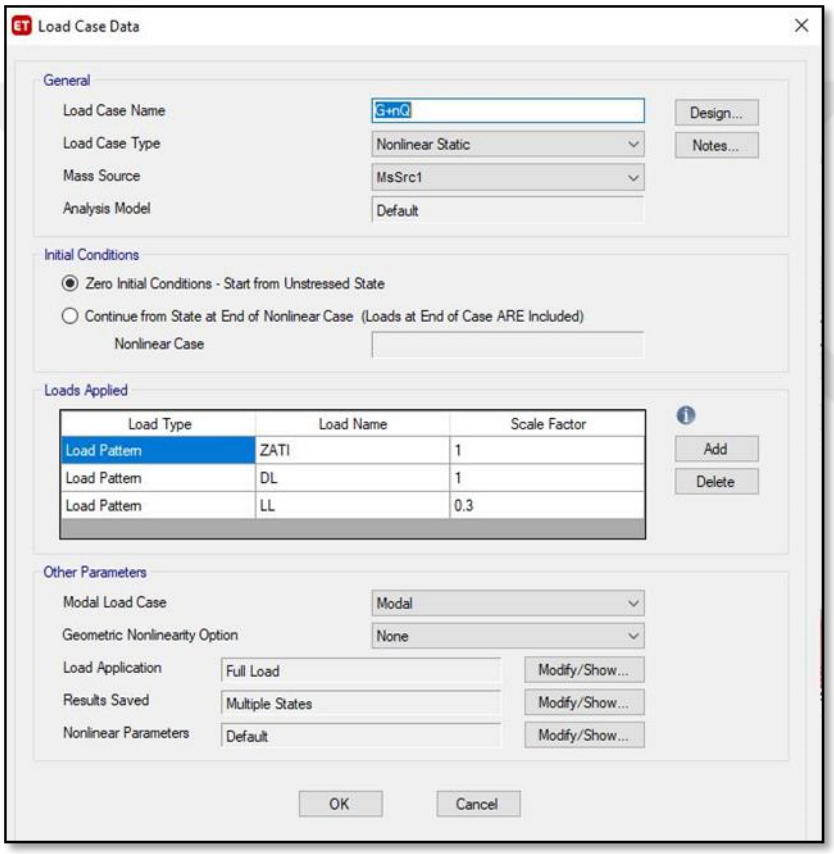
Şekil 4.12 : Perde elemanlara tanımlanan plastik mafsal görünüm.

4.1.4 Zaman tanım analizinde kullanılacak deprem yükü tanımlanması

Önceki bölümlerde yönetmelikteki adımlar takip edilerek elde edilen deprem kayıtları, 2 doğrultuda olacak şekilde ETABS analiz programına tanımlanmıştır. Mevcut deprem kayıtları yükleme aşamasında her deprem kaydının 2 doğrultudaki (x ve y doğrultuları) ivme değerlerini içerecek şekilde ETABS programına tanımlanmıştır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapmak için başlangıçta statik yükleme durumu tanımlanır. Bu yükleme modele etki eden sabit yükler ve hareketli yüklerin birlikte etkimesi ile oluşturulur. Hareketli yükler için hareketli yük katılım

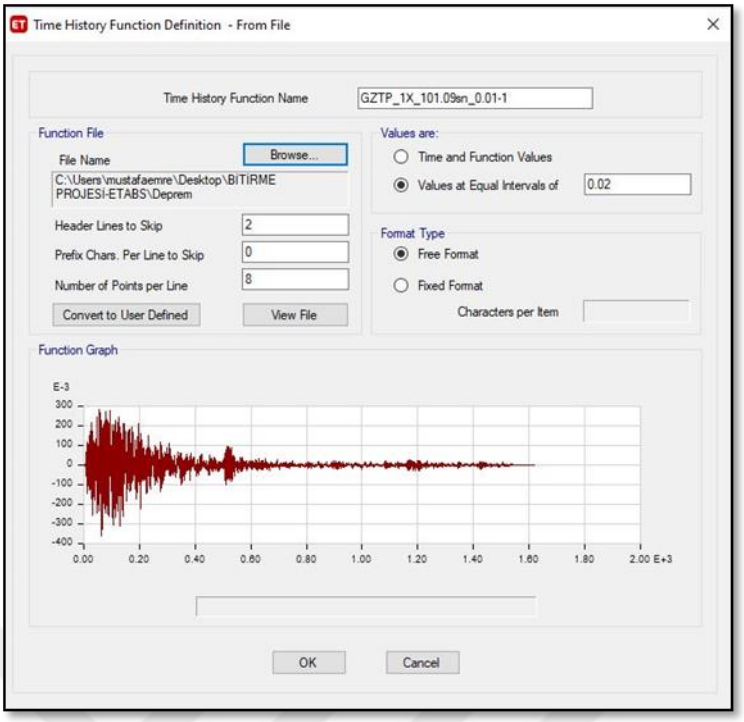
katsayısı kullanılmıştır. Başlangıç yük tanımlaması G+nQ olarak belirlenmiştir. Hareketli yük kütle katılım katsayısı "n" TBDY-2018 (Tablo 4.3) bölümünden mevcut projeye uygun olarak 0.3 alınmıştır. Başlangıç yük tanımlaması Şekil 4.13'de detaylı olarak ifade edilmiştir.

Mevcut projemizin deprem yüklemesi tanımlanırken ilgili deprem kaydının adım sayısı, adımlar arasındaki zaman farkı ETABS programına tanımlanmıştır. Deprem değerleri g cinsinden olmasından kaynaklı 9.81 ile çarpılarak ivme türünden değeri üzerinden hesaplamalar devam etmiştir. Şekil 4.14'de bir depreme ait yükleme detayları görsel olarak belirtilmiştir.

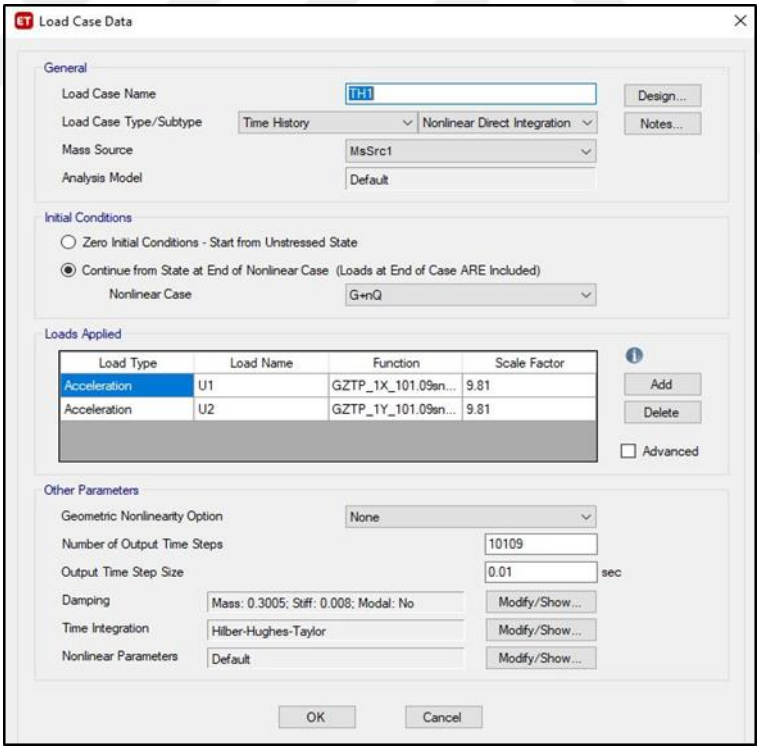


Şekil 4.13 : Doğrusal olmayan statik yükleme.

Deprem kayıtlarının programa girilmesi "Time History Function Definition" sekmesinden yapılır. Elde edilen deprem kayıtları ETABS programına X ve Y yönünde 22 adet olarak tanımlanmıştır. Şekil 4.15'de bir deprem örneği için tanımlama gösterilmiştir.



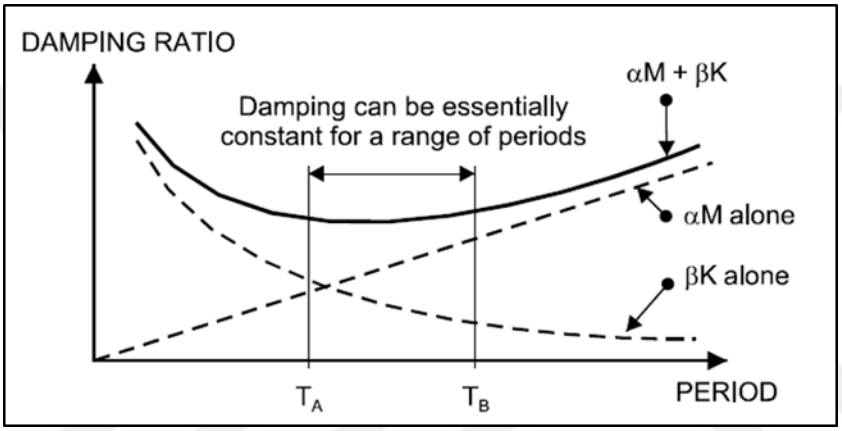
Şekil 4.14 : Ölçeklendirilmiş depremin doğu-batı bileşeni için veri girişi.



Şekil 4.15 : Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz için veri girişi.

4.1.5 **Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması**

Doğrusal entegrasyon yöntemleri zaman tanım alanında sismik davranışın hesaplanmasında doğrusal olmayan sistemlerde olanak sağlarlar. Doğrusal entegrasyon için Rayleigh sönümlenmesi, kütle ve rijitlik orantılı sönümlenmenin istendiği elemanlar için malzeme tanımında sönümlenme seçeneği ile tanımlanır. Modal dinamik analiz için Rayleigh sönümlenmesi, adım tanımındaki Modal sönümleme seçeneğine tanımlanır. Mevcut projede zaman tanım alanında doğrusal entegrasyon çözüm yöntemi ve rayleigh damping sönüm oranları kullanılmıştır. Şekil 4.16'da Rayleigh sönüm modeli şematik olarak gösterilmiştir.

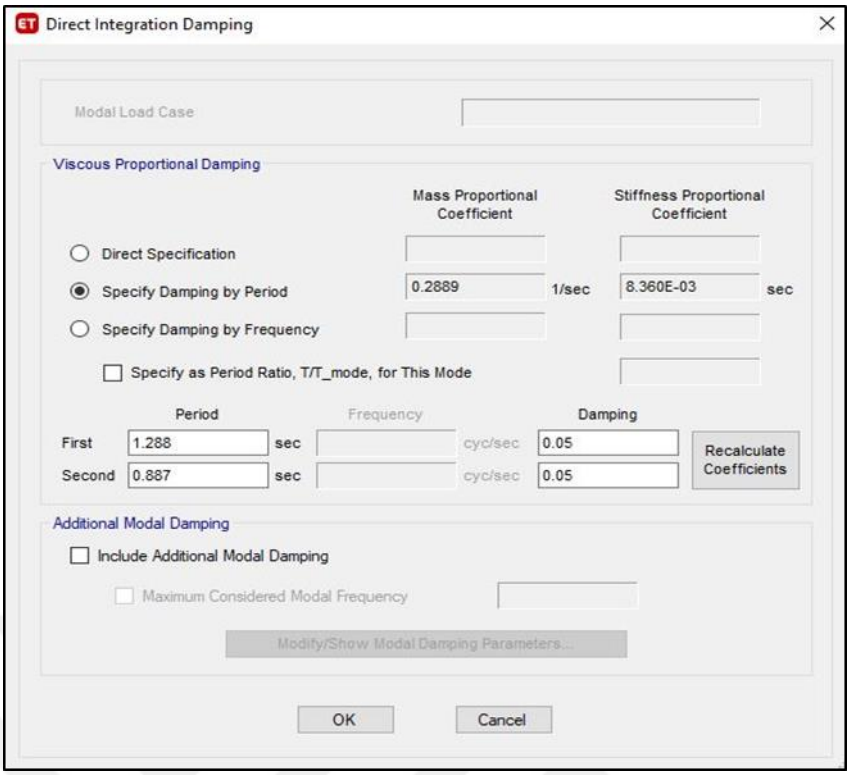


Şekil 4.16 : Rayleigh sönüm modeli [24].

Mevcut projeye ait 20 mod çözümü yapılmış kütle katılımlarının yönlere ait en çok modal-1 ve modal-2 de olduğu görülmüştür. Seçilen 1. mod ve 2. mod periyot değerleri ETABS programında ilgili yere tanımlanmış ve sönüm değeri hesaplanmıştır. Çizelge 4.2'de yapı periyotları detaylı olarak verilmiştir. Şekil 4.17'de yapı için seçilen sönüm periyotları detaylı olarak gösterilmiştir.

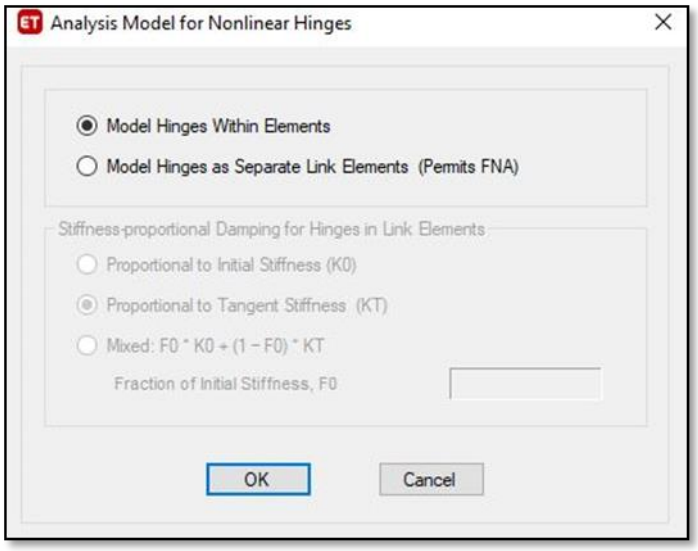
Çizelge 4.2 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları.

Durum	Mod	Periyot(s)	UX	UY	(Toplam) UX	(Toplam) UY
Modal	1	**1.288**	**0.3754**	0.0002	0.3754	0.0002
Modal	2	**0.887**	0.114	**0.3899**	0.4894	0.3902
Modal	3	0.873	0.1589	0.2602	0.6483	0.6503
Modal	4	0.308	0.0925	0.0011	0.7408	0.6515
Modal	5	0.2	0.0183	0.1763	0.7591	0.8278



Şekil 4.17 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları.

Deprem analizi öncesinde ETABS programımızda plastik mafsallar ile ilgili çözüm yöntemi için ‘’Model Hinges With Elements’’ seçeneğini uygulanmalıdır. Şekil 4.18’de ETABS programında ilgili bölüm gösterilmiştir.



Şekil 4.18 : Plastik mafsalların çözüm yöntemi için seçilen yöntem.

4.1.6 **Betonarme taşıyıcı elemanların etkin kesit rijitliklerinin belirlenmesi**

Doğrusal olarak modellenen perdelerin ve döşemelerin etkin kesit rijitlik çarpanları TBDY-2018 (Tablo 4.2) ile bulunmuştur. Çizelge 4.3'de detaylı olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.3 : Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri.

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
Perde- Döşeme (Düzlem İçi)	**Eksenel**	**Kayma**
Perde	0.5	0.5
Bodrum Perdesi	0.8	0.5
Döşeme	0.25	0.25
Perde- Döşeme (Düzlem Dışı)	**Eğilme**	**Kesme**
Perde	0.25	1.00
Bodrum Perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk Eleman	**Eğilme**	**Kesme**
Bağ Kirişi	0.15	1.00
Çerçeve Kirişi	0.35	1.00
Çerçeve Kolonu	0.70	1.00
Perde Eşdeğer Çubuk	0.50	0.50

Doğrusal olmayan davranış modellerinden, yığılı plastik davranışa göre modellenen kolon ve kiriş elemanların etkin kesit rijitlikleri TBDY-2018 (Denk. (5.2)) kullanılarak hesaplanır.

$$(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y}\frac{L_s}{3} \tag{4.2}$$

Denklem 4.2'de yer alan M y ve θy sırasıyla sistemdeki çubuk elemanların uçlarındaki plastik mafsalların etkin akma momentleri ile akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmelerini ifade etmektedir. Ls ise kesme açıklığı olarak tanımlanır; kolon ve kiriş elemanlarda açıklığın yarısı, perdelerde ise perde temiz açıklığının yarısı alınabilir. Denklemde yer alan θ_y, TBDY-2018 (Denk. (5.3)) kullanılarak hesaplanır.

$$\theta_y = \frac{\Phi_y L_s}{3} + 0.0015\eta\left(1 + 1.5\frac{h}{L_s}\right) + \frac{\Phi_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \tag{4.3}$$

Denklemde yer alan φ_y plastik mafsal kesitindeki etkin akma eğriliğini ifade etmektedir. Yönetmelikte belirtildiği üzere kolon ve kirişlerde η=1, perde elemanlarda ise η=0.5 değeri kullanılır. Akma durumundaki donatı sıyrılmasını ifade eden d_b kısaltması mesnede kenetlenen donatı çeliklerinin ortalama çaplarıdır. f_{ce}, betonun ortalama basınç dayanımını ifade ederken f_{ye} ise donatının ortalama akma dayanımını ifade eder.

TBDY-2018'deki esaslar doğrultusunda mevcut yapının kolon ve kiriş elemanlarının etkin kesit rijitlikleri hesabı için SAP 2000 programı kullanılarak çubuk elemanların kesitleri donatı detayları ile birlikte Section Designer kısmında tanımlanmıştır.

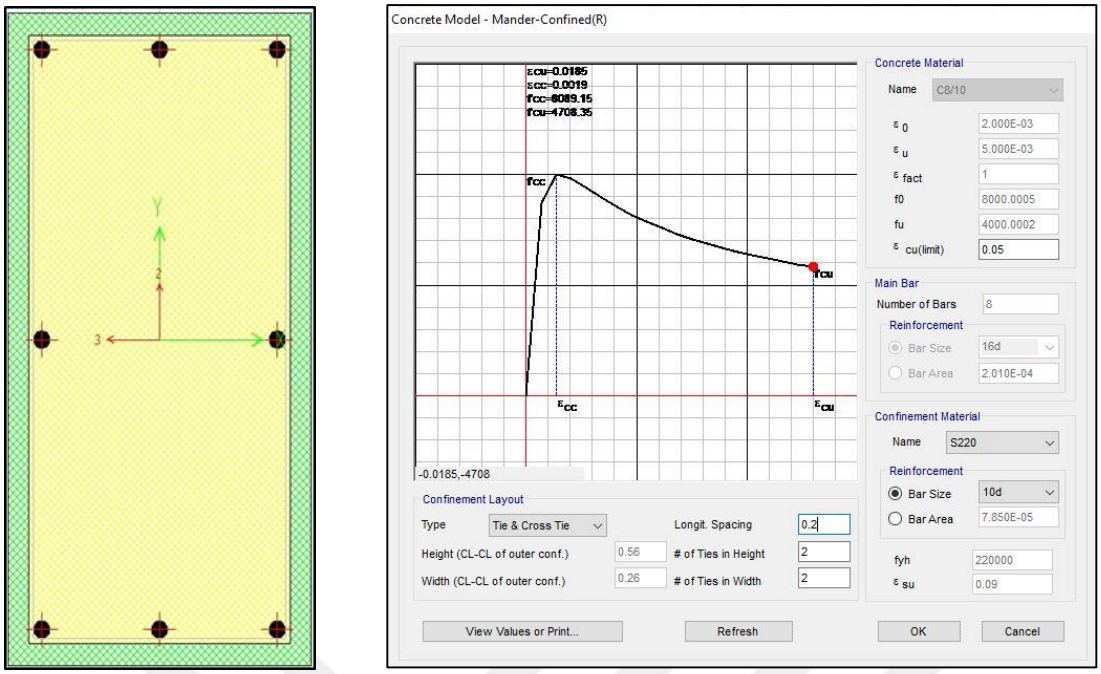
4.1.6.1 **Kolon elemanların etkin kesit rijitliklerinin bulunması**

Kolon elemanların M_y ve θ_y değerlerini bulmak için mevcut proje ETABS programında G+NQ yük kombinasyonu altında çözülmüştür. Bu analizden elde edilen kolon normal kuvvetler Section Designer bölümünde idealized model altında işlenmiş ve moment-eğrilik grafikleri elde edilmiştir. Her iki doğrultu içinde alınan sonuçlar yönetmelikte bulunan denklemler doğrultusunda hesaplanmıştır. Kolon etkin kesitlik rijitlikleri ETABS programında ilgili kolon kesitlere tanımlanmıştır. Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de kolon kesit detayları ve moment-eğrilik grafiği görsel olarak verilmiştir. Çizelge 4.4'de C30X60 kolonu rijitlik çarpanı hesabı detaylı olarak verilmiştir.

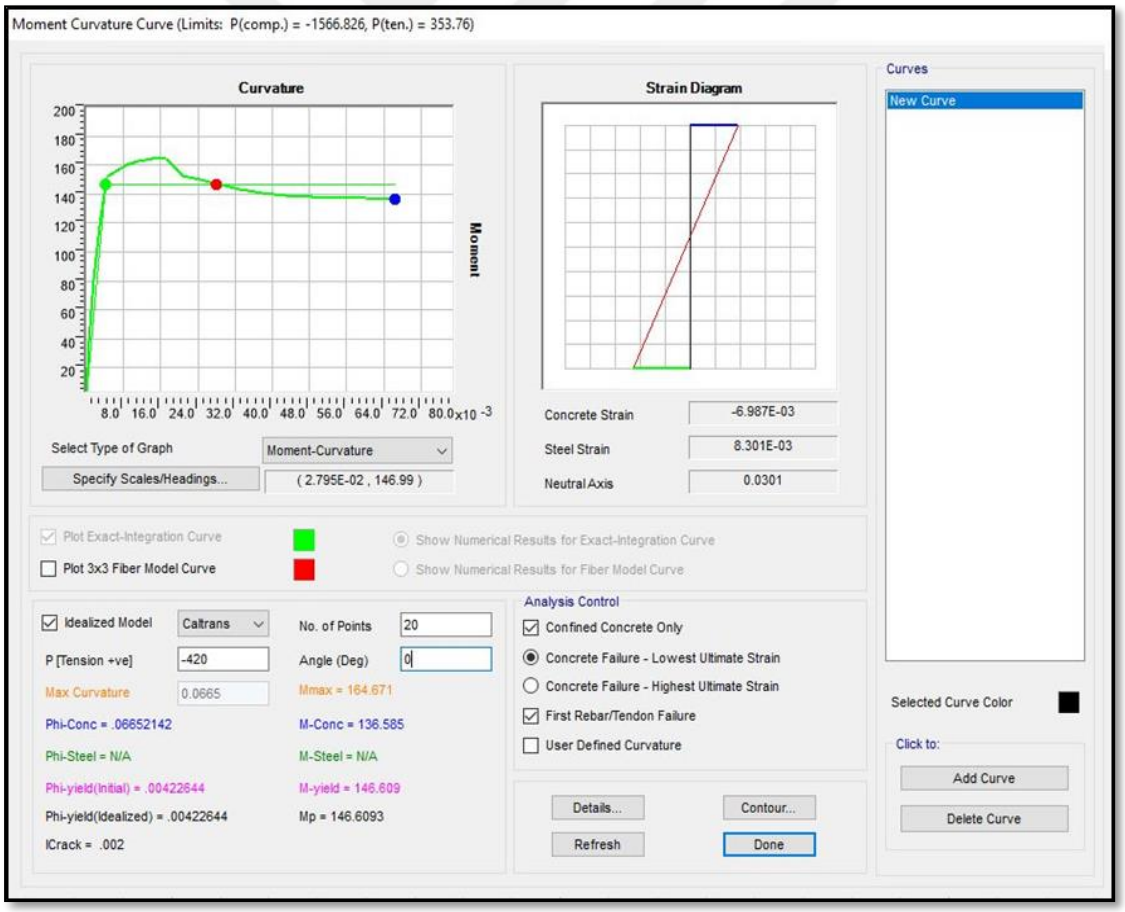
<u>Detaylı Hesap Örneği- Etkin Kesit Rijitliği Hesabı</u>

C30X60_T3 Kolon Örneği

- Kesit Boyutları: 30cmx60cm
- Boyuna Donatı: 8Ø16
- Etriye Donatı: Ø10
- Etriye Aralığı 30cm



Şekil 4.19 : C30X60 Kolon kesiti ve kolon etriye detayları.



Şekil 4.20 : C30X60 Kolonu kesit sonuçları ve moment- eğrilik grafiği.

Çizelge 4.4 : C30X60 kolonu rijitlik çarpanı hesabı.

Kolon (C30X60_T3)	Veriler	
E (kN/m2)	2300000	
N (g+nq) (kN)	420	
My (kNm)	146.609	71.059
Ls (m)	1.4	
ϕy (1/m)	0.00422	0.00934
η	1	
db (m)	0.016	
fye (Mpa)	220	
fce (Mpa)	8	
Θy	0.005094	0.007794
(EI)e	13431.450	4254.790
EI	124200	31050
Rijitlik Çarpanı	0.1081	0.1370

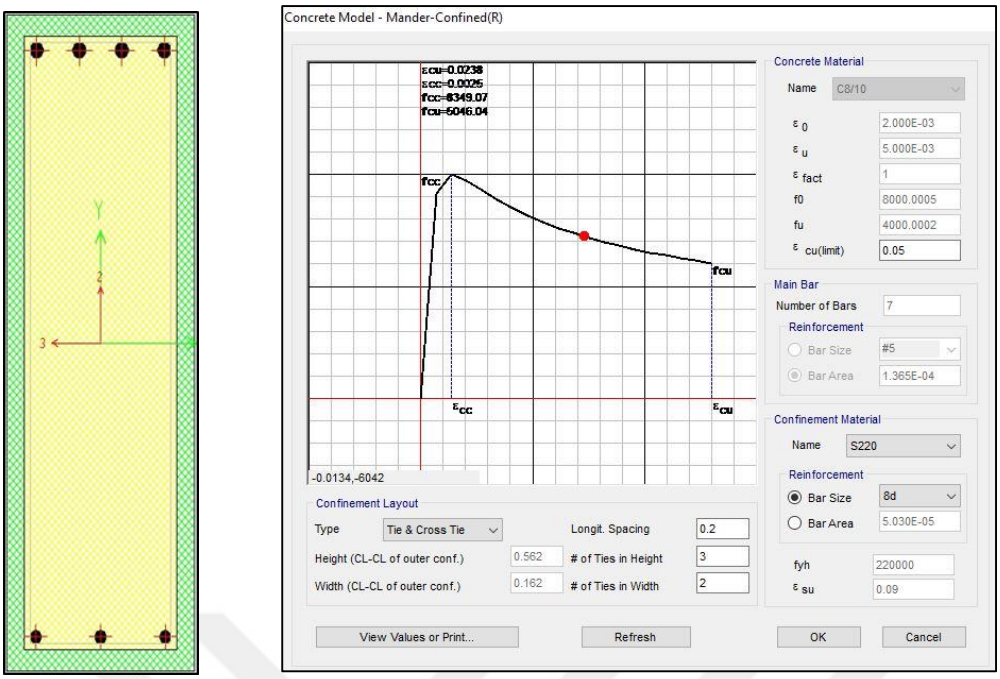
4.1.6.2 **Kiriş elemanların etkin kesit rijitliklerinin bulunması**

Kiriş elemanların M_y ve θ_y değerleri section designer kısmında idealized model uygulanarak 0^0-180^0 için moment-eğrilik grafiğinden alınmıştır. Her iki açı değeri içinde alınan sonuçlar yönetmelikteki denklemler takip edilerek kiriş etkin kesit rijitlikleri hesaplanmıştır. ETABS programında ilgili kiriş kesitlerine tanımlanmıştır. Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'de kolon kesit detayları ve moment-eğrilik grafiği görsel olarak verilmiştir. Çizelge 4.5'de B20X60 kirişi rijitlik çarpanı hesabı detaylı olarak verilmiştir.

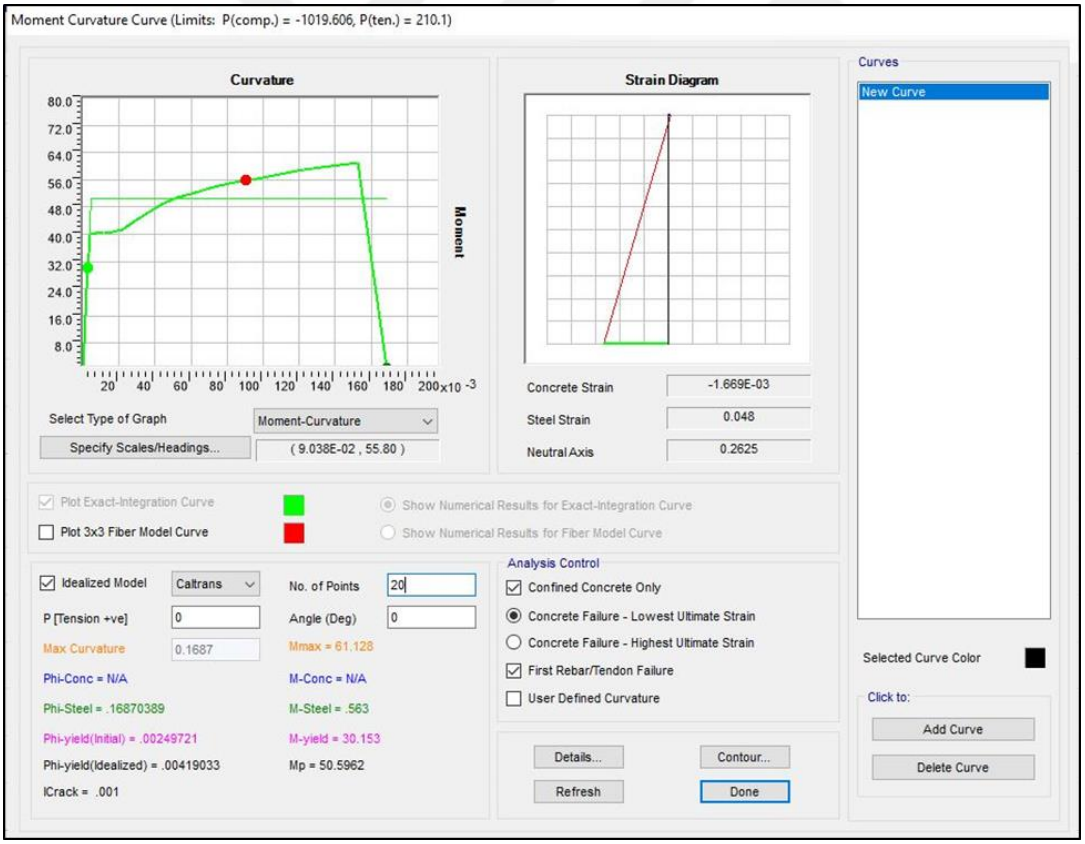
<u>Detaylı Hesap Örneği- Etkin Kesit Rijitliği Hesabı</u>

B20X60_T4 Kiriş Örneği

- Kesit Boyutları: 20cmx60cm
- Boyuna Donatı : 7Ø12
- Etriye Donatı: Ø8
- Etriye Aralığı 20cm



Şekil 4.21 : B20X60 Kiriş kesiti ve kiriş etriye detayları.



Şekil 4.22 : B20X60 Kirişi kesit sonuçları ve moment- eğrilik grafiği.

Çizelge 4.5 : B20X60 kirişi rijitlik çarpanı hesabı.

Kiriş (B20X60_T4)	Veriler	
E (kN/m2)	2300000	
My (kNm)	30.154	52.645
Ls (m)	2.75	
ϕy (1/m)	0.00419	0.00537
η	1	
db (m)	0.012	
fye (Mpa)	220	
fce (Mpa)	8	
Θy	0.00574	0.00675
(EI)e	3939.96	5845.92
EI	82800	82800
Rijitlik Çarpanı	0.04758	0.07060
Rijitlik Çarpanı Ort.	0.0591	

4.1.7 **Betonarme yapı elemanları için izin verilen şekil değiştirme ve iç kuvvet sınırlarının belirlenmesi**

Yayılı plastik davranış modeline göre hesaplanan donatı çeliği ve beton birim değiştirmeleri $\varepsilon_s^{(GÖ)}$ ve $\varepsilon_c^{(GÖ)}$ için izin verilen sınır değerleri TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1.1) kısmında bulunan denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için beton birim kısılması dikdörtgen kesitli kolon, kiriş ve perde elemanlarda TBDY-2018 (Denk 5.4a) kullanılarak hesaplanır.

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \tag{4.4}$$

Bu formüldeki ilk terim sargısız betonun birim kısalmasına karşılık gelirken, ω_{we} terimi ise etkin sarma donatısının mekanik donatı oranını ifade etmektedir. ω_{we} sırasıyla TBDY-2018 (Denk 5.4c - 5.4d) denklemleri kullanılarak bulunur.

$$\omega_{we} = a_{se}\rho_{sh,min}\frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \tag{4.5}$$

İlgili formül 4.5'de yer alan α_{se}, sargı donatısının etkinlik katsayısını, $\rho_{sh,min}$ dikdörtgen bir kesitte iki yatay doğrultuda hesaplanan hacimsel enine donatı oranının minimum olanını, f_{ywe} ise enine donatının ortalama akma dayanımını göstermektedir.

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum \alpha_i{}^2}{6b_0h_0}\right)\left(1 - \frac{s}{2b_0}\right)\left(1 - \frac{s}{2h_0}\right) \; ; \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} \tag{4.6}$$

İlgili formül 4.6'da yer alan α_i bir etriye kolu veya çiroz tarafından sabitlenen boyuna donatıların ekenleri arasındaki uzaklığı, b_0 ve h_0 sargılı beton kesiti genişlik ve yüksekliğini, s kesitteki enine donatı uzaklığını, A_{sh} kesitteki enine donatı alanını, b_k en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki dik doğrultuda olan uzaklığı göstermektedir.

Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için donatı çeliği birim şekil değiştirmesi denklem 4.7'de verilmiştir.

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\varepsilon_{su} \tag{4.7}$$

Bu denklemde ε_{su} donatı çeliğinin çekme dayanımına karşılık gelen birim uzamayı ifade eder.

Çizelge 4.6 : Beton birim şekil değiştirme hesabı için gerekli verilerin hesabı.

C30X60 Kolonu		B20X60 Kirişi	
Kesit genişliği	b =30 cm	Kiriş genişliği	b= 20 cm
Kesit yüksekliği	h =60 cm	Kiriş yüksekliği	h= 60 cm
Paspayı	d_p =2.5 cm	Paspayı	d_p =2.5 cm
Boyuna donatı merkezinden paspayı	d_m =4.3 cm	Boyuna donatı merkezinden paspayı	d_m =4.4 cm
Etriye merkezinden paspayı	d_0 =3 cm	Etriye merkezinden paspayı	d_0 =3.1 cm
Etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını	b_0 =24 cm	Etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını	b_0 =13.8 cm
Etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını	h_0 =54 cm	Etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını	h_0 =53.8 cm
Etriye aralığı	s =20 cm	Etriye aralığı	s =20 cm
En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık	b_{kx} =24 cm	En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık	b_{kx} =13.8 cm
En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık	b_{ky} =54 cm	En dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık	b_{ky} =53.8 cm

Çizelge 4.6 (devamı): Beton birim şekil değiştirme hesabı için gerekli verilen hesabı.

C30X60 Kolonu		B20X60 Kirişi	
Bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık	$(\sum ai^2)_x$ = 457cm	Bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık	$\sum ai^2$= 125.44cm
Bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık	$(\sum ai^2)_y$= 2641cm		

Çizelge 4.7 : Örnek kolon ve kiriş için beton birim şekil değiştirme hesabı.

Kolon	C30X60	Kiriş	B20X60
$(\sum a_i^2)_x$	457.96	$(\sum a_i^2)_x$	125.44
$(\sum a_i^2)_y$	2641.96	b_0	13.8
b_0	24	h_0	53.8
h_0	54	s	25
s	30	$(A_{sh})_x$	2.261
$(A_{sh})_x$	1.5708	$(b_k)_x$	53.8
$(A_{sh})_y$	1.5708	$(\rho_{sh})_x$	0.001681
$(b_k)_x$	54	$(\alpha_{se})_x$	0.070279
$(b_k)_y$	24	$\rho_{sh,min}$	0.001681
$(\rho_{sh})_x$	0.00097	f_{ywe}	264
$(\rho_{sh})_y$	0.002182	f_{ce}	10.4
$(\alpha_{se})_x$	0.254883	$(\omega_{we})_x$	0.002999
$(\alpha_{se})_y$	0.178815	$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(GÖ)x}}$	**0.005691**
$\rho_{sh,min}$	0.00097		
f_{ywe}	264		
f_{cw}	10.4		
$(\omega_{we})_x$	0.00627		
$(\omega_{we})_y$	0.00440		
$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(GÖ)x}}$	**0.00667**		
$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(GÖ)y}}$	**0.00615**		

Hesap adımlarını detaylı olarak göstermek adına seçilen bir kolon ve bir kiriş eleman için TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1)'de bulunan esaslar ve denklem takımları ile yukarıda gösterilen hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Beton toplam birim şekil değiştirmesi $\varepsilon_c^{(GÖ)}$ yönetmelikte belirtilen bölümdeki TBDY-2018 (Denk(5.4a- 5.4c - 5.4d - 5.4e)) denklem takımları kullanılarak her çubuk eleman için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İlgili denklem takımların Bölüm 4.8'de mevcuttur. Donatı çeliği toplam birim şekil değiştirmesi $\varepsilon_s^{(GÖ)}$ yönetmeliğin ilgili bölümündeki denklem 4.7 kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de hesap örneği detaylı olarak verilmiştir.

Her betonarme için belirlenen beton ve donatı çeliği birim şekil değiştirmeleri ile kesite etkiyen eksenel kuvvet dikkate alınarak SAP2000 programında gerçekleştirilen işlem sonrası göçme öncesi toplam eğrilik değerleri elde edilmiştir. Şekil 4.5'de ϕ_u (göçme öncesi toplam eğrilik) bulunmasına ilişkin detaylı gösterim mevcuttur.

- **Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi**

Yönetmelik TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1.2) belirtildiği üzere yığılı plastik davranış modelini esas alarak bulunan plastik dönmeler için izin verilen sınır değerleri, sistem elemanlarının kesitine etkiyen eksenel kuvvetle birlikte TBDY-2018 (Ek 5A)'da mevcut donatı çeliği ve beton modelleri alınarak elemanlar için eğrilik analizi yapılacaktır. Sonrasında TBDY 2018 (Denk (5.6 - 5.7 – 5.8)) ile izin verilen sınır değerleri hesaplanacaktır.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[\left(\phi_u - \phi_y\right) \times L_P \times \left(1 - 0.5\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\phi_u d_b\right] \quad (4.7)$$

Denklemde yer alan ϕ_u, bir önceki bölümde hesaplanan donatı çeliği ve beton şekil değiştirmeleri ile EK 5A mevcut beton ve donatı çeliği modelleri göz önünde bulundurularak ve eleman kesitine etkiyen eksenel kuvvet dahil edilerek gerçekleştirilen analizden bulunan göçme öncesi toplam eğriliği ifade etmektedir. Denklemde bulunan diğer terimler önceki bölümlerde tanımlanmıştır

- **Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi**

Yönetmelik TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1.3)'de verilen hesap yöntemleri ile bulunan donatı çeliği ve beton için izin verilen toplam birim şekil değiştirmeler $\varepsilon s^{(KH)}$ ve $\varepsilon_c^{(KH)}$ ile plastik dönme $\theta_p^{(KH)}$ sınırları, bir önceki kısımdaki bulunan değerlere bağlı olarak TBDY-2018 (Denk(5.7)) ile bulunmuştur.

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0.75 \times \varepsilon_c^{(GÖ)} \quad ; \quad \varepsilon_s^{(KH)} = 0.75 \times \varepsilon_s^{(GÖ)} \tag{4.8}$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75 \times \theta_p^{(GÖ)} \tag{4.9}$$

- **Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi**

Yönetmelik TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1.3)'de verilen hesap yöntemleri ile bulunan donatı çeliği ve beton içim izin verilen toplam birim şekil değiştirmeler $\varepsilon_c^{(SH)}$ ve $\varepsilon_s^{(SH)}$ TBDY-2018 (Denk (5.8)) ile bulunmuştur. Ayrıca SH Performans düzeyi için taşıyıcı sistemde plastik mafsal oluşumuna izin verilmeyecektir.

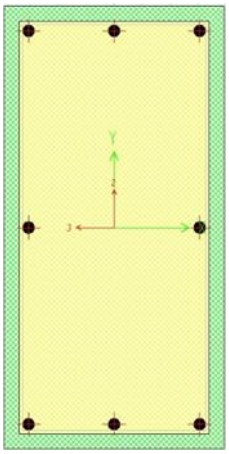
$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0.0025 \quad ; \quad \varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \tag{4.10}$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \tag{4.11}$$

Tüm kolon ve kirişler için yönetmelikte belirtilen denklemlerle çeşitli hasar sınırlarına göre belirlenen şekil değiştirme ve plastik dönme değerleri hesaplanmıştır. Seçilen bir kolon eleman için değerler detaylı olarak Çizelge 4.8'de verilmiştir. Tüm kolon ve kiriş için yapılan hesaplar Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de hesap adımları ve değerler verilmiştir. Çizelgelerin devamı ek kısmında verilmiştir. Şekil 4.23'de C30X60 kolonu kesit özellikleri görülmektedir. Şekil 4.24'de ise C30X60 kolonuna ait kesit sonuçları görseli mevcuttur.

İlerleyen bölümde detaylı olarak çizelgelerde görülecektir. Aşağıda hesap adımları, seçilen bir kolon eleman için detaylı olarak gösterilmiştir.

Detaylı Hesap Örneği (şekil değiştirme ve plastik dönme değerleri hesabı)



C30X60 Kolon

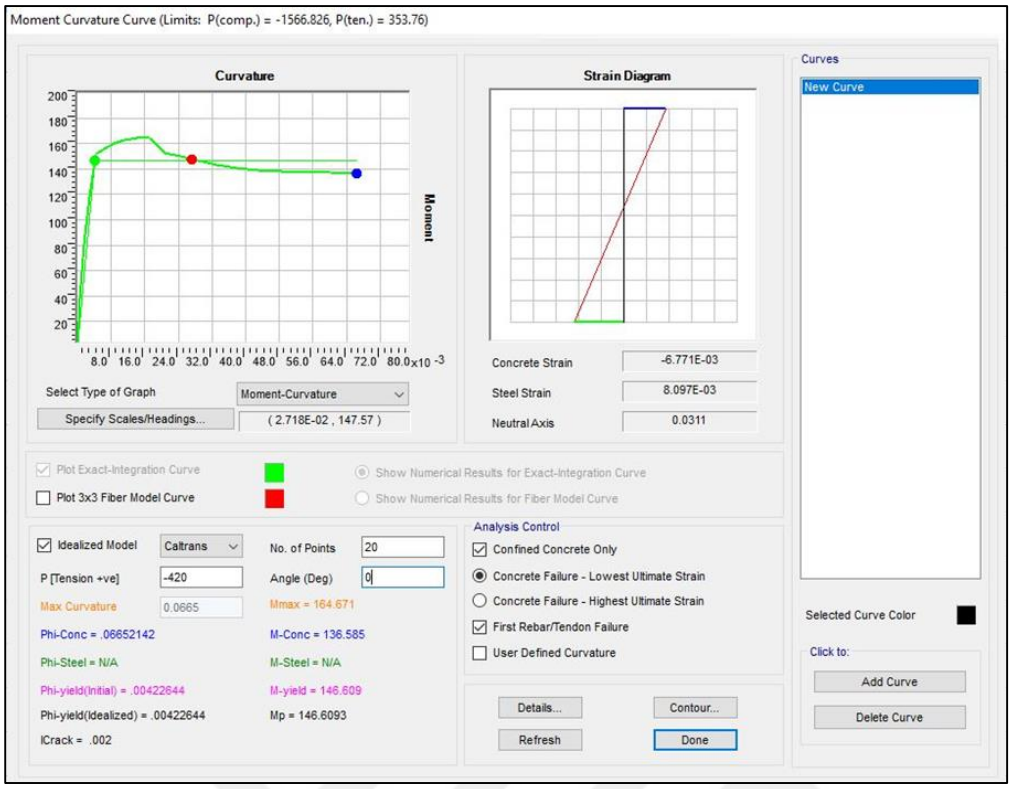
Malzeme :C8 Betonu / S220 donatı çeliği

Boyuna Donatı: 8 ϕ 16

Enine Donatı: ϕ10 / 20

Nd: 420 kN

Şekil 4.23 : C30X60 kolunu ve kesit özellikleri.



Şekil 4.24 : C30X60 Kolon elemana ait kesit sonuçları.

Çizelge 4.8 : Şekil değiştirme ve plastik dönme sınır değerleri.

C30X60 Kolon Kesiti Şekil Değiştirme ve Plastik Dönme Sınır Değerleri

E	23000000	f_{ce}	8 Mpa
L_s	1.4 m	$(EI)_e$	13431
N_d	420 kN	$(EI)_e$ / EI	0.1081
η	1	ε_{su}	0.012
EI	277754 kNm2	L_p	0.60/2 = 0.30 m
ϕ_y	: 0.004226 1/m	$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048
M_y	146.609 kNm	$\varepsilon_c^{(GÖ)}$	0.067
d_b	0.016m	$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036
f_{ye}	220 Mpa	$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075
Θ_y	0.00834 rad	$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0053 rad

Çizelge 4.9 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-1.

ELA.	C20X100_T1		C20X100_T2		C20X100_T3		C2X100_T4		C20X100_T5	
Kesit b [m]	0.20		0.20		0.20		0.20		0.20	
h [m]	1		1		1		1		1	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	160		350		500		650		800	
My (kNm)	192.79	35.102	233.65	47.541	266.99	52.141	311.67	63.45	323.56	68.81
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0026	0.01494	0.0027	0.0150	0.00275	0.0171	0.0029	0.0240	0.0033	0.0256
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0047	0.0118	0.0048	0.0111	0.0048	0.0124	0.0049	0.016	0.0052	0.0185
$(EI)_e$	21136	1533	22669	1980	25859	1950	29390	1762	570511	18860
EI	383333	15333	383333	15333	383333	15333	383333	13486	383333	15333
Rijitlik Ç.	0.0551	0.10	0.0591	0.1291	0.0675	0.1272	0.0767	0.1149	0.0809	0.1173
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10
ϕ_u (1/m)	0.0144	0.1070	0.0107	0.0628	0.0086	0.0512	0.0072	0.041	0.0062	0.0346
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0039	0.0110	0.0026	0.0060	0.00201	0.0046	0.0015	0.0031	0.0024	0.0022
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0029	0.0083	0.0020	0.00456	0.0015	0.0034	0.0011	0.0023	0.0018	0.0016
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 4.10 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-2.

ELA.	C100X20_T1		C100X20_T2		C100X20_T3		C100X20_T5		C100X20_T6	
Kesit b [m]	1		1		1		1		1	
h [m]	0.25		0.25		0.25		0.25		0.25	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	180		350		500		720		850	
My (kNm)	35.43	195.79	47.54	233.658	52.14	266.99	65.62	313.18	65.72	331.17
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0158	0.0026	0.0150	0.0027	0.0171	0.0027	0.0226	0.0031	0.0272	0.0036
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0124	0.0047	0.0112	0.0048	0.0124	0.0048	0.0158	0.0050	0.0196	0.0053
$(EI)_e$	1470.38	21375.8	1980	22689	1950	25858	1927	28917	1671	30960
EI	15333	383333	15333	383333	15333	383333	15333	383333	15333	383333
Rijitlik Ç.	0.0959	0.0558	0.1291	0.0592	0.1272	0.0675	0.1257	0.0754	0.1090	0.0808
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5	0.10	0.5
ϕ_u (1/m)	0.0089	0.013	0.0615	0.0105	0.0086	0.0051	0.0384	0.0103	0.0359	0.0057
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0089	0.0036	0.0059	0.0026	0.0045	0.0019	0.0028	0.0024	0.0022	0.0008
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0067	0.0027	0.0044	0.0019	0.0033	0.0015	0.0021	0.0018	0.0017	0.0006
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 4.11 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-3.

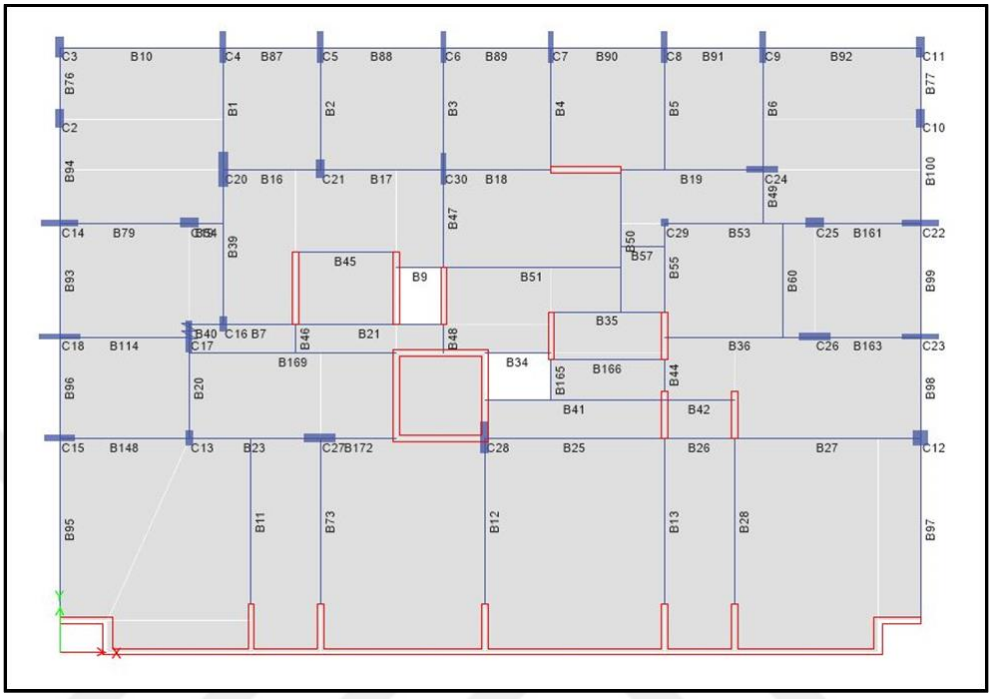
ELA.	C25X100_T1		C25X100_T2		C25X100_T3		C25X100_T4		C25X25_T1	
Kesit b [m]	0.25		0.25		0.25		0.25		0.25	
h [m]	1		1		1		1		0.25	
L (m)	3.1		3.1		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	181		350		535		700		80	
My (kNm)	184.47	50.65	222.55	60.13	271.98	71.65	344.22	90.08	18.05	18.05
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0026	0.0105	0.0027	0.011	0.0026	0.0112	0.0027	0.013	0.01166	0.01166
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.014	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0046	0.0086	0.0047	0.0085	0.0047	0.0086	0.0047	0.0103	0.0092	0.0092
$(EI)_e$	20498	3013	21966	3289	26982	3869	36211	4343	971	971
EI	479166	29947	479166	29947	479166	29947	479166	29947	7486	7486
Rijitlik Ç.	0.0428	0.1006	0.0458	0.1098	0.0563	0.1292	0.0756	0.1450	0.1297	0.1297
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.5	0.125	0.5	0.125	0.5	0.125	0.5	0.125	0.125	0.125
ϕ_u (1/m)	0.0253	0.119	0.0201	0.0769	0.0153	0.052	0.0125	0.0435	0.000152	0.000152
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.00091	0.00091
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0074	0.0136	0.0056	0.0084	0.0041	0.0054	0.0033	0.0045	0.036	0.036
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0055	0.0102	0.0042	0.0063	0.0030	0.0040	0.0024	0.0033	0.0024	0.0033
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 4.12 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-4.

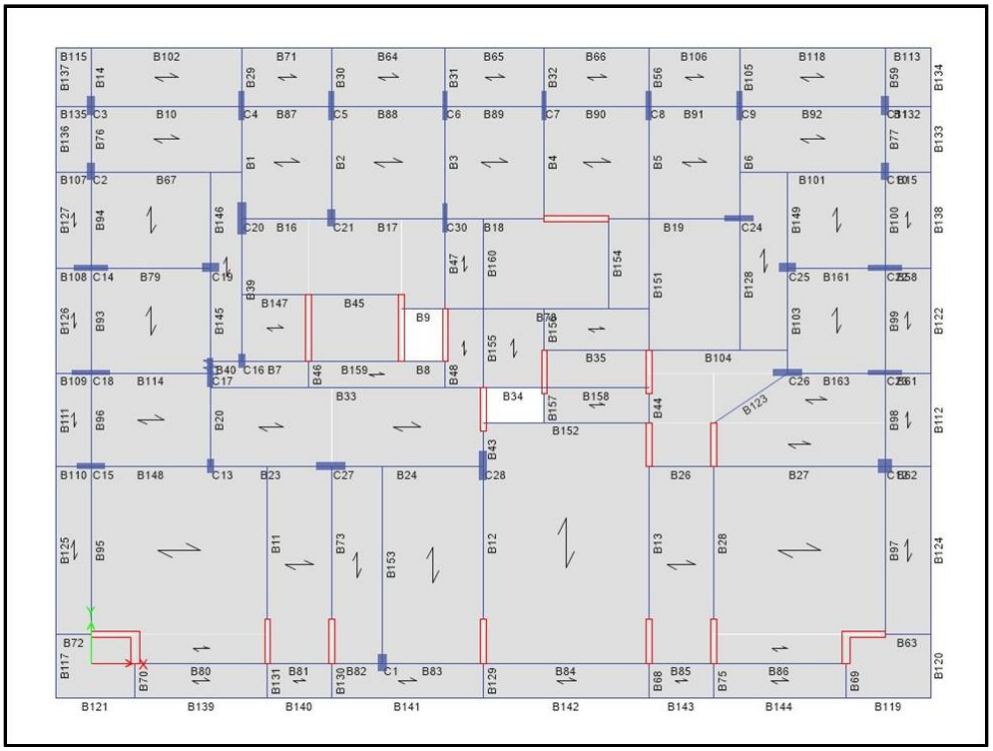
ELA.	C25X50_T1		C25X50_T2		C25X50_T3		C25X50_T4		C50X50_T6	
Kesit b [m]	0.25		0.25		0.25		0.25		0.5	
h [m]	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
L (m)	3.1		3.1		2.8		2.8		2.8	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	110		335		450		600		900	
My (kNm)	58.13	27.33	90.03	43.06	111.85	52.89	113.77	52.99	194.987	194.987
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.4	
ϕ_y(1/m)	0.0158	0.0026	0.0150	0.0027	0.0171	0.0027	0.0226	0.0031	0.00646	0.00646
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0059	0.0095	0.0056	0.0096	0.0060	0.0117	0.0079	0.0153	0.0063	0.0063
$(EI)_e$	5066	1474	7385	2091	8027	2103	7140	1721	14390	14390
EI	59895	14973	59895	14973	59895	14973	59895	14973	119791	119791
Rijitlik Ç.	0.0846	0.0985	0.1233	0.1397	0.1340	0.1405	0.1192	0.1150	0.1201	0.1201
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.25	0.125	0.25	0.125	0.25	0.125	0.25	0.125	0.25	0.25
ϕ_u (1/m)	0.0514	0.0480	0.0269	0.0528	0.0241	0.0467	0.0190	0.0360	0.1013	0.1013
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0091	0.0049	0.0043	0.0054	0.0037	0.0047	0.0024	0.0029	0.01926	0.01926
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0068	0.0036	0.0032	0.0040	0.0028	0.0035	0.0018	0.0022	0.0144	0.0144
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.1.8 **Mevcut yapı modellemesine ait kolon ve kiriş etiketleri**

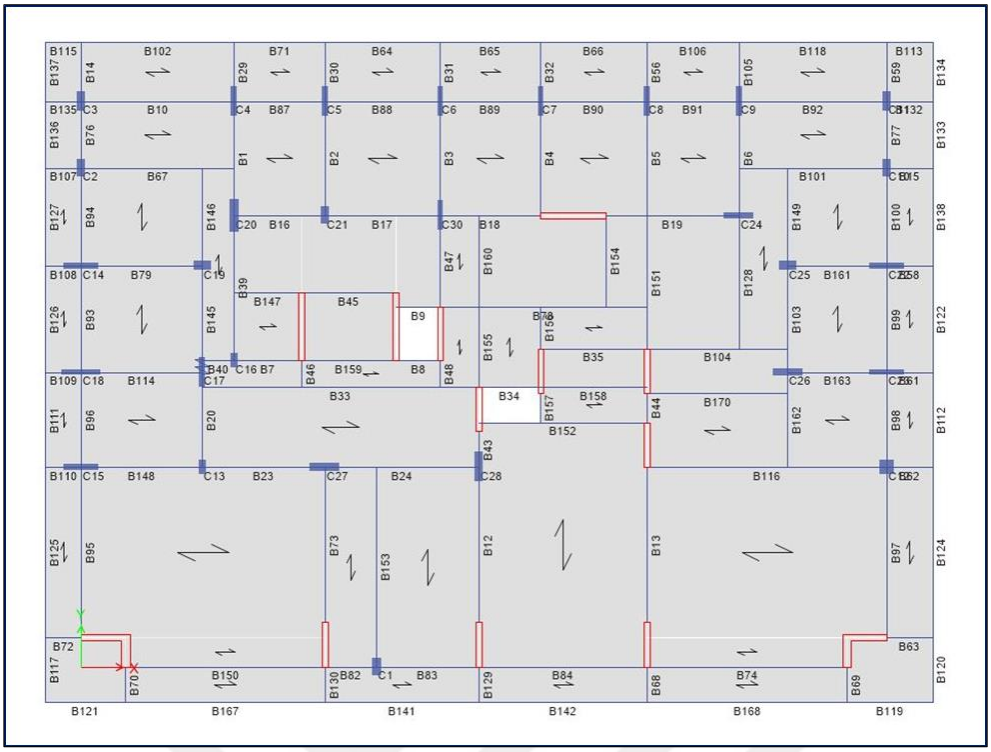
ETABS programında mevcut modellenen yapının taşıyıcı kolon ve kiriş eleman etiketleri her kat için Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.25 : Bodrum kat kolon ve kiriş eleman etiketleri.



Şekil 4.26 : Zemin kat kolon ve kiriş eleman etiketleri.



Şekil 4.27 : 1-2-3. Kat kolon ve kiriş eleman etiketleri.

4.1.9 **Kolon ve kiriş elemanlarda eğilme tipi hasar dağılımları**

Mevcut betonarme binanın kolon ve kiriş elemanlarında deprem kuvvetlerinin binaya her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilmesinden elde edilen en elverişsiz hasar dağılımları ve en elverişsiz plastik dönme değerleri 22 analiz sonucunda alınan verilerin mutlak değerce ortalamaları alınarak bulunur.

TBDY-2018'de tanımlanan ve elemanın plastik kesit oluşan her bir kesitindeki hasar sınırları: Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH), Göçme Öncesi Hasar (GÖ)

Her bir sınır duruma karşı gelen plastik dönme sınır değerleri $\theta_P^{(SH)}$, $\theta_P^{(KH)}$, $\theta_P^{(GÖ)}$ olarak tanımlanmaktadır.

Deprem analizleri sonucunda betonarme elemandaki en elverişsiz plastik dönme değeri $\theta_P^{(i)}$ olarak tanımlanmıştır. Göçme öncesi sınır değeri olan $\theta_P^{(GÖ)}$ daha önceki bölümlerde kolon ve kiriş eleman için hesaplanmıştır. Bu iki değerin birbirine oranı sonucu alınan sonuçlar, sınır değerler ile yapılacak karşılaştırma adımıyla birlikte taşıyıcı elemanların hasar dağılımları bulunur. İlgili formüller denklem (4.12-4.13-4.14)'de verilmiştir.

$$0 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \leq \frac{\theta_P^{(KH)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} = 0.75 \qquad \text{Kesit Belirgin Hasar Bölgesinde (BHB)} \tag{4.12}$$

$$0.75 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \leq \frac{\theta_P^{(G\ddot{O})}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} = 1 \quad \text{Kesit İleri Hasar Bölgesinde (İHB)} \tag{4.13}$$

$$1 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \qquad \text{Kesit Göçme Bölgesinde (GÖ)} \tag{4.14}$$

4.1.9.1 **Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Zaman tanım alanında analiz sonucu düşey taşıyıcı elemanlar için eğilme tipi hasar dağılımları belirlenmiştir. Hasar dağılımlarının belirlenmesi kapsamında her kat özelinde çoğu betonarme kolon elemanın hasarsız çıkmasından dolayı aşağıdaki çizelgelerde sadece hasar düzeyine sahip olan kolonlar belirtilmiştir. Bodrum kat kolonlarında hasar görülmemiştir. Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16'da diğer kat kolonları için hasar sınıfları ve hasar oranları detaylı olarak verilmiştir. Kolon hasar dağılımları her kat özelinde yüzdesel olarak Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Şekil 4.28, Şekil 4.29, Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de kolonların hasar dağılımları grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.13 : Zemin kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.021	BHB
C13	0.113	BHB
C28	0.024	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 4.14 : 1. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.042	BHB
C8	0.032	BHB
C13	0.124	BHB
C16	0.042	BHB
C17	0.037	BHB
C28	0.053	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 4.15 : 2. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

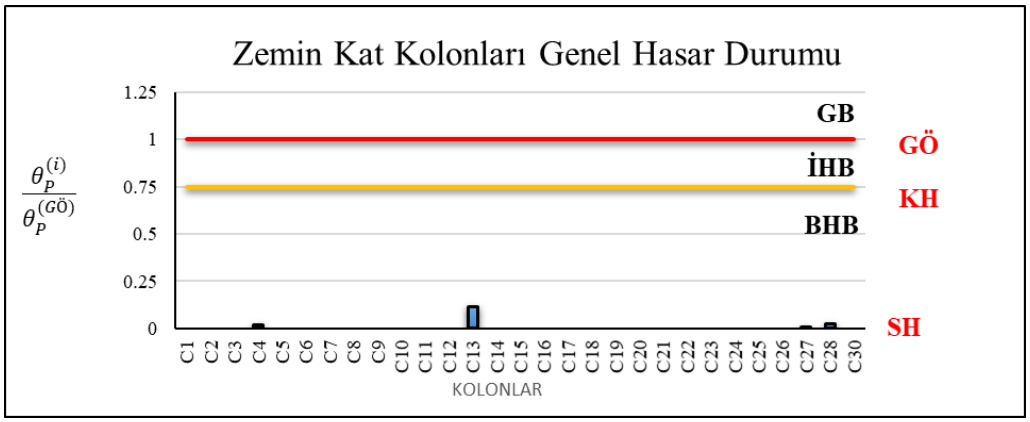
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.021	BHB
C13	0.045	BHB
C15	0.064	BHB
C17	0.029	BHB
C28	0.03	BHB
C21	0.001	BHB
C30	0.129	BHB
C27	0.009	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 4.16 : 3. Kat mevcut kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

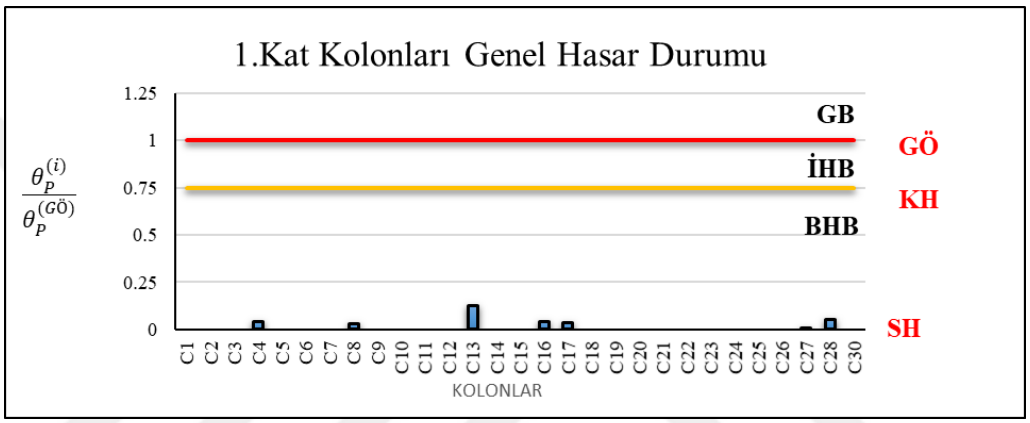
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.037	BHB
C5	0.048	BHB
C8	0.112	BHB
C11	0.023	BHB
C13	0.134	BHB
C15	0.072	BHB
C16	0.003	BHB
C21	0.001	BHB
C30	0.16	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 4.17 : Kolon elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].

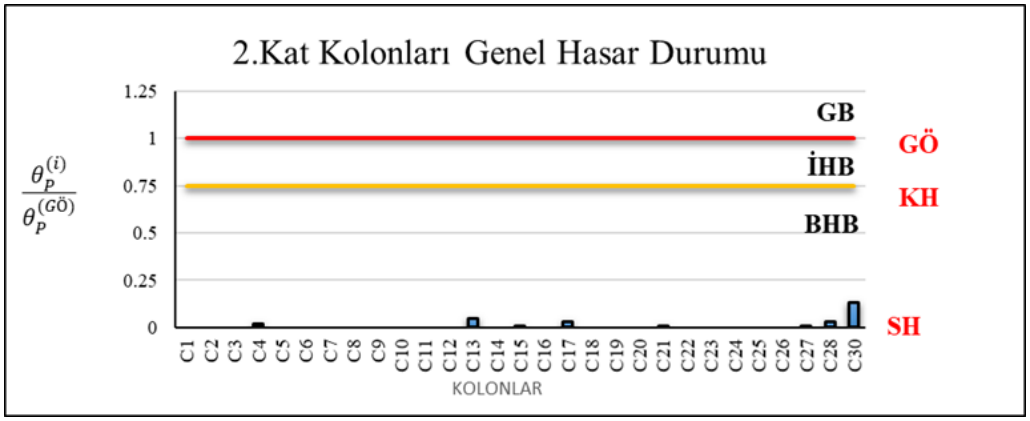
Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	29 (%100)	0(%0)	0 (%0)	0 (%0)	29
Zemin Kat	25(%86.2)	4(%13.79)	0 (%0)	0(%0)	29
1.Normal Kat	22(%75.8)	7(%24.13)	0 (%0)	0(%0)	29
2.Normal Kat	21(%72.4)	8(%27.5)	0 (%0)	0(%0)	29
3.Normal Kat	18 (%62.0)	11(%37.9)	0 (%0)	0 (%0)	29



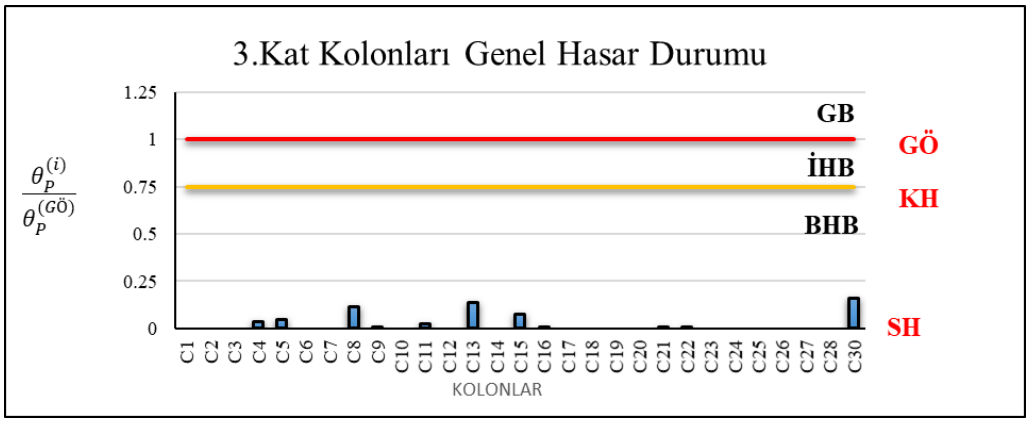
Şekil 4.28 : Zemin kat kolonları hasar dağılımı.



Şekil 4.29 : 1. Kat kolonları hasar dağılımı .



Şekil 4.30 : 2. Kat kolonları hasar dağılımı.



Şekil 4.31 : 3. Kat kolonları hasar dağılımı.

4.1.9.2 **Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucu yatay taşıyıcı elemanlar için hasar dağılımları belirlenmiştir. Hasar dağılımları belirlenmesi kapsamında TBDY-2018'deki esaslar takip edilmiştir. Çizelge 4.18, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22'de kiriş elemanların hasar dağılımları ve hasar oranları verilmiştir. Çizelge 4.23'de kiriş hasar sınırları her kat için hasar sınıflarına göre yüzdesel olarak ifade edilmiştir. Kiriş hasar dağılımlarının çoğu hasarsız çıkması sebebi ile tablolarda sadece hasar alan kiriş elemanlar gösterilmiştir. Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'da kirişlerin hasar dağılımları grafiksel olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.18 : Bodrum kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B12	0.02	BHB
B13	0.17	BHB
B19	0.013	BHB
B28	0.17	BHB
B44	0.1	BHB
B48	0.11	BHB
B95	1.42	GÖ
B100	0.91	İHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 4.19 : Zemin kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B4	0.004	BHB
B6	0.18	BHB
B11	0.54	BHB
B13	0.21	BHB
B18	0.56	BHB
B19	1.21	GÖ
B34	0.03	BHB
B40	0.82	BHB
B44	0.19	BHB
B46	0.69	BHB
B48	0.18	BHB
B79	0.003	BHB
B95	0.42	BHB
B97	0.27	BHB
B161	0.13	BHB
B163	0.07	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 4.20 : 1. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B4	0.11	BHB
B6	0.2	BHB
B12	0.1	BHB
B13	1.41	GÖ
B16	0.008	BHB
B18	0.54	BHB
B19	1.15	GÖ
B23	0.02	BHB
B44	0.68	BHB
B46	0.32	BHB
B47	0.02	BHB
B48	0.24	BHB
B79	0.02	BHB
B83	0.03	BHB
B84	1.23	BHB
B95	1.1	BHB
B97	0.89	İHB
B101	0.28	GÖ
B116	0.68	BHB
B150	0.42	BHB
B151	0.47	BHB
B156	0.08	BHB
B157	0.84	İHB
B161	0.18	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 4.21 : 2. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

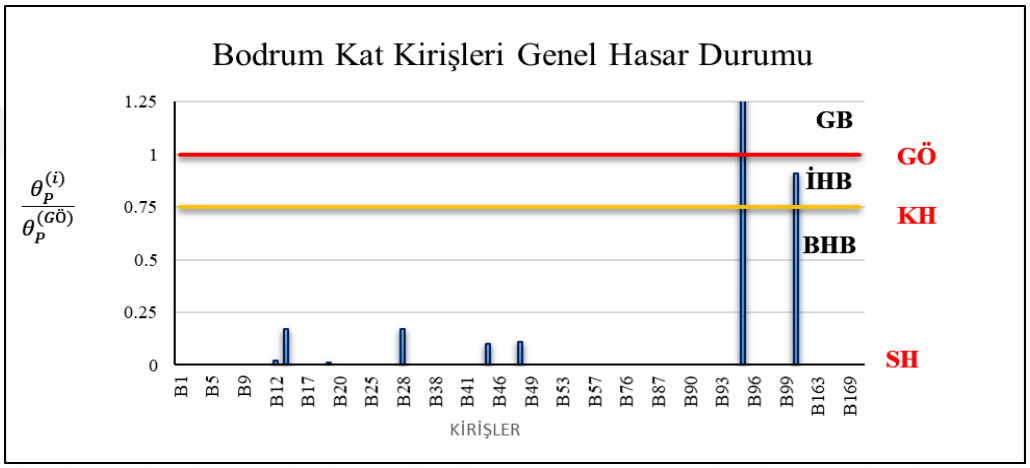
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B4	0.18	BHB
B6	0.34	BHB
B12	0.03	BHB
B13	1.54	GÖ
B16	0.002	BHB
B18	0.44	BHB
B19	1.02	GÖ
B23	0.004	BHB
B33	0.14	BHB
B34	0.12	BHB
B43	0.41	BHB
B44	0.57	BHB
B46	0.26	BHB
B47	0.02	BHB
B48	0.21	BHB
B73	0.74	BHB
B79	0.03	BHB
B84	1.44	GÖ
B95	1.27	GÖ
B97	0.89	İHB
B101	0.16	BHB
B116	0.74	BHB
B150	0.53	BHB
B151	0.65	BHB
B156	0.11	BHB
B157	0.89	İHB
B161	0.14	BHB
B163	0.098	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 4.22 : 3. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

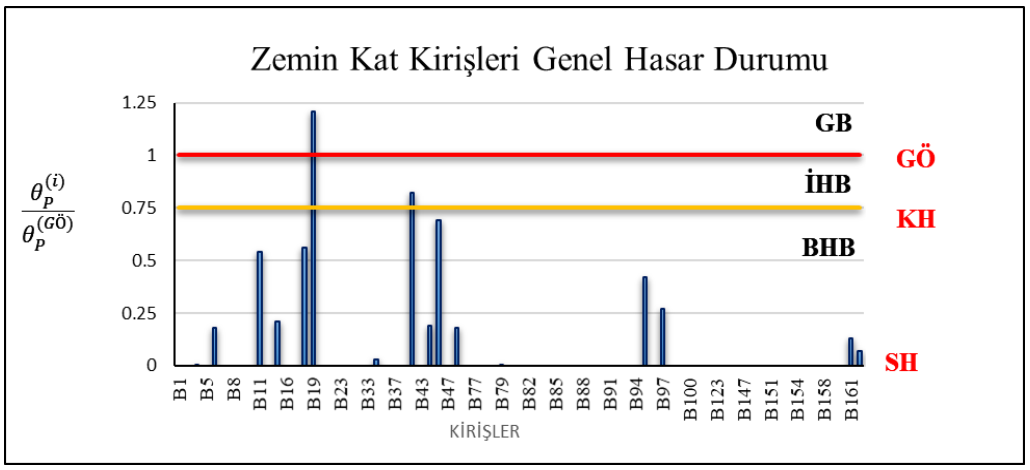
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B4	0.19	BHB
B12	0.05	BHB
B13	1.49	GÖ
B16	0.21	BHB
B18	0.32	BHB
B19	0.89	İHB
B23	0.001	BHB
B33	0.08	BHB
B34	0.32	BHB
B43	0.41	BHB
B44	0.54	BHB
B46	0.31	BHB
B48	0.43	BHB
B73	0.68	BHB
B84	0.72	BHB
B95	1.33	GÖ
B97	1.1	GÖ
B95	1.27	GÖ
B97	0.89	İHB
B116	0.12	BHB
B151	0.65	BHB
B156	0.14	BHB
B157	1.07	İHB
B161	0.14	BHB
B163	0.385	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 4.23 : Kiriş elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].

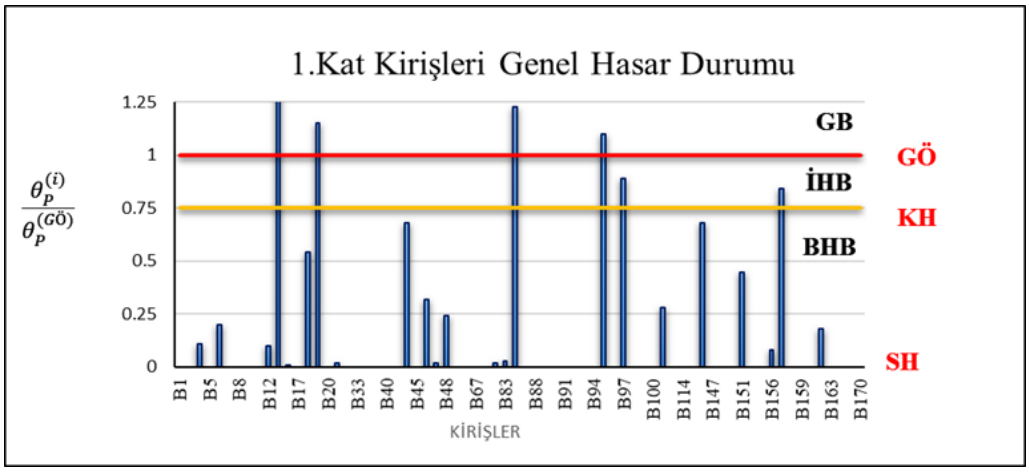
Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	57 (%87.6)	6 (%9.23)	1 (%1.54)	1 (%1.54)	65
Zemin Kat	61 (%81.3)	12 (%16.00)	1 (%1.33)	1 (%1.33)	75
1.Normal Kat	49 (%68.05)	17(%23.61)	2 (%2.77)	4 (%5.55)	72
2.Normal Kat	45 (%45.00)	21 (%29.16)	2 (%2.77)	4 (%5.55)	72
3.Normal Kat	59 (%73.75)	17 (%23.61)	1 (%1.38)	5 (%6.94)	72



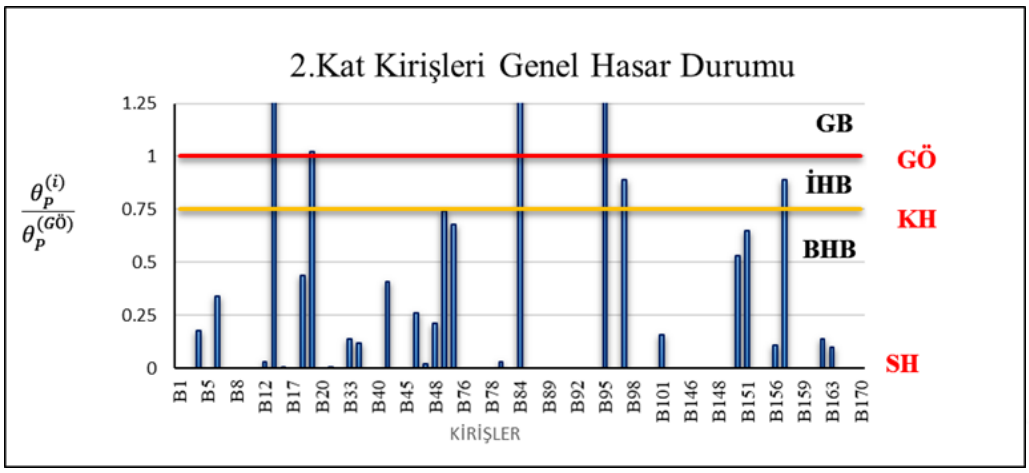
Şekil 4.32 : Bodrum kat kirişleri hasar dağılımı.



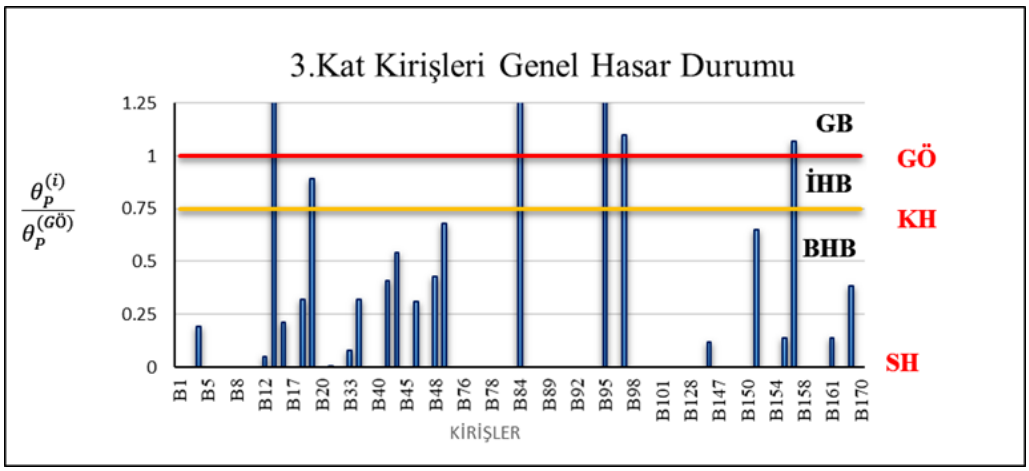
Şekil 4.33 : Zemin kat kirişleri hasar dağılımı.



Şekil 4.34 : 1. Kat kirişleri hasar dağılımı.



Şekil 4.35 : 2. Kat kirişleri hasar dağılımı.



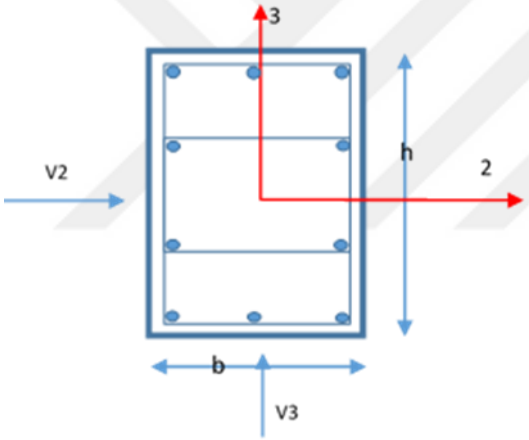
Şekil 4.36 : 3. Kat kirişleri hasar dağılımı.

4.1.10 **Kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları**

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemiyle DD-2 deprem düzeyi için yapılan analiz sonuçlarına göre kolon ve kiriş elemanlar için kesme kuvveti kontrolü yapılmıştır.

4.1.10.1 **Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelik TBDY-2018 ve TS-500'deki adımlar takip edilerek mevcut yapının betonarme kolon elemanları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı olarak Çizelge 4.24, Çizelge 4.25, Çizelge 4.26, Çizelge 4.27 ve Çizelge A.12'de verilmiştir. Kolon elemanların yatay yüklerden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı istenilen düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Şekil 4.38, Şekil 4.39 Şekil 4.40, Şekil 4.41 ve Şekil 4.42'de kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü grafikleri verilmiştir



E.S(b) : Etriye Sayısı-b yönünde

E.S(h) : Etriye Sayısı-h yönünde

E.Ç : Etriye Çapı

E.A : Etriye Aralığı

Şekil 4.37 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri.

Kesme kontrolü hesabında kullanılan veriler:

C8 Beton sınıfı	fck= 8 Mpa
S220 Donatı çeliği	fyk= 220 Mpa
	fctd= 0.989 Mpa

Çizelge 4.24 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç			E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C3	5.2	13	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.03<1	0.05<1
C11	31	65	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.17<1	0.27<1
C4	6.5	19	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.06<1
C28	4.5	62	0.25	1	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	0.02<1	0.19<1
C5	4.5	15.5	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.03<1	0.05<1
C6	4	9.5	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.03<1
C7	3.5	9.5	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.03<1
C8	4	14	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.05<1
C19	5.7	17	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.03<1	0.06<1
C2	6.5	13	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.04<1	0.06<1
C10	6.5	12	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.04<1	0.05<1
C14	12	14	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.05<1
C15	18	14	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.05<1
C18	12	13	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.04<1
C24	15	5.5	1	0.2	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.05<6	0.03<5
C30	3.5	11	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<7	0.04<6
C21	8	6.5	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.05<8	0.03<7
C20	10	26.5	0.3	1.1	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	0.04<1	0.07<1
C12	9.5	16	0.5	0.5	Φ	10	/	20	161	86	86	247	247	0.04<1	0.06<1
C13	2.5	11	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.02<1	0.07<1
C27	33.5	11	1	0.3	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	0.09<1	0.04<1
C19	7	6.5	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.03<1	0.04<1
C17	2.5	20	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.07<1
C22	17	14	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.1<1	0.05<1
C23	21	13	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.13<1	0.04<1
C29	3	3.75	0.25	0.25	Φ	10	/	20	40	43	43	83	83	0.04<1	0.04<1
C16	2.5	5.97	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.02<1	0.04<1
C26	17	39	1	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	0.05<1	0.19<1
C25	10	6.5	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.05<1	0.04<1

Çizelge 4.25 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç			E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C3	20	36	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	*0.11<1*	*0.15<1*
C11	17	31	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	*0.10<1*	*0.13<1*
C4	17	19	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.10<1*	*0.06<1*
C28	17	65	0.25	1	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	*0.08<1*	*0.19<1*
C5	14	16	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.09<1*	*0.05<1*
C6	14	11	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.09<1*	*0.03<1*
C7	13	14	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.08<1*	*0.05<1*
C8	14	16	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.09<1*	*0.05<1*
C9	17	18	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.10<1*	*0.06<1*
C2	9	36	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.05<1*	*0.16<1*
C10	10	36	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.06<1*	*0.16<1*
C14	16	24	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.1<1*	*0.08<1*
C15	22	16	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.13<1*	*0.05<1*
C18	14	11	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.09<1*	*0.04<1*
C24	53	15	1	0.2	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	*0.17<1*	*0.09<1*
C30	15	44	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.09<1*	*0.15<1*
C21	26	30	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.16<1*	*0.14<1*
C22	21	19	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.13<1*	*0.06<1*
C23	28	15	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.17<1*	*0.05<1*
C20	29	55	0.3	1.1	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	*0.11<1*	*0.14<1*
C12	17	67	0.5	0.5	Φ	10	/	20	161	86	86	247	247	*0.07<1*	*0.27<1*
C13	18	56	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	*0.14<1*	*0.34<1*
C27	21	29	1	0.3	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	*0.06<1*	*0.12<1*
C19	39	15	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	*0.1<1*	*0.09<1*
C17	12	32	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.13<1*	*0.11<1*
C1	15	19	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.1<1*	*0.09<1*
C16	17	39	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	*0.28<1*	*0.23<1*
C26	54	16	1	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	*0.08<1*	*0.08<1*
C25	32	15	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	*0.1<1*	*0.09<1*

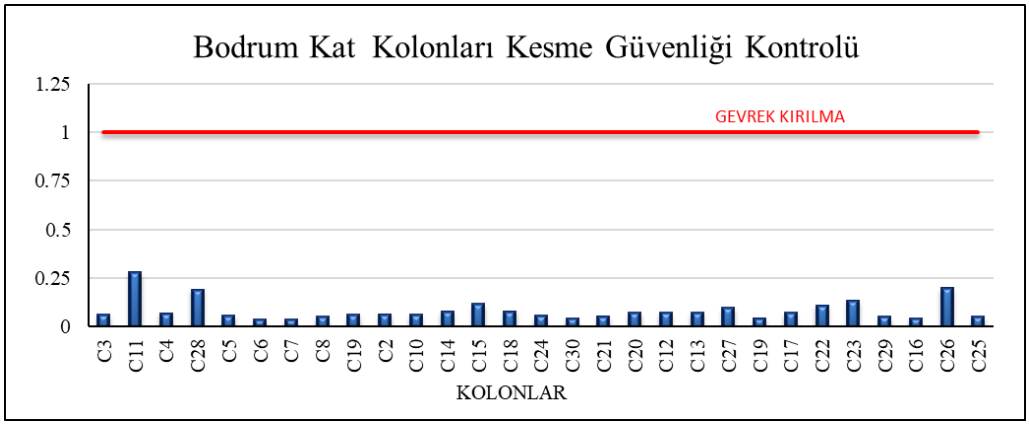
Çizelge 4.26 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*		E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C3	26	57	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.15<1	0.24<1
C11	28	56	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.16<1	0.24<1
C4	19	30	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.10<1
C28	20	56	0.25	1	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	0.10<1	0.17<1
C5	20	22	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.07<1
C6	19	20	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.07<1
C7	17	21	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.10<1	0.07<1
C8	20	22	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.07<1
C9	21	29	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.13<1	0.09<1
C2	8	58	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.26<1
C10	10	63	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.06<1	0.29<1
C14	18	26	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.09<1
C15	28	19	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.17<1	0.06<1
C18	16	13	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.10<1	0.04<1
C24	70	20	1	0.2	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.23<1	0.12<1
C30	25	74	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.15<1	0.25<1
C21	33	50	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.20<1	0.23<1
C22	24	15	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.15<1	0.05<1
C23	32	17	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.20<1	0.06<1
C20	32	82	0.3	1.1	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	0.12<1	0.2<1
C12	6	24	0.4	0.4	Φ	10	/	20	103	69	69	172	172	0.03<1	0.14<1
C13	25	72	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.20<1	0.43<1
C27	135	67	1	0.3	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	0.37<1	0.27<1
C19	43	22	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.20<1	0.13<1
C17	19	41	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.13<1
C1	20	21	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.12<1	0.10<1
C16	15	28	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.12<1	0.17<1
C26	67	20	1	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	0.20<1	0.1<1
C25	40	25	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.18<1	0.15<1

Çizelge 4.27 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı			Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C3	24	51	0.3	0.65	Φ 10	/	20	125	52	112	177	238	0.14<1	0.21<1
C11	27	59	0.3	0.65	Φ 10	/	20	125	52	112	177	238	0.15<1	0.25<1
C4	19	14	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.05<1
C28	17	53	0.25	1	Φ 10	/	20	161	43	173	204	334	0.08<1	0.16<1
C5	18	10	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.03<1
C6	18	10	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.03<1
C7	15	12	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.09<1	0.04<1
C8	20	11	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.04<1
C9	20	18	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.12<1	0.06<1
C2	5	58	0.3	0.6	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.26<1
C10	6	67	0.3	0.6	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.31<1
C14	16	15	1.2	0.2	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.04<1	0.08<1
C15	34	25	1.2	0.2	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.09<1	0.13<1
C18	18	14	1.2	0.2	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.05<1	0.07<1
C24	52	22	1	0.2	Φ 10	/	20	129	173	35	301	163	0.17<1	0.13<1
C30	24	41	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.15<1	0.14<1
C21	23	49	0.3	0.6	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.14<1	0.22<1
C22	27	13	1.2	0.2	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.07<1	0.07<1
C23	45	13	1.2	0.2	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.12<1	0.07<1
C20	28	48	0.3	1.1	Φ 10	/	20	212	52	190	264	402	0.11<1	0.12<1
C12	9	34	0.4	0.4	Φ 10	/	20	103	69	69	172	172	0.05<1	0.19<1
C13	21	52	0.25	0.5	Φ 10	/	20	80	43	86	124	167	0.17<1	0.31<1
C27	31	17	1	0.3	Φ 10	/	20	193	173	52	366	245	0.08<1	0.07<1
C19	30	17	0.6	0.3	Φ 10	/	20	116	104	52	219	168	0.14<1	0.10<1
C17	18	19	0.2	1	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.11<1	0.06<1
C1	22	42	0.3	0.6	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.13<1	0.19<1
C16	11	18	0.25	0.5	Φ 10	/	20	80	43	86	124	167	0.08<1	0.11<1
C26	17	39	1	0.25	Φ 10	/	20	161	173	43	334	204	0.05<1	0.19<1
C25	30	23	0.6	0.3	Φ 10	/	20	116	104	52	219	168	0.14<1	0.13<1

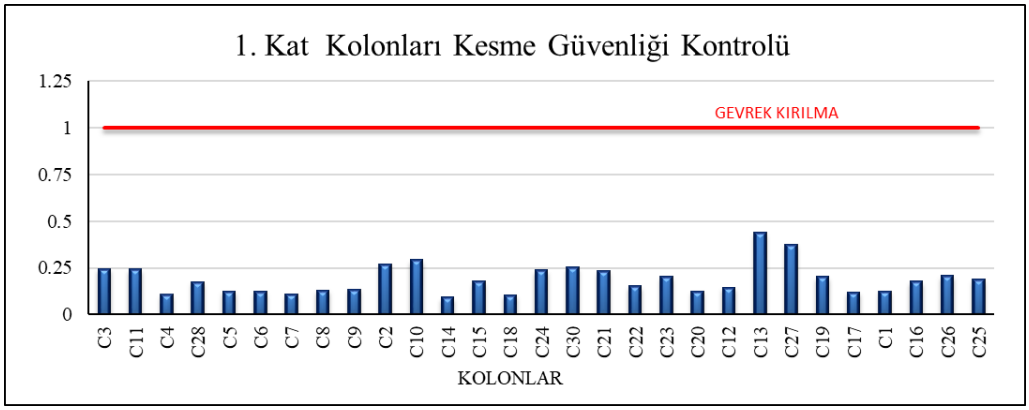
.



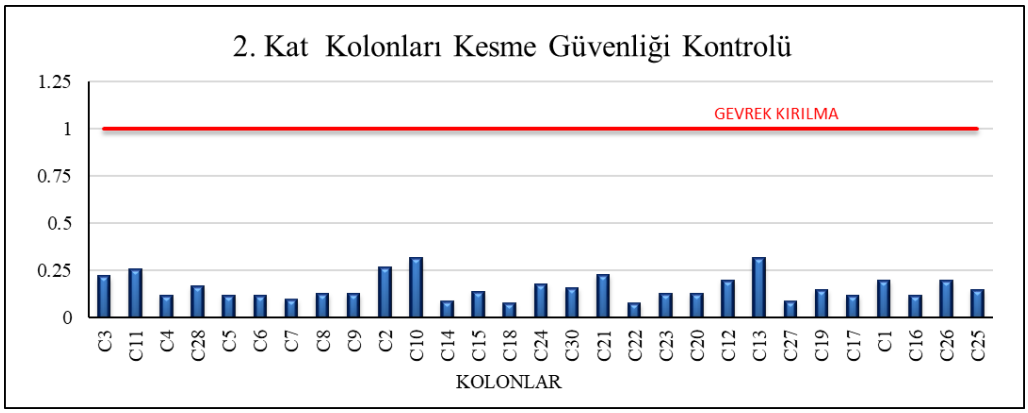
Şekil 4.38 : Bodrum kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



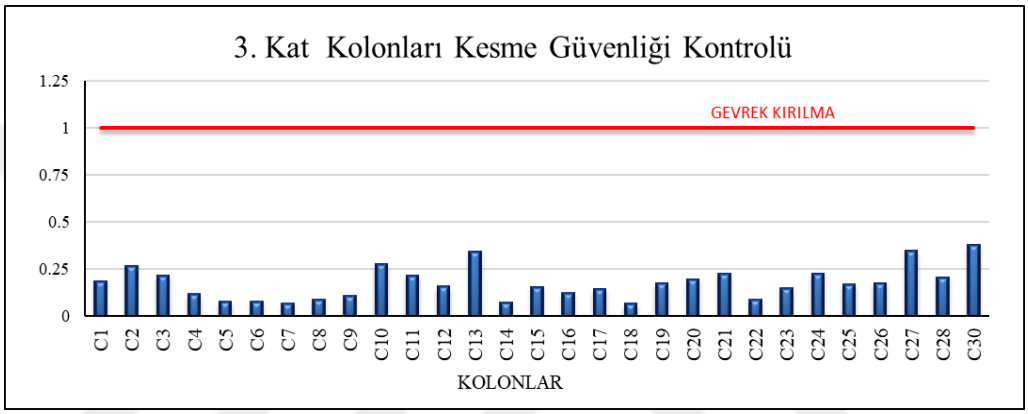
Şekil 4.39 : Zemin kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 4.40 : 1. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 4.41 : 2. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 4.42 : 3. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.

4.1.10.2 **Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelik TBDY-2018 ve TS-500'deki adımlar takip edilerek mevcut yapının betonarme kiriş elemanları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı olarak Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge A.13, Çizelge A.14 ve Çizelge A.15'de verilmiştir. Mevcut yapı için kiriş elemanların büyük bir çoğunluğunda kesme kuvvetinden kaynaklı gevrek kırılma görülmemiştir. Gevrek kırılma ara ve kısa kirişler üzerinde görülmüştür. Kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü grafikleri Şekil 4.43, Şekil 4.44, Şekil 4.45, Şekil 4.46 ve Şekil 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.28 : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	49.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.36	55.29	119.64	*0.41<1*
B2	39.32	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.36	55.29	119.64	*0.34<1*
B3	37.21	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.3	55.29	119.64	*0.31<1*
B4	38.79	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.34<1*
B5	36.33	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.32<1*
B6	51.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.43<1*
B7	23.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.21<1*
B9	36.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.28<1*
B10	100.24	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.71<1*
B11	78.49	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.48<1*
B12	102.31	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.63<1*
B13	85.47	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.61<1*
B16	54.09	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.34<1*
B17	51.98	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.31<1*
B18	58.02	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.36<1*
B19	92.72	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.54<1*
B20	24.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.24<1*
B21	27.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.16<1*
B23	57.92	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.42<1*
B25	44.52	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.33<1*
B26	22.63	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.17<1*
B27	86.00	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.53<1*
B28	83.67	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.54<1*
B34	19.14	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.12<1*
B35	71.52	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.43<1*
B36	72.16	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.52<1*
B39	44.54	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.37<1*
B40	35.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.28<1*
B41	34.71	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B42	22.06	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.18<1*
B44	143.36	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*1<1*
B45	36.57	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.26<1*
B46	58.34	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.42<1*
B47	35.93	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.28<1*
B48	151.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*1.06>1*
B49	32.34	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.28<1*
B50	64.02	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.55<1*

Çizelge 4.28 (devam) : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

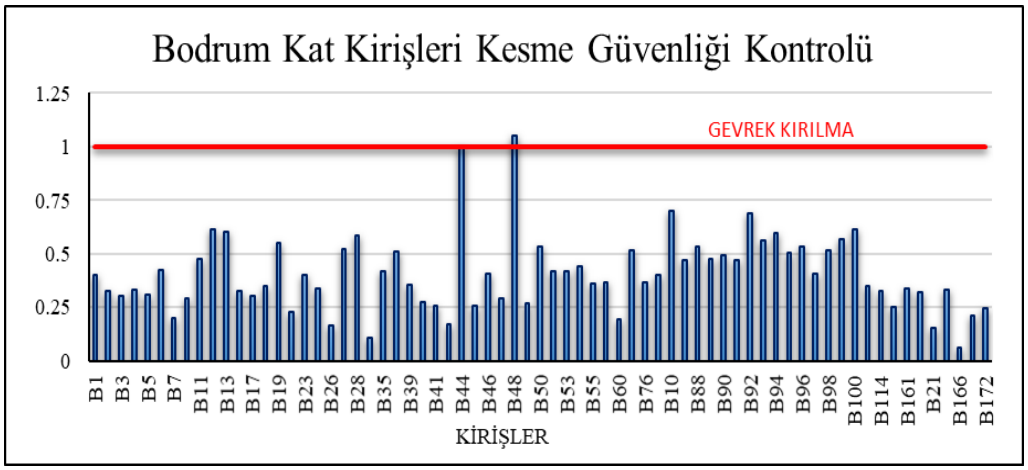
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	A_S	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B51	71.27	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.43<1*
B53	63.43	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.44<1*
B54	54.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.45<1*
B55	51.15	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.35<1*
B57	37.12	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	*0.36<1*
B60	23.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.17<1*
B73	87.03	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.52<1*
B76	44.64	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.38<1*
B77	42.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.41<1*
B87	67.79	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.48<1*
B88	76.94	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.53<1*
B89	68.67	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.47<1*
B90	70.78	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.48<1*
B91	67.16	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	*0.46<1*
B92	98.25	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.69<1*
B93	66.18	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	10.05	64.35	55.29	119.64	*0.56<1*
B94	73.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.59<1*
B95	123.58	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.52<1*
B96	67.51	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.54<1*
B97	112.84	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.42<1*
B98	64.45	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.52<1*
B99	67.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.56<1*
B100	76.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.61<1*
B79	57.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.35<1*
B114	44.93	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.33<1*
B148	33.06	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.25<1*
B161	47.24	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.34<1*
B163	42.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.32<1*
B165	41.37	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.33<1*
B166	8.24	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.06<1*
B169	31.06	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.21<1*
B172	34.49	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.25<1*

Çizelge 4.29 : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

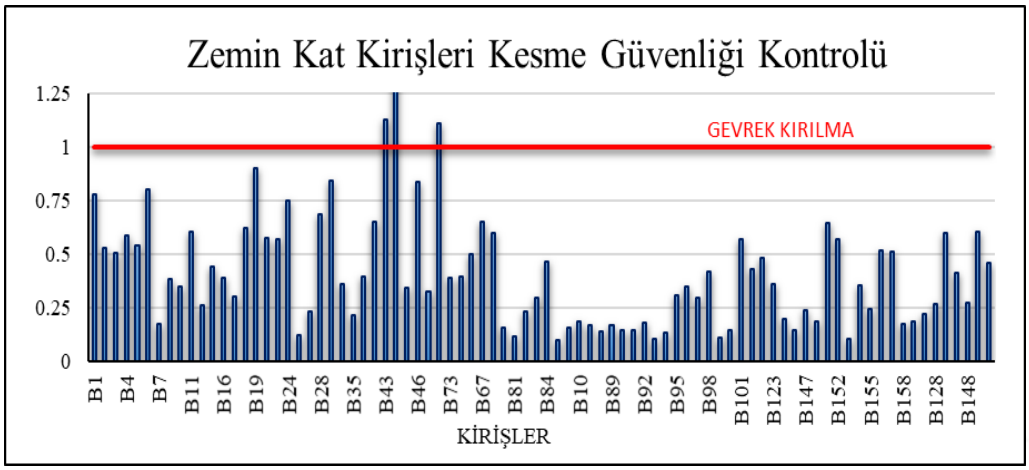
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	92.94	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.78<1*
B2	62.86	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.53<1*
B3	60.64	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.51<1*
B4	70.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.59<1*
B5	64.41	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.54<1*
B6	95.49	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.8<1*
B7	20.81	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.17<1*
B8	45.74	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.38<1*
B9	41.50	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.35<1*
B11	101.04	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.6<1*
B12	43.80	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.26<1*
B13	63.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.44<1*
B16	64.88	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.39<1*
B17	50.09	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.3<1*
B18	103.84	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.62<1*
B19	150.94	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.9<1*
B20	68.35	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.57<1*
B23	81.58	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.57<1*
B24	107.52	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.75<1*
B26	39.34	1.50	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	289.56	33.18	322.74	*0.12<1*
B27	38.52	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.23<1*
B28	98.55	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.69<1*
B33	121.03	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.84<1*
B34	59.98	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.36<1*
B35	35.52	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.21<1*
B39	47.05	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.39<1*
B40	109.00	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.65<1*
B43	134.83	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*1.13>1*
B44	801.96	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*5.59>1*
B45	49.09	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.34<1*
B46	99.75	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.83<1*
B47	38.44	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.32<1*
B48	132.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*1.11>1*
B73	65.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.39<1*
B76	47.26	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.39<1*
B77	71.29	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.5<1*
B67	77.72	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.65<1*
B78	99.74	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.6<1*
B80	42.78	1.10	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.15<1*
B81	32.12	1.10	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.12<1*
B82	65.11	1.10	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.23<1*
B83	82.54	1.10	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.3<1*

Çizelge 4.29 (devam) : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

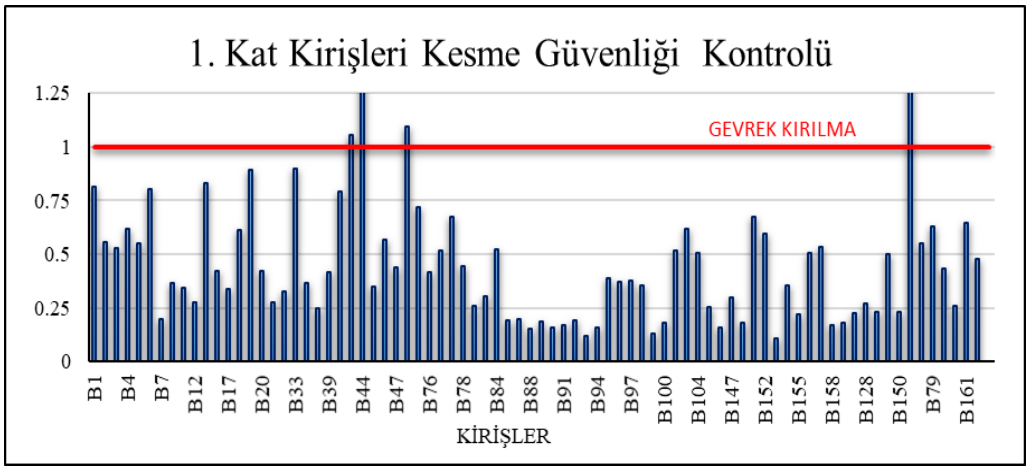
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B84	128.91	1.10	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.46<1*
B85	27.85	1.10	0.70	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.1<1*
B86	43.29	1.10	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.16<1*
B10	26.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B87	24.30	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.17<1*
B88	19.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B89	24.15	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.17<1*
B90	20.91	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.15<1*
B91	20.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B92	25.96	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B93	12.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.1<1*
B94	16.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.13<1*
B95	85.62	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.31<1*
B96	41.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.35<1*
B97	82.78	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.3<1*
B98	49.55	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.41<1*
B99	13.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.11<1*
B100	17.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.15<1*
B101	81.92	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.57<1*
B103	61.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.43<1*
B104	68.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.48<1*
B123	39.87	0.40	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	*0.36<1*
B145	23.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.19<1*
B146	17.38	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.15<1*
B147	39.60	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.24<1*
B149	26.18	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B151	107.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.64<1*
B152	108.74	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	*0.57<1*
B153	12.97	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	*0.1<1*
B154	59.06	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.35<1*
B155	35.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.24<1*
B156	53.55	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	*0.52<1*
B157	46.62	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.51<1*
B158	15.49	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.17<1*
B159	22.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.19<1*
B160	24.30	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	*0.22<1*
B128	38.55	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B79	85.52	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.6<1*
B114	59.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.41<1*
B148	38.80	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B161	86.50	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.6<1*
B163	65.80	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.46<1*



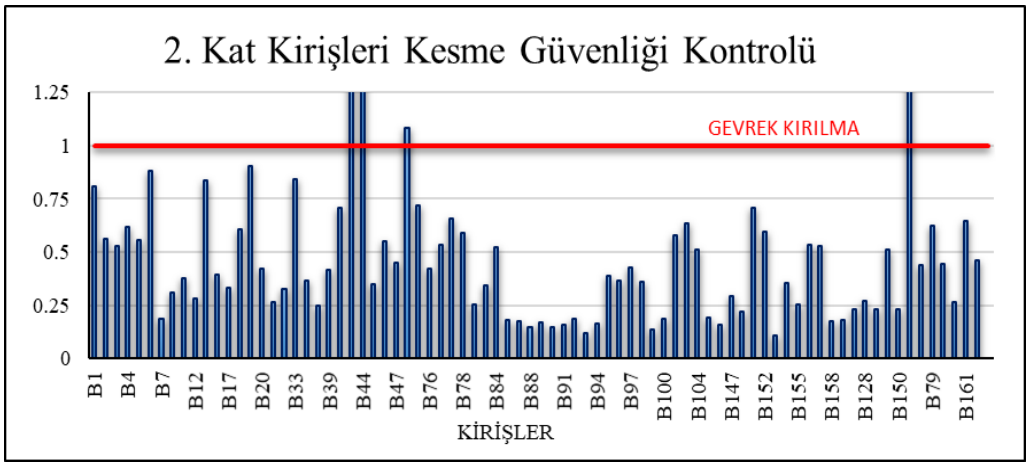
Şekil 4.43 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



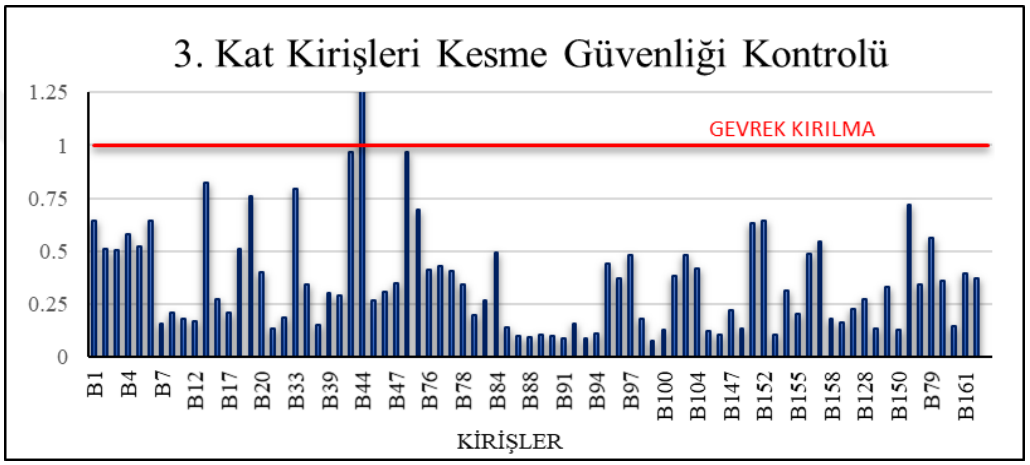
Şekil 4.44 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 4.45 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



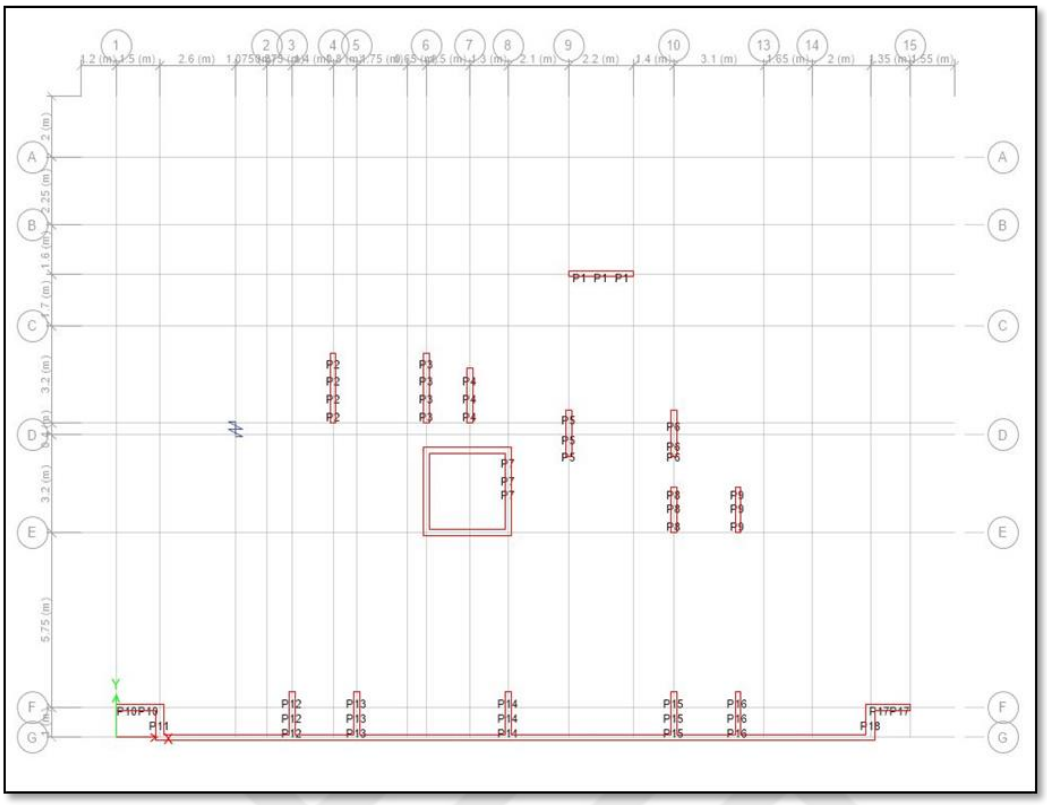
Şekil 4.46 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



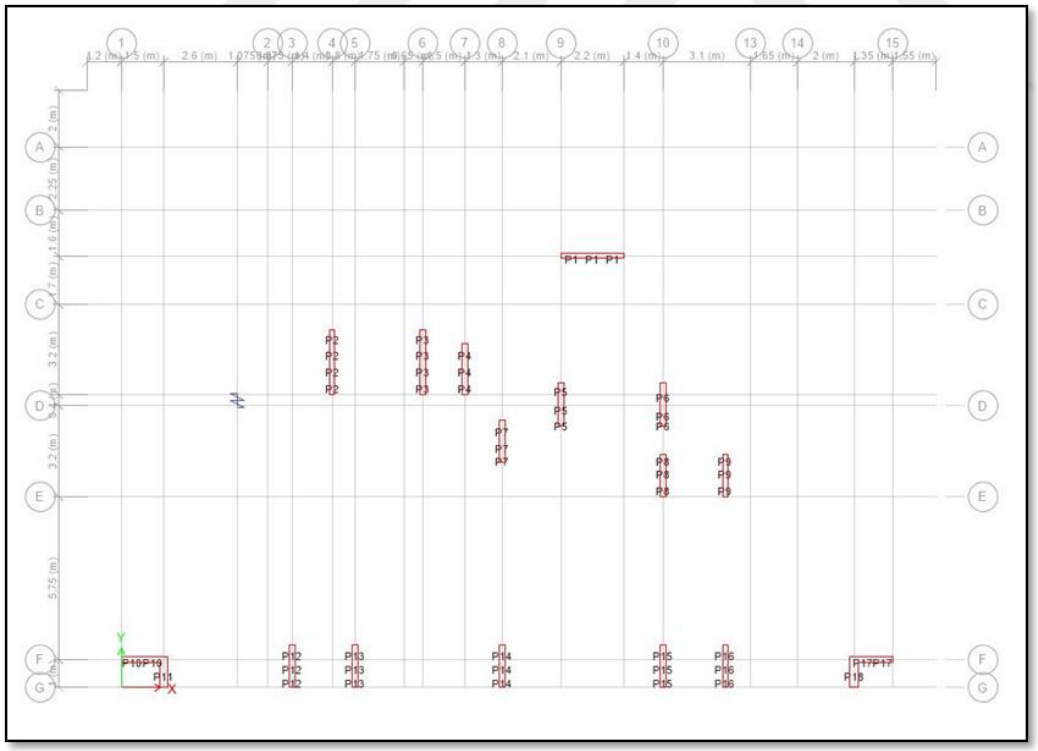
Şekil 4.47 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.

4.1.11 **Mevcut bina yapı modellemesine ait perde etiketleri**

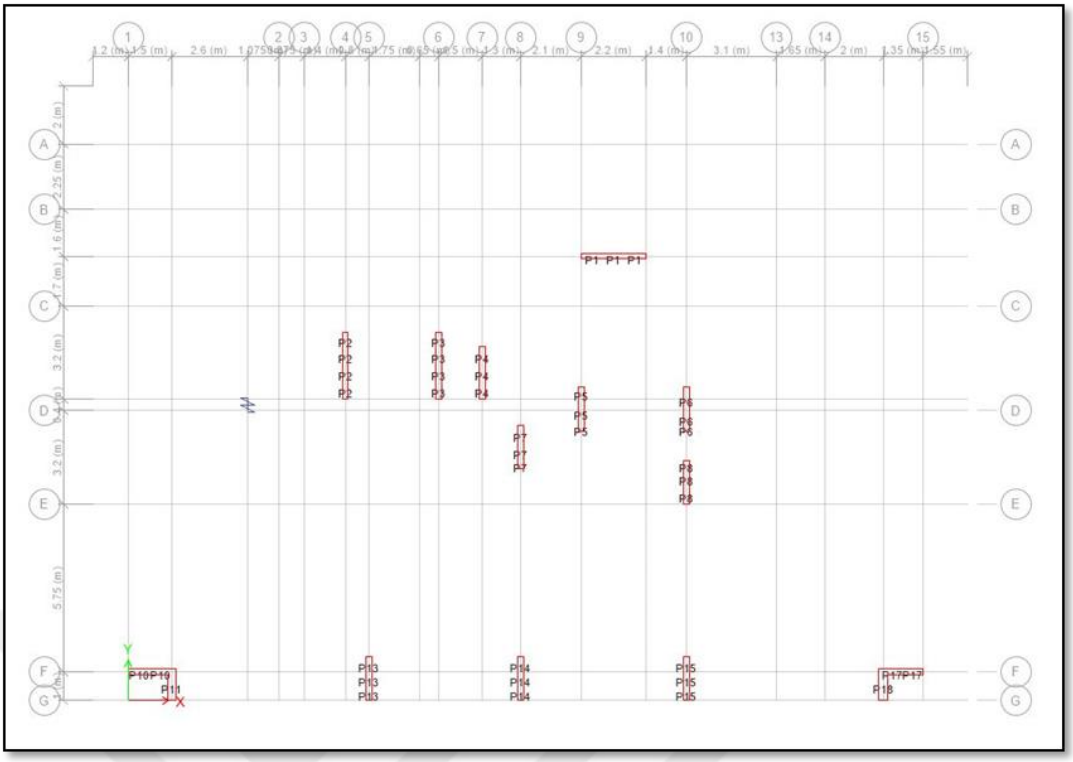
ETABS programında modellenen mevcut yapının taşıyıcı perde eleman etiketleri her kat dahilinde Şekil 4.48, Şekil 4.49, Şekil 4.50'de gösterilmiştir. Pier isimleri olarak belirtilen perde etiketleri kesme kontrolünde perde isimlerini nitelendirecektir. Bodrum kattaki bazı perdelere hesaplara katılmadığı için pier atılmamıştır. Bu perde elemanlar analiz ve kontrollerde güvenli tarafta kalmak adına hesaba dahil edilmemiştir.



Şekil 4.48 : Mevcut yapı bodrum kat perdeleri.



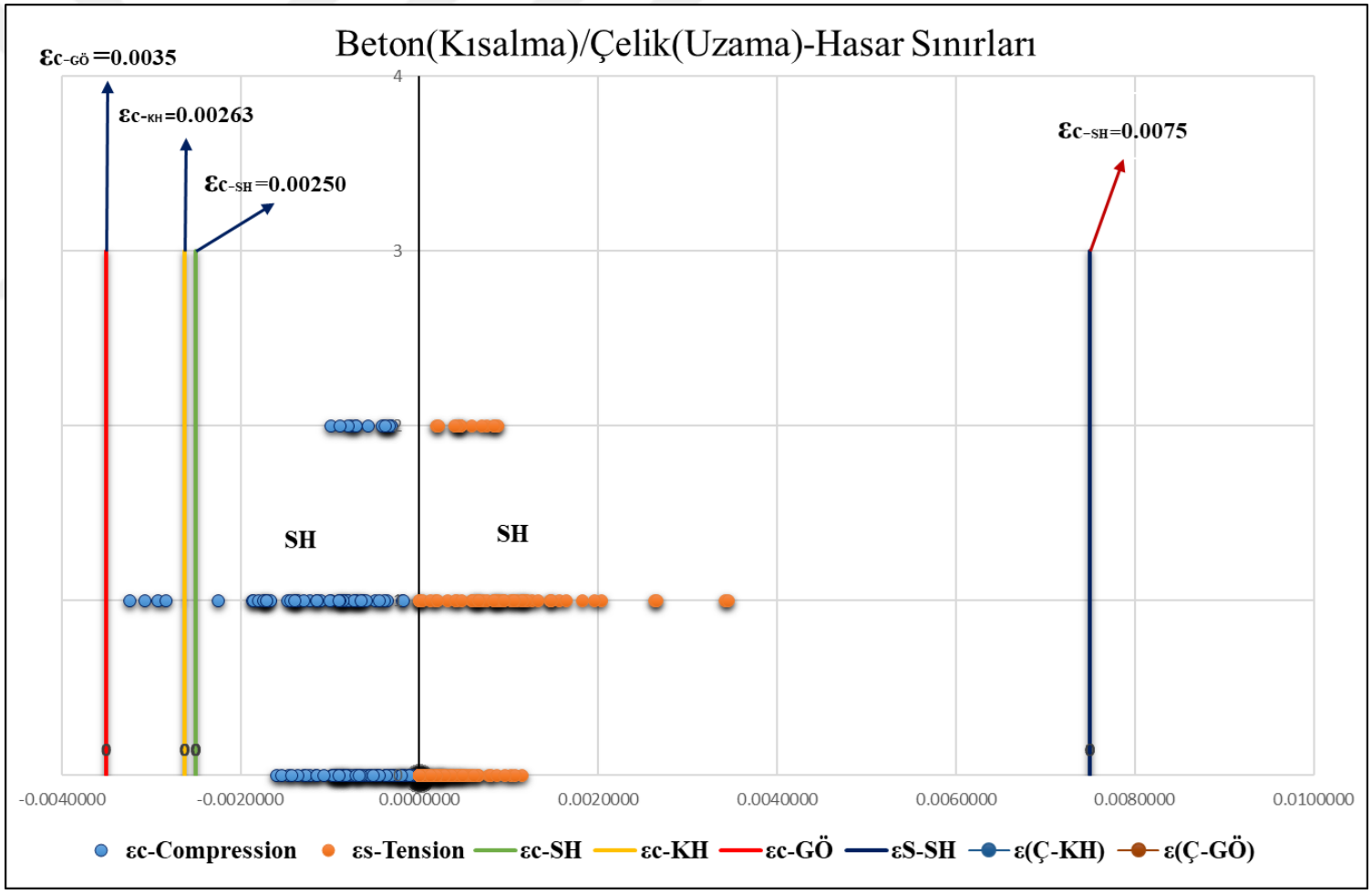
Şekil 4.49 : Mevcut yapı zemin kat perdeleri.



Şekil 4.50 : Mevcut yapı ara kat perdeleri.

4.1.12 **Mevcut yapı perde elemanlarında hasar dağılımları**

Zaman tanım alanında yapılan analizler sonucunda mevcut yapının betonarme perde elemanların betonunda ve çelik donatılarında oluşan şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. TBDY-2018 (Bölüm EK 5A.1 ve EK 5A.2)'de bulunan sınır değerlerle karşılaştırarak performans düzeyleri belirlenmiştir. Mevcut yapı betonarme perdelerin genelinde hasar düzeyi Sınırlı Hasar (SH) olarak belirlenmiştir. Yalnızca zemin kat perdeleri P1-P10-P17 beton hasar bölgesi kapsamında Kontrollü Hasar Bölgesi (KH) olarak belirlenmiştir. Şekil 4.51'de beton (kısalma), çelik (uzama) hasar sınırları grafiksel olarak verilmiştir. Perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları mevcut yapı güçlendirilmesi kısmında hesaplar dahilinde detaylı olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.51 : Perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları.

.

4.1.13 **Mevcut perde elemanların kesmedeki etki/kapasite oranları**

Mevcut yapı, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile çözülmüştür. Belirlenen mevcut yüklemelere karşılık gelen kesme kuvveti değerleri her deprem için maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri olarak bulunmuştur. Mevcut yapı betonarme perde elemanlar için kesme kontrolü hesabında elde edilen kesme kuvvetlerinin ortalaması mutlak değerce alınmış ve hesaplara dahil edilmiştir. Gerçekleştirilen hesaplar kapsamında mevcut yapı betonarme perdelere gelen kesme kuvvetiyle perde elemanların kesme kuvveti kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Betonarme perdelerin kesme güvenliği hesabında kesme dayanımı ve tasarım kesme kuvveti TBDY-2018 (Bölüm 7.6.7)'deki esaslar ve denklemler takip edilerek hesaplanmıştır

Perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r, denklem (4.10) ile hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch}(0.65f_{ctd} + \rho_{sh}f_{ywd}) \tag{4.10}$$

V_e tasarım kesme kuvveti denklem (4.11)'de verilen koşulları sağlayacaktır.

$$\begin{aligned} V_e &\leq 0.85A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \ \ (Boşluksuz\ perdeler) \\ V_e &\leq 0.65A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \ \ (Bağ\ kirişli\ perdeler) \end{aligned} \tag{4.11}$$

Yönetmelik TBDY-2018 ve TS-500'deki esaslar takip edilerek mevcut yapının betonarme perde elemanları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı olarak Çizelge 4.30, Çizelge 4.31, Çizelge 4.32, Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34'de verilmiştir. Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.54, Şekil 4.55 ve Şekil 4.56'da perde elemanların kesme kuvveti kapsamında her kat için grafikleri sunulmuştur.

Kesme kontrolü hesabında kullanılan veriler:

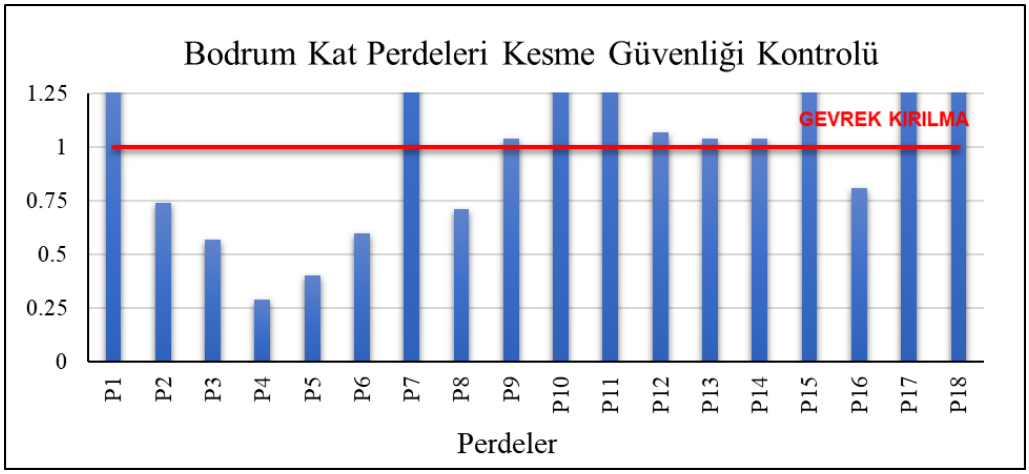
C8 Beton sınıfı f_{ck}= 8 Mpa

S220 Donatı çeliği f_{yk}= 220 Mpa

f_{ctd}= 0.989 Mpa

Çizelge 4.30 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

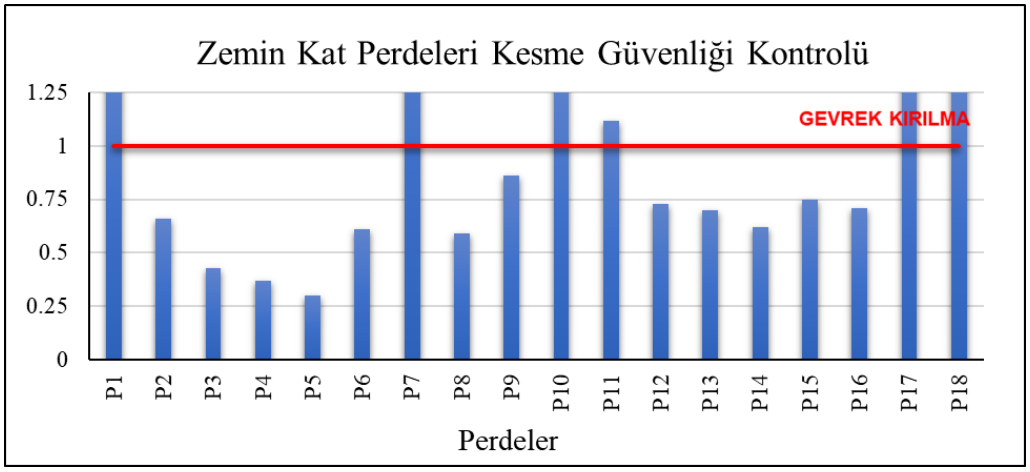
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı		Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.				
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ Çap/Aralıkn	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	962	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ 12 / 25 2	9.05	1.33>1	0.91<1
P2	554	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.74<1	0.5<1
P3	429	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.57<1	0.39<1
P4	219	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.29<1	0.2<1
P5	194	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.4<1	0.27<1
P6	294	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.6<1	0.41<1
P7	1263	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	2.57>1	1.75>1
P8	347	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.71<1	0.48<1
P9	512	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.04>1	0.71<1
P10	1017	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25 2	9.05	1.88>1	1.28>1
P11	717	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25 2	9.05	1.66>1	0.9<1
P12	526	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.07>1	0.73<1
P13	513	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.04>1	0.71<1
P14	513	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.04>1	0.71<1
P15	720	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.47>1	1<1
P16	396	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.81<1	0.55<1
P17	998	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25 2	9.05	1.85>1	1.26>1
P18	824	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25 2	9.05	1.91>1	1.04>1



Şekil 4.52 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 4.31 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

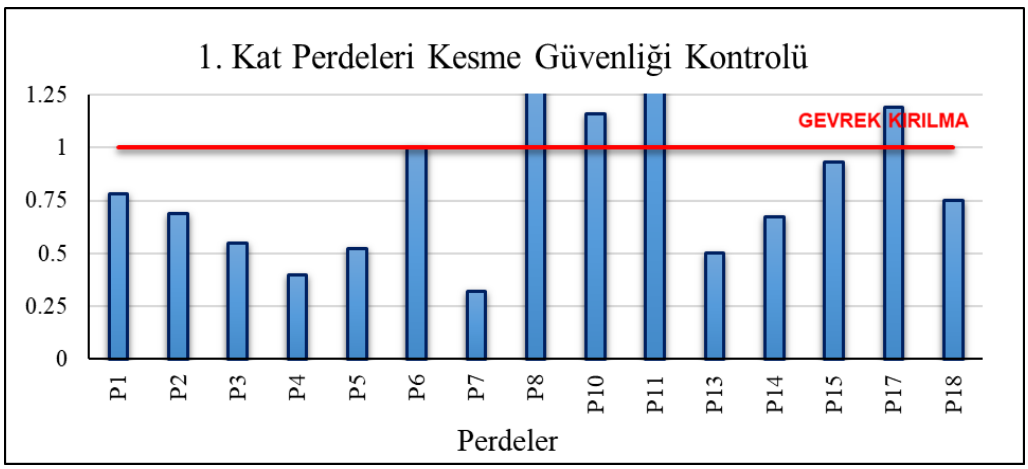
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı		Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.				
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ Çap/Aralık	n cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	962	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ 12 / 25	2 9.05	1.33>1	0.91<1
P2	554	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.74<1	0.5<1
P3	429	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.57<1	0.39<1
P4	219	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.29<1	0.2<1
P5	194	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.4<1	0.27<1
P6	294	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.6<1	0.41<1
P7	1263	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	2.57>1	1.75>1
P8	347	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.71<1	0.48<1
P9	512	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	1.04>1	0.71<1
P10	1017	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25	2 9.05	1.88>1	1.28>1
P11	717	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25	2 9.05	1.66>1	0.9<1
P12	526	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	1.07>1	0.73<1
P13	513	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	1.04>1	0.71<1
P14	513	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	1.04>1	0.71<1
P15	720	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	1.47>1	1<1
P16	396	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.81<1	0.55<1
P17	998	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25	2 9.05	1.85>1	1.26>1
P18	824	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25	2 9.05	1.91>1	1.04>1



Şekil 4.53 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 4.32 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

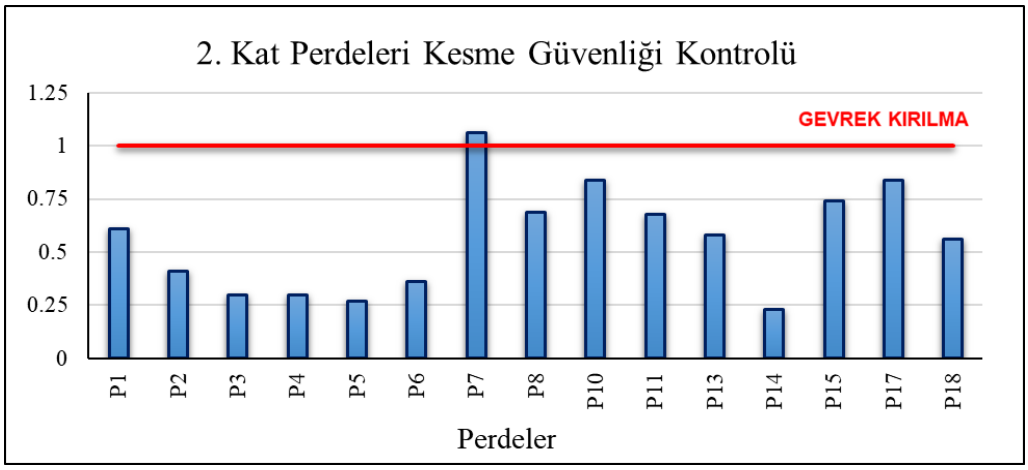
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	562	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.78<1	0.53<1
P2	521	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.69<1	0.47<1
P3	417	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.55<1	0.38<1
P4	298	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.4<1	0.27<1
P5	258	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.52<1	0.36<1
P6	491	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	1<1	0.68<1
P7	160	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.32<1	0.22<1
P8	638	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	1.3>1	0.88<1
P10	626	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2	9.05	1.16>1	0.79<1
P11	752	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2	9.05	1.74>1	0.95<1
P13	247	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.5<1	0.34<1
P14	331	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.67<1	0.46<1
P15	457	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.93<1	0.63<1
P17	641	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 15	2	9.05	1.19>1	0.81<1
P18	325	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 15	2	90.5	0.75<1	0.41<1



Şekil 4.54 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 4.33 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

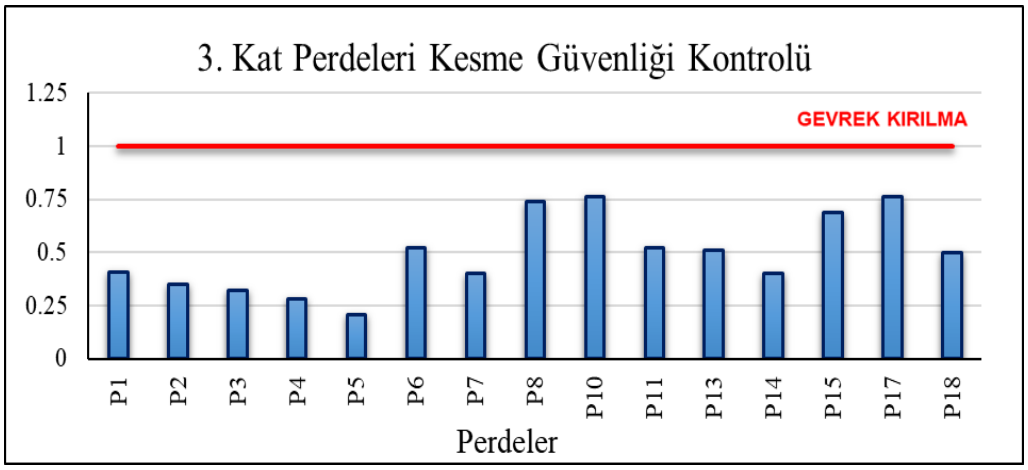
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı		Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.				
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ Çap/Aralık n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	442	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ 12 / 25 2	9.05	0.61<1	0.42<1
P2	306	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.41<1	0.28<1
P3	226	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.3<1	0.2<1
P4	224	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25 2	9.05	0.3<1	0.2<1
P5	135	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.27<1	0.19<1
P6	179	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.36<1	0.25<1
P7	520	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	1.06>1	0.72<1
P8	339	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.69<1	0.47<1
P10	452	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25 2	9.05	0.84<1	0.57<1
P11	295	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25 2	9.05	0.68<1	0.37<1
P13	287	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.58<1	0.4<1
P14	115	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.23<1	0.16<1
P15	362	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25 2	9.05	0.74<1	0.5<1
P17	452	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 15 2	9.05	0.84<1	0.57<1
P18	240	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 15 2	90.5	0.56<1	0.3<1



Şekil 4.55 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 4.34 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı		Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.				
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ Çap/Aralık	n cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	294	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ 12 / 25	2 9.05	0.41<1	0.28<1
P2	264	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.35<1	0.24<1
P3	245	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.32<1	0.22<1
P4	212	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ 12 / 25	2 9.05	0.28<1	0.19<1
P5	104	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.21<1	0.14<1
P6	257	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.52<1	0.36<1
P7	196	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.4<1	0.27<1
P8	365	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.74<1	0.51<1
P10	413	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 25	2 9.05	0.76<1	0.52<1
P11	225	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 25	2 9.05	0.52<1	0.28<1
P13	251	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.51<1	0.35<1
P14	197	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.4<1	0.27<1
P15	340	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ 12 / 25	2 9.05	0.69<1	0.47<1
P17	411	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ 12 / 15	2 9.05	0.76<1	0.52<1
P18	214	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ 12 / 15	2 90.5	0.5<1	0.27<1



Şekil 4.56 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

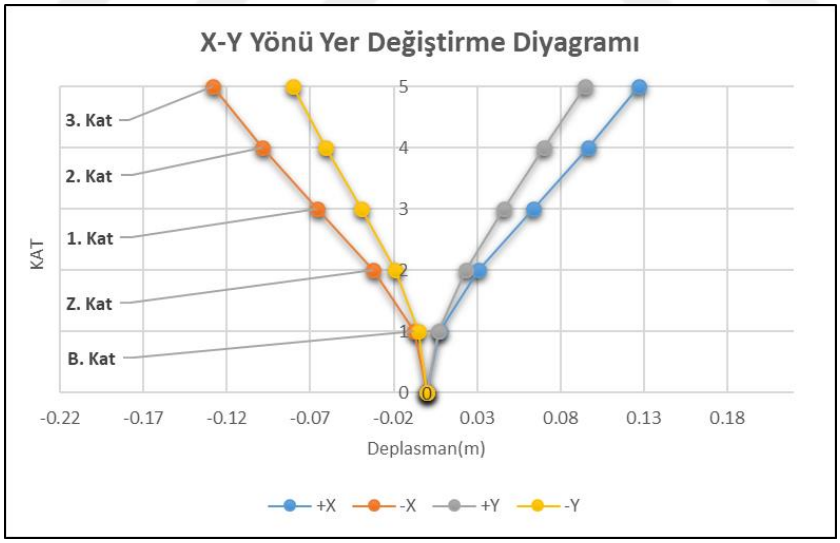
4.1.14 **Mevcut yapı kat deplasmanlarının belirlenmesi**

Mevcut yapının kat deplasman değerleri, DD-2 deprem düzeyine göre yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler sonucu belirlenmiştir. Şekil 3.4'de görülen A-15 aksı boyunca her kat için alınan düğüm noktalarındaki deplasman değerleri Çizelge 4.35'de gösterilmiştir. Elde edilen kat deplasman değerleri katlara endeksli olarak grafik şeklinde Şekil 4.57'de ifade edilmiştir.

Mevcut yapı taşıyıcı sistemi köşe noktası (41), X deprem doğrultusunda 12.8 cm, Y depremi doğrultusunda 9.4 cm yer değiştirme görülmüştür.

Çizelge 4.35 : A-5 Aksı hizasında kat bazlı deplasman değerleri.

Kat	Kat Yük. (m)	U(x)+ (m)	U(x)- (m)	U(y)+ (m)	U(y)- (m)
3.Kat	3.1	0.12698	-0.12809	0.09476	-0.08052
2.Kat	2.8	0.09658	-0.09881	0.07010	-0.06106
1.Kat	2.8	0.06396	-0.06602	0.04611	-0.03926
Zemin K.	2.8	0.03072	-0.03228	0.02316	-0.01878
Bodrum K	3	0.00722	-0.00791	0.00682	-0.00542
		0	0	0	0



Şekil 4.57 : A-15 Aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri grafiği.

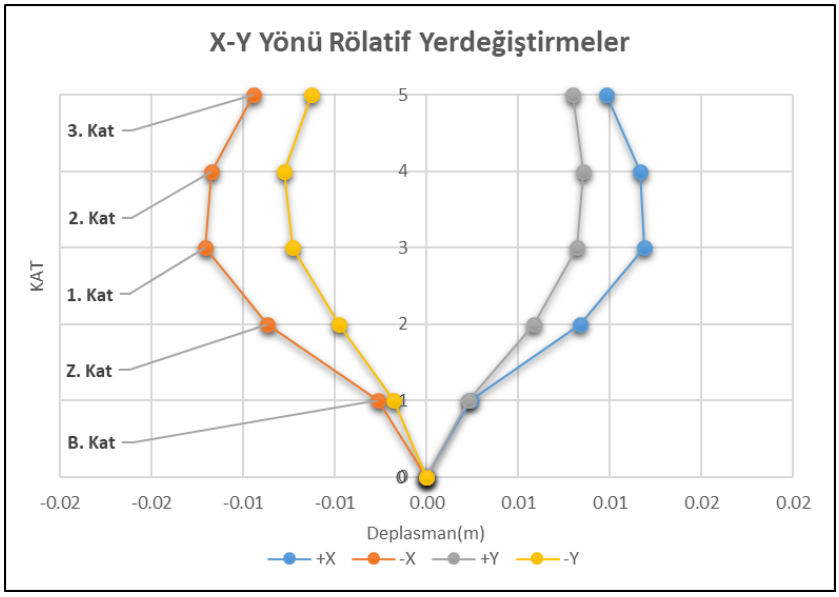
4.1.15 **Mevcut yapı göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi**

Mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, kat kütle merkezleri esas alınarak göreli kat ötelemeleri her kat için katın alt ve üst düğüm noktalarındaki deplasman farkının ilgili kat yüksekliklerine oranı ile elde edilmiştir. Kat ötelemelerinin kontrolü TBDY-2018 (Bölüm 4.9.1)'de bulunan adımlar takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Göreli kat öteleme oranları birbirine dik X ve Y doğrultuları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 4.36'da gösterilmiştir. Mevcut değerler katlara endeksli grafik olarak Şekil 4.58'de gösterilmiştir.

Mevcut yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %2.4, zemin kat için %8.7, 1.kat için %12, 2.kat için %11.6, 3.kat için %9.8 mertebelerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.36 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları.

Kat	Kat Yük. (m)	Δ(X)/Hi (max)	Δ(X)/Hi (min)	Δ(Y)/Hi (max)	Δ(Y)/Hi (min)
3.Kat	3.1	0.00980	-0.00945	0.00795	-0.00628
2.Kat	2.8	0.01165	-0.01171	0.00856	-0.00779
1.Kat	2.8	0.01187	-0.01205	0.00819	-0.00731
Zemin K.	2.8	0.00839	-0.0087	0.00583	-0.00478
Bodrum K	3	0.00240	-0.00264	0.00227	-0.0018
		0	0	0	0



Şekil 4.58 : A-15 Aksı hizasında x-y yönü rölatif yerdeğiştirme grafiği.

4.2 **Elde Edilen Sonuçlara Göre Mevcut Yapının Deprem Performansının Değerlendirilmesi**

Mevcut konut yapısındaki beton kalitesi ve donatı detaylandırmasındaki yetersizlikler göz önünde bulundurularak, mevcut yapıdaki kolonların kesme ve eğilme etkilerini karşılamadaki katkıları ihmal edilmiş ve sadece düşey yükleri taşıyan eleman olarak göz önüne alınmıştır. Bu kapsamda, plastik mafsallar taşıycı betonarme çubuk elemanların her iki ucuna atanmıştır. Yatay deprem yüklerinin sadece betonarme perde elemanlar tarafından karşılandığı kabul edilmiştir. Bu yaklaşımlara uygun olarak mevcut yapının modeli oluşturulmuştur. Mevcut betonarme yapımız Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) öngördüğü esaslar çerçevesinde deprem güvenliğinin performansa dayalı hesabına uygun olarak yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bina taşıyıcı sisteminin DD-2 deprem yer hareket düzeyinde zaman tanım alanında gerçekleştirilen doğrusal olmayan analizler sonucunda alınan sonuçların yönetmelikteki esaslar dahilinde Bölüm 4.8'de tanımlanmış olan hasar düzeylerine ilişkin sınır değerlerle karşılaştırıldığında, söz konusu mevcut betonarme yapıda oluşan eğilme ve kesme içerikli hasar durumları elemanlar özelinde aşağıda yer almaktadır.

4.2.1 **Kolon elemanlar**

Beton kalitesindeki yetersizlik ve donatı düzeni kapsamında oluşan yetersizlikler kapsamında kolon elemanlarında eğilme ve kesme içerikli hasarların oluşmayacağını varsayan hesap modeli oluşturulması sonucu betonarme kolon elemanlarda eğilme ve kesme hasarı beklenmemektedir. Kolon elemanların düşey yükleri güvenli olarak karşılanmasında etkin olmaları beklenmektedir. Yatay deprem etkilerinin tamamıyla perde elemanlar tarafından karşılanması planlanmıştır.

4.2.2 **Kiriş elemanlar**

Yapının her kat bazında bazı kiriş elemanlarda, yapılan analizler ve alınan sonuçların yönetmelik esasına uygun şekilde değerlendirmesiyle sınırlı sayıda kiriş elemanda kesme hasarının oluştuğu görülmüştür. Kesme hasarının meydana geldiği belli sayıda kiriş elemanların ortalama etki/kapasite oranı 1.25 seviyesi olarak ifade edilebilir.

Eğilme etkisinden kaynaklanan hasarlar bakımından tüm yapı için kiriş elemanların büyük çoğunluğu Hasarsız ve Belirgin Hasar Bölgesi (BHB) sınıfında yer almaktadır. Sınırlı sayıda bazı kirişlerin ise İleri Hasar Bölgesi (İHB) ve Göçme Bölgesi (GÖ) sınıfında bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.32'de kiriş elemanlarda oluşan hasar düzeyleri türü ve kiriş eleman sayısı bakımından detaylı bir şekilde yüzdesel değerler olarak belirtilmiştir. Bu elde edilen verilerin hasar düzey seviyesi belirlenmesi kapsamında, mevcut yapı için öngörülen Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyine uygun olduğu görülmektedir.

4.2.3 **Perde elemanlar**

Yatay deprem yüklerin karşılanmasında betonarme perdelerin önemli bir katkısı olduğunu yukarıdaki bölümlerde detaylı bir şekilde ifade etmiştik. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap kapsamında yapılan analizler sonucunda elde edilen veriler yönetmeliğin ilgili bölümünde bulunan esaslar kapsamında değerlendirilmiştir. Her kattaki perde elemanlar için kesme kuvveti hesabında, betonun kesmeye olan katkısı ve enine donatı oranına bağlı olarak hesaplanan kesme kuvvetisi kapasitesine olan oranı (etki/kapasite) hesabı yapılmıştır. Detaylı hesaplar ve gösterimler tezin Bölüm (4.12.3) kısmında çizelge ve grafiklerle belirtilmiştir. Katlar özelinde birçok perdenin (etki/kapasite)> 1 eşitliğini verdiği görülmüştür. Etki/kapasite oranlarının 1.25 ile 2.5 mertebelerinde olduğu ve kesme etkileri bağlamında gevrek kırılmanın oluştuğu saptanmıştır. Genel bir ifadeyle kat özelinde bir sınıflama yapılacak olursa bodrum ve zemin katlardaki perde elemanların hem sayısal olarak hem de etki/kapasite oranı olarak diğer katlara göre üstünlük sağladığı görülmektedir. Detaylı gösterimler grafiksel olarak Şekil 4.53, Şekil 4.54 Şekil 4.55 ve Şekil 4.56'da görülmektedir.

4.2.4 **Yer değiştirmeler**

Mevcut yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %2.6, zemin kat için %8.7, 1.kat için %12.2, 2.kat için %11.6, 3.kat için %9.8 mertebelerinde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda mevcut yapı yer değiştirme kapsamında yeterli rijitliğe sahip değildir.

4.2.5 **Sonuç**

Mevcut yapının perde elemanlarında oluşan kesme kırılmaları nedeniyle söz konusu mevcut yapı Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyinin ön koşulunu

sağlamamaktadır. Yönetmelik TBDY-2018 kapsamında bütün yapısal elemanlarda kesme güvenliğinin sağlanması koşulu zorunlu kılınmaktadır. Kesme güvenliği tam anlamıyla sağlanmamış yapılarda deprem güvenliğinden söz etmek mümkün değildir. Bu gerekçelere dayanarak mevcut yapının perde elemanlarındaki yetersiz kayma kapasitesi gevrek kırılmalara sebep vereceğinden dolayı bu tür davranışları önlemek amacıyla mevcut yapının güçlendirilmesi gerekmektedir.

5. MEVCUT YAPININ GÜÇLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ PERFORMANS ANALİZİ

5.1 Mevcut Yapı için Güçlendirme Yönteminin Belirlenmesi

Mevcut betonarme yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği' inde (TBDY-2018) belirtilen esas ve şartlara göre deprem güvenliğinin performansa dayalı hesap ile belirlenmesi kapsamında temel mühendislik ilkeleri ve gerekli bilimsel esaslar yönetmeliklere uygun olarak takip edilmiştir. Bölüm 4'de belirtilen esaslar uygulanarak mevcut yapının yapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları TBDY-2018'deki esaslar göz önünde bulundurularak mevcut yapının Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyinin gereklerini sağlamadığı görülmüştür. Yönetmelikçe uygun görülen performans düzeyinin sağlanabilmesi adına kesme kuvvetinden kaynaklı perde elemanlardaki kayma kapasitesi yetersizliğinden oluşan gevrek kırılmanın önlenmesi gerekmektedir. Bu sonuç ve nedenler göz önünde bulundurulduğunda yapının güçlendirilmesi gerektiği uygun görülmüştür. Bu kısımda hangi tür güçlendirme tekniklerinin yapı için uygun olacağı belirlenecektir. Belirlenen güçlendirme yöntemlerinin mevcut yapıya uygulanması ardından TBDY-2018 esasları uygulanarak deprem performansı analizi gerçekleştirilecektir.

Yapısal güçlendirme, mevcut yapının düşey ve yatay yükler altındaki performansını iyileştirmek veya yapısal elemanların ek yükleri taşımak için mukavemetini artırmak için yapıların iyileştirilmesi işlemidir. Yapısal güçlendirme ihtiyacı genellikle bina yönetmelikleri, bozulma, kullanımdaki değişiklik veya tasarım-yapım hatalarından doğan eksikliklerden kaynaklanır. Güçlendirme çalışmalarında, güçlendirmesine karar verilen mevcut yapının kendi özellikleriyle değerlendirilip bu çerçevede yapı için en uygun güçlendirme yönteminin belirlenmesi gerekmektedir. Güçlendirme için belirlenen sistem ve mevcut yapı sistemi arasındaki uyum, sistemlerin elemanları arasındaki etkileşim ve kuvvet aktarımının doğru bir şekilde sağlanması açısından oldukça önemlidir. Güçlendirme çalışmalarında mühendislik ilkesi olarak üç önemli unsur ön plana çıkmaktadır. İlk olarak seçilen güçlendirme yönteminin mevcut

yapının güvenliğine en iyi katkı sağlayabilecek yöntem olması, ikinci olarak proje kapsamında sahada uygulanabilir olması, son olarak ise ekonomik olmasıdır.

Güçlendirme yöntemlerini genel anlamda iki başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan ilki, taşıyıcı sistem elemanlarının (kolon-kiriş-perde) eleman bazında güçlendirilmesi ve ikincisi taşıyıcı sisteminin tamamının güçlendirilmesidir. Eleman ve sistem güçlendirme yöntemleri TBDY-2018 (Bölüm 15.10)'da detaylı olarak ifade edilmiştir. Yapının taşıyıcı sistem elemanlarının şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerinin artırılmasını sağlayan işlemler, eleman güçlendirmesi olarak ifade edilir. Kolon kesitlerinin artırılması, kolon elemanların çelik veya lifli polimer ile sarılması, kirişlerin lifli polimer ile sarılması sistem elemanları özelinde uygulanan güçlendirme türleridir. Kesme kuvvetine karşı yanal rijitliği ve dayanımı yeterli olmayan betonarme taşıyıcı sistemlerin yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilmesi veya betonarme taşıyıcı sisteme yeni çerçevelerin eklenmesi sistem bazında uygulanan güçlendirme türleridir.

5.1.1 **Betonarme perde ekleme yöntemi**

İlk yapılacak olan güçlendirmede, mevcut binanın taşıyıcı sistemine her iki doğrultuda olmak üzere ve yeterli sayıda betonarme perde elemanlarının eklenmesiyle, yatay deprem etkilerinin mevcut perde elemanları ve güçlendirme amaçlı sisteme eklenen yeni perde elemanları tarafından karşılanması sağlanacaktır. Mevcut perde elemanlarının kesme kuvveti etkisindeki etki/kapasite oranının bu güçlendirme yöntemi sayesinde (etki/kapasite< 1) koşulunu sağlaması amaçlanmaktadır. Yapılacak olan güçlendirme kapsamında mevcut yapıya eklenmesi planlanan ilave betonarme perde elemanlarıyla birlikte, mevcut yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyinin gereklerini ve esaslarını sağlar duruma gelmesi beklenmektedir.

Mevcut çerçeve düzlemi içerisinde kalacak şekilde eklenen betonarme ile güçlendirme tekniği, özellikle 1999 yılı öncesi yapılan ve eski deprem yönetmeliğine tabi mevcut yapılar için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle yapılan güçlendirme çalışmalarında, mevcut yapıya sonradan eklenecek perde elemanların temel seviyesinden başlayarak mevcut yapı yüksekliği boyunca sürekli olması gerekmektedir. Ayrıca düzlemi içerisinde bulundukları çerçeve sisteme ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmalarının sağlanması gerekmektedir. Eklenen

perde elemanlarının mevcut yapıdaki herhangi bir katında kesilmesi o katta gerilme birikimine sebep olacağından dolayı deprem davranışının ani değişmesine neden olur. Bu sebeple güçlendirme amaçlı eklenen perde elemanların yapı yüksekliği boyunca aralıksız devam etmesi oldukça önemlidir. Bu güçlendirme yöntemi kullanılma aşamasında perde ucunda mevcut kolon bulunması dahilinde perde uç bölgesi olarak mevcut kolon kullanılabilir. Olmadığı durumunda TBDY-2018 (Bölüm 15.10.5.3)'de tanımlanan esaslara göre perde uç bölgesi oluşturulmalıdır.

5.1.2 **Çelik çapraz profil ekleme yöntemi**

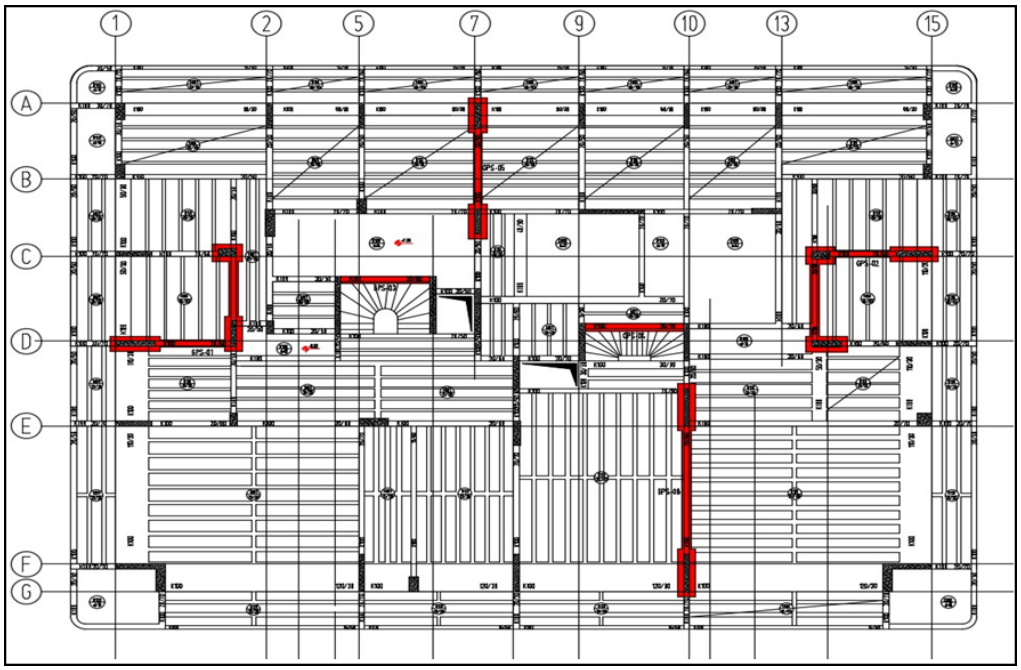
İkinci yapılacak olan güçlendirmede, mevcut binanın taşıyıcı sistemine her iki doğrultuda olmak üzere ve yeterli sayıda çelik çapraz profil eklenmesiyle, yatay deprem etkilerinin mevcut perde elemanları ve güçlendirme amaçlı sisteme eklenen yeni düşey çelik çapraz profiller tarafından karşılanması sağlanacaktır. Mevcut perde elemanlarının kesme kuvveti etkisindeki etki/kapasite oranının bu güçlendirme yöntemi sayesinde '(etki/kapasite< 1)' koşulunu sağlaması amaçlanmaktadır. Yapılacak olan güçlendirme kapsamında mevcut yapıya eklenmesi planlanan ilave düşey çelik çapraz elemanlarıyla birlikte, mevcut yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyinin gereklerini ve esaslarını sağlar duruma gelmesi beklenmektedir

Çelik çapraz profil ekleme yöntemiyle çerçeve boşlukları arasına diyagonal elemanlar konularak güçlendirme işlemi gerçekleştirilebilir. Bu güçlendirme yöntemi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında uygulama süreci çok daha kısa sürede gerçekleştirilebilir. Çelik çerçeveler yatay kuvvet taşıma kapasitesi bakımından betonarme perdelerle karşılaştırıldığında hem daha zayıf hem de maliyetleri daha yüksektir.

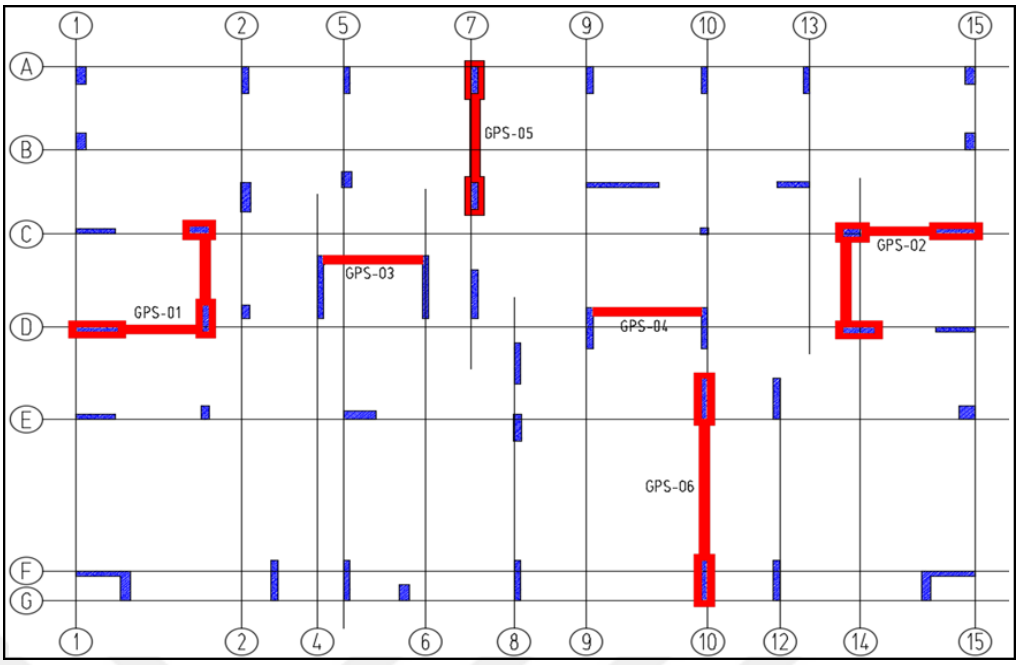
5.2 **Ek Betonarme Perde ile Güçlendirme Yönteminin Uygulanması ve Deprem Analizi**

5.2.1 **Güçlendirilmiş yapının taşıyıcı sistem özellikleri**

Güçlendirme yöntemlerinin belirlenmesi detayları ile birlikte Bölüm 5.1'de açıklanmıştır. Yönetmelik takibi kapsamında, mevcut bina güçlendirme adımları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) 15.Bölüm esasları temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Mevcut taşıyıcı sisteme yatay deprem yüklerine karşı yapının rijitliğinin artırılması ve perde elemanaların gevrek kırılmasının önlenmesi amacıyla 30 cm kalınlığında betonarme perdeler eklenmiştir. Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem kalıp planında görüldüğü üzere toplam 8 adet betonarme ek perde yerleştirilmiştir. Güçlendirme için belirlenen sistem ve mevcut yapı sisteminin betonarme elemanlar arasındaki etkileşim ve kuvvet aktarımının süreksiz şekilde sağlanması adına ek betonarme perdeler yapı mimarisi de göz önüne alınarak konumlandırılmıştır. Bu betonarme perdeler, D-C/1-2, D-C/13-15, A- B/7, E-G/10 aksları arası kolonlarını ve iki merdiven boşluğu çevresine eklenmiştir. Perde ilave edilen aksların arasına denk gelen kolonlarda 20 cm kalınlığında 4 taraflı manto uygulanmıştır. Güçlendirme işlemi tüm bina yüksekliği boyunca sürekli olarak uygulanmıştır. Ek betonarme perde yerleşimleri detaylı olarak Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem kalıp planı.



Şekil 5.2 : Ek betonarme perde elemanların gösterimi.

5.2.2 **Yeni eklenen betonarme perde elemanlarının malzeme özellikleri**

Beton Malzemesi

Yeni eklenecek olan betonarme elemanlarda C35 (kendiliğinden yerleşen) beton kullanılmıştır.

C35 (TS500,2000)

f_{ck} = 35 N/mm^2 (MPa)

f_{ctk} = $0.35\sqrt{35}$ = 2.08 N/mm2

f_{cd} = 35/1.5 = 23.33 N/mm2

Donatı Çeliği Malzemesi

Donatı çeliği, minimum akma dayanımı 420MPa, çekme dayanımı karakteristik akma dayanımının 1.15 ile 1.35 katı arasında olan ve çekme dayanımına karşılık gelen birim şekil değiştirmesi %8 olan B420C çeliğidir.

f_{yk} = 420 N/mm^2

E_s = 2x10^5 N/mm^2

f_{yd} = 420/1.15 = 365 N/mm^2

5.2.3 **Yeni eklenen betonarme perde elemanlarının genel özellikleri**

Mevcut yapı için belirlenen güçlendirme yöntemi kapsamında ek betonarme perdeler mevcut yapı sistemine tanımlanmıştır. Tanımlanan perdelerin 30 cm kalınlığında olduğu bilinmektedir. Eklenen betonarme perdelerin malzeme özellikleri Bölüm (5.2.2) kısmında tanımlanmıştır.

Perde donatı detayları TBDY-2018 (Bölüm 7.6.3-Bölüm 7.6.5)'deki esaslara göre belirlenmiştir. Ek perdelerin gövde donatılarının belirlenmesi hususunda gövde donatılarının toplam en kesit alanı, boyuna ve enine donatıların her biri için, perde gövdesi brüt en kesit alanının 0.0025' inden az olmaması ve perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm geçmeyecek şekilde belirlenmesi şartı sağlanmıştır. [5]. Ek perdelerin uç bölgelerindeki donatılar, perde uç bölgelerinin her birinde toplam düşey donatının perde en kesit alanına oranı en az 0.002 olması şartına uyularak belirlenmiştir. Perde uç bölgelerinde kullanılacak enine donatılar, enine donatı çapı 8 mm'den küçük olmaması şartı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Belirlenen donatı oranları ETABS programına her ek perde elemanı için tanımlanmıştır.

5.2.4 **Ek betonarme perde elemanlar için etkin kesit rijitlikleri ve izin verilen şekil değiştirme sınır değerlerinin belirlenmesi**

Mevcut yapının güçlendirilmesi amacıyla eklenen betonarme perde elemanların etkin kesit rijitliği çarpanları TBDY-2018 (Denk (5.2))'ye göre belirlenecektir. Bölüm 4.1.6'da betonarme elemanlar için etkin kesit rijitlikleri detaylı olarak verilmiştir. Mevcut yapıda bulunan doğrusal olarak modellenen bodrum kat perdeleri ve döşemeler için etkin kesit rijitlik çarpanları TBDY-2018 (Tablo 4.2)'ye göre belirlenecektir.

$$(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y}\frac{L_s}{3} \tag{5.1}$$

.

$$\theta_y = \frac{\Phi_y L_s}{3} + 0.0015\eta\left(1 + 1.5\frac{h}{L_s}\right) + \frac{\Phi_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \tag{5.2}$$

Eklenen perdeler için izin verilen şekil değiştirme sınırları Bölüm 4.8'de detaylı olarak tanımlanmıştır. Şekil değiştirme sınır değerleri TBDY-2018 (Bölüm 5.8)'e göre belirlenmiştir.

Güçlendirme amaçlı mevcut yapıya eklenen betonarme perdeler için S420 çelik sınıfı kullanıldığı bilinmektedir. S420 donatı çeliğine ait, donatı çeliği kopma birim şekil değiştirme değeri TBDY-2018 (Tablo 5.A.1)'deki tabloya göre çelik sınıfına uygun olarak belirlenmiştir

Çizelge 5.1 : Donatı çeliklerine ait bilgiler (TBDY-2018 (Tablo 5.A.1)).

Kalite	f_{sy} (Mpa)	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} f_{sy}
S220	220	0.0011	0.011	0.12	1.20
S420	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B420C	420	0.0021	0.008	0.08	1.15 - 1.35
B500C	500	0.0025	0.008	0.08	1.15 - 1.35

Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için beton birim şekil değiştirme sınırı;

$$\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \tag{5.3}$$

Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı;

$$\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0.4\varepsilon_{su} = 0.032 \tag{5.4}$$

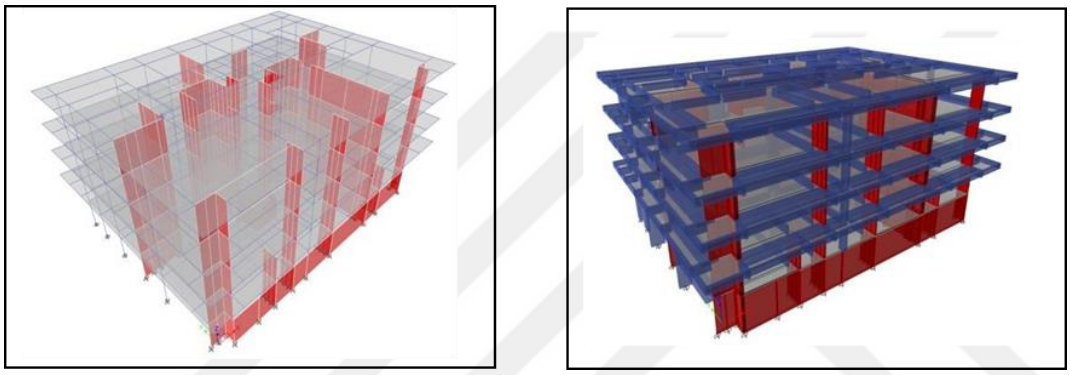
Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için belirlenen şekil değiştirme sınır değerleri TBDY-2018 (Bölüm 5.8.1.3 ve Bölüm 5.8.1.4)'deki denklem takımları kullanılarak beton malzemesi ve donatı çeliği için Sınırlı Hasar (SH) ve Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyleri kapsamında şekil değiştirme sınırları bulunmuştur.

$\varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075$ $\varepsilon_c^{(SH)} = 0.0025$

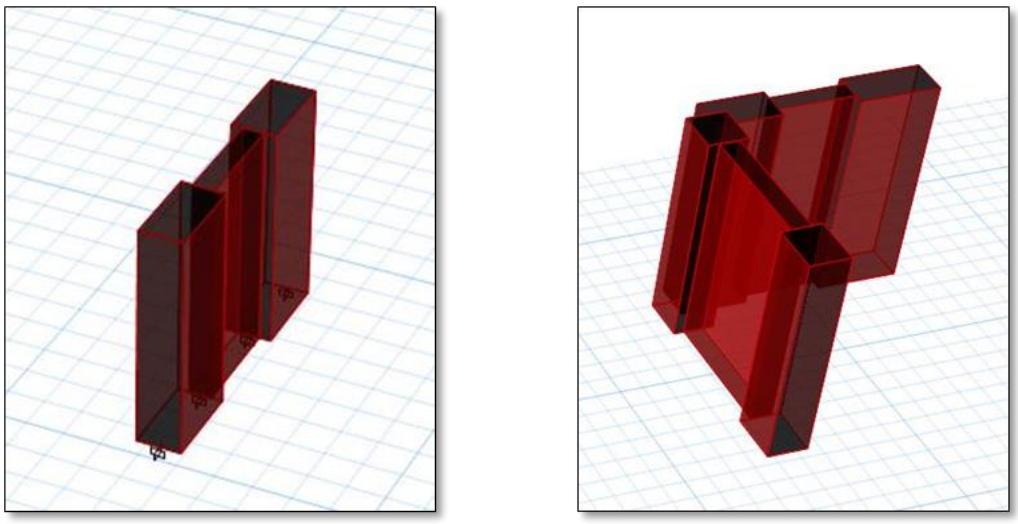
$\varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\varepsilon_S^{(G\ddot{O})} = 0.024$ $\varepsilon_c^{(SH)} = 0.75\varepsilon_C^{(SH)} = 0.0026$

5.2.5 **Güçlendirilmiş mevcut yapının taşıyıcı sistem modellemesi ve performans değerlendirmesi**

İncelemeye konu olan ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş binanın performansa dayalı deprem güvenliğinin belirlenmesi kapsamında Bölüm 3.1'de tanımlanmış yükler, malzeme özellikleri ve zemin özellikleri göz önünde bulundurularak ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş mevcut yapının üç boyutlu sayısal modeli ETABS (Integrated Building Design Software) yapısal analiz programı kullanarak oluşturulmuştur. Şekil 5.3'de oluşturulan modelin üç boyutlu sayısal modeli görsel olarak verilmiştir. Şekil 5.4'de güçlendirme amaçlı mevcut yapıya eklenen betonarme perdelerin temsili örnekleri görsel olarak verilmiştir.



Şekil 5.3 : Güçlendirilmiş yapının üç boyutlu sayısal modeli [ETABS].



Şekil 5.4 : Ek betonarme perdelerin temsili üç boyutlu görünümü.

Ek Betonarme perdeler ile güçlendirilmiş mevcut yapı sisteminin doğrusal olamayan hesap modeli için uygulanan adımlar önceki bölümlerde mevcut yapının doğrusal olmayan hesap modeli oluşturulurken detayları ile birlikte verilmiştir. Bölüm 4.1'de

uyulması gereken kurallar ve model oluşturma sürecinde takip edilen esaslar mevcuttur.

Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem analizinde, zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yönteminden yararlanılmıştır.

Mevcut güçlendirilmiş yapının modellenmesinde ve doğrusal olmayan analizinde ETABS programı kullanılmıştır. Güçlendirilmiş sistem için analiz modeli oluşturma kapsamında TBDY-2018 (Bölüm 5.4)'de bulunan genel modelleme kuralları takip edilmiştir.

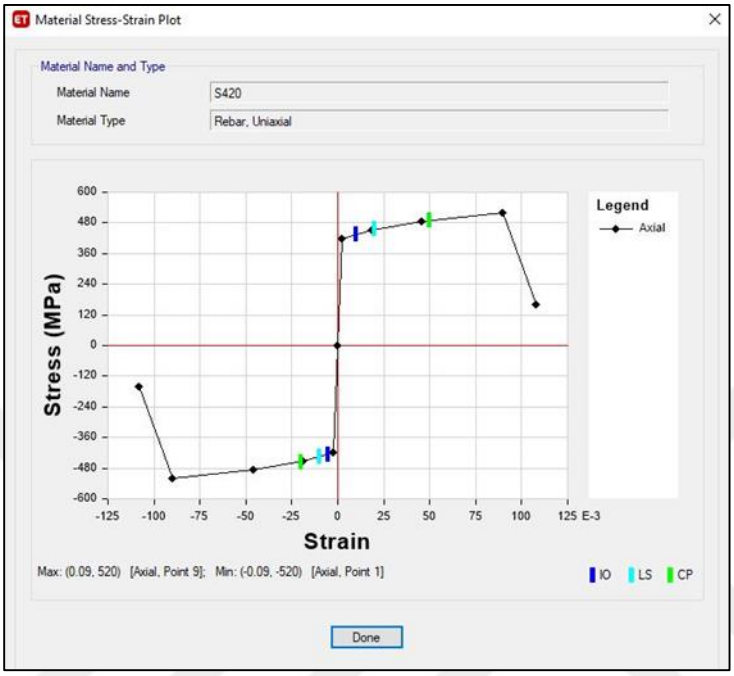
Mevcut güçlendirilmiş yapıya ait modelleme oluşturulurken, TBDY-2018 (Bölüm 15.4)'de belirtilen Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar dikkate alınmıştır. Analizler, tasarım spektrumuna uygun olması kapsamında filtrelenmiş ve ölçeklendirilmiş toplam 11 deprem yer hareketi takımı için uygulanmıştır. Performans değerlendirmesi kapsamında sünek davranışa sahip betonarme elemanlarda değerlendirmeye esas şekil değiştirme istemleri ile sünek davranışa sahip olmayan davranışa sahip olamayan betonarme elemanlarda değerlendirmeye esas iç kuvvet istemleri, yapılan 22 analiz sonucu elde edilen sonuçların mutlak değerce en büyük değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bulunan ortalama değerler TBDY-2018 deprem yönetmeliğinin uygun gördüğü şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri kıyaslanarak yapısal elemanlarda hasar durumları yönetmelikçe belirtilen hususlara dayanarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda mevcut güçlendirilmiş yapı genelinde taşıyıcı sistemin deprem performansı belirlenmiştir. Bölüm 4'de mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesi konusu detaylı bir şekilde işlenmiştir.

ETABS modeli oluşturulması sürecinde mevcut yapıya ait malzeme modellerinin tanımlanması, betonarme kolon ve kirişler için davranış modellerinin tanımlanması, mevcut perde elemanların davranış modellerinin tanımlanması ve zaman tanım analizinde kullanılacak deprem yüklerinin tanımlanması sırasıyla Bölüm 4.3, Bölüm 4.4 ve Bölüm 4.5 kısımlarında detaylı olarak açıklanmıştır.

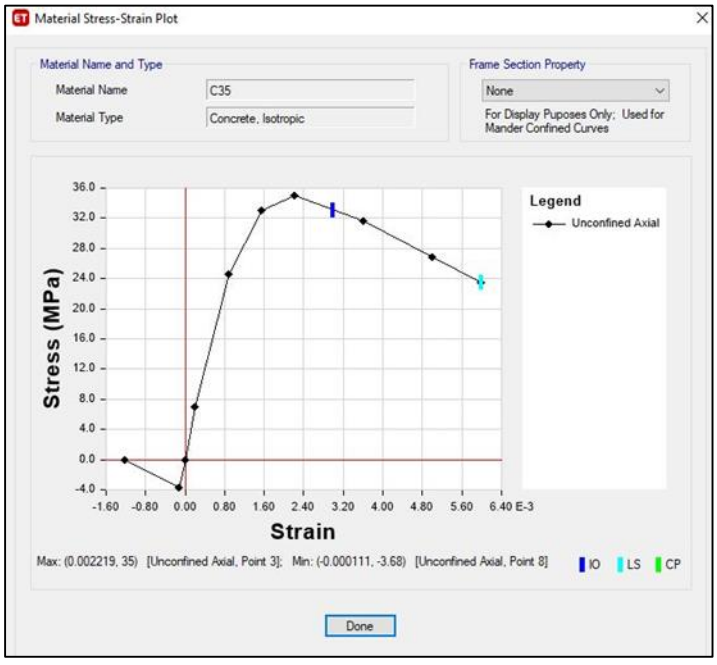
Mevcut yapının güçlendirilmesinde kullanılan ek betonarme perdelerin beton sınıfı ve donatı çeliği sınıfı mevcut yapı malzeme modeli tanımlamalarından farklı olmasından dolayı ek betonarme perdeler için malzeme modelleri ETABS programına tanımlanmıştır.

5.2.6 **Ek betonarme perdeler için malzeme modellerinin tanımlanması**

Güçlendirme amaçlı eklenen betonarme perdeler için malzeme modelleri ETABS programı üzerinde tanımlanmıştır. Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da doğrusal olmayan malzeme modelleri gösterilmiştir.



Şekil 5.5 : S420 donatı çeliği doğrusal olmayan malzeme modeli.



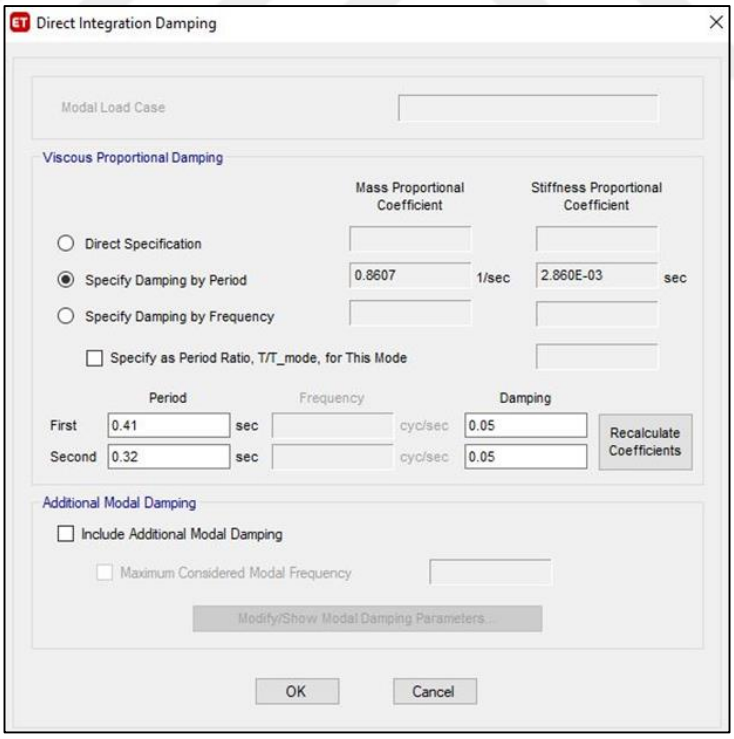
Şekil 5.6 : C35 betonu doğrusal olmayan malzeme modeli.

5.2.7 **Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması**

Sönümleme ile ilgili kapsamlı bilgi, Bölüm 4.6 kısmında verilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut proje için rayleigh damping sönüm oranları kullanılmıştır. Şekil 4.16'da rayleigh sönüm modeli şematik olarak gösterilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapı için yapılan mod analizi sonucunda 1. mod ve 2. mod değerleri belirlenmiş, ETABS programı içeresinde ilgili yere tanımlanmış ve sönüm değeri hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.2'de detaylı olarak verilmiştir. Şekil 5.7'de periyotların ETABS modeline tanımlama aşaması görsel olarak verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları

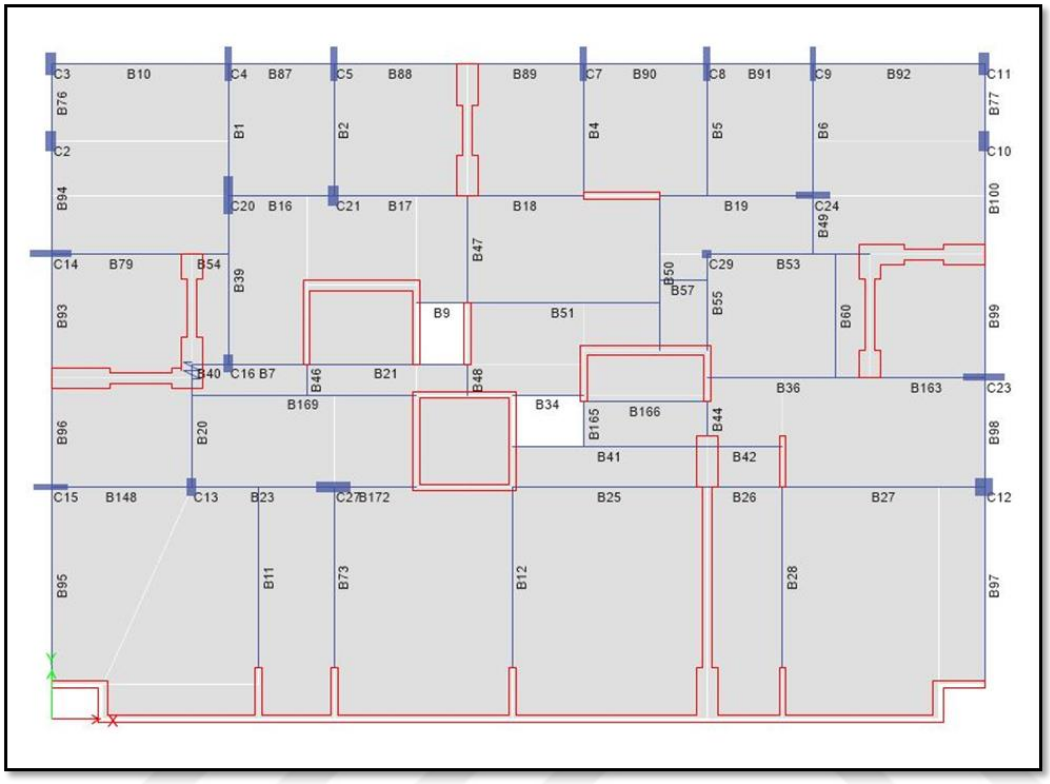
Durum	Mod	Periyot(s)	UX	UY	(Toplam) UX	(Toplam) UY
Modal	1	0.416	0.3623	0.3052	0.3839	0.305
Modal	2	0.324	0.3076	0.3839	0.6915	06889
Modal	3	0.145	0.0027	0.0002	0.6942	0.6891
Modal	4	0.113	0.1534	0.0153	0.8476	0.7041
Modal	5	0.097	0.0086	0.1692	0.8562	0.8734



Şekil 5.7 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları.

5.2.8 **Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait kolon, kiriş etiketleri**

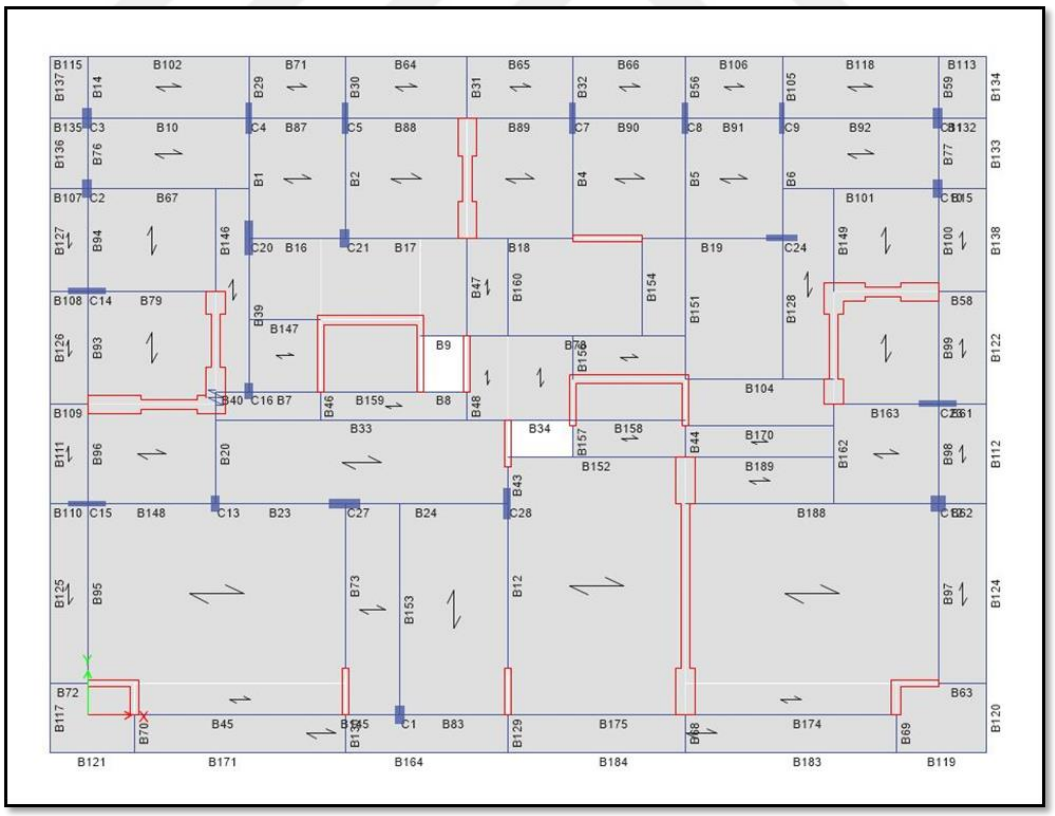
ETABS programında modellenen yapının taşıyıcı kolon ve kiriş eleman etiketleri her kat dahilinde Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.8 : Bodrum kat kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri.



Şekil 5.9 : Zemin kat kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri.



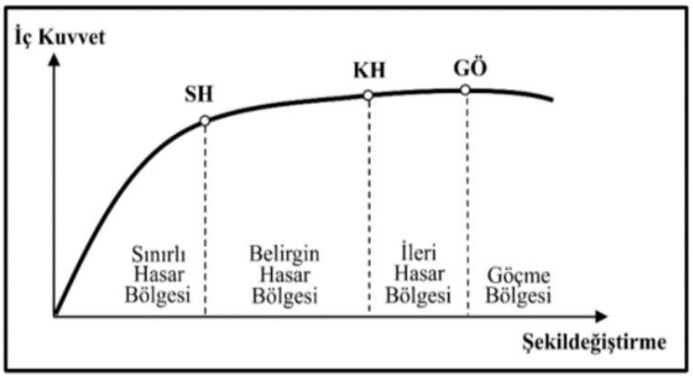
Şekil 5.10 : Normal katlar kolon ve kiriş elemanlarının etiketleri.

5.2.9 **Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımları**

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. Performansa dayalı mevcut deprem güvenliği, güçlendirilmiş yapı modal periyotlarına göre belirlenen sönüm değeri kullanılarak sonuçlandırılmıştır. Mevcut kolon elemanlarda P-M2-M3, mevcut kiriş elemanlarda M3 plastik mafsalları atanması kapsamında kolon ve kiriş elemanların iki ucunda bulunan mafsallar için plastik dönmeler ve şekil değiştirme değerleri analiz sonucu elde edilmiştir. Bulunan bu değerlerin yönetmelikçe belirtilen sınır değerleriyle karşılaştırması sonucu hasar sınıfları belirlenmiş ve en elverişsiz hasar sınıfları mevcut kolon ve kirişlerin hasar sınıfları olarak kabul edilmiştir. Kolon ve kiriş elemanlar için eğilme tipi hasar dağılımlarının belirlenmesi Bölüm 4.10'da detaylı olarak işlenmiştir.

5.2.9.1 **Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Yapılan analiz sonucu ve hasar dağılımları belirlenmesi kapsamında bodrum kat kolon elemanlarının tümü hasarsız olduğu görülmüştür. Her kat özelinde kolon elemanların büyük bir çoğunluğu hasarsız çıkmasından dolayı çizelgelerde sadece hasarlı olan kolon elemanlara yer verilmiştir. Çizelge 5.3'de kolon hasar durumlarının hasar çeşitlerine göre sınıflandırılması yüzdesel olarak her kat için belirtilmiştir. Şekil 5.11'de hasar sınıfları şematik olarak ifade edilmiştir. Çizelge 5.4, Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7'de kolon hasar dağılımları hasar oranı ile birlikte detaylı olarak belirtilmiştir. Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'de her kat için kolonlarındaki hasar dağılımı grafiksel olarak sunulmuştur.



Şekil 5.11 : Hasar bölgeleri şematik gösterimi.

Çizelge 5.3 : Kolon elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2).

Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	20 (%100)	0(%0)	0 (%0)	0 (%0)	20
Zemin Kat	20(%96.0)	1(%4.0)	0 (%0)	0(%0)	21
1.Normal Kat	16(%76.1)	5(%23.9)	0 (%0)	0(%0)	21
2.Normal Kat	18(%85.7)	3(%14.3)	0 (%0)	0(%0)	21
3.Normal Kat	14(%66.6)	7(%33.3)	0 (%0)	0 (%0)	21

Çizelge 5.4 : Zemin kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.023	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.5 : 1. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

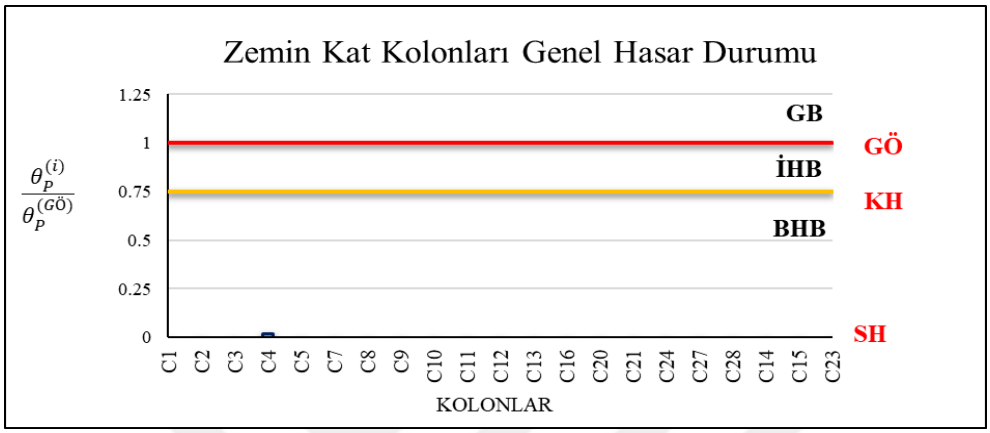
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C1	0.143	BHB
C3	0.042	BHB
C4	0.047	BHB
C5	0.096	BHB
C8	0.028	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.6 : 2. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

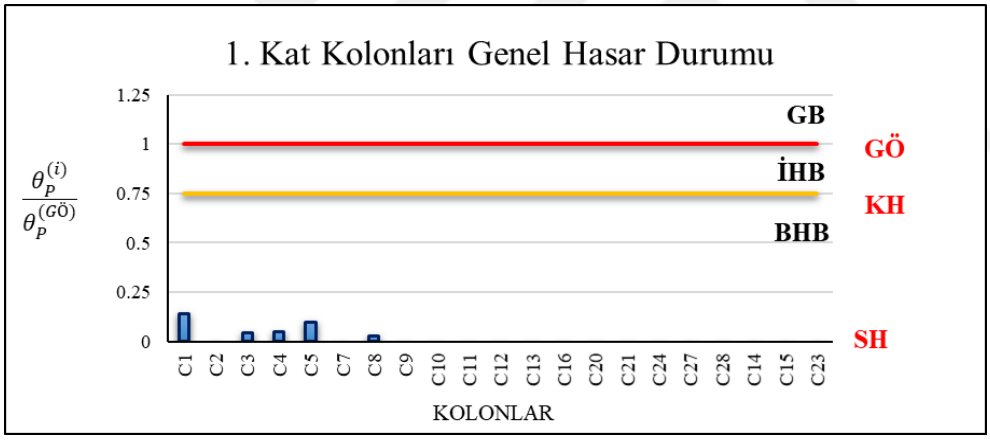
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C2	0.143	BHB
C5	0.042	BHB
C10	0.047	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.7 : 3. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

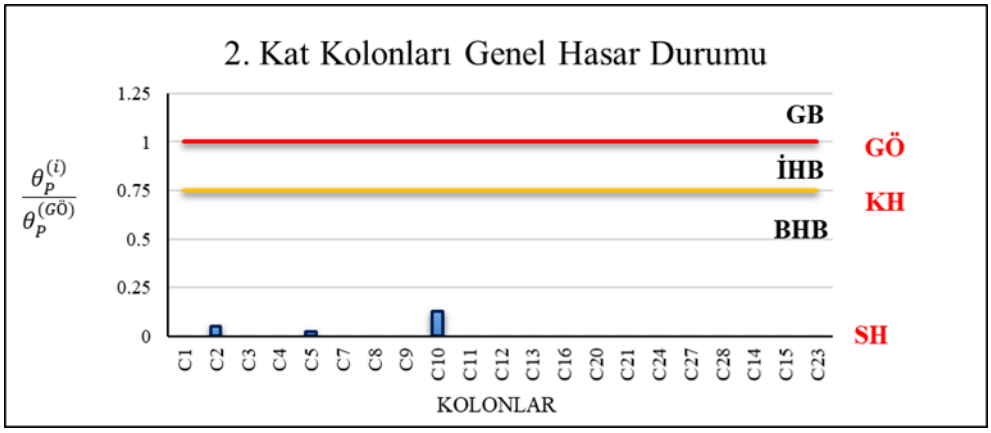
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C2	0.143	BHB
C5	0.042	BHB
C10	0.047	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ



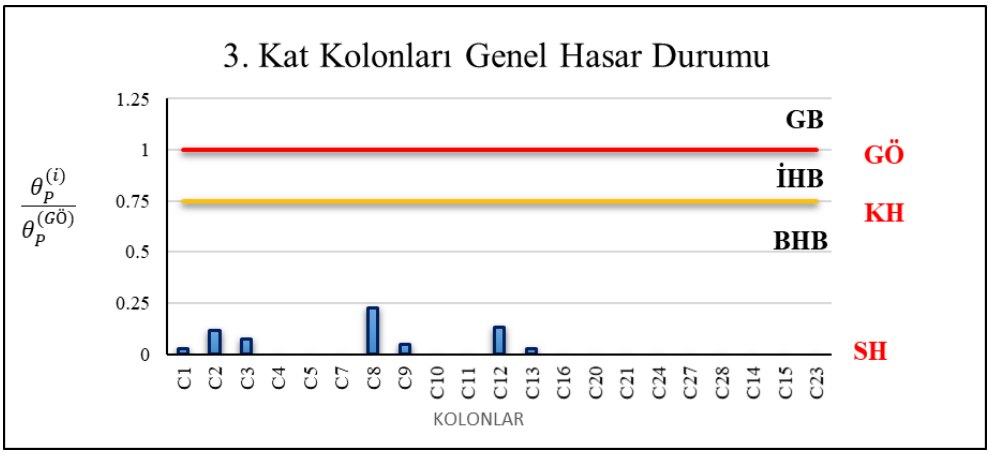
Şekil 5.12 : Zemin kat kolonlarındaki hasar dağılımı.



Şekil 5.13 : 1. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı.



Şekil 5.14 : 2. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı.



Şekil 5.15 : 2. Kat kolonlarındaki hasar dağılımı.

5.2.9.2 **Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Yapılan analiz sonucu, hasar dağılımları belirlenmesi kapsamında TBDY-2018'deki esaslar göz önünde bulundurulmuştur. Her kat özelinde kiriş elemanların hasar durumları belirlenmiştir. Çizelge 5.8'de kiriş hasar sınırları yüzdesel olarak gösterilmiştir. Ek olarak güçlendirilmiş mevcut yapıdaki kiriş elemanların hasar sınıfları ve hasar oranları her ayrı kat için Çizelge 5.9, Çizelge 5.10, Çizelge 5.11, Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13'de detaylı olarak sunulmuştur. Kiriş hasar durumlarında çoğu kirişin hasarsız çıkmasından dolayı tablolarda sadece hasar sınıfı bulunan kirişler gösterilmiştir. Katlar dahilinde kiriş hasar dağılımları Şekil 5.16, Şekil 5.17, Şekil 5.18, Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 5.8 : Kiriş elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2).

Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	57(%89.06)	7(%10.94)	0 (%0)	0 (%0)	64
Zemin Kat	68(%90.67)	6(%8.00)	1(%1.3)	0(%0)	75
1.Normal Kat	65(%90.28)	6(%8.33)	1(%1.4)	0(%0)	72
2.Normal Kat	63(%87.50)	8(%11.11)	1(%1.4)	0(%0)	72
3.Normal Kat	66(%91.67)	6(%8.33)	0 (%0)	0 (%0)	72

Çizelge 5.9 : Bodrum kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B38	0.0157	BHB
B44	0.3278	BHB
B93	0.1143	BHB
B96	0.0100	BHB
B99	0.1225	BHB
B100	0.0440	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.10 : Zemin kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.0190	BHB
B13	0.9445	BHB
B20	0.1061	BHB
B40	0.0412	BHB
B43	0.1670	BHB
B44	0.1502	BHB
B46	0.1296	BHB
B84	0.0423	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.11 : 1. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

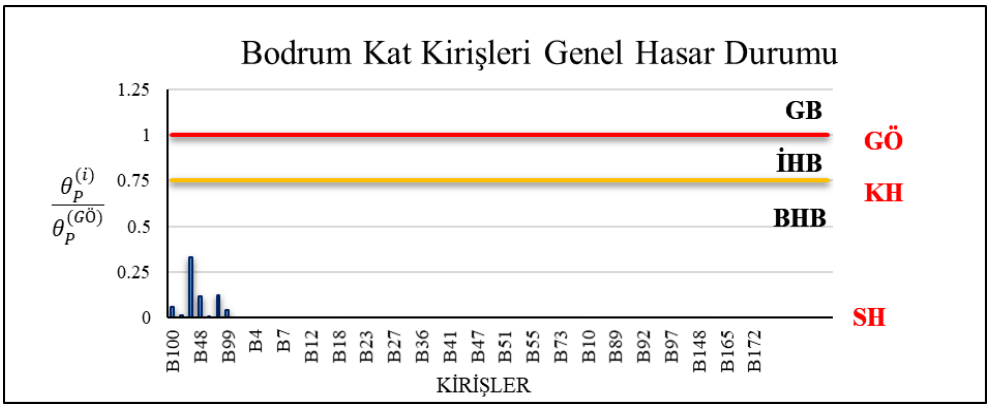
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B19	0.00532	BHB
B40	0.0044	BHB
B43	0.1613	BHB
B44	0.5952	BHB
B83	0.0320	BHB
B175	0.7607	BHB
B13	0.5787	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.12 : 2. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

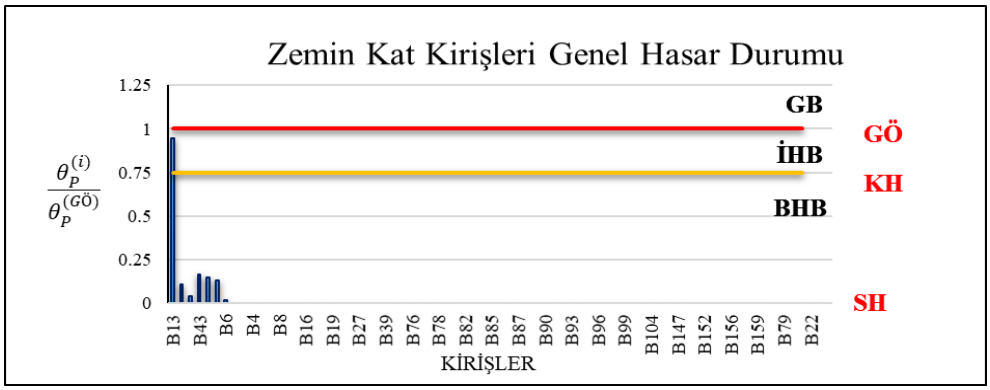
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.0394	BHB
B13	0.0089	BHB
B19	0.0100	BHB
B40	0.1577	BHB
B43	0.5926	BHB
B44	0.0673	BHB
B83	0.011	BHB
B157	0.7665	BHB
B175	0.5701	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.13 : 3. Kat kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

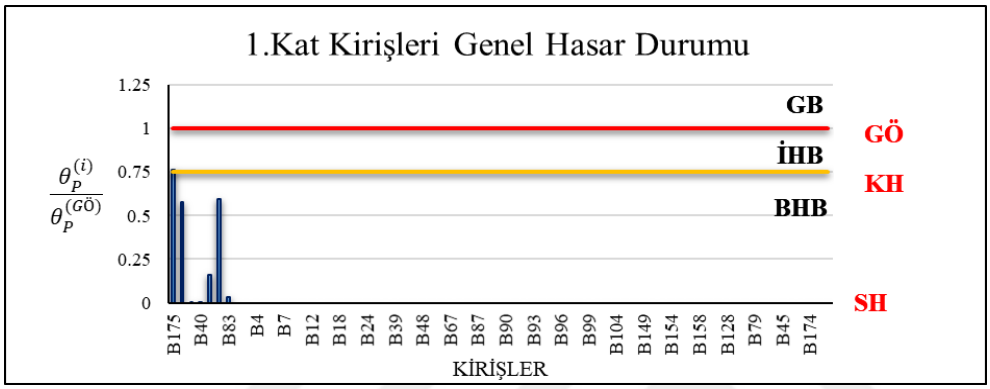
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B13	0.4850	BHB
B43	0.1454	BHB
B44	0.7378	BHB
B83	0.1325	BHB
B157	0.2619	BHB
B175	0.2481	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ



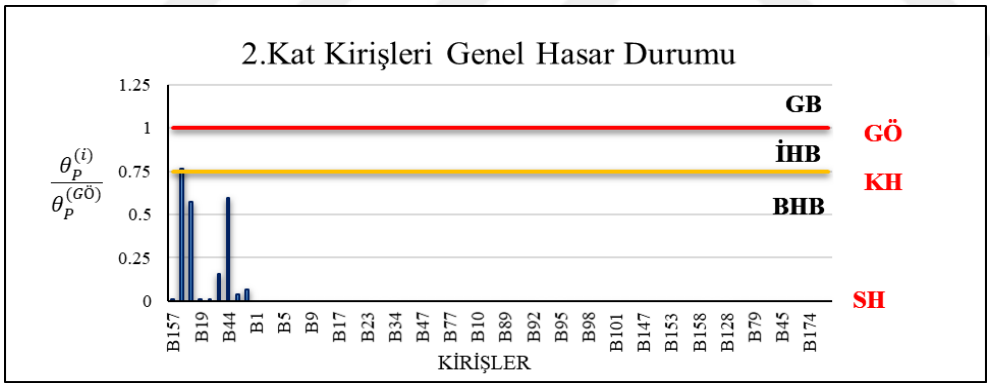
Şekil 5.16 : Bodrum kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



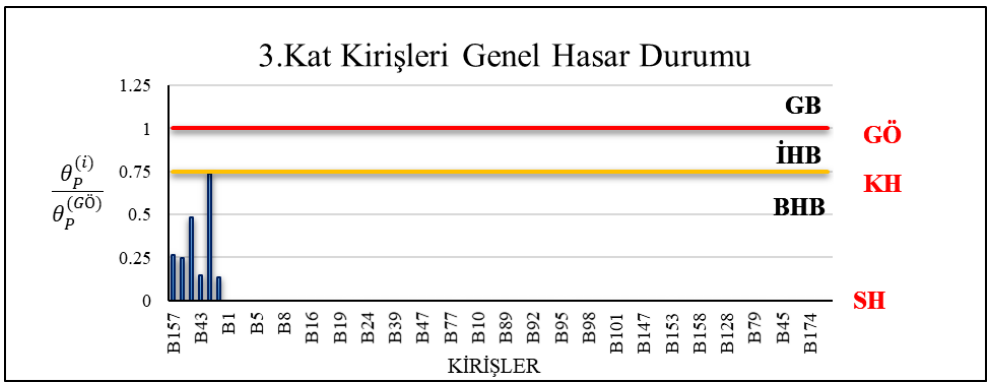
Şekil 5.17 : Zemin kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



Şekil 5.18 : 1. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



Şekil 5.19 : 2. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



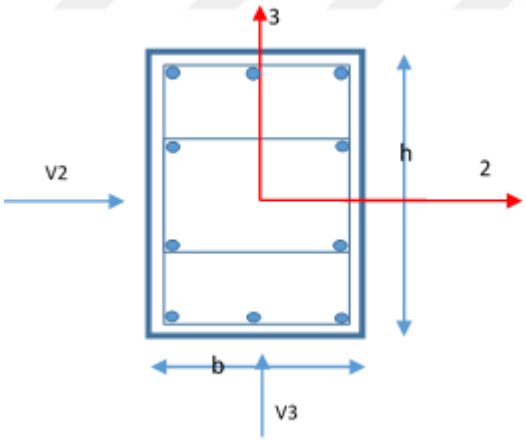
Şekil 5.20 : 3. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.

5.2.10 **Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları**

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. Alınan analiz sonuçlarına göre yapısal kolon ve kiriş elemanların kesme kuvveti etkisi altında gevrek kırılmaya maruz kalıp kalmadığı kontrolü yapılmıştır. Kolon ve kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü kapsamında mevcut yönetmelikler TS-500 ve TBDY-2018' den yararlanılmıştır.

5.2.10.1 **Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelikteki hususlar takip edilerek güçlendirilmiş mevcut yapının betonarme kolonları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı bir şekilde Çizelge 5.14, Çizelge 5.15, Çizelge 5.16, Çizelge 5.17 ve Çizelge 5.18'de verilmiştir. Ek betonarme perdelerle yapılan güçlendirme çalışması sonunda kolon elemanların yatay yüklerden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı istenilen düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Tüm katlar özelinde hiçbir kolon elemanda kesme kuvvetinden dolayı hasar oluşumu görülmemiştir. Kolonlar için kesme kuvveti kontrolleri grafik olarak Şekil 5.22, Şekil 5.23, Şekil 5.24, Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'da verilmiştir.



E.S(b) : Etriye Sayısı-b yönünde

E.S(h) : Etriye Sayısı-h yönünde

E.Ç : Etriye Çapı

E.A : Etriye Aralığı

Şekil 5.21 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri.

Kesme kontrolü hesabında kullanılan veriler:

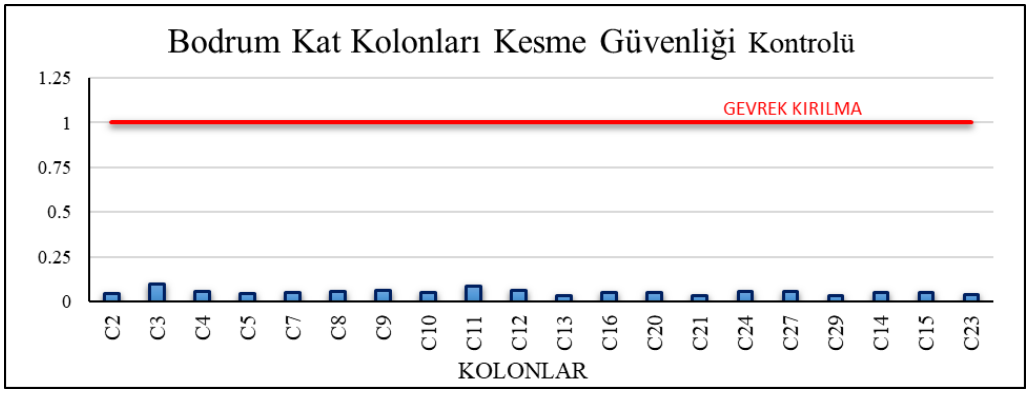
C8 Beton sınıfı fck= 8 Mpa

S220 Donatı çeliği fyk= 220 Mpa

fctd= 0.989 Mpa

Çizelge 5.14 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

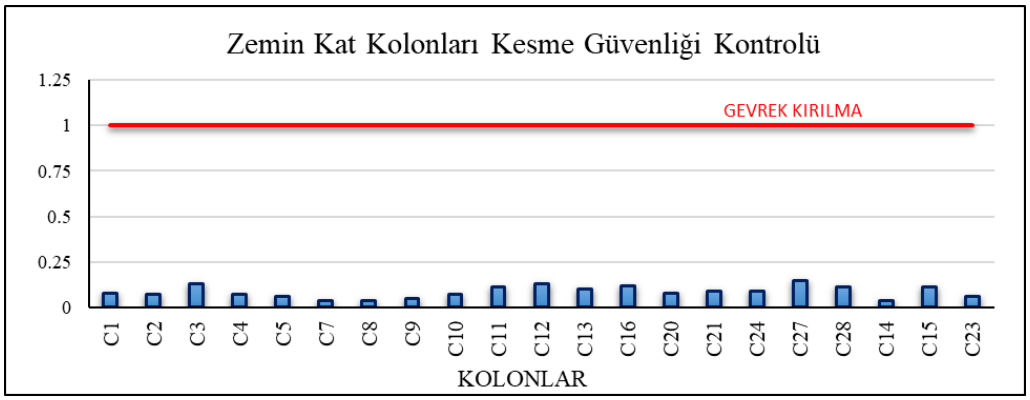
	V2	V3	b	h			Yatay Donatı		V_c	Vs2	Vs3	V2top	V3top	Kontrol V2/V2top	Kontrol V3/V3top
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.S (b)	E.S (h)	E.Ç	E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C2	6	10	0.30	0.60	1	1	Φ 10	/ 20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.05<1
C3	17	14	0.30	0.65	1	1	Φ 10	/ 20	125	52	112	177	238	0.1<1	0.06<1
C4	6	17	0.20	1.00	1	1	Φ 10	/ 20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.06<1
C5	4	13	0.20	1.00	1	1	Φ 10	/ 20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.04<1
C7	2	16	0.20	1.00	1	1	Φ 10	/ 20	129	35	173	163	301	0.01<1	0.05<1
C8	2	17	0.20	1.00	1	1	Φ 10	/ 20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.06<1
C9	6	19	0.20	1.00	1	1	Φ 10	/ 20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.06<1
C10	5	12	0.30	0.60	1	1	Φ 10	/ 20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.05<1
C11	16	14	0.30	0.65	1	1	Φ 10	/ 20	125	52	112	177	238	0.09<1	0.06<1
C12	16	16	0.50	0.50	1	1	Φ 10	/ 20	161	86	86	247	247	0.06<1	0.06<1
C13	3	5	0.25	0.50	1	1	Φ 10	/ 20	80	43	86	124	167	0.02<1	0.03<1
C16	6	4	0.25	0.50	1	1	Φ 10	/ 20	80	43	86	124	167	0.05<1	0.02<1
C20	9	19	0.30	1.10	1	1	Φ 10	/ 20	212	52	190	264	402	0.03<1	0.05<1
C21	5	7	0.30	0.60	1	1	Φ 10	/ 20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.03<1
C24	17	5	1.00	0.20	1	1	Φ 10	/ 20	129	173	35	301	163	0.06<1	0.03<1
C27	21	9	1.00	0.30	1	1	Φ 10	/ 20	193	173	52	366	245	0.06<1	0.04<1
C29	3	3	0.25	0.25	1	1	Φ 10	/ 20	40	43	43	83	83	0.04<1	0.03<1
C14	17	2	1.20	0.20	1	1	Φ 10	/ 20	154	207	35	362	189	0.05<1	0.01<1
C15	10	8	1.00	0.20	1	1	Φ 10	/ 20	129	173	35	301	163	0.03<1	0.05<1
C23	13	3	1.20	0.20	1	1	Φ 10	/ 20	154	207	35	362	189	0.04<1	0.02<1



Şekil 5.22 : Bodrum kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.15 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

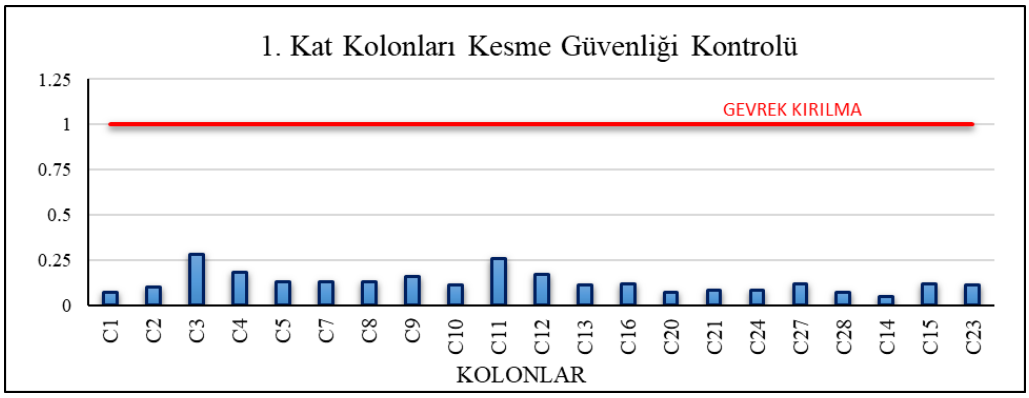
	V2	V3	b	h			Yatay Donatı		V_c	Vs2	Vs3	V2top	V3top	Kontrol V2/V2top	Kontrol V3/V3top
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.S (b)	E.S (h)	E.Ç	E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	14	3	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.08<1	0.02<1
C2	5	15	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.07<1
C3	12	31	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.07<1	0.13<1
C4	9	21	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.07<1
C5	9	18	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.06<1
C7	7	13	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.04<1
C8	6	12	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.04<1
C9	8	14	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.05<1
C10	3	16	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.02<1	0.07<1
C11	8	26	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.04<1	0.11<1
C12	6	32	0.50	0.50	1	1	Φ 10 /	20	161	86	86	247	247	0.03<1	0.13<1
C13	13	17	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.1<1	0.10<1
C16	15	8	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.12<1	0.05<1
C20	12	33	0.30	1.10	1	1	Φ 10 /	20	212	52	190	264	402	0.04<1	0.08<1
C21	10	20	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.06<1	0.09<1
C24	29	10	1.00	0.20	1	1	Φ 10 /	20	129	173	35	301	163	0.09<1	0.06<1
C27	29	37	1.00	0.30	1	1	Φ 10 /	20	193	173	52	366	245	0.08<1	0.15<1
C28	24	38	0.25	1.00	1	1	Φ 10 /	20	167	46	184	221	372	0.11<1	0.10<1
C14	11	7	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.03<1	0.04<1
C15	18	18	1.00	0.20	1	1	Φ 10 /	20	129	173	35	301	163	0.06<1	0.11<1
C23	21	6	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.06<1	0.03<1



Şekil 5.23 : Zemin kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.16 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

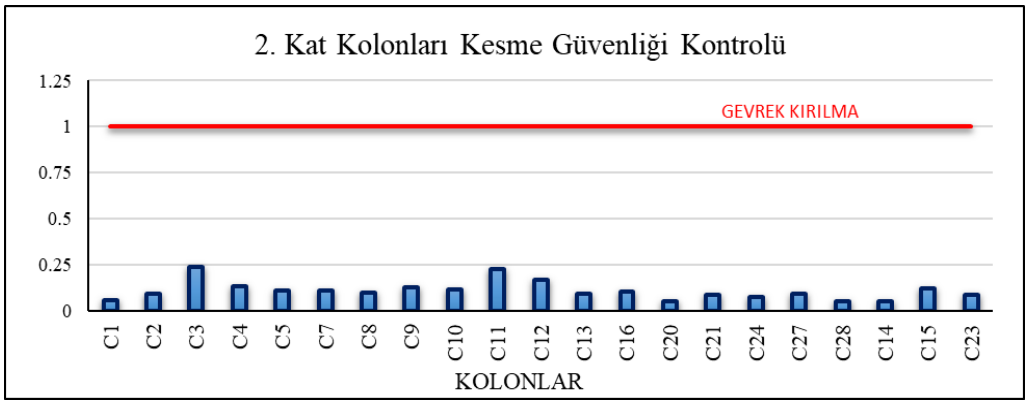
	V2	V3	b	h			Yatay Donatı		V_c	Vs2	Vs3	V2top	V3top	Kontrol V2/V2top	Kontrol V3/V3top
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.S (b)	E.S (h)	E.Ç	E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	13	6	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.07<1	0.03<1
C2	6	22	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.10<1
C3	15	66	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.09<1	0.28<1
C4	7	53	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.18<1
C5	8	40	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.13<1
C7	7	40	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.13<1
C8	6	40	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.13<1
C9	7	50	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.16<1
C10	8	25	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.11<1
C11	24	61	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.14<1	0.26<1
C12	31	42	0.50	0.50	1	1	Φ 10 /	20	161	86	86	247	247	0.13<1	0.17<1
C13	13	18	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.11<1	0.11<1
C16	15	10	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.12<1	0.06<1
C20	13	27	0.30	1.10	1	1	Φ 10 /	20	212	52	190	264	402	0.05<1	0.07<1
C21	9	18	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.08<1
C24	23	10	1.00	0.20	1	1	Φ 10 /	20	129	173	35	301	163	0.08<1	0.06<1
C27	14	28	1.00	0.30	1	1	Φ 10 /	20	193	173	52	366	245	0.04<1	0.12<1
C28	14	15	0.25	1.00	1	1	Φ 10 /	20	161	43	173	204	334	0.07<1	0.04<1
C14	17	9	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.05<1	0.05<1
C15	34	23	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.1<1	0.12<1
C23	40	11	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.11<1	0.06<1



Şekil 5.24 : 1. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.17 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

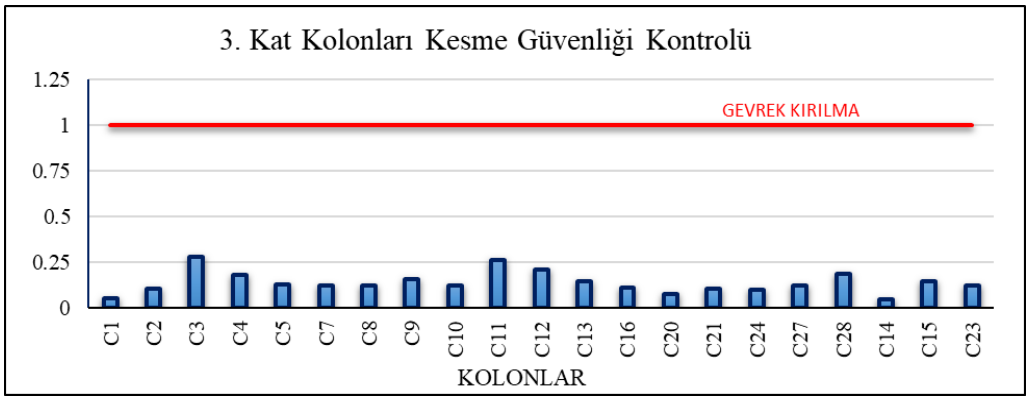
	V2	V3	b	h			Yatay Donatı			V_c	Vs2	Vs3	V2top	V3top	Kontrol V2/V2top	Kontrol V3/V3top
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.S (b)	E.S (h)	E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	10	5	0.30	0.60	1	1	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.06<1	0.02<1
C2	4	20	0.30	0.60	1	1	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.09<1
C3	14	56	0.30	0.65	1	1	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.08<1	0.24<1
C4	8	40	0.20	1.00	1	1	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.13<1
C5	8	32	0.20	1.00	1	1	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.11<1
C7	7	32	0.20	1.00	1	1	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.11<1
C8	6	30	0.20	1.00	1	1	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.10<1
C9	7	38	0.20	1.00	1	1	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.13<1
C10	5	25	0.30	0.60	1	1	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.11<1
C11	23	53	0.30	0.65	1	1	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.13<1	0.22<1
C12	17	42	0.50	0.50	1	1	Φ	10 /	20	161	86	86	247	247	0.07<1	0.17<1
C13	11	16	0.25	0.50	1	1	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.09<1	0.09<1
C16	12	10	0.25	0.50	1	1	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.1<1	0.06<1
C20	10	21	0.30	1.10	1	1	Φ	10 /	20	212	52	190	264	402	0.04<1	0.05<1
C21	9	19	0.30	0.60	1	1	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.09<1
C24	23	11	1.00	0.20	1	1	Φ	10 /	20	129	173	35	301	163	0.08<1	0.07<1
C27	27	23	1.00	0.30	1	1	Φ	10 /	20	193	173	52	366	245	0.07<1	0.09<1
C28	9	17	0.25	1.00	1	1	Φ	10 /	20	143	52	180	230	323	0.04<1	0.05<1
C14	15	9	1.20	0.20	1	1	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.04<1	0.05<1
C15	26	23	1.20	0.20	1	1	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.07<1	0.12<1
C23	32	11	1.20	0.20	1	1	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.09<1	0.06<1



Şekil 5.25 : 2. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.18 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

	V2	V3	b	h			Yatay Donatı		V_c	Vs2	Vs3	V2top	V3top	Kontrol V2/V2top	Kontrol V3/V3top
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.S (b)	E.S (h)	E.Ç	E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	9	5	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.02<1
C2	5	23	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.11<1
C3	14	66	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.08<1	0.28<1
C4	7	55	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.18<1
C5	7	38	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.13<1
C7	6	36	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.12<1
C8	6	37	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.03<1	0.12<1
C9	6	47	0.20	1.00	1	1	Φ 10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.16<1
C10	8	26	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.12<1
C11	25	62	0.30	0.65	1	1	Φ 10 /	20	125	52	112	177	238	0.14<1	0.26<1
C12	22	51	0.50	0.50	1	1	Φ 10 /	20	161	86	86	247	247	0.09<1	0.21<1
C13	10	24	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.08<1	0.14<1
C16	13	8	0.25	0.50	1	1	Φ 10 /	20	80	43	86	124	167	0.11<1	0.05<1
C20	11	30	0.30	1.10	1	1	Φ 10 /	20	212	52	190	264	402	0.04<1	0.07<1
C21	8	22	0.30	0.60	1	1	Φ 10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.10<1
C24	29	9	1.00	0.20	1	1	Φ 10 /	20	129	173	35	301	163	0.1<1	0.06<1
C27	36	29	1.00	0.30	1	1	Φ 10 /	20	193	173	52	366	245	0.1<1	0.12<1
C28	8	21	0.25	1.00	1	1	Φ 10 /	20	161	43	173	204	334	0.04<1	0.06 <1
C14	16	8	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.04<1	0.04<1
C15	33	24	1.00	0.20	1	1	Φ 10 /	20	129	173	35	301	163	0.11<1	0.14<1
C23	43	9	1.20	0.20	1	1	Φ 10 /	20	154	207	35	362	189	0.12<1	0.05<1



Şekil 5.26 : 3. Kat kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

5.2.10.2 **Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelikteki betonarme elemanlar için kesme kuvveti kontrolü esasları takip edilerek güçlendirilmiş mevcut yapının betonarme kirişleri üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı bir şekilde Çizelge 5.19, Çizelge 5.20, Çizelge A.16, Çizelge A.17 ve Çizelge A.18'de verilmiştir. Şekil 5.27, Şekil 5.28, Şekil 5.29, Şekil 5.30 ve Şekil 5.31'de kiriş kesme kuvveti grafikleri verilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapı için tüm kirişlerde kesme kuvvetinden kaynaklı gevrek kırılma görülmemiştir.

Ek betonarme perdelerle yapılan güçlendirme çalışması sonunda kiriş elemanların yatay yüklerden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı istenilen düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Tüm katlar özelinde hiçbir kiriş elemanda kesme kuvvetinden dolayı hasar oluşumu görülmemiştir.

Çizelge 5.19 : Bodrum kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	47.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.39<1
B2	38.11	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B4	37.93	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B5	35.91	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.3<1
B6	47.93	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.4<1
B7	27.19	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.23<1
B9	27.65	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.23<1
B11	77.44	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.46<1
B12	104.08	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.62<1
B16	43.11	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.26<1
B17	50.52	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.3<1
B18	52.59	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.31<1
B19	78.98	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.47<1
B20	45.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.38<1
B23	52.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.37<1
B25	46.44	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.32<1
B27	82.14	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.49<1
B28	79.91	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.56<1
B34	20.59	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.12<1
B36	75.55	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.53<1
B39	42.41	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.35<1

Çizelge 5.19 (devam) : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

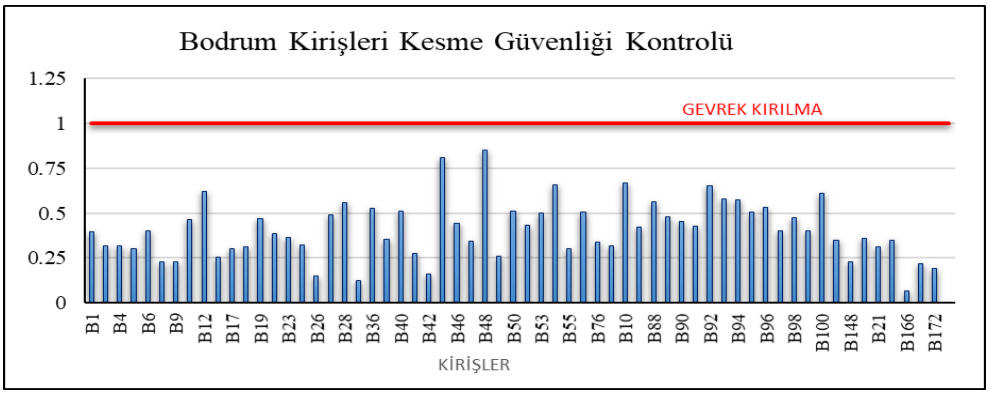
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B40	61.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B42	27.26	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.16<1
B44	165.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	88.47	165.68	0.81<1
B46	63.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.44<1
B47	41.37	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.35<1
B48	122.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.85<1
B49	31.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.26<1
B50	61.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B51	72.46	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.43<1
B53	72.20	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.5<1
B54	78.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.66<1
B55	43.10	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.3<1
B73	84.45	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.5<1
B76	40.68	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.34<1
B77	37.90	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B10	95.75	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.67<1
B87	60.72	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.42<1
B88	80.64	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.56<1
B89	68.76	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.48<1
B90	64.82	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.45<1
B92	93.45	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.65<1
B93	69.23	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.58<1
B94	68.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.58<1
B95	123.62	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	0.5<1
B96	63.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.53<1
B97	112.49	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.4<1
B98	56.60	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.47<1
B100	72.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.61<1
B79	50.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B148	32.92	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1
B163	51.54	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.36<1
B21	45.06	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.31<1
B165	50.31	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B166	9.37	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.07<1
B169	31.45	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B172	27.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1

Çizelge 5.20 : Zemin kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2).

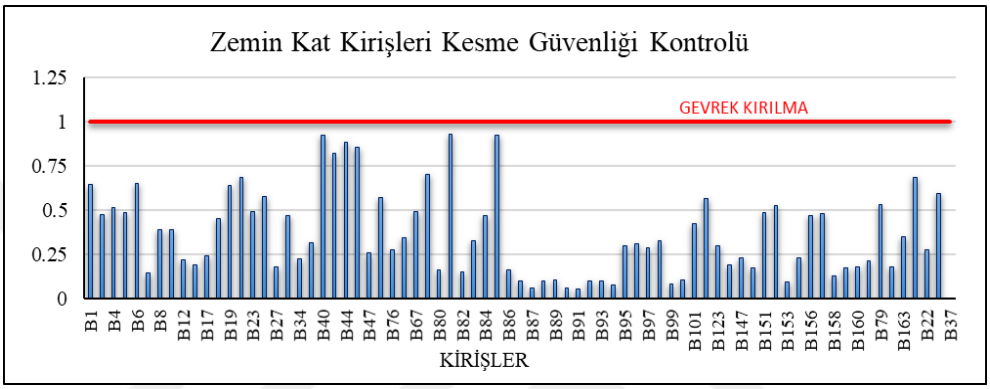
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	77.54	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.65<1
B2	56.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B4	61.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.52<1
B5	58.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B6	77.87	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.65<1
B7	17.61	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.15<1
B8	46.75	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.39<1
B9	46.75	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.39<1
B12	36.53	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.22<1
B16	31.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.19<1
B17	40.86	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.24<1
B18	75.41	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.45<1
B19	106.79	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.64<1
B20	81.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.68<1
B23	70.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.49<1
B24	83.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.58<1
B27	30.36	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.18<1
B33	67.15	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.47<1
B34	37.97	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B39	37.48	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B40	158.19	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.92<1
B43	120.22	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.82>1
B44	734.32	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.88>1
B46	102.17	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.85<1
B47	30.68	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.26<1
B48	68.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.57<1
B76	32.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B77	49.69	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B67	58.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B78	117.35	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.7<1
B80	45.70	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.16<1
B81	654.09	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	2.35>1
B82	41.34	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.15<1
B83	90.83	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.33<1
B84	130.36	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.47<1
B85	853.37	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	3.06>1

Çizelge 5.20 (devam) : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

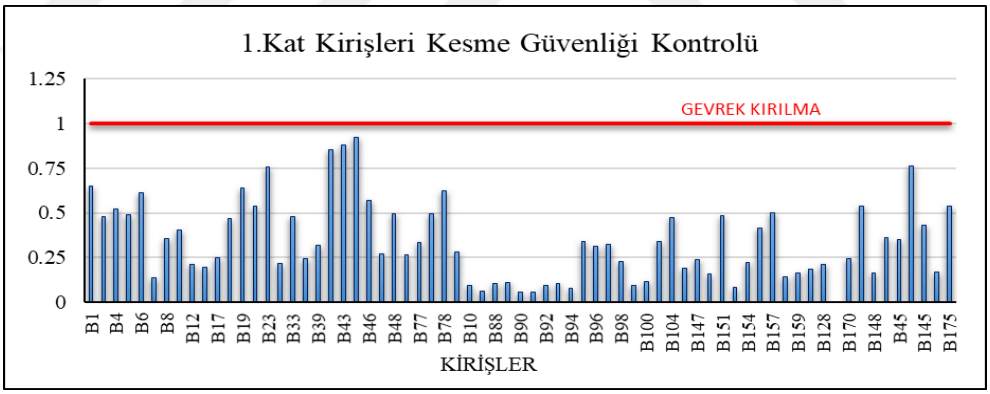
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B86	45.32	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.16<1
B10	14.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B87	8.28	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B88	14.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B89	15.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B90	8.19	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B91	7.80	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.05<1
B92	14.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B93	11.67	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B94	8.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.07<1
B95	83.70	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.3<1
B96	37.28	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B97	80.20	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.29<1
B98	38.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B99	10.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B101	60.66	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.42<1
B104	81.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.56<1
B123	33.18	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.3<1
B147	38.71	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B149	24.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.17<1
B151	81.17	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.48<1
B152	100.34	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.52<1
B153	11.66	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.09<1
B154	38.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B156	48.86	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.47<1
B157	43.77	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.48<1
B158	11.72	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.13<1
B159	20.66	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.17<1
B160	20.03	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.18<1
B128	30.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.21<1
B79	76.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.53<1
B148	25.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.18<1
B163	49.84	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B13	97.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.68<1
B22	40.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.28<1
B35	100.01	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.6<1



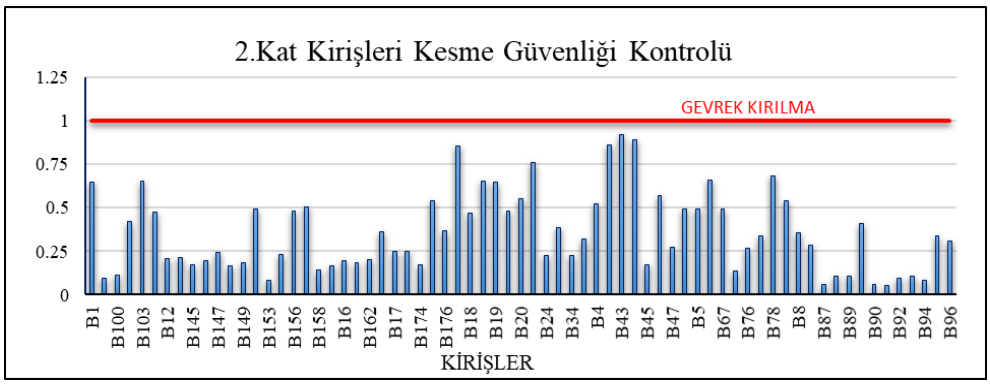
Şekil 5.27 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



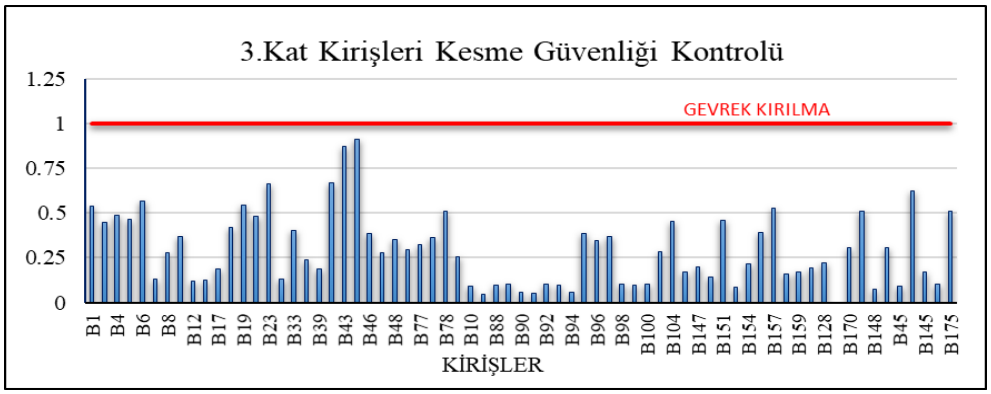
Şekil 5.28 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 5.29 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



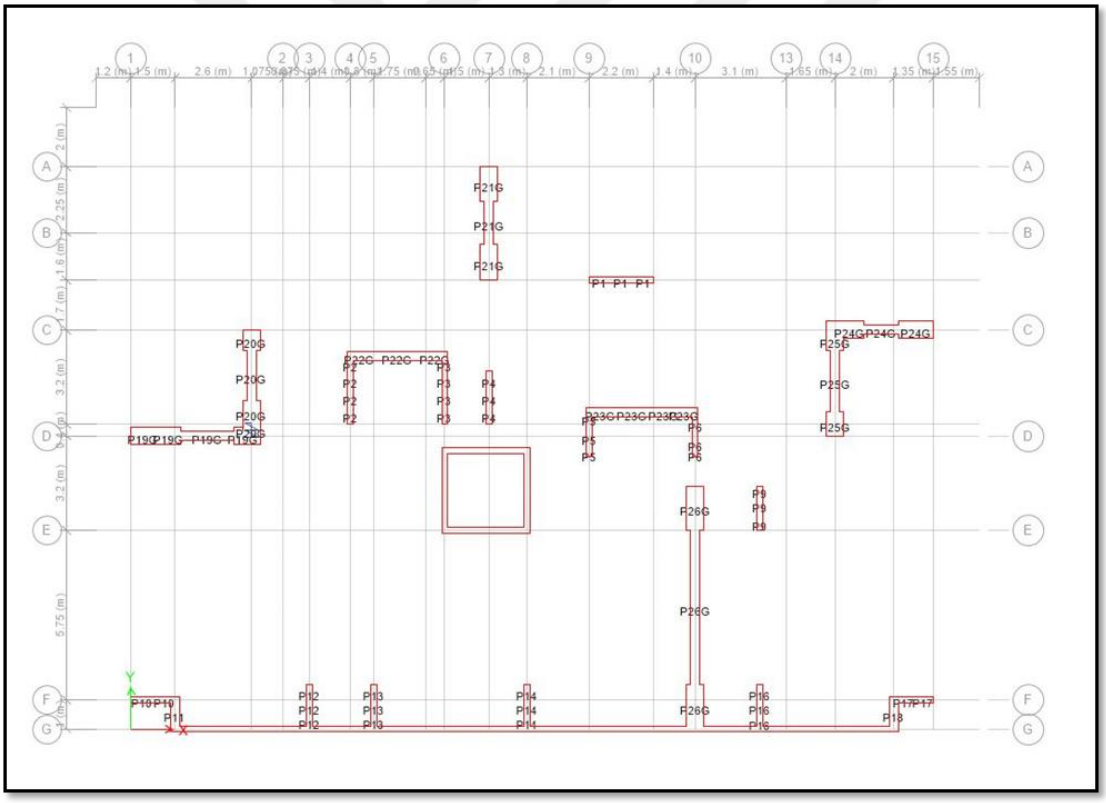
Şekil 5.30 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



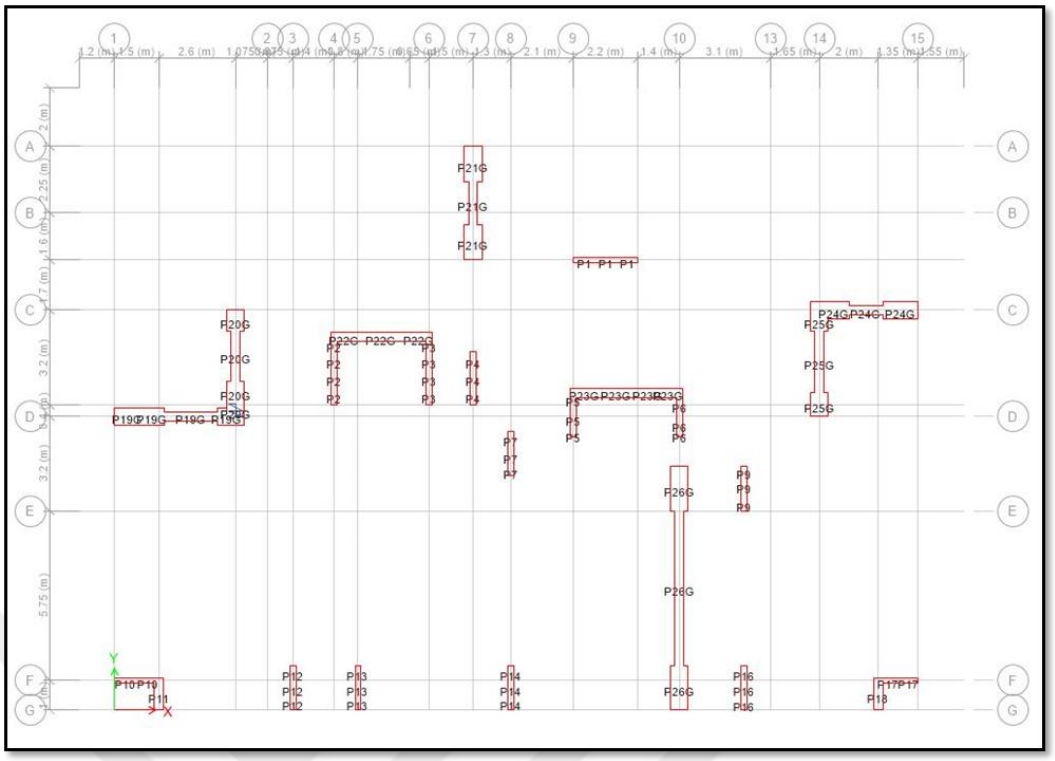
Şekil 5.31 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.

5.2.11 **Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait perde etiketleri**

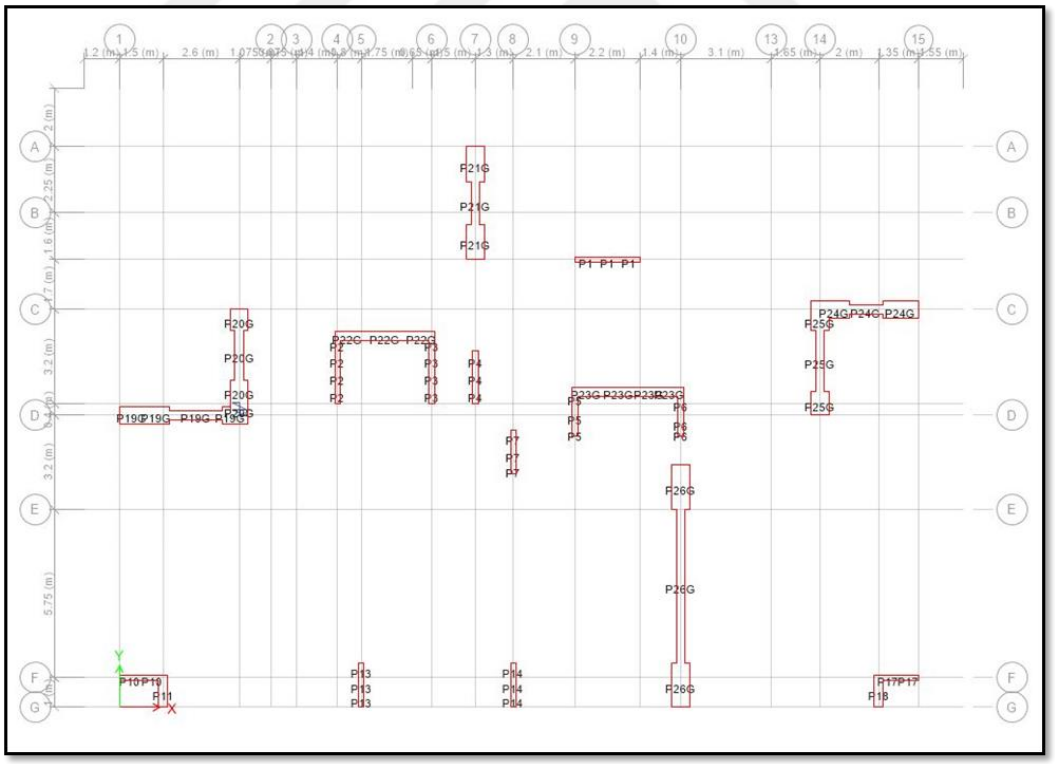
ETABS programında modellenen yapının taşıyıcı perde eleman etiketleri her kat dahilinde Şekil 5.32, Şekil 5.33, Şekil 5.34'de gösterilmiştir. Ek betonarme perde elemanların etiketleri pier isimleri sonrası G harfi eklenerek ifade edilmiştir.



Şekil 5.32 : Güçlendirilmiş yapı bodrum perde eleman etiketleri .



Şekil 5.33 : Güçlendirilmiş yapı zemin kat perde eleman etiketleri.



Şekil 5.34 : Güçlendirilmiş yapı normal kat perde eleman etiketleri.

5.2.12 **Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları**

Ek betonarme perdelerle mevcut yapının güçlendirilmesi sonrasında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. DD-2 deprem düzeyi için gerçekleştirilen analiz sonucunda betonarme perde elemanların beton ve çelik donatılarında meydana gelen şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Perde elemanlara ait beton şekil değiştirme (kısalma-ezilme) sınır değerleri TBDY-2018 (Bölüm 5.8)'e göre belirlenirken, donatı şekil değiştirme (uzama) sınır değerleri (Tabla 5.A.1)' e göre belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen şekil değiştirme değerleri, yönetmelik uyarınca belirlenen sınır değerler ile karşılaştırılarak perde elemanların performans düzeyi tespit edilmiştir Çizelge 5.21, Çizelge A.19, Çizelge A.20, Çizelge A.21 ve Çizelge A.22'de perde elemanlar için hasar sınırlarının belirlenmesi detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 5.21 : 3.Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00004	0.00000	0.01088	0.00000	SH	SH
W13	-0.00003	0.00000	0.00848	0.00000	SH	SH
W28	-0.00001	0.00000	0.00424	0.00004	SH	SH
W39	-0.00006	0.00000	0.01853	0.00000	SH	SH
W40	-0.00002	0.00000	0.00599	0.00000	SH	SH
W41	-0.00002	0.00000	0.00581	0.00000	SH	SH
W42	-0.00010	0.00000	0.02802	0.00000	SH	SH
W54	-0.00011	0.00000	0.03124	0.00000	SH	SH
W55	-0.00006	0.00000	0.01604	0.00000	SH	SH
W56	-0.00002	0.00000	0.00590	0.00000	SH	SH
W68	-0.00003	0.00000	0.00765	0.00004	SH	SH
W69	-0.00004	0.00000	0.01060	0.00000	SH	SH
W70	-0.00005	0.00000	0.01318	0.00000	SH	SH
W71	-0.00002	0.00001	0.00581	0.00034	SH	SH
W72	-0.00003	0.00001	0.00811	0.00017	SH	SH
W73	-0.00004	0.00000	0.01088	0.00015	SH	SH
W52	-0.00004	0.00000	0.01152	0.00000	SH	SH
W53	-0.00002	0.00000	0.00636	0.00000	SH	SH
W57	-0.00003	0.00000	0.00931	0.00000	SH	SH
W79	-0.00002	0.00001	0.00479	0.00022	SH	SH
W80	-0.00001	0.00001	0.00267	0.00020	SH	SH
W81	-0.00001	0.00001	0.00221	0.00018	SH	SH
W82	-0.00001	0.00001	0.00304	0.00045	SH	SH

Çizelge 5.21 (devam): 3.Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-Hasar Oranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W85	-0.00002	0.00001	0.00507	0.00608	SH	SH
W86	-0.00002	0.00001	0.00571	0.00507	SH	SH
W87	-0.00001	0.00001	0.00387	0.00018	SH	SH
W88	-0.00001	0.00001	0.00378	0.00017	SH	SH
W89	-0.00003	0.00000	0.00793	0.00000	SH	SH
W90	-0.00002	0.00000	0.00571	0.00000	SH	SH
W91	-0.00004	0.00000	0.01051	0.00000	SH	SH
W8	-0.00003	0.00001	0.00737	0.00034	SH	SH
W9	-0.00001	0.00000	0.00147	0.00000	SH	SH
W11	-0.00002	0.00001	0.00636	0.00037	SH	SH
W22	-0.00004	0.00002	0.01235	0.00055	SH	SH
W26	-0.00002	0.00001	0.00682	0.00020	SH	SH
W29	-0.00001	0.00001	0.00341	0.00029	SH	SH
W30	-0.00002	0.00002	0.00452	0.00054	SH	SH
W31	-0.00001	0.00002	0.00424	0.00048	SH	SH
W32	-0.00001	0.00000	0.00424	0.00015	SH	SH
W34	-0.00002	0.00002	0.00581	0.00071	SH	SH
W37	-0.00004	0.00002	0.01253	0.00068	SH	SH
W38	-0.00001	0.00002	0.00424	0.00048	SH	SH
W43	-0.00002	0.00001	0.00599	0.00027	SH	SH
W61	-0.00002	0.00002	0.00599	0.00070	SH	SH
W74	-0.00001	0.00001	0.00350	0.00036	SH	SH
W93	-0.00003	0.00001	0.00793	0.00035	SH	SH
W94	-0.00002	0.00001	0.00590	0.00027	SH	SH
W97	-0.00002	0.00001	0.00488	0.00018	SH	SH
W98	-0.00001	0.00000	0.00286	0.00000	SH	SH
W99	-0.00001	0.00000	0.00387	0.00000	SH	SH
W100	-0.00002	0.00001	0.00488	0.00030	SH	SH
W101	-0.00001	0.00000	0.00249	0.00000	SH	SH
W102	-0.00001	0.00000	0.00387	0.00004	SH	SH
W103	-0.00002	0.00001	0.00562	0.00018	SH	SH
W64	-0.00004	0.00000	0.01191	0.00000	SH	SH
W76	-0.00004	0.00000	0.01263	0.00000	SH	SH
W75	-0.00007	0.00000	0.01896	0.00000	SH	SH
W113	-0.00002	0.00001	0.00465	0.00030	SH	SH
W114	-0.00003	0.00001	0.00804	0.00041	SH	SH
W115	-0.00002	0.00001	0.00682	0.00038	SH	SH

5.2.13 **Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanlarda kesme kuvveti kontrolü**

Ek betonarme perdelerle güçlendirme işlemi uygulanan mevcut yapı, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile çözülmüştür. Mevcut deprem yüklemeleriyle yapılan analiz sonucu alınan kesme kuvveti değerleri yirmi iki farklı deprem kuvveti için maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri olarak bulunmuştur. Perde elemanlar kesme kuvveti kontrolü hesabında elde edilen kesme kuvveti değerlerinin ortalaması mutlak değerce alınmış ve hesaplarda kullanılmıştır. Yapılan bu hesaplar doğrultusunda perdelere gelen deprem kesme kuvvetleriyle perde kesme kuvveti kapasiteleri karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Mevcut betonarme perde elemanlar için etriye özellikleri, 12 mm çapında S220 cinsinde çelik donatılar ve etriye donatısı aralığı 250 mm belirlenmiştir. Güçlendirilmiş betonarme perde elemanlarda etriye özellikleri, 12 mm çapında S420 cinsinde çelik donatılar ve donatı aralığı 150 mm olarak belirlenmiştir.

Betonarme perde elemanların kesme güvenliği kapsamında, perde eleman kesitleri için tasarım kesme kuvveti ve kesme dayanımı yönetmeliğin belirttiği hususlar takip edilerek hesaplanmıştır. İlgili denklemler ve hesap aşamaları detaylı olarak TBDY-2018 (Bölüm 7.6.7)'de belirtilmiştir.

Perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r, Denklem (5.5) ile hesaplanacaktır

$$V_r = A_{ch}(0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{ywd}) \tag{5.5}$$

V_e tasarım kesme kuvveti denklem (5.6)'de verilen koşulları sağlayacaktır.

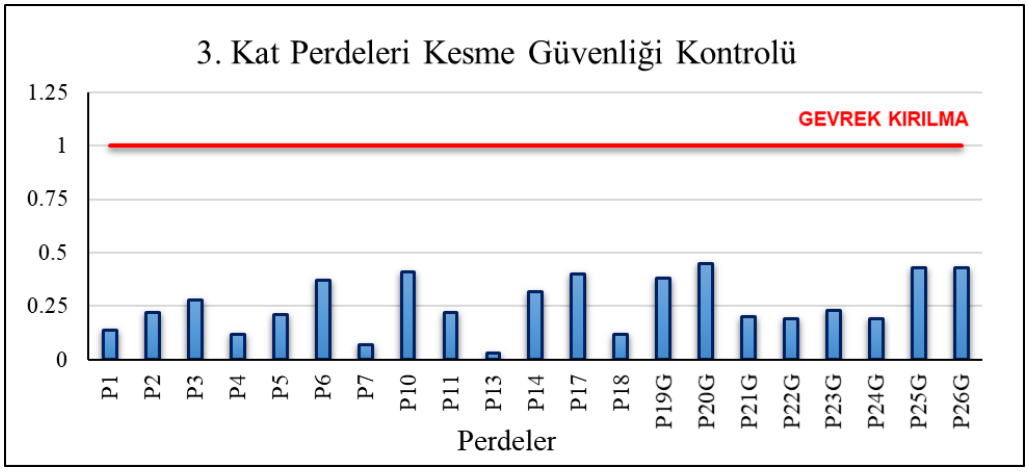
$$\begin{aligned} V_e &\leq 0.85 A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \ \ (Boşluksuz\ perdeler) \\ V_e &\leq 0.65 A_{ch}\sqrt{f_{ck}} \ \ (Bağ\ kirişli\ perdeler) \end{aligned} \tag{5.6}$$

Kesme güvenliği kontrolü hesabı her kat özelinde tüm perde elemanlar için gerçekleştirilmiştir. Yapılan kesme kuvveti kontrolleri Çizelge 5.22, Çizelge 5.23, Çizelge 5.24, Çizelge 5.25 ve Çizelge 5.26'da detaylı olarak sunulmuştur. Perde eleman etiketleri her kat özelinde Bölüm 5.3.8'de verilmiştir.

Güçlendirmeyle birlikte tüm perde elemanlar kesme kuvvetine karşı yeterli dayanıma sahip olmuş ve gevrek kırılmaya uğramamıştır. Şekil 5.35, Şekil 5.36, Şekil 5.37, Şekil 5.38 ve Şekil 5.39'da kesme güvenliği kontrolleri grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 5.22 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı			Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.					
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralıkn	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	97	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25 2	9.05	0.14<1	0.09<1
P2	168	2.30	0.20	296	458	753	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.22<1	0.15<1
P3	208	2.30	0.20	296	458	753	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.28<1	0.19<1
P4	69	1.80	0.20	232	358	589	865	Φ	12 / 25 2	9.05	0.12<1	0.08<1
P5	105	1.50	0.20	193	299	491	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.21<1	0.15<1
P6	181	1.50	0.20	193	299	491	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.37<1	0.25<1
P7	42	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.07<1	0.05<1
P10	221	1.65	0.20	212	328	540	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.41<1	0.28<1
P11	93	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.22<1	0.12<1
P13	18	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.03<1	0.02<1
P14	167	1.5	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.32<1	0.22<1
P17	196	1.50	0.20	193	299	491	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.4<1	0.27<1
P18	81	1.65	0.30	319	328	646	1190	Φ	12 / 25 2	9.05	0.12<1	0.07<1
P19G	1456	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.38<1	0.22<1
P20G	1650	4.30	0.30	984	2723	3707	6487	Φ	12 / 15 2	15.1	0.45<1	0.25<1
P21G	975	5.65	0.30	1293	3578	4871	8524	Φ	12 / 15 2	15.1	0.2<1	0.11<1
P22G	564	3.40	0.30	778	2153	2931	5129	Φ	12 / 15 2	15.1	0.19<1	0.11<1
P23G	735	3.70	0.30	847	2343	3190	5582	Φ	12 / 15 2	15.1	0.23<1	0.13<1
P24G	736	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.19<1	0.11<1
P25G	1584	4.25	0.30	972	2692	3664	6412	Φ	12 / 15 2	15.1	0.43<1	0.25<1
P26G	3100	8.55	0.30	1956	5415	7371	12900	Φ	12 / 15 2	15.1	0.43<1	0.24<1



Şekil 5.35 : 3. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü.

Çizelge 5.23 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

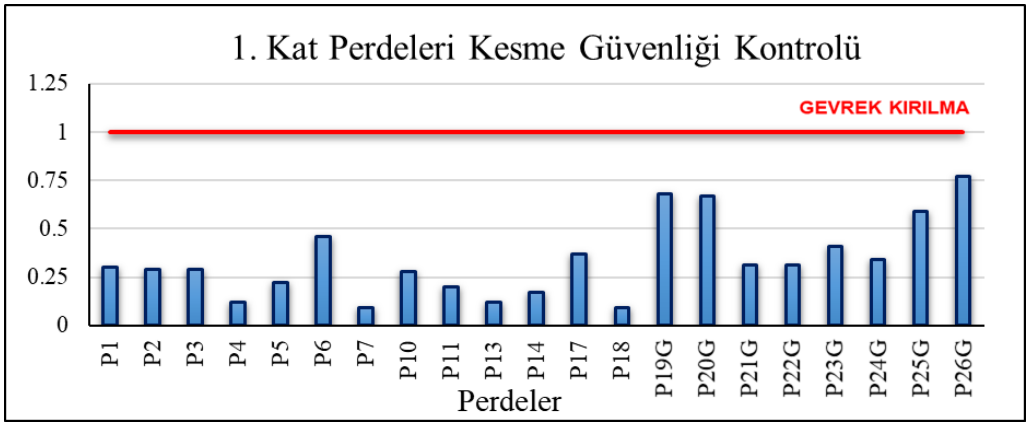
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı			Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.					
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n cm²/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	215	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2 9.05	0.3<1	0.2<1
P2	218	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2 9.05	0.29<1	0.2<1
P3	215	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2 9.05	0.29<1	0.19<1
P4	72	1.80	0.20	232	358	590	865	Φ	12 / 25	2 9.05	0.12<1	0.08<1
P5	108	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.22<1	0.15<1
P6	225	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.46<1	0.31<1
P7	54	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.1<1	0.07<1
P10	150	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2 9.05	0.28<1	0.19<1
P11	87	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2 9.05	0.2<1	0.11<1
P13	41	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.08<1	0.05<1
P14	91	1.5	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.17<1	0.12<1
P17	180	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2 9.05	0.37<1	0.25<1
P18	56	1.65	0.30	319	328	647	1190	Φ	12 / 25	2 9.05	0.09<1	0.05<1
P19G	2611	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15	2 15.1	0.68<1	0.39<1
P20G	2488	4.30	0.30	984	2723	3707	6487	Φ	12 / 15	2 15.1	0.67<1	0.38<1
P21G	1518	5.65	0.30	1293	3578	4871	8524	Φ	12 / 15	2 15.1	0.31<1	0.18<1
P22G	901	3.40	0.30	778	2153	2931	5129	Φ	12 / 15	2 15.1	0.31<1	0.18<1
P23G	1313	3.70	0.30	847	2343	3190	5582	Φ	12 / 15	2 15.1	0.41<1	0.24<1
P24G	1317	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15	2 15.1	0.34<1	0.2<1
P25G	2148	4.25	0.30	972	2692	3664	6412	Φ	12 / 15	2 15.1	0.59<1	0.34<1
P26G	5409	8.55	0.3	1956	5415	7371	12900	Φ	12 / 15	2 15.1	0.72<1	0.41<1



Şekil 5.36 : 2. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü.

Çizelge 5.24 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü..

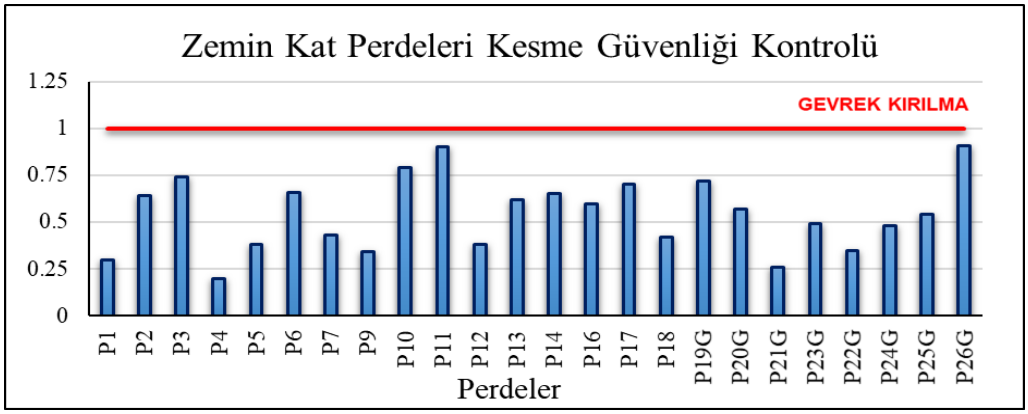
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı			Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.					
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralıkn	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	215	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25 2	9.05	0.3<1	0.2<1
P2	218	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.29<1	0.2<1
P3	215	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.29<1	0.19<1
P4	72	1.80	0.20	232	358	590	865	Φ	12 / 25 2	9.05	0.12<1	0.08<1
P5	108	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.22<1	0.15<1
P6	225	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.46<1	0.31<1
P7	48	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.09<1	0.06<1
P10	150	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.28<1	0.19<1
P11	87	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.2<1	0.11<1
P13	56	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.12<1	0.08<1
P14	91	1.5	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.17<1	0.12<1
P17	180	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.37<1	0.25<1
P18	56	1.65	0.30	319	328	647	1190	Φ	12 / 25 2	9.05	0.09<1	0.05<1
P19G	2611	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.68<1	0.39<1
P20G	2488	4.30	0.30	984	2723	3707	6487	Φ	12 / 15 2	15.1	0.67<1	0.38<1
P21G	1518	5.65	0.30	1293	3578	4871	8524	Φ	12 / 15 2	15.1	0.31<1	0.18<1
P22G	901	3.40	0.30	778	2153	2931	5129	Φ	12 / 15 2	15.1	0.31<1	0.18<1
P23G	1313	3.70	0.30	847	2343	3190	5582	Φ	12 / 15 2	15.1	0.41<1	0.24<1
P24G	1317	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.34<1	0.2<1
P25G	2148	4.25	0.30	972	2692	3664	6412	Φ	12 / 15 2	15.1	0.59<1	0.34<1
P26G	7176	8.55	0.3	1956	5415	7371	12900	Φ	14 / 15 2	20.5	0.77<1	0.56<1



Şekil 5.37 : 1. Kat perde elemanları kesme kuvveti kontrolü

Çizelge 5.25 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

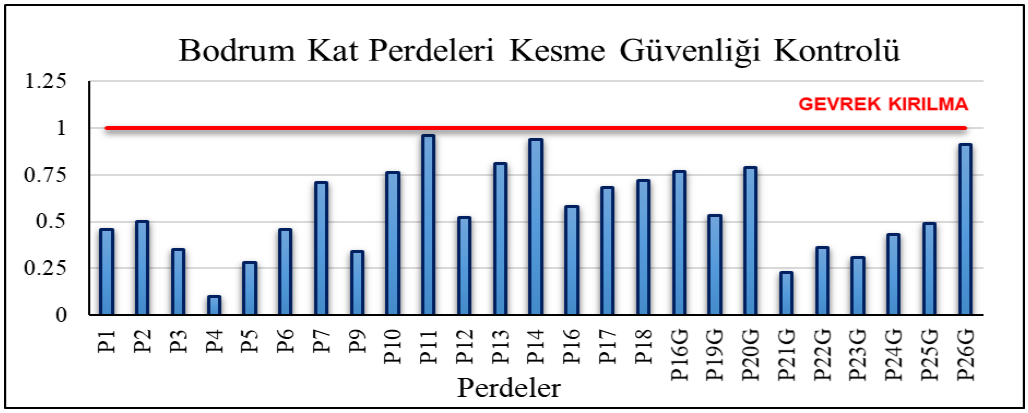
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	219	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.3<1	0.21<1
P2	481	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.64<1	0.44<1
P3	554	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.74<1	0.5<1
P4	120	1.80	0.20	232	358	590	865	Φ	12 / 25	2	9.05	0.2<1	0.14<1
P5	186	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.38<1	0.26<1
P6	326	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.66<1	0.45<1
P9	168	1.5	0.2	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.34<1	0.23<1
P10	426	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.79<1	0.54<1
P11	389	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.9<1	0.49<1
P13	300	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.62<1	0.43<1
P14	340	1.5	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.65<1	0.44<1
P17	344	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.7<1	0.48<1
P18	271	1.65	0.30	319	328	647	1190	Φ	12 / 25	2	9.05	0.42<1	0.23<1
P19G	2759	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15	2	15.1	0.72<1	0.41<1
P20G	2118	4.30	0.30	984	2723	3707	6487	Φ	12 / 15	2	15.1	0.57<1	0.33<1
P21G	1291	5.65	0.30	1293	3578	4871	8524	Φ	12 / 15	2	15.1	0.26<1	0.15<1
P23G	1570	3.70	0.30	847	2343	3190	5582	Φ	12 / 15	2	15.1	0.49<1	0.28<1
P22G	1038	3.40	0.30	778	2153	2931	5129	Φ	12 / 15	2	15.1	0.35<1	0.2<1
P24G	1831	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15	2	15.1	0.48<1	0.27<1
P25G	1993	4.25	0.30	972	2692	3664	6412	Φ	12 / 15	2	15.1	0.54<1	0.31<1
P26G	8554	8.55	0.30	1956	7371	9327	12900	Φ	14 / 15	2	20.5	0.91<1	0.64<1



Şekil 5.38 : Zemin kat perdeleri kesme kuvveti kontrolü.

Çizelge 5.26 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrol.

Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı			Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.					
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralıkn	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	335	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25 2	9.05	0.46<1	0.32<1
P2	379	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.5<1	0.34<1
P3	262	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25 2	9.05	0.35<1	0.24<1
P4	60	1.80	0.20	232	358	590	865	Φ	12 / 25 2	9.05	0.1<1	0.07<1
P5	135	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.28<1	0.19<1
P6	226	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.46<1	0.31<1
P10	412	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.76<1	0.52<1
P11	389	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25 2	9.05	0.96<1	0.52<1
P13	380	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.81<1	0.56<1
P14	460	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.94<1	0.64<1
P17	344	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25 2	9.05	0.68<1	0.47<1
P18	271	1.65	0.30	319	328	647	1190	Φ	12 / 25 2	9.05	0.72<1	0.39<1
P16G	1413	1.80	0.50	686	1140	1826	4525	Φ	12 / 15 2	15.1	0.77<1	0.31<1
P19G	2031	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.53<1	0.3<1
P20G	2913	4.30	0.30	984	2723	3707	6486	Φ	12 / 15 2	15.1	0.79<1	0.45<1
P21G	1113	5.65	0.30	1293	3578	4871	8523	Φ	12 / 15 2	15.1	0.23<1	0.13<1
P22G	1051	3.40	0.30	778	2153	2931	5129	Φ	12 / 15 2	15.1	0.36<1	0.2<1
P23G	1004	3.70	0.30	847	2343	3190	5581	Φ	12 / 15 2	15.1	0.31<1	0.18<1
P24G	1669	4.45	0.30	1018	2818	3837	6713	Φ	12 / 15 2	15.1	0.43<1	0.25<1
P25G	1788	4.25	0.30	972	2692	3664	6411	Φ	12 / 15 2	15.1	0.49<1	0.28<1
P26G	8555	8.55	0.30	1956	7371	9327	12900	□	14 / 15 2	20.5	0.91<1	0.64<1



Şekil 5.39 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

5.2.14 **Güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasmanları ve göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi**

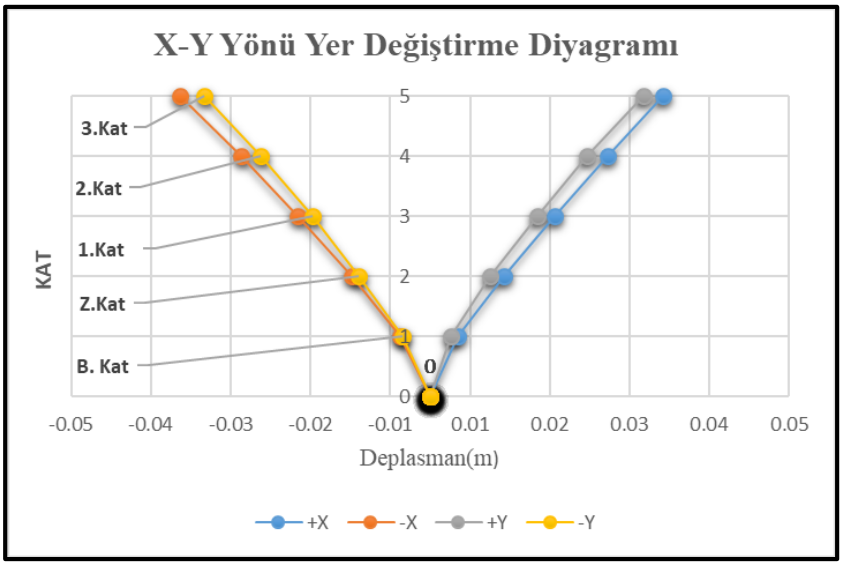
5.2.14.1 **Güçlendirilmiş yapının kat deplasman değerlerinin belirlenmesi**

Ek betonarme perde ile güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasman değerleri, DD-2 deprem düzeyine göre yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler sonucu belirlenmiştir. Şekil 3.4'de görülen A-15 aksı boyunca her kat özelinde seçilen düğüm noktalarının deplasman değerleri Çizelge 5.27'de sayısal verilerle belirtilmiştir. Elde edilen kat deplasman değerleri katlara endeksli olarak grafik şeklinde Şekil 5.40'da ifade edilmiştir.

Güçlendirilmiş mevcut yapı taşıyıcı sistemi köşe noktası (41), X deprem doğrultusunda 3.1 cm, Y depremi doğrultusunda 4.1 cm yer değiştirme görülmüştür.

Çizelge 5.27 : A-15 aksı hizasında kat deplasman değerleri.

Kat	Kat Yük. (m)	U(x)+ (m)	U(x)- (m)	U(y)+ (m)	U(y)- (m)
3.Kat	3.1	0.0266	-0.0307	0.0405	-0.0276
2.Kat	2.8	0.0199	-0.0229	0.0296	-0.0204
1.Kat	2.8	0.0139	-0.0159	0.0197	-0.0137
Zemin K.	2.8	0.0081	-0.0096	0.0105	-0.0076
Bodrum K	3	0.0029	-0.0036	0.0034	-0.0026



Şekil 5.40 : A-15 aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri.

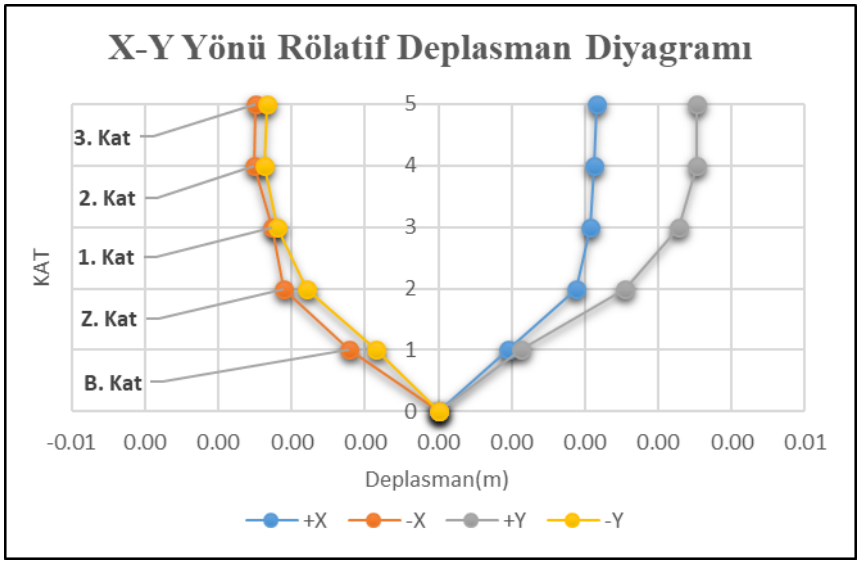
5.2.14.2 **Güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi**

Güçlendirilmiş mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, göreli kat ötelemeleri TBDY-2018 (Bölüm 4.9.1)'de bulunan denklem takımları kullanılarak hesaplanmıştır. Bölüm 5.2'de göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi detaylı bir şekilde işlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 5.28'de gösterilmiştir. Mevcut değerler katlara endeksli grafik olarak Şekil 5.41'de ifade edilmiştir.

Güçlendirilmiş yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %1.2, zemin kat için %2.5, 1.kat için %3.3, 2.kat için %3.5, 3.kat için %3.5 mertebelerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.28 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları.

Kat	Kat Yük. (m)	Δ(X)/Hi (max)	Δ(X)/Hi (min)	Δ(Y)/Hi (max)	Δ(Y)/Hi (min)
3.Kat	3.1	0.0022	-0.0025	0.0035	-0.0023
2.Kat	2.8	0.0021	-0.0025	0.0035	-0.0024
1.Kat	2.8	0.0021	-0.0023	0.0033	-0.0022
Zemin K.	2.8	0.0019	-0.0021	0.0025	-0.0018
Bodrum K	3	0.00100	-0.00120	0.00110	-0.00090



Şekil 5.41 : A-15 aksı hizasında katlara göre rölatif deplasman grafiği.

5.3 **Elde Edilen Sonuçlara Göre Ek Betonarme Perdelerle Güçlendirilen Mevcut Yapının Performans Değerlendirilmesi**

Ek betonarme perdelerle güçlendirilen mevcut yapının performansa dayalı mevcut deprem güvenliğinin belirlenmesi adına Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) belirttiği esaslar kapsamında deprem güvenliğinin performansa dayalı hesabına uygun analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bina taşıyıcı sisteminin DD-2 deprem yer hareket düzeyinde zaman tanım alanında gerçekleştirilen doğrusal olmayan analizler sonucunda alınan sonuçların mutlak değer altında en büyük değerlerinin ortalaması alınarak, eğilme tipi hasar türlerinin belirlenmesi ve kesme kontrolü hesapları gerçekleştirilmiştir. TBDY-2018 yönetmeliği esasları takip edilerek taşıyıcı elemanların hasar düzeylerine ilişkin sınır değerleri ile bulduğumuz sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bölüm 4.1.7'de hasar düzeylerine ilişkin bilgiler ve detaylar mevcuttur.

Güçlendirilmiş mevcut yapıdaki taşıyıcı elemanların hasar dağılımları değerlendirmesinde Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyinde kalması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda söz konusu güçlendirilmiş mevcut betonarme yapıda oluşan eğilme ve kesme içerikli hasar durumları her taşıyıcı eleman için detaylı olarak bir sonraki bölümde incelenmiştir.

5.3.1 **Kolon elemanlar**

Mevcut yapının ek betonarme perde elemanlarla güçlendirme sonrası yapısal analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kolon elemanlarda eğilme kaynaklı hasar dağılımı görülmemiştir. Güçlendirilmiş yapıdaki kolon elemanlar için eğilme tipi hasar dağılımları Bölüm 5.2.9.1'de incelenmiştir. Kolon elemanların çoğu hasarsız olarak bulunurken bazı kolonların ise her kat özelinde Belirli Hasar Bölgesi (BHB)'de kaldığı görülmüştür.

Güçlendirme işlemi sonrası taşıyıcı kolon elemanların kesme kuvveti kontrolleri yönetmeliğin ilgili esasları takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Bölüm 4.1.10.1'de kolon elemanların kesmede etki/kapasite oranları hesabı detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar doğrultusunda yatay deprem kuvvetlerinden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı kolon elemanların talep edilen düzeyde dayanım gösterdiği mevcut

bulunmuştur. Tüm katlar özelinde yapılan çalışmada hiçbir kolon elemanda kesme kuvvetinden kaynaklı hasar oluşumu görülmemiştir.

5.3.2 **Kiriş elemanlar**

Mevcut yapının ek betonarme perde elemanlarla güçlendirme sonrası yapısal analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kiriş elemanlarda eğilme kaynaklı hasar dağılımı görülmemiştir. Ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş mevcut yapının kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımı hesapları Bölüm 5.2.9.2'de detaylı olarak incelenmiştir. Eğilme etkisi altında tüm yapı için çoğu kiriş eleman hasarsız bölgede kalırken, sınırlı sayıda bazı kiriş elemanların Belirgin Hasar Bölgesi (BHB)'de kaldığı mevcut bulunmuştur. Yalnızca çok az sayıda kiriş elemanın İleri Hasar Bölgesi (İHB)'de kaldığı görülmüştür. Bu kiriş elemanların kısa ve ara kiriş olmasından dolayı sonuçlar problem teşkil etmemiştir. Gerek görüldüğünde FRP işlemi uygulanması mümkündür. Elde edilen bu veriler ışığında güçlendirilmiş mevcut yapının kiriş elemanların eğilme hasarı düzeyinde Kontrollü Hasar (KH) performansına uygun olduğu görülmüştür.

Mevcut güçlendirilmiş yapının her kat özelinde kiriş elemanlar için yapılan kesme kontrolleri sonucunda, yatay deprem yüklerinden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı gerekli düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Hiçbir kiriş elemanda kesme kuvvetinden kaynaklı hasar görülmemiştir.

5.3.3 **Perde elemanlar**

Mevcut yapıya güçlendirme amaçlı eklenen perde elemanlar ve mevcut bulunan perde elemanlar için gerçekleştirilen yapısal analiz sonucu betonarme perde elemanların beton ve çelik donatılarında meydana gelen şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Yönetmelik esasları takip edilerek bulunan sınır değerler mevcut perde elemanların şekil değiştirme değerleri ile kıyaslanmıştır. Bu kapsamda perde elemanların beton (uzama), donatı çeliği (kısalma-ezilme) değerlerine göre Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyinde bulunduğu görülmüştür. Bölüm 5.2.12'de gerekli hesaplamalar ve kontroller detaylı olarak verilmiştir.

Kesme kuvveti kontrolü kapsamında incelenen mevcut ve güçlendirme amaçlı eklenen betonarme perdelerin kesme dayanımı kapasiteleri, yatay deprem yüklerden gelen kesme kuvvetini karşılayacak seviyede olduğu mevcut bulunmuştur. Güçlendirme

öncesi gevrek kırılmaya uğrayan mevcut perde elemanların güçlendirmeyle birlikte kesme kuvvetine karşı beklenen performansı gösterdiği görülmüştür. Bu veriler ışığında mevcut yapı için uygulanan güçlendirme işleminin doğru ve yerinde olduğu kabul görmüştür.

5.3.4 **Yer değiştirmeler**

Güçlendirilmiş yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %1.2, zemin kat için %2.5, 1.kat için %3.3, 2.kat için %3.5, 3. kat için %3.5 mertebelerinde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda yapının yer değiştirme kapsamında yeterli rijitliğe sahip olduğu sabit görülmüştür.

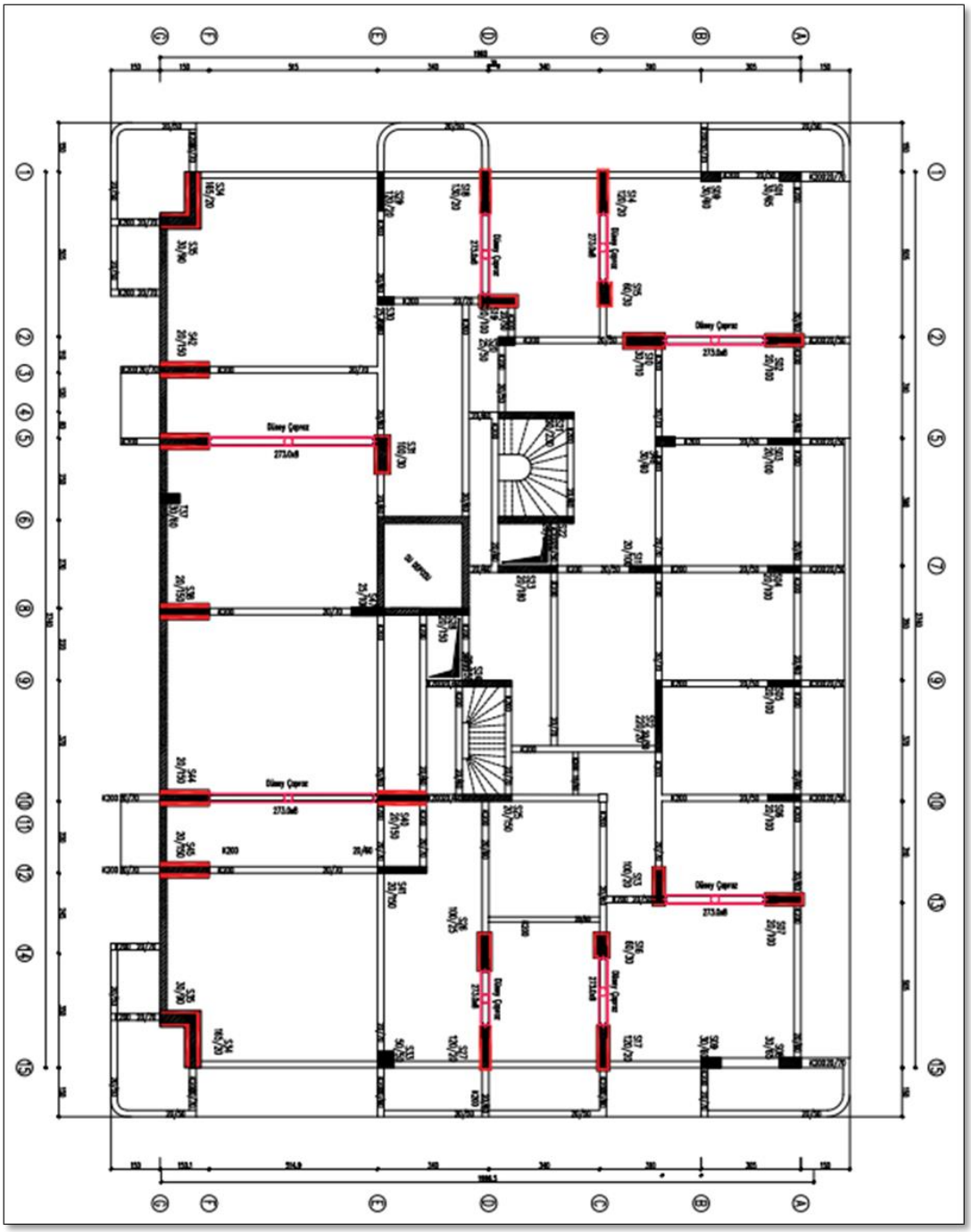
5.3.5 **Sonuç**

Ek betonarme perdelerle güçlendirilmiş mevcut yapının, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) öngördüğü esaslar çerçevesinde deprem güvenliğinin performansa dayalı hesap ile belirlenmesi amacıyla bilimsel esaslara, temel mühendislik ilkelerine ve TBDY (Bölüm 3)'de verilen güncel standart ve yönetmeliklere uygun olarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmanın sonucunda TBDY-2018 (Bölüm 7)'de verilen değerlendirmelere göre mevcut yapı güçlendirilmiş durumuyla, Türkiye Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'de minimum performans hedefi olarak verilen, 50 yılda spektral büyüklüklerin aşılma olasılığı %10, tekrarlanma aralığı 475 yıl olan, DD-2 deprem düzeyi için Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyini sağlamaktadır.

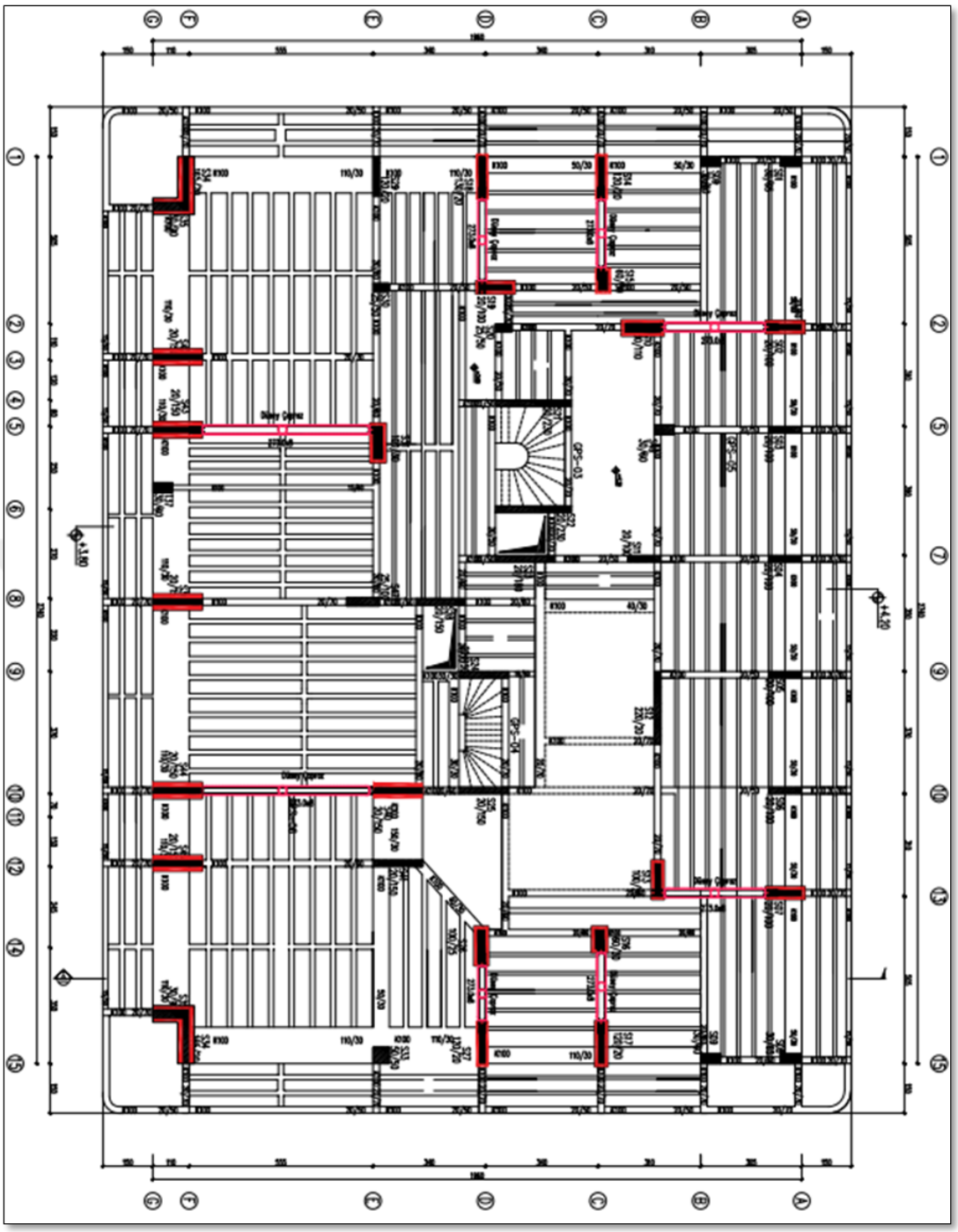
5.4 Çelik Çapraz Profil Ekleme Güçlendirme Yönteminin Uygulanması ve Deprem Analizi

5.4.1 Güçlendirilmiş yapının taşıyıcı sistem özellikleri

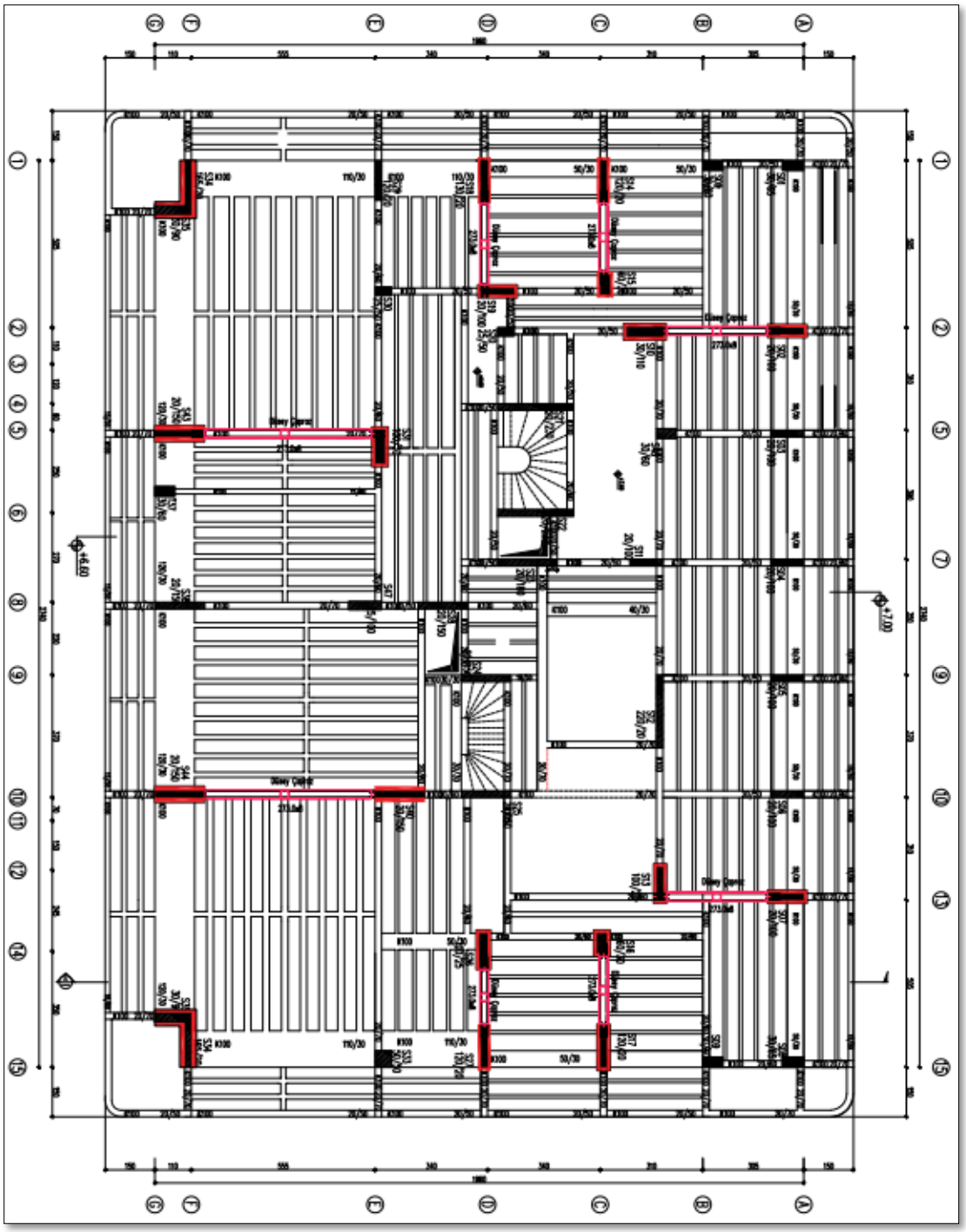
Güçlendirme yöntemlerinin belirlenmesi detayları ile birlikte Bölüm 5.1.2'de açıklanmıştır. Yönetmelik takibi kapsamında, mevcut bina güçlendirme adımları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) 15. bölüm esasları temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Mevcut taşıyıcı sistemin yatay deprem yüklerine karşı yapının rijitliğinin artırılması kapsamında ebatları 273x8 düşey çapraz boru profiller eklenmiştir. Ayrıca bodrum ve zemin katta seçilen bazı perde elemanların kesme kuvvetini karşılayabilmeleri için 15 cm kalınlığında mantolama işlemi uygulanmıştır. Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem kalıp planında görüldüğü üzere her katta toplam 16 adet çelik boru kullanılmıştır. Güçlendirme için belirlenen sistem ve mevcut yapı sisteminin elemanları arasındaki etkileşimi ve kuvvet aktarımı süreksiz şekilde sağlanması adına eklenen düşey çapraz çelik boru profiller yapı mimarisi göz önüne alınarak konumlandırılmıştır. Çelik boru profiller, D-C/1-2, D-C/13-15, A-B/2, A-B/13, E-F/5, E-F/10 aksları arasına yerleştirilmiştir. Çelik profillerin bağlantılı olduğu kolon elemanlara 10 cm kalınlığında 4 taraflı manto uygulanmıştır. Güçlendirme işlemi her katta bina yüksekliği boyunca uygulanmıştır. Güçlendirme amaçlı eklenen ek düşey çapraz çelik profiller ve mantolama uygulanan perde elemanların yerleri detaylı olarak Şekil 5.42, Şekil 5.43, Şekil 5.44 ve Şekil 5.45'de gösterilmiştir. Şekil 5.46'da düşey çelik çapraz profilin detayı görsel olarak verilmiştir.



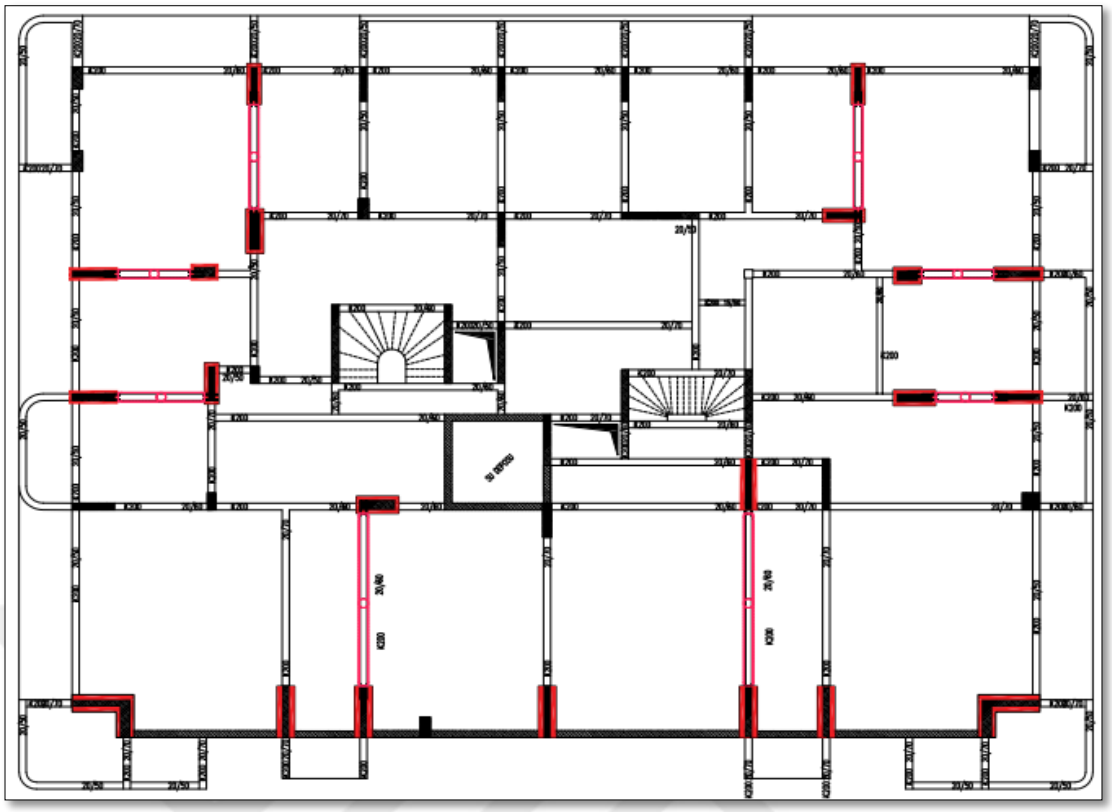
Şekil 5.42 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem bodrum kat kalıp planı.



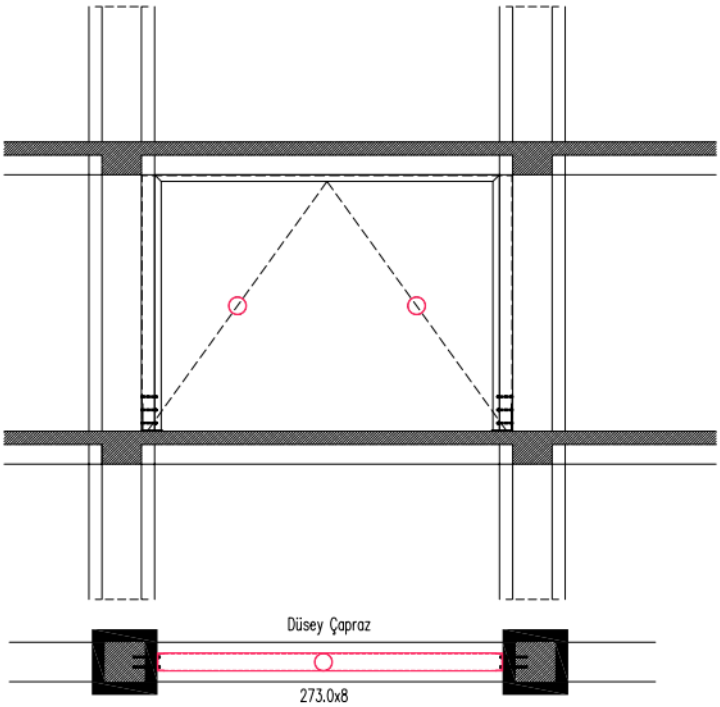
Şekil 5.43 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem zemin kat kalıp planı.



Şekil 5.44 : Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem normal kat kalıp planı.



Şekil 5.45 : İlave düşey çelik çapraz profil ve manto yerleşimi.



Şekil 5.46 : Düşey çelik çapraz profil detayı.

5.4.2 **Güçlendirme çalışmasında kullanılan malzeme özellikleri**

Güçlendirme çalışmaları kapsamında yapıya ilave edilecek elemanlarında kullanılacak malzemelerin özellikleri, düşey çapraz profiller için S355 çelik sınıfı kullanılmıştır. Malzeme özellikleri ÇYTHYE-2018 (Tablo2.1A)'den alınmıştır. Çelik sınıflarının karakteristik özellikleri Şekil 5.47'de verilmiştir.

Standart ve Çelik Sınıfı	Karakteristik Kalınlık, t(mm)			
	$t \leq 40mm$		$40mm < t \leq 80mm$	
	F_y (N/mm²)	F_u (N/mm²)	F_y (N/mm²)	F_u (N/mm²)
EN 10025-2				
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410
S355	355	510	335	470
S450	440	550	410	550

Şekil 5.47 : Karakteristik akma gerilmesi, Fy ve çekme dayanımı, Fu

Güçlendirme çalışmaları kapsamında bodrum ve zemin katta bulunan seçili perdelere mantolama işlemi için beton sınıfı C35, donatı çeliği sınıfı için S420 seçilmiştir.

C35 (TS500,2000)

f_{ck} = 35 N/mm2 (MPa)

f_{ctk} = $0.35\sqrt{35}$ = 2.08 N/mm2

f_{cd} = 35/1.5 = 23.33 N/mm2

S420 (TS500,2000)

f_{yk} = 420 N/mm2

E_s = 2x105 N/mm2

f_{yd} = 420/1.15 = 365 N/mm2

5.4.3 **Güçlendirilmiş yapının elemanları için izin verilen şekil değiştirme ve plastik dönme sınır değerlerinin belirlenmesi**

Performans değerlendirmesi için, sünek davranışa sahip elemanlarda değerlendirmeye esas şekil değiştirme talepleri (istemleri) ile sünek davranışa sahip olmayan gevrek elemanlarda değerlendirmeye esas iç kuvvet talepleri, yapılan analizlerin her birinden elde edilen sonuçların mutlak değerce en büyük değerleri olarak hesaplanmıştır. Bu değerler deprem yönetmeliğinin öngördüğü şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak öncelikli kesit düzeyinde ve sonrasında yapısal elemanlarda hasar durumları tanımlanmış ve bu verilere dayanarak bina genelinde taşıyıcı sistemin deprem performansı belirlenmiştir. Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme üst sınırları (kapasiteleri) Sınırlı Hasar-(SH), Kontrollü Hasar-(KH), Göçme Öncesi Hasar-(GÖ) sınır durumlarıyla tanımlanmaktadır. Taşıyıcı sistem elemanlarında kesit hasar sınırlarına ait izin verilen değerler aşağıda tanımlanmıştır.

Betonarme taşıyıcı sistem elemanları için:

Aşağıda verilmiş olan hasar dağılımını gösteren grafikler göçme öncesi sınır değere $\theta P^{(GÖ)}$ olan oran cinsinden ifade edilmiştir. Bu durumda i nolu kritik kesitteki hasar bölgesi ilgili kesitteki plastik dönmenin göçme öncesi sınır değere olan oransal θP(i) değerine bağlı olarak aşağıdaki sınır değerler ile yapılacak karşılaştırma neticesinde belirlenmiştir. İlgili formüller denklem (5.7- 5.8- 5.9)'da verilmiştir.

$$0 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \leq \frac{\theta_P^{(KH)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} = 0.75 \qquad \text{Kesit Belirgin Hasar Bölgesinde (BHB)} \tag{5.7}$$

$$0.75 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \leq \frac{\theta_P^{(G\ddot{O})}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} = 1 \quad \text{Kesit İleri Hasar Bölgesinde (İHB)} \tag{5.8}$$

$$1 < \frac{\theta_P^{(i)}}{\theta_P^{(G\ddot{O})}} \qquad \text{Kesit Göçme Bölgesinde (GÖ)} \tag{5.9}$$

Düşey çapraz çelik elemanlar için

Düşey çapraz elemanlarında eksenel plastik şekil değiştirme sınır değerleri $\Delta_p^{(SH)}$, $\Delta_p^{(KH)}$, $\Delta_p^{(GÖ)}$ olarak tanımlanmaktadır. i nolu düşey çapraz elemandaki eksenel plastik şekil değiştirme $\Delta(Pi)$ için;

$$0 < \Delta_p^{(i)} \leq \Delta_p^{(SH)} \quad \text{Kesit Sınırlı Hasar Bölgesinde (SHB)} \quad (5.10)$$

$$\Delta_p^{(SH)} < \Delta_p^{(i)} \leq \Delta_p^{(KH)} \quad \text{Kesit Belirgin Hasar Bölgesinde (BHB)} \quad (5.11)$$

$$\Delta_p^{(KH)} < \Delta_p^{(i)} \leq \Delta_p^{(GÖ)} \quad \text{Kesit İleri Hasar Bölgesinde (İHB)} \quad (5.12)$$

$$\Delta_p^{(GÖ)} < \Delta_p^{(i)} \quad \text{Kesit Göçme Bölgesinde (GB)} \quad (5.13)$$

Merkezi çaprazlı çelik çerçeve sistemlerde düşey çelik çaprazlar için şekil değiştirme sınırları eksenel plastik şekil değiştirmeler cinsinden TBDY-2018 (Tablo 5C.4)'de verilmiştir. Çapraz elemanların eksenel basınç kuvveti altında akma şekil değiştirmesi TBDY-2018 Denk. (5C.3.1)'de, eksenel çekme kuvveti altında akma şekil değiştirmesi ise TBDY-2018 Denk. (5C.3.2)'de verilmiştir.

Eksenel Basınç Kuvveti Altında Akma Şekil Değiştirmesi;

$$\Delta_c = \left(\frac{P_c}{EA_c}\right) l_c \quad \text{Akma şekil değiştirmesi} \quad (5.14)$$

Δ_c= Çelik elemanın eksenel basınç dayanamına karşı gelen akma yer değiştirmesi [m].

l_c = Çapraz boyu [m]

Eksenel Çekme Kuvveti Altında Akma Şekil Değiştirmesi;

$$\Delta_T = \left(\frac{P_{ye}}{EA_c}\right) l_c \quad \text{Akma şekil değiştirmesi} \quad (5.15)$$

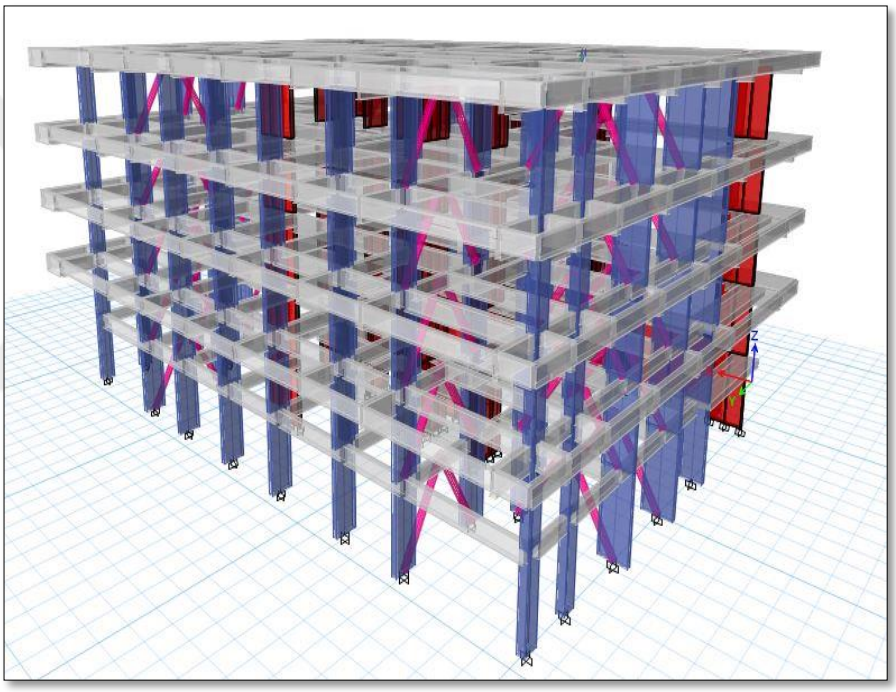
Δ_T= Çelik elemanın eksenel basınç dayanamına karşı gelen akma yer değiştirmesi [m].

l_c = Çapraz boyu [m]

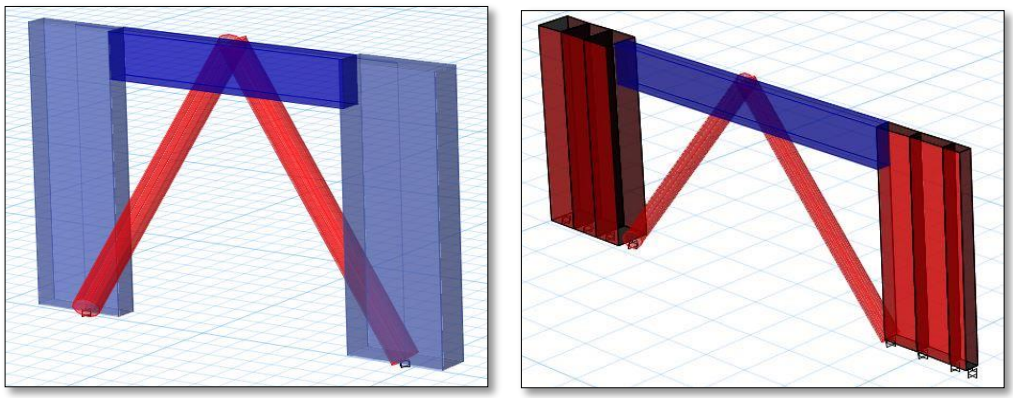
Düşey çelik çapraz profiler için eksenel basınç kuvveti altında akma şekil değiştirmesi Denk (5.14)'de verilmiştir. Çekme kuvveti altında akma şekil değiştirmesi Denk (5.15)'de verilmiştir.

5.4.4 **Güçlendirilmiş mevcut yapının taşıyıcı sistem modellemesi ve performans değerlendirmesi**

Düşey çapraz çelik profiller eklenmesi ve belirlenen perdelerin mantolanması ile güçlendirilen mevcut yapının, performansa dayalı deprem güvenliğinin belirlenmesi kapsamında Bölüm 3.1'de tanımlanmış yükler, malzeme özellikleri ve zemin özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. Güçlendirilmiş mevcut yapının üç boyutlu sayısal modeli ETABS (Integrated Building Design Software) yapısal analiz programı kullanarak oluşturulmuştur. Şekil 5.48'de oluşturulan modelin üç boyutlu sayısal modeli görsel olarak verilmiştir. Şekil 5.49'da güçlendirme amaçlı mevcut yapıya eklenen betonarme perdelerin temsili örnekleri görsel olarak verilmiştir.



Şekil 5.48 : Güçlendirilmiş yapının üç boyutlu sayısal modeli [ETABS].



Şekil 5.49 : Düşey çapraz çelik profillerin temsili üç boyutlu görünümü.

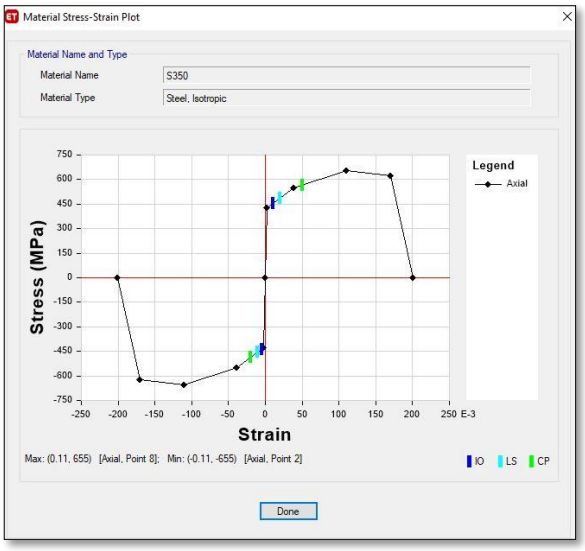
Çelik çapraz profil ve mantolama işlemleri ile güçlendirilmiş mevcut yapı sisteminin doğrusal olmayan hesap modeli oluşturulurken takip edilen adımlar Bölüm 4.1'de detaylı olarak açıklanmıştır. Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem analizinde 'zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz yönteminden' yararlanılmıştır.

Mevcut güçlendirilmiş yapının modellenmesinde ve doğrusal olmayan analizinde ETABS programı kullanılmıştır. Güçlendirilmiş sistem için analiz modeli oluşturma kapsamında TBDY 2018 (Bölüm 5.4)'de bulunan genel modelleme kuralları takip edilmiştir. Mevcut güçlendirilmiş yapıya ait modelleme oluşturulurken, TBDY-2018 (Bölüm 15.4)'de belirtilen Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar dikkate alınmıştır [5]. Analizler, tasarım spektrumuna uygun olması kapsamında filtrelenmiş ve ölçeklendirilmiş toplam 11 deprem yer hareketi takımı için uygulanmıştır. ETABS modeli oluşturulması sürecinde mevcut yapıya ait malzeme modellerinin tanımlanması, betonarme kolon ve kirişler için davranış modellerinin tanımlanması, mevcut perde elemanların davranış modellerinin tanımlanması ve zaman tanım analizinde kullanılacak deprem yüklerinin tanımlanması sırasıyla Bölüm 4.3, Bölüm 4.4 ve Bölüm 4.5 kısımlarında detaylı olarak açıklanmıştır. Ek olarak aynı bölümlerde bu işlemlerin ETABS programına tanımlanma adımları görsel olarak verilmiştir.

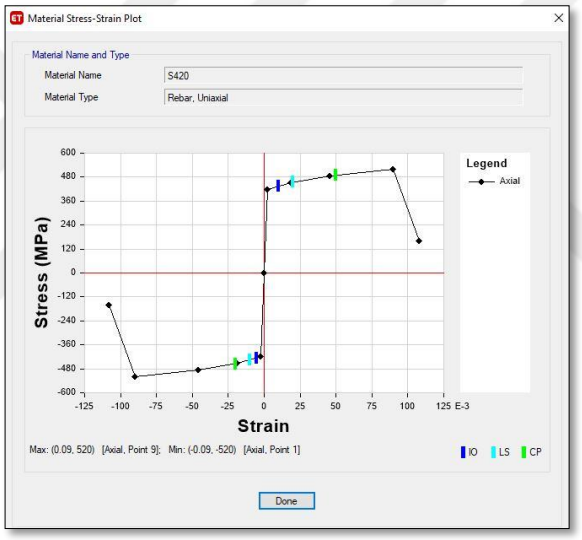
Mevcut yapının güçlendirilmesinde kullanılan düşey çapraz profillerin çelik sınıfı S355 olarak belirlenmiş ve analiz programına tanımlanmıştır. Ek olarak seçili perdeler üzerinde uygulanan mantolama işlemi için seçilen C35 beton sınıfı ve S420 donatı çeliği sınıfı analiz programına tanımlanmıştır.

5.4.5 **Çelik çaprazlar ve perdeler için malzeme modellerinin tanımlanması**

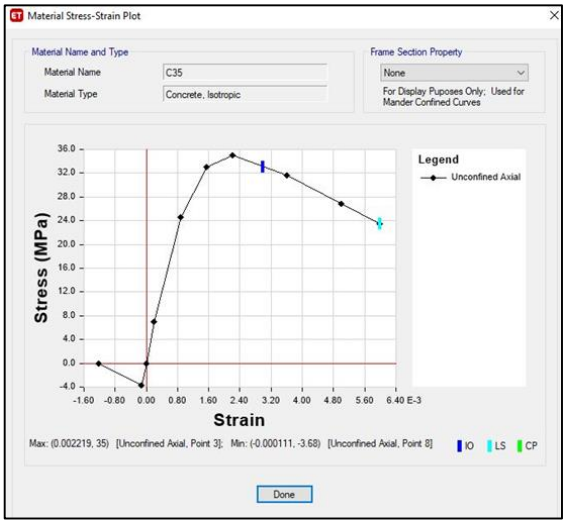
Güçlendirme amaçlı eklenen çelik profiller ve mantolama işleminde kullanılan malzeme modelleri ETABS programı üzerinde tanımlanmıştır. Şekil 5.50, Şekil 5.51, Şekil 5.52'de doğrusal olmayan malzeme modellerinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 5.50 : S350 çelik sınıfı doğrusal olmayan malzeme modeli.



Şekil 5.51 : S420 donatı çeliği doğrusal olmayan malzeme modeli.



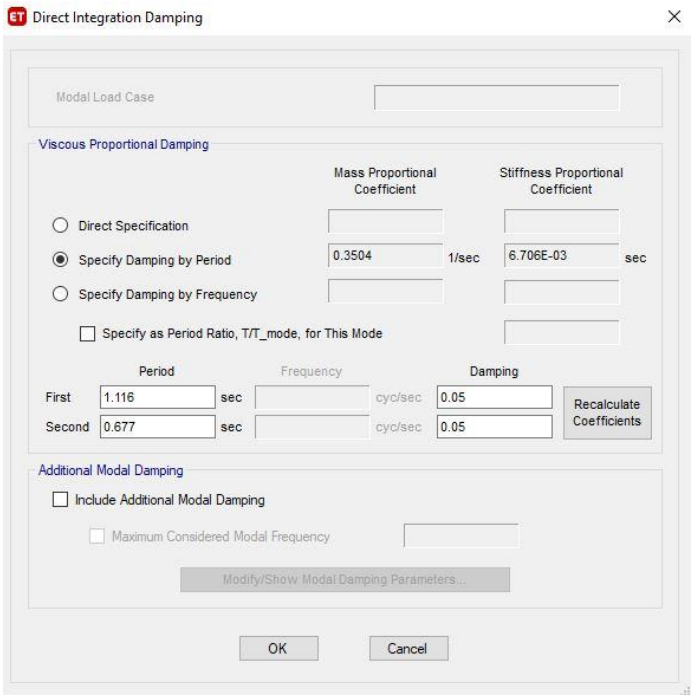
Şekil 5.52 : C35 betonu doğrusal olmayan malzeme modeli.

5.4.6 **Zaman tanım analizinde kullanılacak sönüm tanımlaması**

Sönümleme ile ilgili kapsamlı bilgi Bölüm 4.6 kısmında verilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut proje için rayleigh damping sönüm oranları kullanılmıştır. Güçlendirilmiş mevcut yapı için yapılan mod analizi sonucunda 1. Mod ve 2. Mod değerleri belirlenmiş, ETABS programı içeresinde ilgili yere tanımlanmış ve sönüm değeri hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.29'da detaylı olarak verilmiştir. Şekil 5.53'de periyotların ETABS modeline tanımlama aşaması görsel olarak verilmiştir.

Çizelge 5.29 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları.

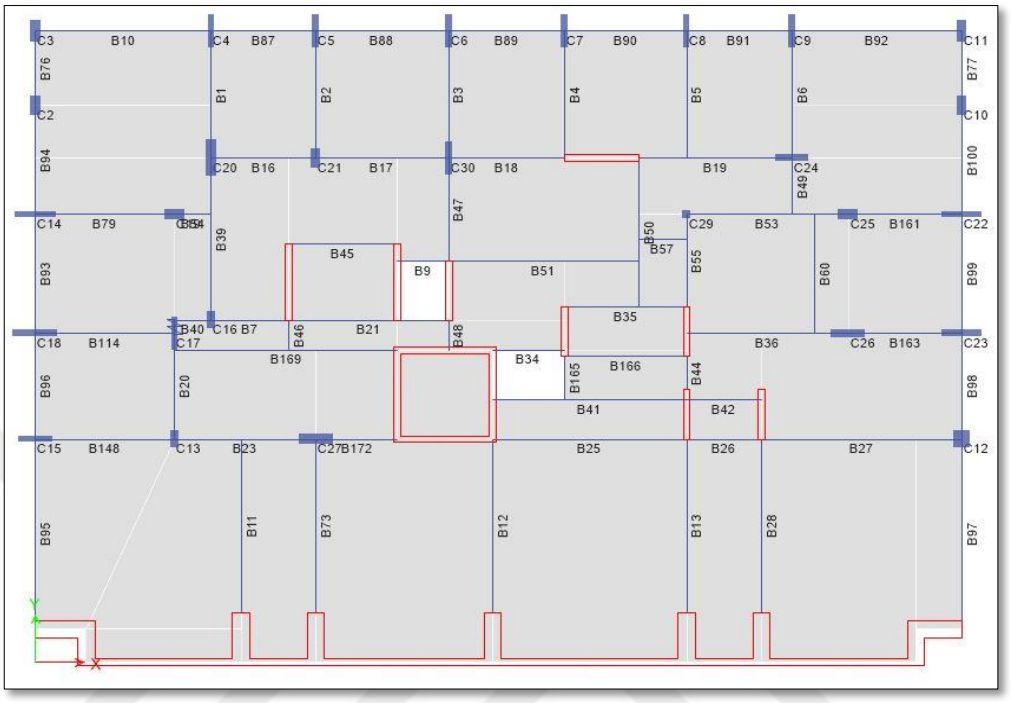
Durum	Mod	Periyot(s)	UX	UY	(Toplam) UX	(Toplam) UY
Modal	1	1.116	0.0004	0.2168	0.0004	0.2168
Modal	2	0.677	0.6944	0.0005	0.6948	0.2173
Modal	3	0.507	0.0003	0.482	0.6951	0.6994
Modal	4	0.327	0.0001	0.0438	0.6952	0.7432
Modal	5	0.197	0.1483	0.0035	0.8435	0.7467



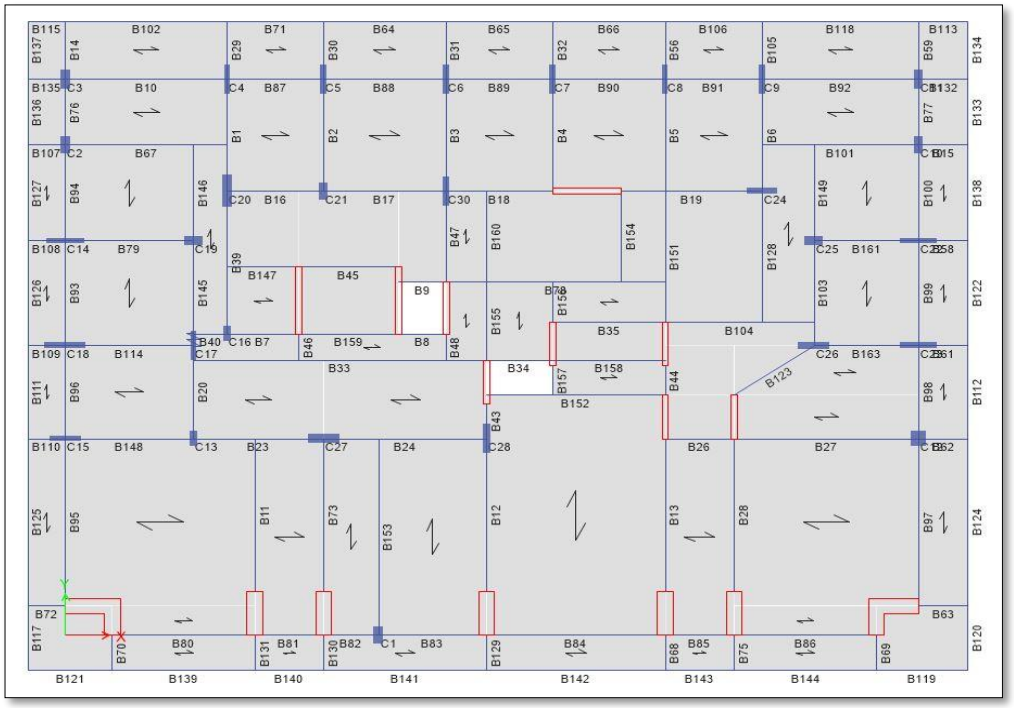
Şekil 5.53 : Modlara göre yapı periyotları ve kütle katılım oranları.

5.4.7 **Güçlendirilmiş yapı modellemesine ait kolon, kiriş etiketleri**

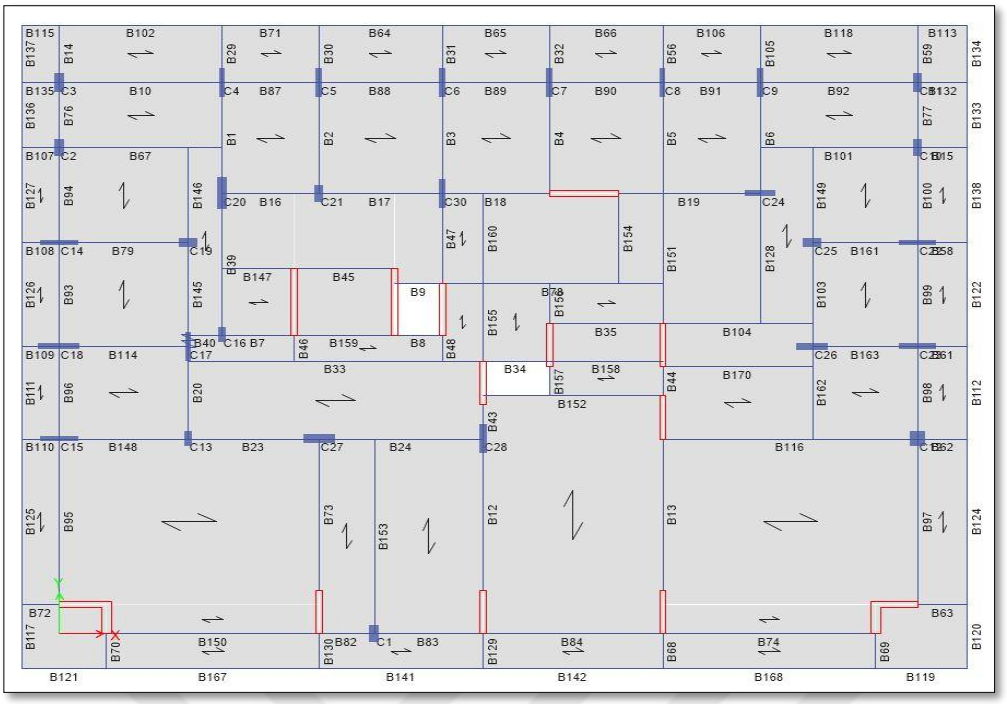
ETABS programında modellenen yapının taşıyıcı kolon ve kiriş eleman etiketleri her kat dahilinde Şekil 5.54, Şekil 5.55, Şekil 5.56'da gösterilmiştir.



Şekil 5.54 : Bodrum kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri.



Şekil 5.55 : Zemin kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri.



Şekil 5.56 : Normal kat kolon ve kiriş elemanalrın etiketleri.

5.4.8 **Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımları**

Düşey çapraz çelik eklenerek ve kesme kuvveti altında yeterli dayanımı gösteremeyen perdelerin mantolanması yöntemi ile güçlendirilen mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. Mevcut kolon elemanlarda P-M2-M3, mevcut kiriş elemanlarda M3 plastik mafsalları atanması kapsamında kolon ve kiriş elemanların iki ucunda bulunan mafsallar için plastik dönmeler ve şekil değiştirme değerleri analizler sonucu elde edilmiştir. Gerekli analizler sonucu elde edilen sonuçlar, yönetmelikte belirtilen ilgili denklem takımları kullanılarak plastik dönme ve şekil değiştirme değerleri her eleman için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu alınan değerler yönetmelikçe belirtilen sınır değerleriyle karşılaştırması doğrultusunda betonarme elemanların hasar sınıfları belirlenmiştir. Kolon ve kiriş elemanlar için eğilme tipi hasar dağılımlarının belirlenmesi Bölüm 4.10'da detaylı olarak mevcuttur.

5.4.8.1 **Kolon elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Yapılan analiz sonucu ve hasar dağılımları belirlenmesi kapsamında bodrum kat kolon elemanlarının tümü hasarsız olduğu görülmüştür. Her kat özelinde kolon elemanların büyük bir çoğunluğu hasarsız çıkmasından dolayı çizelgelerde sadece hasarlı olan kolon elemana yer verilmiştir. Çizelge 5.30'da kolon hasar durumlarının hasar çeşitlerine gören sınıflandırılması yüzdesel olarak her kat için belirtilmiştir. Çizelge 5.31, Çizelge 5.32, Çizelge 5.33 ve Çizelge 5.34'de kolon hasar dağılımları hasar oranı ile birlikte detaylı olarak belirtilmiştir. Şekil 5.57, Şekil 5.58, Şekil 5.59 ve Şekil 5.60'da her kat için kolonlarındaki hasar dağılımı grafiksel olarak sunulmuştur.

Çizelge 5.30 : Kolon elemanlardaki hasar dağılımı ve oranı [%] (DD-2).

Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	29 (%100)	0(%0)	0 (%0)	0 (%0)	29
Zemin Kat	26(%89.66)	3(%10.34)	0 (%0)	0(%0)	29
1.Normal Kat	24(%82.76)	5(%17.24)	0 (%0)	0(%0)	29
2.Normal Kat	23(%79.31)	6(%20.68)	0 (%0)	0(%0)	29
3.Normal Kat	23(%79.31)	6(%20.68)	0 (%0)	0 (%0)	29

Çizelge 5.31 : Zemin kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.024	BHB
C5	0.002	BHB
C28	0.018	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.32 : 1. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

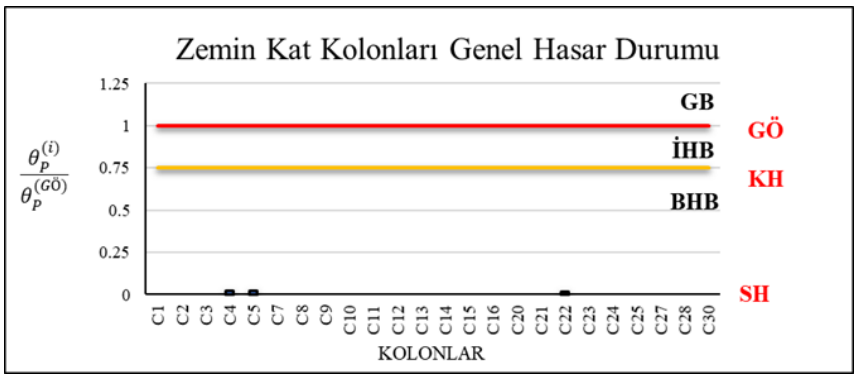
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.026	BHB
C8	0.021	BHB
C13	0.118	BHB
C15	0.038	BHB
C28	0.041	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.33 : 2. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

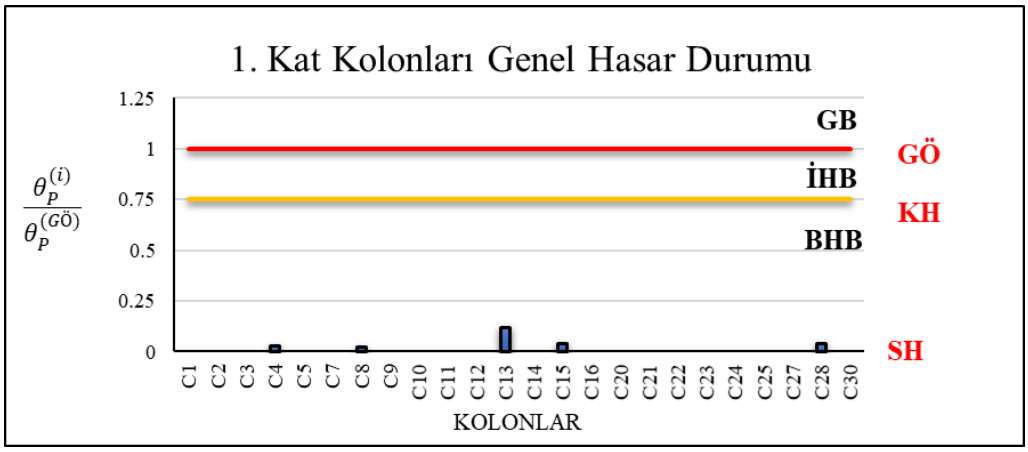
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.031	BHB
C8	0.032	BHB
C13	0.124	BHB
C15	0.001	BHB
C10	0.028	BHB
C28	0.03	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ

Çizelge 5.34 : 3. Kat kolonlarının hasar dağılımları (DD-2).

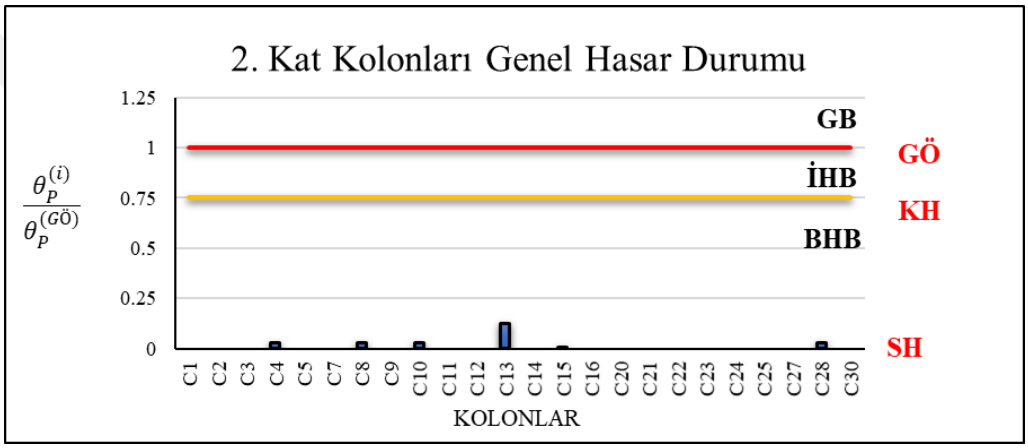
Kolon	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
C4	0.034	BHB
C8	0.097	BHB
C13	0.131	BHB
C15	0.003	BHB
C10	0.035	BHB
C28	0.0018	BHB
Diğer tüm kolonlar	0	HASARSIZ



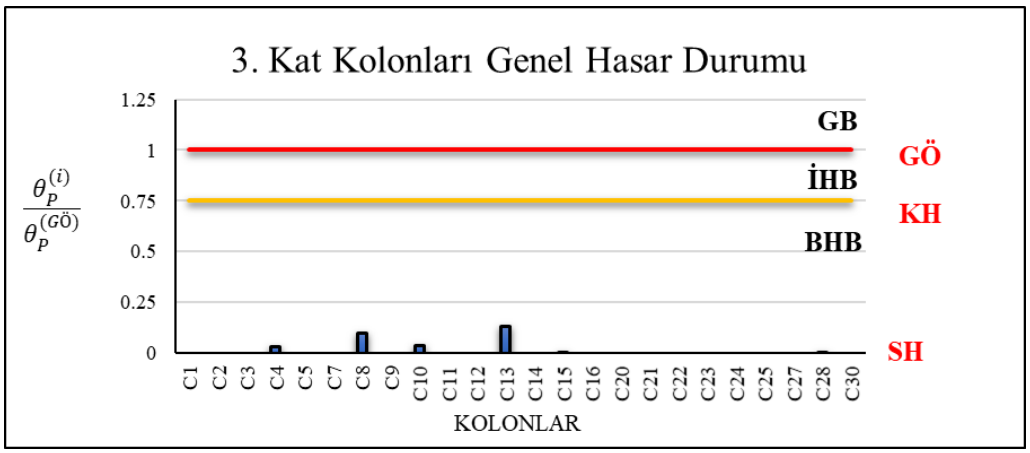
Şekil 5.57 : Zemin kat kolonları hasar dağılımı.



Şekil 5.58 : 1. Kat kolonları hasar dağılımı.



Şekil 5.59 : 2. Kat kolonları hasar dağılımı.



Şekil 5.60 : 3. Kat kolonları hasar dağılımı.

5.4.8.2 **Kiriş elemanların bulundukları katlara göre hasar dağılımları**

Yapılan analiz sonucu, hasar dağılımları belirlenmesi kapsamında TBDY-2018'deki esaslar göz önünde bulundurulmuştur. Her kat özelinde kiriş elemanların hasar durumları belirlenmiştir. Çizelge 5.35'de kiriş hasar sınırları yüzdesel olarak gösterilmiştir. Ek olarak güçlendirilmiş mevcut yapıdaki kiriş elemanların hasar sınıfları ve hasar oranları her ayrı kat için Çizelge 5.36, Çizelge 5.37, Çizelge 5.38, Çizelge 5.39 ve Çizelge 5.40'da detaylı olarak sunulmuştur. Kiriş hasar durumlarında çoğu kirişin hasarsız çıkmasından dolayı çizelgelerde sadece hasar sınıfı bulunan kirişler gösterilmiştir. Katlar dahilinde kiriş hasar dağılımları Şekil 5.61, Şekil 5.62, Şekil 5.63, Şekil 5.64 ve Şekil 5.65'de grafiksel olarak verilmiştir.

Çizelge 5.35 : Kiriş elemanlarda eğilme içerikli hasar dağılımı ve oranı [%].

Kot	Hasarsız	BHB	İHB	GB	Toplam
Bodrum Kat	56 (%86.15)	9 (%13.84)	0 (%0)	0 (%0)	65
Zemin Kat	65 (%86.66)	10 (%13.33)	0 (%0)	0 (%0)	75
1.Normal Kat	62 (%84.72)	10 (%15.27)	0 (%0)	0 (%0)	72
2.Normal Kat	60 (%83.33)	12 (%16.66)	0 (%0)	0 (%0)	72
3.Normal Kat	63 (%87.5)	9 (%12.5)	0 (%0)	0 (%0)	72

Çizelge 5.36 : Bodrum kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B12	0.02	BHB
B13	0.17	BHB
B28	0.11	BHB
B38	0.042	BHB
B44	0.33	BHB
B48	0.09	BHB
B96	0.08	BHB
B97	0.12	BHB
B100	0.12	İHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.37 : Zemin kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.11	BHB
B11	0.53	BHB
B13	0.52	BHB
B28	0.32	BHB
B40	0.082	BHB
B43	0.087	BHB
B44	0.19	BHB
B48	0.16	BHB
B97	0.16	BHB
B151	0.22	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.38 : 1. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

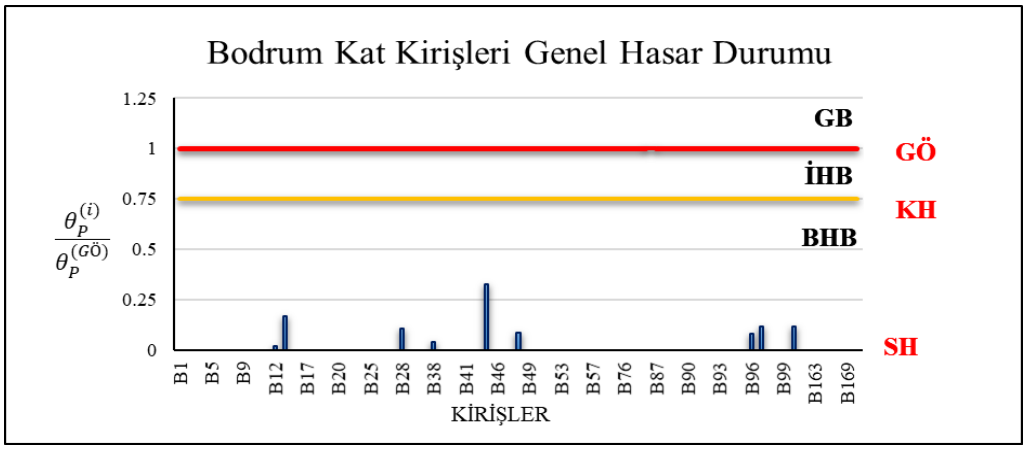
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.14	BHB
B12	0.08	BHB
B19	0.21	BHB
B43	0.21	BHB
B44	0.54	BHB
B48	0.20	BHB
B84	0.61	BHB
B97	0.22	BHB
B150	0.33	BHB
B151	0.21	BHB
B157	0.67	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.39 : 2. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

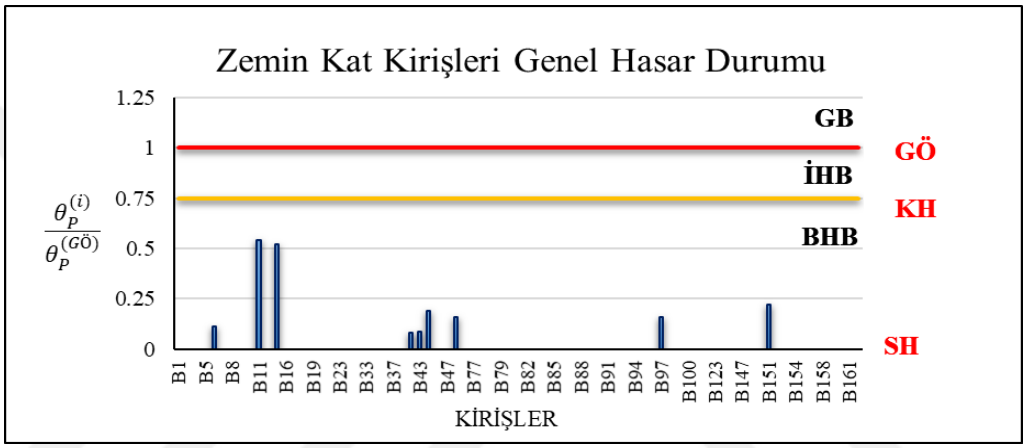
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.23	BHB
B12	0.042	BHB
B13	1.54	BHB
B19	0.24	BHB
B43	0.3	BHB
B44	0.56	BHB
B48	0.19	BHB
B84	0.63	BHB
B97	0.67	BHB
B150	0.42	BHB
B151	0.3	BHB
B156	0.11	BHB
B157	0.69	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ

Çizelge 5.40 : 3. Kat mevcut kirişlerin hasar dağılımları (DD-2).

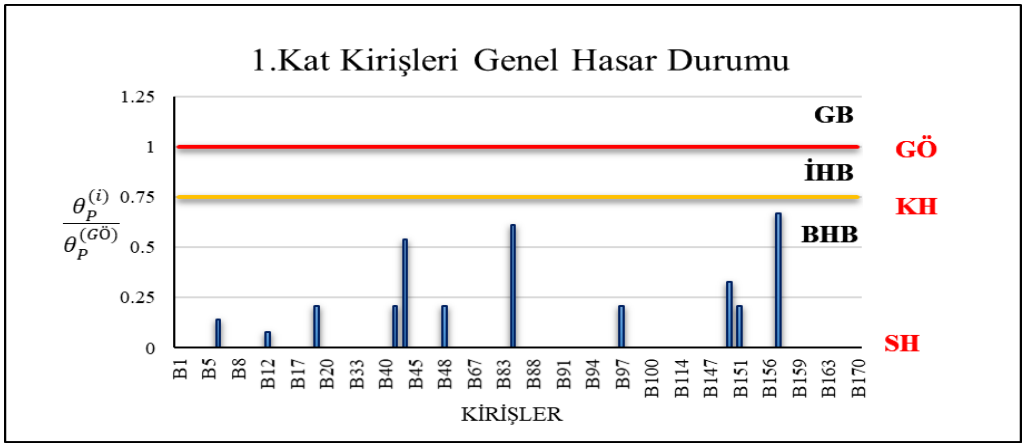
Kiriş	Hasar Oranı	Hasar Bölgesi
B6	0.27	BHB
B12	0.047	BHB
B19	0.31	BHB
B43	0.054	BHB
B44	0.62	BHB
B48	0.27	BHB
B84	0.58	BHB
B97	0.72	BHB
B157	1.07	BHB
Diğer tüm kirişler	0	HASARSIZ



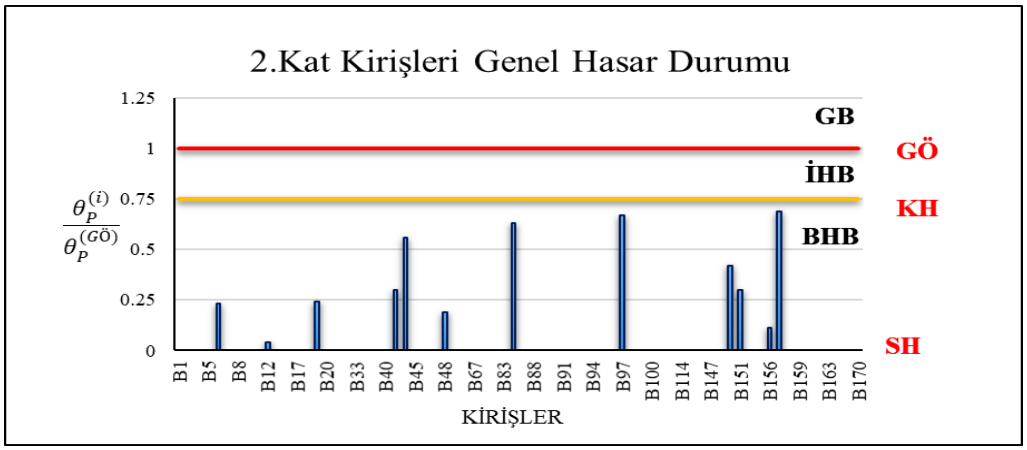
Şekil 5.61 : Bodrum kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



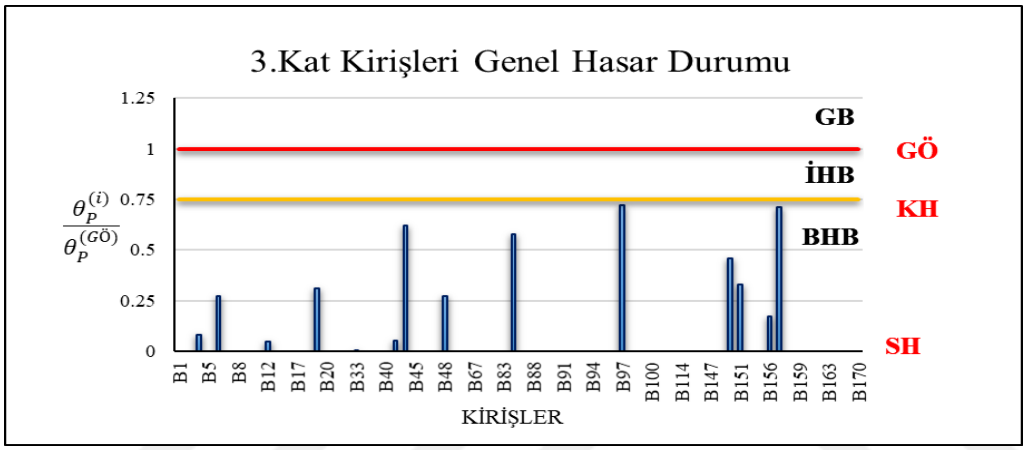
Şekil 5.62 : Zemin kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



Şekil 5.63 : 1. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



Şekil 5.64 : 2. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.



Şekil 5.65 : 3. Kat kirişlerindeki hasar dağılımı.

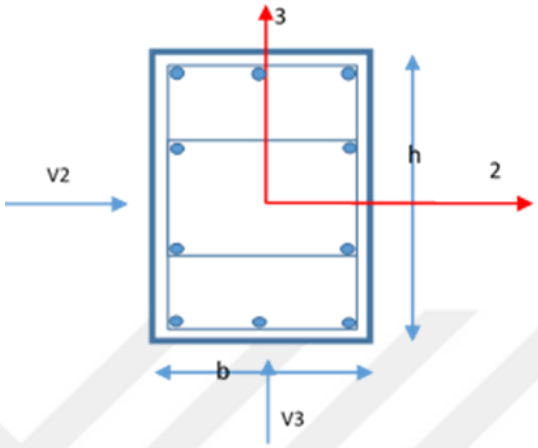
5.4.8.3 **Güçlendirme sonrası kolon ve kiriş elemanların kesmede etki/kapasite oranları**

Düşey çelik çapraz profiller ve mantolama işlemleri ile güçlendirilen mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz gerçekleştirilmiştir. Alınan analiz sonuçlarına göre yapısal kolon ve kiriş elemanların kesme kuvveti etkisi altında gevrek kırılmaya maruz kalıp kalmadığı kontrolü yapılmıştır. Kolon ve kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü kapsamında mevcut yönetmelikler TS-500 ve TBDY-2018'den yararlanılmıştır.

5.4.8.4 **Betonarme kolon elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelikteki hususlar takip edilerek güçlendirilmiş mevcut yapının betonarme kolonları üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı bir şekilde Çizelge 5.41, Çizelge 5.42, Çizelge 5.43, Çizelge 5.44 ve Çizelge A.23'de verilmiştir. Ek

betonarme perdelerle yapılan güçlendirme çalışması sonunda kolon elemanların yatay yüklerden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı istenilen düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Tüm katlar özelinde hiçbir kolon elemanda kesme kuvvetinden dolayı hasar oluşumu görülmemiştir. Kolonlar için kesme kuvveti kontrolleri grafik olarak Şekil 5.67, Şekil 5.68, Şekil 5.69, Şekil 5.70 ve Şekil 5.71'de verilmiştir.



Şekil 5.66 : Kolon kesme kuvveti kontrolü kısaltma gösterimleri.

- E.S(b) : Etriye Sayısı-b yönünde
- E.S(h) : Etriye Sayısı-h yönünde
- E.Ç : Etriye Çapı
- E.A : Etriye Aralığı

Kesme kuvveti kontrolü hesabında kullanılan malzeme özellikleri:

C8 Beton sınıfı f_{ck}= 8 Mpa

S220 Donatı çeliği f_{yk}= 220 Mpa

f_{ctd}= 0.989 Mpa

Kesme kuvveti hesabında kullanılan ilgili formüller:

$$V_c = 0.65 x f_{ct} x A_C$$

$$V_{S2} = A_{S2} x b \qquad (5.16)$$

$$V_{S3} = A_{S3} x h$$

Çizelge 5.41 : Bodrum kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı			Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C2	5	19	0.30	0.60	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.09<1
C3	17	23	0.30	0.65	Φ 10	/	20	125	52	112	177	238	0.1<1	0.1<1
C4	4	22	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.07<1
C5	4	21	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.07<1
C6	3	17	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.06<1
C7	2	18	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.06<1
C8	4	22	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.07<1
C9	3	23	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.02<1	0.08<1
C10	5	21	0.30	0.60	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.09<1
C11	16	23	0.30	0.65	Φ 10	/	20	125	52	112	177	238	0.09<1	0.1<1
C12	19	23	0.50	0.50	Φ 10	/	20	161	86	86	247	247	0.08<1	0.09<1
C13	3	9	0.25	0.50	Φ 10	/	20	80	43	86	124	167	0.02<1	0.05<1
C16	4	6	0.25	0.50	Φ 10	/	20	80	43	86	124	167	0.04<1	0.04<1
C17	1	19	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.01<1	0.06<1
C19	6	5	0.60	0.30	Φ 10	/	20	116	104	52	219	168	0.03<1	0.03<1
C20	5	28	0.30	1.10	Φ 10	/	20	212	52	190	264	402	0.02<1	0.07<1
C21	6	9	0.30	0.60	Φ 10	/	20	116	52	104	168	219	0.03<1	0.04<1
C24	15	3	1.00	0.20	Φ 10	/	20	129	173	35	301	163	0.05<1	0.02<1
C25	10	6	0.60	0.30	Φ 10	/	20	116	104	52	219	168	0.05<1	0.04<1
C26	20	3	1.00	0.25	Φ 10	/	20	161	173	43	334	204	0.06<1	0.01<1
C27	30	7	1.00	0.30	Φ 10	/	20	193	173	52	366	245	0.08<1	0.03<1
C28	2	16	0.25	1.00	Φ 10	/	20	161	43	173	204	334	0.01<1	0.05<1
C29	3	5	0.25	0.25	Φ 10	/	20	40	43	43	83	83	0.03<1	0.06<1
C30	4	8	0.20	1.00	Φ 10	/	20	129	35	173	163	301	0.03<1	0.03<1
C14	15	3	1.20	0.20	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.04<1	0.02<1
C15	19	9	1.00	0.20	Φ 10	/	20	129	173	35	301	163	0.06<1	0.05<1
C18	23	4	1.30	0.20	Φ 10	/	20	167	225	35	392	202	0.06<1	0.02<1
C22	12	4	1.20	0.20	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.03<1	0.02<1
C23	19	3	1.20	0.20	Φ 10	/	20	154	207	35	362	189	0.05<1	0.02<1

Çizelge 5.42 : Zemin kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

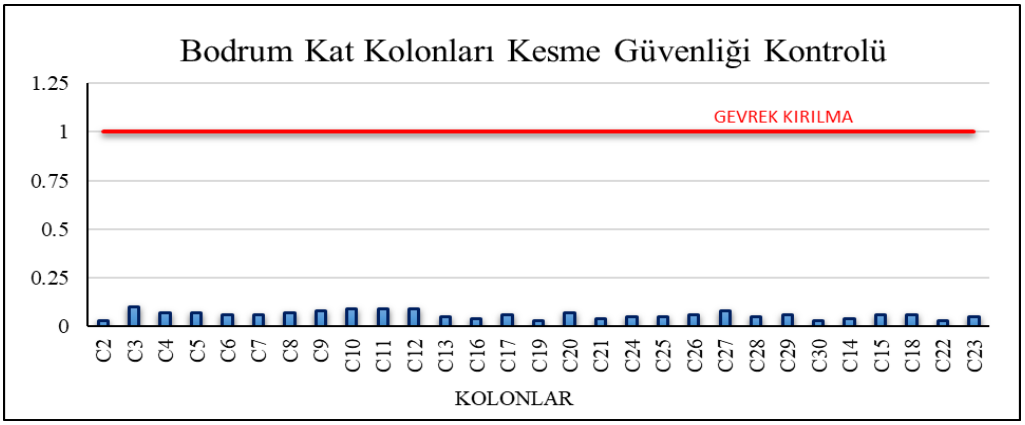
Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı			Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	16	3	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.1<1	0.01<1
C2	6	18	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.04<1	0.08<1
C3	17	29	0.30	0.65	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.09<1	0.12<1
C4	7	29	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.1<1
C5	13	15	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.05<1
C6	12	16	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.05<1
C7	9	13	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.04<1
C8	13	14	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.05<1
C9	6	26	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.08<1
C10	7	17	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.04<1	0.08<1
C11	12	27	0.30	0.65	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.07<1	0.11<1
C12	13	32	0.50	0.50	Φ	10 /	20	161	86	86	247	247	0.05<1	0.13<1
C13	17	11	0.25	0.50	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.14<1	0.07<1
C16	17	9	0.25	0.50	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.13<1	0.06<1
C17	11	18	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.06<1
C19	18	4	0.60	0.30	Φ	10 /	20	116	104	52	219	168	0.08<1	0.03<1
C20	17	22	0.30	1.10	Φ	10 /	20	212	52	190	264	402	0.06<1	0.05<1
C21	19	16	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.11<1	0.07<1
C24	44	6	1.00	0.20	Φ	10 /	20	129	173	35	301	163	0.15<1	0.04<1
C25	22	6	0.60	0.30	Φ	10 /	20	116	104	52	219	168	0.1<1	0.04<1
C26	44	6	1.00	0.25	Φ	10 /	20	161	173	43	334	204	0.13<1	0.03<1
C27	42	14	1.00	0.30	Φ	10 /	20	193	173	52	366	245	0.11<1	0.06<1
C28	24	45	0.25	1.00	Φ	10 /	20	161	43	173	204	334	0.12<1	0.13<1
C30	14	20	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.09<1	0.07<1
C14	32	4	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.09<1	0.02<1
C15	29	17	1.00	0.20	Φ	10 /	20	129	173	35	301	163	0.1<1	0.11<1
C18	38	4	1.30	0.20	Φ	10 /	20	167	225	35	392	202	0.1<1	0.02<1
C22	32	4	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.09<1	0.02<1
C23	35	4	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.1<1	0.02<1

Çizelge 5.43 : 1. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

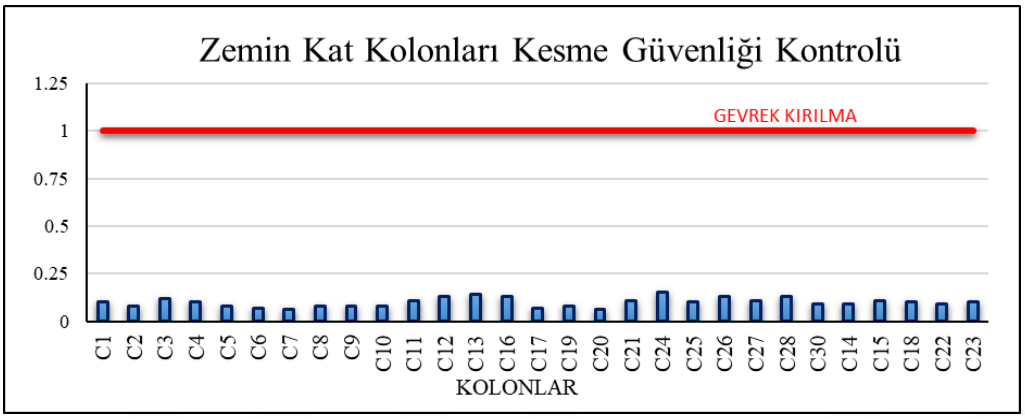
Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç			E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	22	3	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.13<1	0.02<1
C2	10	17	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.06<1	0.08<1
C3	21	66	0.30	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.12<1	0.28<1
C4	8	67	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.22<1
C5	12	48	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.16<1
C6	12	52	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.17<1
C7	10	50	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.16<1
C8	13	46	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.15<1
C9	7	68	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.23<1
C10	16	27	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.09<1	0.12<1
C11	28	70	0.30	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.16<1	0.3<1
C12	32	42	0.50	0.50	Φ	10	/	20	161	86	86	247	247	0.13<1	0.17<1
C13	17	10	0.25	0.50	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.14<1	0.06<1
C16	19	11	0.25	0.50	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.15<1	0.07<1
C17	13	22	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.07<1
C19	23	7	0.60	0.30	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.1<1	0.04<1
C20	15	26	0.30	1.10	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	0.06<1	0.06<1
C21	16	19	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.1<1	0.09<1
C24	35	7	1.00	0.20	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.12<1	0.04<1
C25	15	7	0.60	0.30	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.07<1	0.04<1
C26	44	7	1.00	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	0.13<1	0.03<1
C27	31	12	1.00	0.30	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	0.08<1	0.05<1
C28	17	24	0.25	1.00	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	0.08<1	0.07<1
C30	16	37	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.1<1	0.12<1
C14	39	6	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.11<1	0.03<1
C15	44	23	1.00	0.20	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.15<1	0.14<1
C18	37	6	1.30	0.20	Φ	10	/	20	167	225	35	392	202	0.09<1	0.03<1
C22	42	5	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.12<1	0.03<1
C23	47	6	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.13<1	0.03<1

Çizelge 5.44 : 2. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

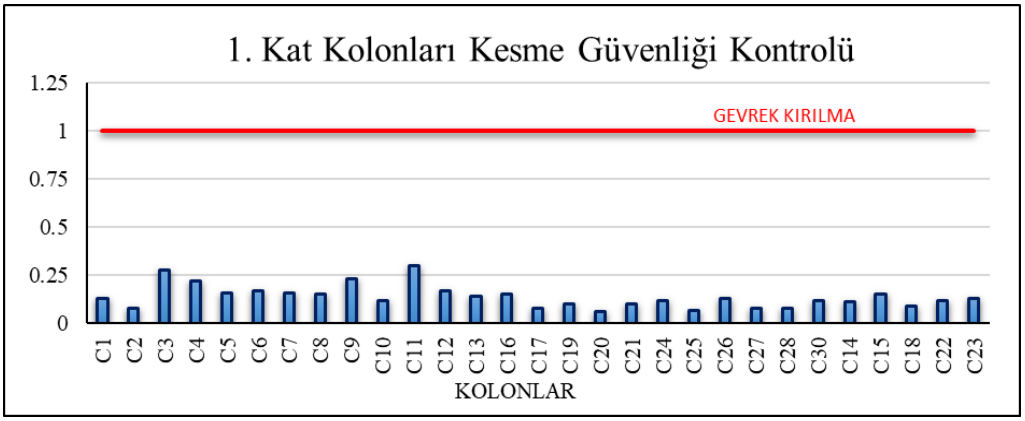
Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı			Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç		E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	21	4	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.13<1	0.02<1
C2	8	14	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.06<1
C3	19	54	0.30	0.65	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.11<1	0.23<1
C4	8	50	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.17<1
C5	11	33	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.11<1
C6	11	36	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.12<1
C7	9	34	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.11<1
C8	13	30	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.1<1
C9	6	49	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.16<1
C10	12	22	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.07<1	0.1<1
C11	27	56	0.30	0.65	Φ	10 /	20	125	52	112	177	238	0.15<1	0.24<1
C12	15	40	0.50	0.50	Φ	10 /	20	161	86	86	247	247	0.06<1	0.16<1
C13	13	8	0.25	0.50	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.1<1	0.05<1
C16	17	11	0.25	0.50	Φ	10 /	20	80	43	86	124	167	0.14<1	0.07<1
C17	10	13	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.04<1
C19	18	6	0.60	0.30	Φ	10 /	20	116	104	52	219	168	0.08<1	0.04<1
C20	11	15	0.30	1.10	Φ	10 /	20	212	52	190	264	402	0.04<1	0.04<1
C21	16	17	0.30	0.60	Φ	10 /	20	116	52	104	168	219	0.1<1	0.08<1
C24	32	7	1.00	0.20	Φ	10 /	20	129	173	35	301	163	0.11<1	0.04<1
C25	12	6	0.60	0.30	Φ	10 /	20	116	104	52	219	168	0.06<1	0.04<1
C26	49	7	1.00	0.25	Φ	10 /	20	161	173	43	334	204	0.15<1	0.03<1
C27	22	9	1.00	0.30	Φ	10 /	20	193	173	52	366	245	0.06<1	0.04<1
C28	13	25	0.25	1.00	Φ	10 /	20	161	43	173	204	334	0.06<1	0.08<1
C30	15	28	0.20	1.00	Φ	10 /	20	129	35	173	163	301	0.09<1	0.09<1
C14	29	5	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.08<1	0.03<1
C15	33	22	1.00	0.20	Φ	10 /	20	129	173	35	301	163	0.11<1	0.14<1
C18	29	5	1.30	0.20	Φ	10 /	20	167	225	35	392	202	0.07<1	0.02<1
C22	30	5	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.08<1	0.02<1
C23	36	5	1.20	0.20	Φ	10 /	20	154	207	35	362	189	0.1<1	0.03<1



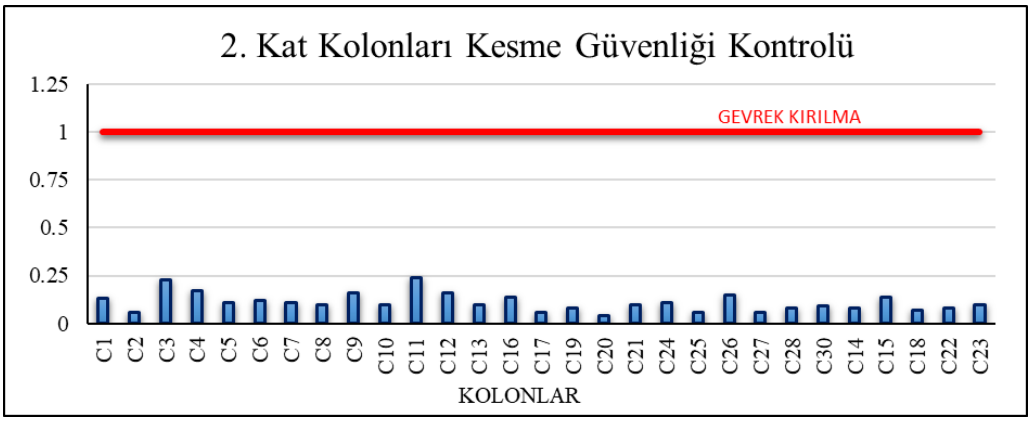
Şekil 5.67 : Bodrum kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



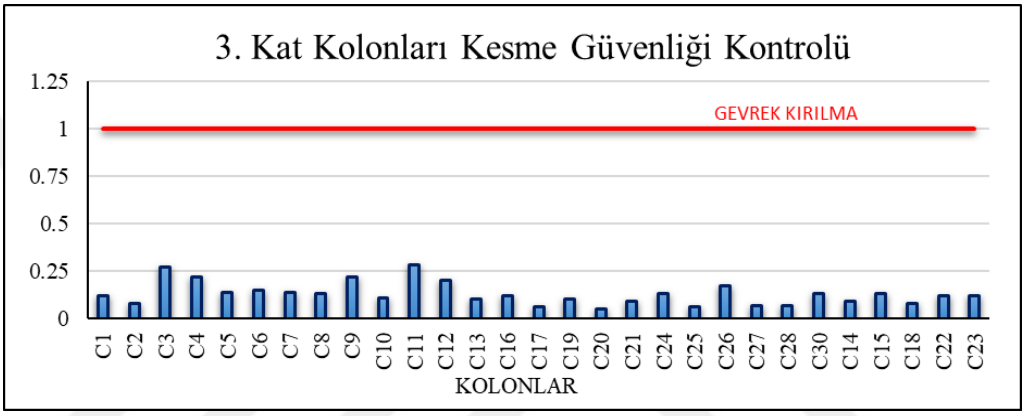
Şekil 5.68 : Zemin kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 5.69 : 1. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 5.70 : 2. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 5.71 : 3. Kat kolonları kesme güvenliği kontrolü.

5.4.8.5 **Betonarme kiriş elemanların kesme kuvveti kontrolü**

Yönetmelikteki betonarme elemanlar için kesme kuvveti kontrolü esasları takip edilerek güçlendirilmiş mevcut yapının betonarme kirişleri üzerinde yapılan kesme kuvveti kontrolü hesabı detaylı bir şekilde Çizelge 5.45, Çizelge 5.46, Çizelge A.24, Çizelge A.25 ve Çizelge A.26'da verilmiştir. Şekil 5.72, Şekil 5.73, Şekil 5.74, Şekil 5.75 ve Şekil 5.76'da kiriş kesme kuvveti grafikleri verilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapı için tüm kirişlerde kesme kuvvetinden kaynaklı gevrek kırılma görülmemiştir.

Kesme kuvveti kontrolü hesabında kullanılan malzeme özellikleri:

C8 Beton sınıfı f_{ck}= 8 Mpa

S220 Donatı çeliği f_{yk}= 220 Mpa

f_{ctd}= 0.989 Mpa

Çizelge 5.45 : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	48.97	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.41<1
B2	37.00	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B3	34.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.29<1
B4	38.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B5	37.87	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B6	45.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.38<1
B7	19.44	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.16<1
B9	30.82	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.26<1
B11	77.20	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.46<1
B12	102.95	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.61<1
B13	58.80	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.41<1
B16	50.14	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.3<1
B17	47.06	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.28<1
B18	55.40	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.33<1
B19	86.81	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.52<1
B20	23.79	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.2<1
B23	56.26	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.39<1
B25	49.87	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B26	38.71	1.50	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	289.56	66.35	355.91	0.11<1
B27	85.42	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.51<1
B28	81.44	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.57<1
B34	17.30	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.1<1
B35	67.43	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.4<1
B36	65.21	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.45<1
B39	37.29	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B40	61.51	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B42	27.93	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.17<1
B44	177.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.8<1
B45	34.18	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B46	57.32	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B47	32.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.28<1
B48	111.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.83<1
B49	34.83	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.29<1
B50	62.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.52<1
B51	69.86	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.42<1
B53	68.10	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.47<1
B55	50.52	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1

Çizelge 5.45 (devam) : Bodrum kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

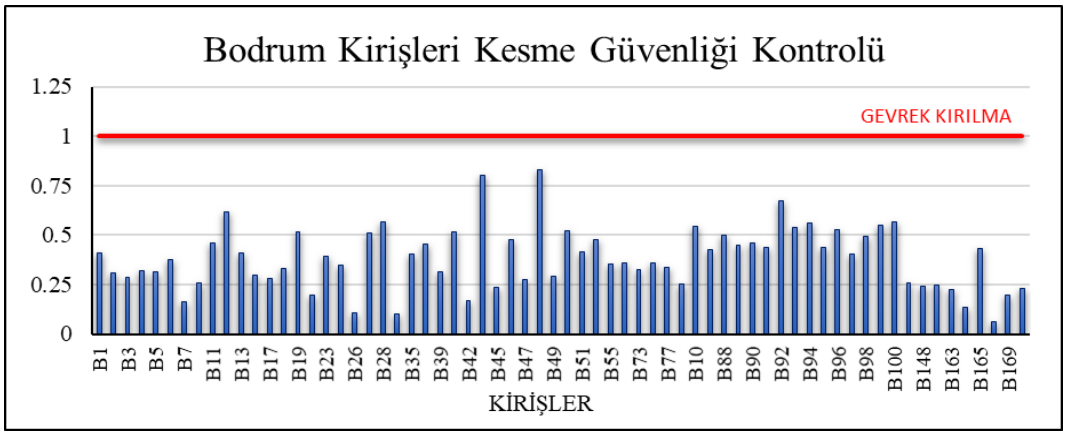
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B60	23.81	0.00	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	0.00	66.35	66.35	0.36<1
B73	54.35	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.32<1
B76	43.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.36<1
B77	40.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.34<1
B79	36.35	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B10	78.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.54<1
B87	61.45	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.43<1
B88	71.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.5<1
B89	64.08	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.45<1
B90	66.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.46<1
B91	62.75	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.44<1
B92	96.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.67<1
B93	64.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.54<1
B94	66.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.56<1
B95	121.56	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.44<1
B96	63.23	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.53<1
B97	113.02	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.41<1
B98	58.91	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B99	65.63	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.55<1
B100	67.45	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.56<1
B114	36.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.26<1
B148	35.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B161	35.25	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B163	32.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1
B21	19.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.14<1
B165	51.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.43<1
B166	8.77	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B169	27.95	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B172	33.30	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1

Çizelge 5.46 : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

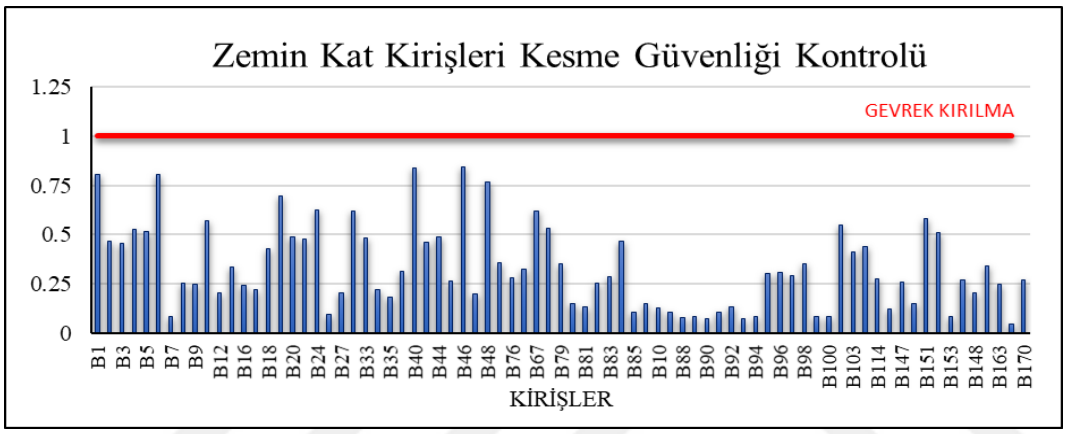
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B1	77.54	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.8<1
B2	56.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.46<1
B3	61.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.46<1
B4	58.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.53<1
B5	77.87	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B6	17.61	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.8<1
B7	46.75	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B8	46.75	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.25<1
B9	36.53	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.25<1
B11	31.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.57<1
B12	40.86	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B13	75.41	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.34<1
B16	106.79	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.24<1
B17	81.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.22<1
B18	70.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.43<1
B19	83.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.7<1
B20	30.36	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.49<1
B23	67.15	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.48<1
B24	37.97	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.63<1
B26	37.48	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	64.35	55.29	119.64	0.09<1
B27	158.19	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B28	120.22	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.62<1
B33	734.32	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.48<1
B34	102.17	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.22<1
B35	30.68	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.18<1
B39	68.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B40	32.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.84<1
B43	49.69	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	66.35	143.57	0.46<1
B44	58.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	55.29	119.64	0.72<1
B45	117.35	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.26<1
B46	45.70	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.84<1
B47	654.09	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.2<1
B48	41.34	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.77<1
B73	90.83	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.35<1
B76	130.36	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.28<1
B77	853.37	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.32<1
B67	45.32	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.62<1

Çizelge 5.46 (devam) : Zemin kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

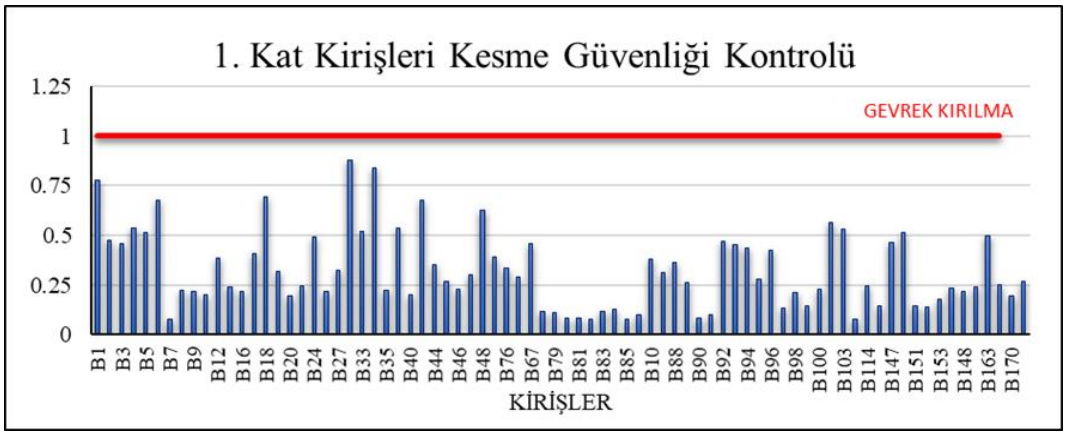
KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B78	14.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.53<1
B79	8.28	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B80	14.17	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.15<1
B81	15.33	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B82	8.19	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.26<1
B83	7.80	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.29<1
B84	14.56	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.46<1
B85	11.67	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	64.35	55.29	119.64	0.11<1
B86	8.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.15<1
B10	83.70	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	66.35	278.69	0.12<1
B87	37.28	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B89	38.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B90	10.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.07<1
B91	60.66	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B92	81.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B93	33.18	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.07<1
B94	38.71	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.08<1
B95	24.63	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	0.3<1
B96	81.17	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.31<1
B97	100.34	0.20	0.80	2 Φ 8 / 20	10.05	102.95	88.47	191.42	0.29<1
B98	11.66	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.35<1
B99	38.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.08<1
B100	48.86	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.08<1
B101	43.77	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.55<1
B103	11.72	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.41<1
B114	20.03	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.28<1
B147	76.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.26<1
B149	25.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.15<1
B151	49.84	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.58<1
B152	97.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.51<1
B153	40.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B154	100.01	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.27<1
B148	29.37	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	66.35	143.57	0.2<1	0.2<1
B161	48.65	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	66.35	143.57	0.34<1	0.34<1
B163	35.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	66.35	143.57	0.25<1	0.25<1
B145	12.01	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	33.18	264.82	0.05<1	0.05<1
B170	38.68	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	66.35	143.57	0.27<1	0.27<1



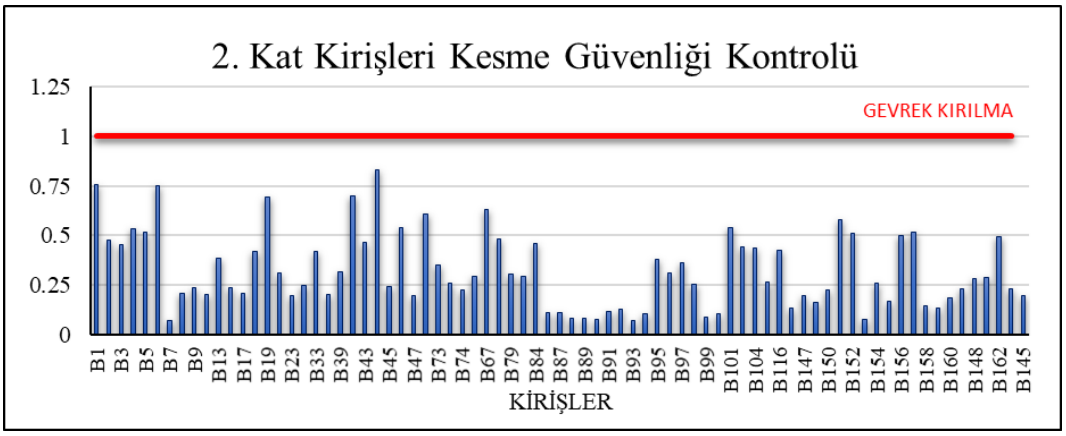
Şekil 5.72 : Bodrum kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



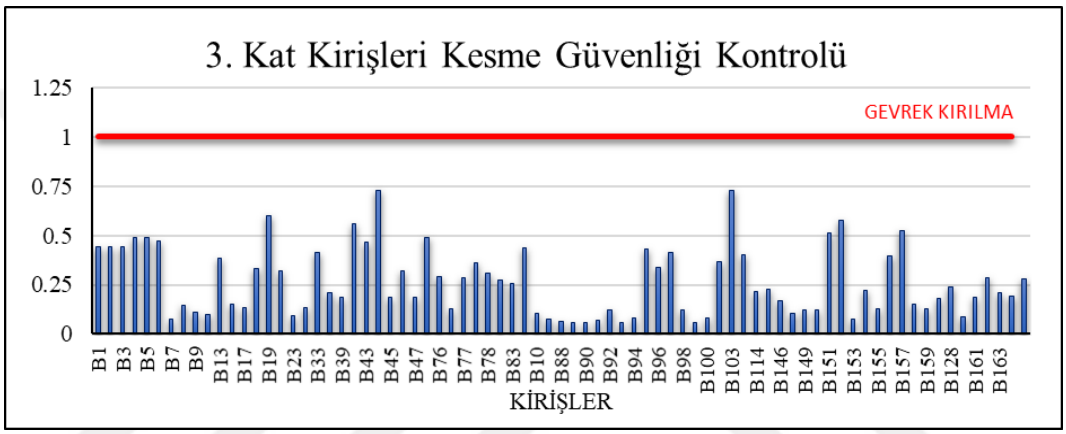
Şekil 5.73 : Zemin kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



Şekil 5.74 : 1. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



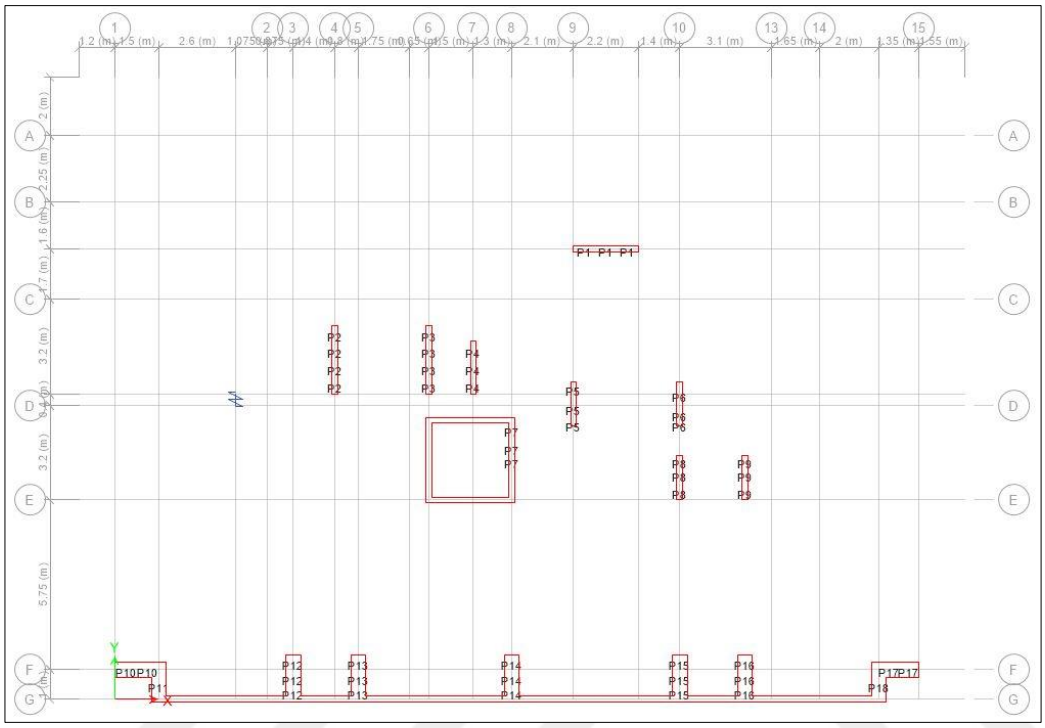
Şekil 5.75 : 2. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.



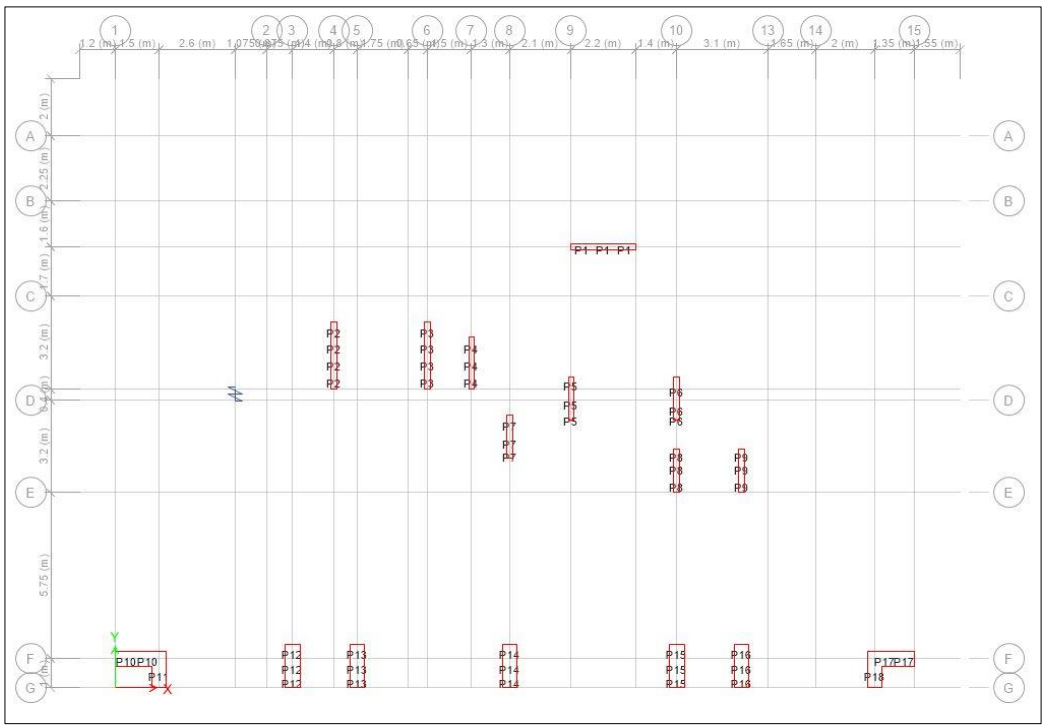
Şekil 5.76 : 3. Kat kirişlerin kesme güvenliği kontrolü.

5.4.9 **Düşey çapraz çelik profil ve mantolama ile güçlendirilmiş yapı modellemesine ait perde etiketleri**

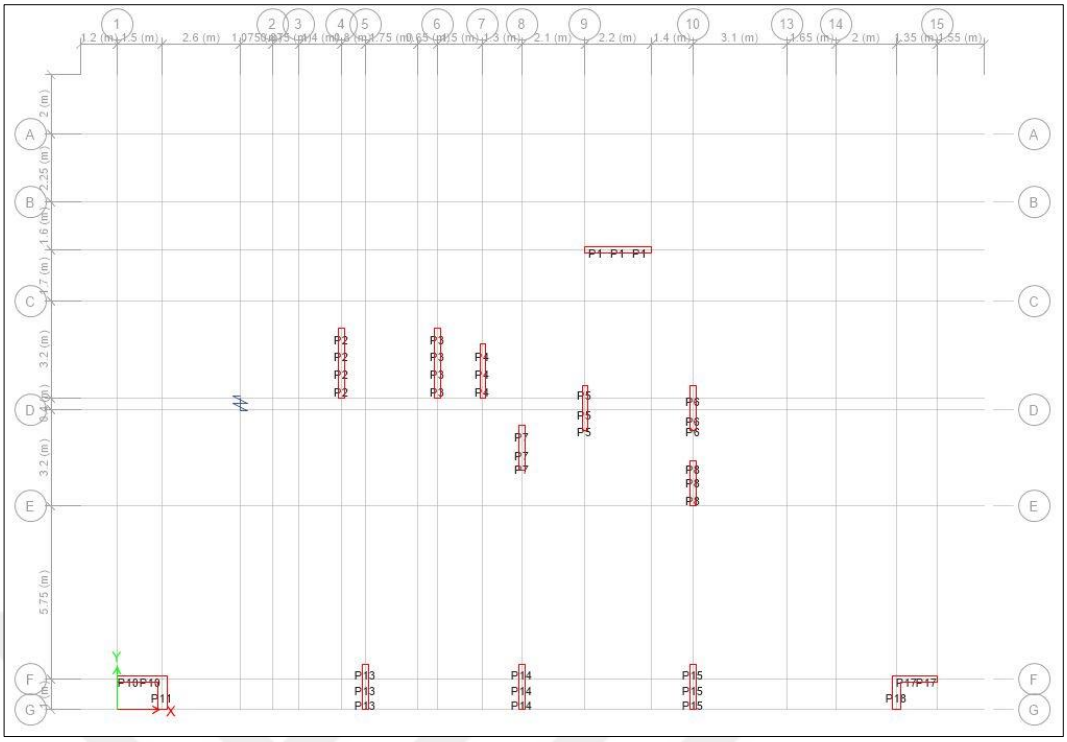
ETABS programında modellenen yapının taşıyıcı perde eleman etiketleri her kat dahilinde Şekil 5.77, Şekil 5.78, Şekil 5.79'da gösterilmiştir.



Şekil 5.77 : Güçlendirilmiş yapı bodrum perde eleman etiketleri .



Şekil 5.78 : Güçlendirilmiş yapı zemin kat perde eleman etiketleri.



Şekil 5.79 : Güçlendirilmiş yapı normal kat perde eleman etiketleri.

5.4.10 **Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanların eğilme tipi hasar dağılımları**

Güçlendirme amaçlı çapraz çelik eklenen ve mantolama işlemi uygulanan mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır. DD-2 deprem düzeyi için gerçekleştirilen analiz sonucunda betonarme perde elemanların beton ve çelik donatılarında meydana gelen şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Perde elemanlara ait beton şekil değiştirme (kısalma-ezilme) sınır değerleri TBDY-2018 (Bölüm 5.8)'e göre belirlenirken, donatı şekil değiştirme (uzama) sınır değerleri (Tablo 5.A.1)'e göre belirlenmiştir. Analiz sonucu elde edilen şekil değiştirme değerleri, yönetmelik uyarınca belirlenen sınır değerler ile karşılaştırılarak perde elemanların performans düzeyi tespit edilmiştir Çizelge 5.47, Çizelge 5.48, Çizelge A.27, Çizelge A.28 ve Çizelge A.29'da hasar sınırlarının belirlenmesi detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.47 : 3. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00007	0.00001	0.01871	0.00031	SH	SH
W13	-0.00007	0.00001	0.02092	0.00026	SH	SH
W28	-0.00005	0.00004	0.01429	0.00120	SH	SH
W39	-0.00016	0.00002	0.04452	0.00067	SH	SH
W40	-0.00005	0.00000	0.01419	0.00002	SH	SH
W41	-0.00002	0.00000	0.00581	0.00005	SH	SH
W42	-0.00015	0.00002	0.04221	0.00066	SH	SH
W51	-0.00008	0.00000	0.02249	0.00000	SH	SH
W52	-0.00004	0.00000	0.01152	0.00000	SH	SH
W53	-0.00006	0.00000	0.01714	0.00000	SH	SH
W54	-0.00011	0.00000	0.03171	0.00000	SH	SH
W54	-0.00002	0.00000	0.00553	0.00000	SH	SH
W55	-0.00013	0.00000	0.03657	0.00000	SH	SH
W56	-0.00005	0.00001	0.01318	0.00032	SH	SH
W57	-0.00013	0.00000	0.03622	0.00000	SH	SH
W58	-0.00006	0.00000	0.01853	0.00000	SH	SH
W59	-0.00008	0.00000	0.02332	0.00000	SH	SH
W60	-0.00011	0.00000	0.03281	0.00000	SH	SH
W64	-0.00008	0.00000	0.02230	0.00000	SH	SH
W65	-0.00007	0.00000	0.02092	0.00000	SH	SH
W68	-0.00001	0.00000	0.00359	0.00000	SH	SH
W69	-0.00009	0.00002	0.02544	0.00069	SH	SH
W70	-0.00012	0.00005	0.03530	0.00161	SH	SH
W71	-0.00004	0.00002	0.01115	0.00057	SH	SH
W72	-0.00001	0.00000	0.00304	0.00000	SH	SH
W73	-0.00007	0.00001	0.01954	0.00035	SH	SH
W75	-0.00008	0.00000	0.02378	0.00000	SH	SH
W76	-0.00006	0.00001	0.01585	0.00034	SH	SH
W77	-0.00004	0.00000	0.01226	0.00000	SH	SH
W79	-0.00006	0.00004	0.01604	0.00111	SH	SH
W80	-0.00005	0.00002	0.01364	0.00070	SH	SH
W81	-0.00001	0.00000	0.00424	0.00000	SH	SH
W82	-0.00004	0.00002	0.01161	0.00071	SH	SH
W83	-0.00005	0.00003	0.01484	0.00093	SH	SH
W84	-0.00002	0.00000	0.00590	0.00009	SH	SH
W85	-0.00002	0.00001	0.00700	0.00032	SH	SH
W86	-0.00006	0.00003	0.01668	0.00080	SH	SH
W87	0.00000	0.00000	0.00065	0.00000	SH	SH
W88	-0.00003	0.00001	0.00857	0.00018	SH	SH
W89	-0.00010	0.00005	0.02903	0.00144	SH	SH
W90	-0.00002	0.00000	0.00590	0.00000	SH	SH
W91	-0.00011	0.00004	0.03069	0.00135	SH	SH

Çizelge 5.48 : 2. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	0.00000	0.00000	0.00133	0.00000	SH	SH
W13	-0.00001	0.00000	0.00357	0.00000	SH	SH
W28	-0.00013	0.00012	0.03755	0.00366	SH	SH
W39	-0.00037	0.00009	0.10459	0.00282	SH	SH
W40	-0.00005	0.00000	0.01480	0.00000	SH	SH
W41	-0.00005	0.00000	0.01439	0.00000	SH	SH
W42	-0.00034	0.00011	0.09612	0.00352	SH	SH
W51	-0.00033	0.00000	0.09357	0.00000	SH	SH
W52	-0.00030	0.00000	0.08571	0.00000	SH	SH
W53	-0.00028	0.00000	0.08112	0.00000	SH	SH
W54	-0.00011	0.00000	0.03061	0.00000	SH	SH
W55	-0.00011	0.00000	0.03245	0.00000	SH	SH
W56	-0.00009	0.00000	0.02622	0.00000	SH	SH
W57	-0.00048	0.00000	0.13612	0.00000	SH	SH
W58	-0.00040	0.00000	0.11561	0.00000	SH	SH
W59	-0.00037	0.00000	0.10520	0.00000	SH	SH
W60	-0.00025	0.00000	0.07153	0.00000	SH	SH
W64	-0.00002	0.00000	0.00480	0.00000	SH	SH
W65	-0.00028	0.00000	0.08010	0.00000	SH	SH
W68	-0.00020	0.00000	0.05786	0.00000	SH	SH
W69	-0.00026	0.00000	0.07296	0.00002	SH	SH
W70	-0.00033	0.00004	0.09439	0.00137	SH	SH
W71	-0.00011	0.00004	0.03265	0.00117	SH	SH
W72	-0.00008	0.00000	0.02296	0.00000	SH	SH
W73	-0.00017	0.00004	0.04888	0.00121	SH	SH
W75	-0.00002	0.00000	0.00531	0.00000	SH	SH
W76	-0.00004	0.00000	0.01041	0.00000	SH	SH
W77	-0.00005	0.00002	0.01551	0.00051	SH	SH
W79	-0.00017	0.00011	0.04878	0.00333	SH	SH
W80	-0.00014	0.00004	0.04082	0.00124	SH	SH
W81	-0.00003	0.00000	0.00755	0.00000	SH	SH
W82	-0.00011	0.00004	0.03133	0.00135	SH	SH
W83	-0.00016	0.00007	0.04541	0.00222	SH	SH
W84	-0.00006	0.00000	0.01837	0.00003	SH	SH
W85	-0.00007	0.00003	0.01929	0.00093	SH	SH
W86	-0.00019	0.00007	0.05531	0.00210	SH	SH
W87	-0.00009	0.00000	0.02561	0.00000	SH	SH
W88	-0.00010	0.00001	0.02724	0.00038	SH	SH
W89	-0.00030	0.00009	0.08439	0.00268	SH	SH
W90	-0.00005	0.00000	0.01408	0.00000	SH	SH
W91	-0.00027	0.00000	0.07837	0.00000	SH	SH
W10	0.00000	0.00000	0.00133	0.00000	SH	SH

5.4.11 **Güçlendirme sonrası betonarme perde elemanlarda kesme kuvveti kontrolü**

Çelik çapraz profillerin eklenmesiyle birlikte bodrum ve zemin katta bulunan P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18 perdelere mantolama işlemi uygulanarak güçlendirme işlemi tamamlanmıştır. Güçlendirilmiş yapı zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntem ile çözülmüştür. Mevcut deprem yüklemeleriyle yapılan analiz sonucu alınan kesme kuvveti değerleri yirmi iki farklı deprem kuvveti için maksimum ve minimum kesme kuvveti değerleri olarak bulunmuştur. Perde elemanlar kesme kuvveti kontrolü hesabında elde edilen kesme kuvveti değerlerinin ortalaması mutlak değerce alınmış ve hesaplarda kullanılmıştır. Yapılan bu hesaplar doğrultusunda perdelere gelen deprem kesme kuvvetleriyle perde kesme kuvveti kapasiteleri karşılaştırılması amaçlanmıştır.

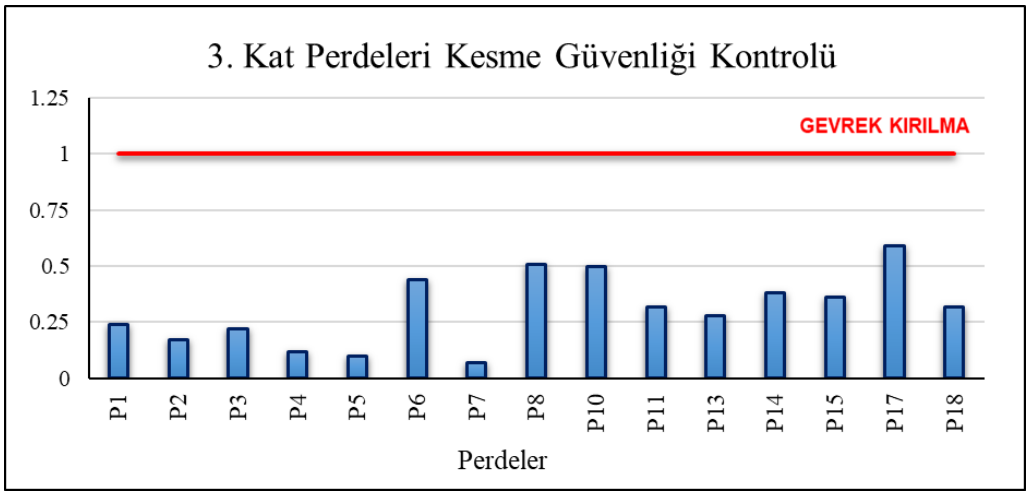
Mevcut betonarme perde elemanlar için etriye özellikleri, 12 mm çapında S220 cinsinde çelik donatılar ve etriye donatısı aralığı 250 mm belirlenmiştir. Mantolama işlemi ile güçlendirilen betonarme elamanlarda etriye özellikleri, 14 mm çapında S420 cinsinde çelik donatılar ve donatı aralığı 150 mm olarak belirlenmiştir. Mantolama işlemi için beton sınıfı olarak C35 seçilmiştir.

Betonarme perde elemanların kesme güvenliği kapsamında, perde eleman kesitleri için tasarım kesme kuvveti ve kesme dayanımı yönetmeliğin belirttiği hususlar takip edilerek hesaplanmıştır. İlgili denklemler ve hesap aşamaları detaylı olarak TBDY-2018 (Bölüm 7.6.7)'de belirtilmiştir. Perde elemanlar için kesme güvenliği kontrolü Bölüm 4.3.9'da detaylı olarak verilmiştir.

Mevcut yapının çapraz çelik profil ekleme yöntemiyle güçlendirilmesi sonucu yapılan performans analizlerinde bodrum ve zemin katta bulunan bazı perde elemanların kesme kuvvetini karşılayamadığı bu sebeple gevrek kırılmaya uğradıkları görülmüştür. Sonuç olarak düşey çapraz profiller eklenerek uygulanan güçlendirme yönteminin kesme kuvvetine karşı yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu güçlendirme yöntemine ek olarak kesme kuvvetinden dolayı hasar gören perde elemanlar 15 cm mantolama işlemi ile güçlendirilmiştir. Mevcut güçlendirilmelerin uygulanması ile birlikte yapı için gerekli koşulların sağlandığı görülmüştür. Çizelge 5.49, Çizelge 5.50, Çizelge 5.51, Çizelge 5.52 ve Çizelge 5.53'de kesme kuvveti kontrolleri detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 5.49 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

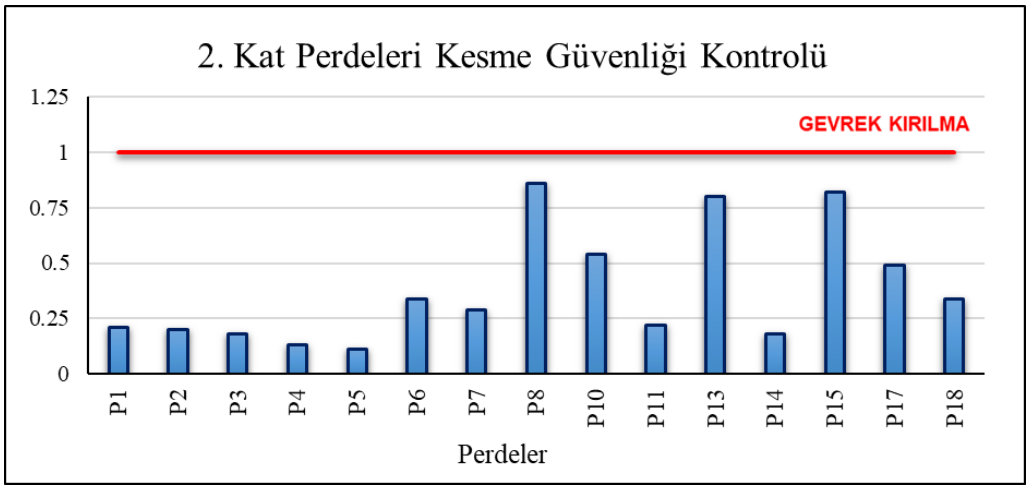
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	177	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.24<1	0.17<1
P2	132	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.17<1	0.12<1
P3	167	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.22<1	0.15<1
P4	89	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.12<1	0.08<1
P5	50	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.1<1	0.07<1
P6	218	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.44<1	0.3<1
P7	35	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.07<1	0.05<1
P8	253	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.51<1	0.35<1
P10	271	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.5<1	0.34<1
P11	138	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.32<1	0.17<1
P13	136	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.28<1	0.19<1
P14	169	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.34<1	0.23<1
P15	179	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.36<1	0.25<1
P17	321	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.59<1	0.4<1
P18	138	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.32<1	0.17<1



Şekil 5.80 : 3. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.50 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

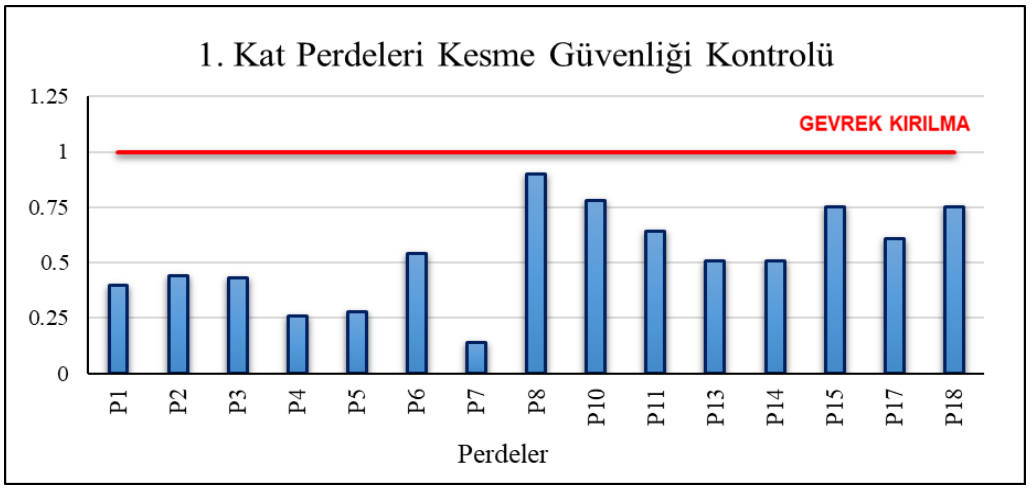
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	227	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.31<1	0.21<1
P2	149	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.2<1	0.13<1
P3	133	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.18<1	0.12<1
P4	101	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.13<1	0.09<1
P5	56	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.11<1	0.08<1
P6	167	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.34<1	0.23<1
P7	143	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.29<1	0.2<1
P8	421	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.86<1	0.58<1
P10	293	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.54<1	0.37<1
P11	94	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.22<1	0.12<1
P13	392	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.8<1	0.54<1
P14	86	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.18<1	0.12<1
P15	405	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.82<1	0.56<1
P17	264	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.49<1	0.33<1
P18	148	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.34<1	0.19<1



Şekil 5.81 : 2. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.51 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

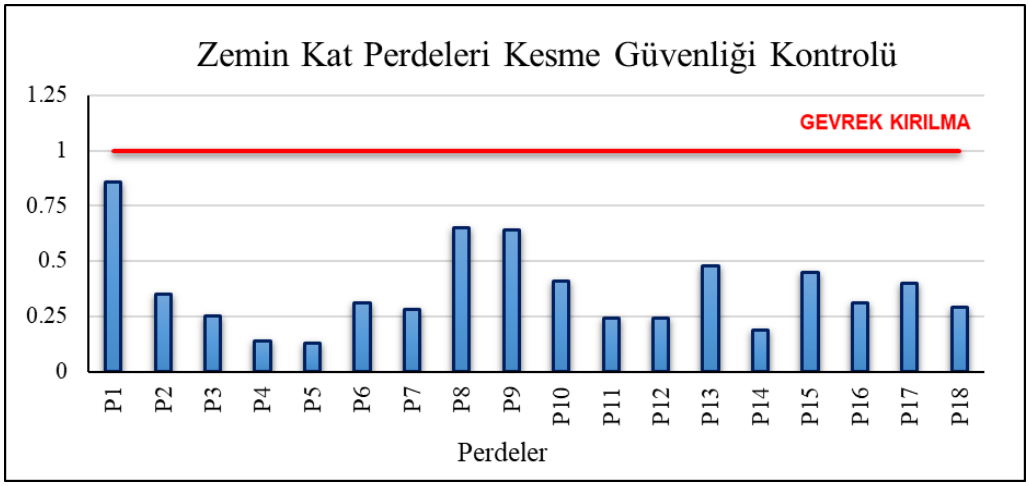
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	286	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.4<1	0.27<1
P2	335	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.44<1	0.3<1
P3	323	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.43<1	0.29<1
P4	198	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.26<1	0.18<1
P5	137	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.28<1	0.19<1
P6	267	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.54<1	0.37<1
P7	66	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.14<1	0.09<1
P8	444	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.9<1	0.61<1
P10	423	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.78<1	0.53<1
P11	276	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 25	2	9.05	0.64<1	0.35<1
P13	252	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.51<1	0.35<1
P14	251	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.51<1	0.35<1
P15	368	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.75<1	0.51<1
P17	330	1.65	0.20	212	328	541	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.61<1	0.42<1
P18	323	1.10	0.30	212	219	431	793	Φ	12 / 15	2	9.05	0.75<1	0.41<1



Şekil 5.82 : 1. Kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.52 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

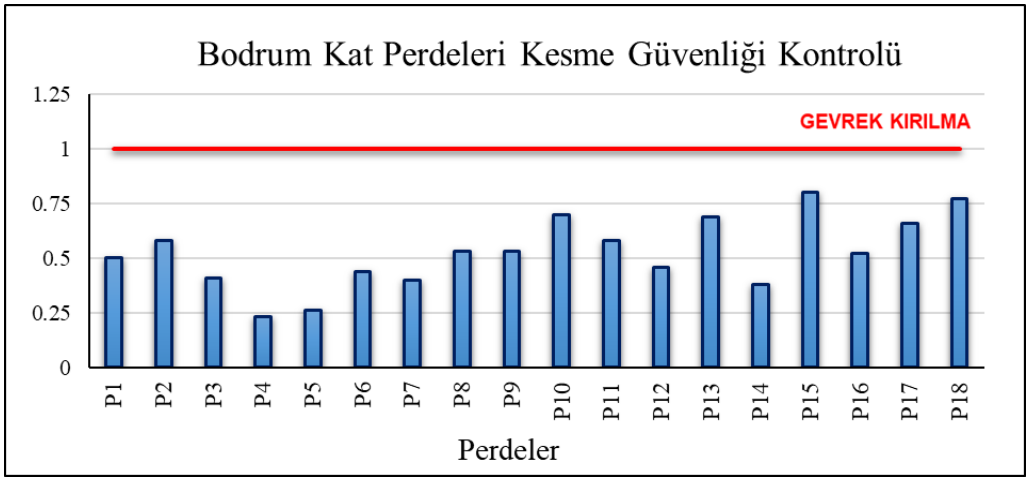
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	622	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.86<1	0.59<1
P2	267	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.35<1	0.24<1
P3	189	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.25<1	0.17<1
P4	154	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.2<1	0.14<1
P5	64	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.13<1	0.09<1
P6	154	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.31<1	0.21<1
P7	492	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.28<1	0.27<1
P8	320	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.65<1	0.44<1
P9	317	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.64<1	0.44<1
P10	808	1.65	0.50	531	1423	1954	1983	Φ	14 / 15	2	20.53	0.41<1	0.41<1
P11	319	1.10	0.50	354	948	1302	1322	Φ	14 / 15	2	20.53	0.24<1	0.24<1
P12	418	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.24<1	0.23<1
P13	851	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.48<1	0.47<1
P14	334	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.19<1	0.19<1
P15	794	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.45<1	0.44<1
P16	552	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.31<1	0.31<1
P17	788	1.65	0.50	531	1423	1954	1983	Φ	14 / 15	2	20.53	0.4<1	0.4<1
P18	382	1.10	0.50	354	948	1302	1322	Φ	14 / 15	2	20.53	0.29<1	0.29<1



Şekil 5.83 : Zemin kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

Çizelge 5.53 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

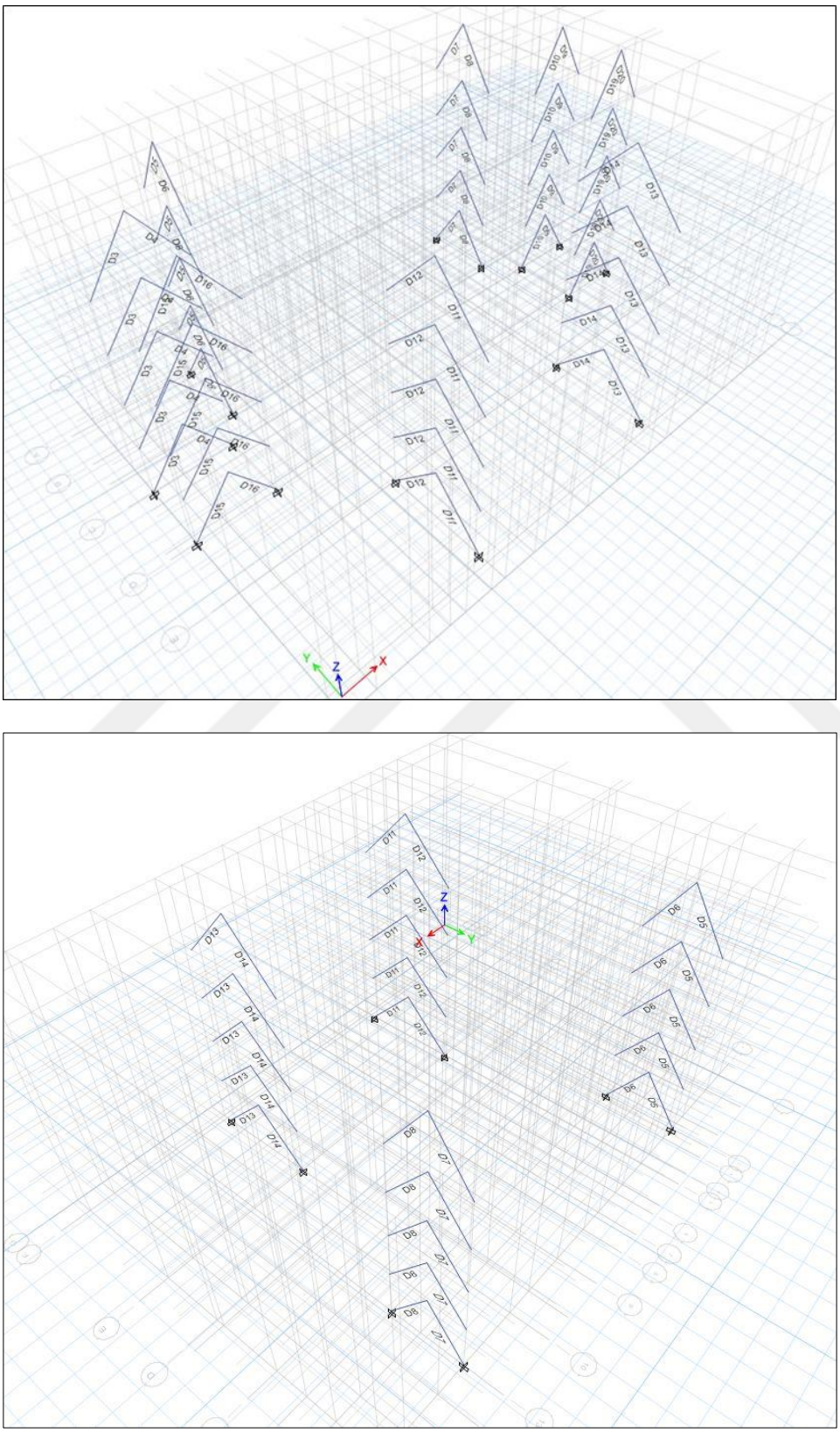
Perde Pier	V_d	L	d	V_c	V_s	Vtop	Ve	Yatay Donatı				Kontrol	
				0.65*Fctd*bw	As*fyd	(V_c+Vs)	0.85Ach*√fck.						
		m	m	kN	kN	kN	kN	Φ	Çap/Aralık	n	cm^2/m	Vd ≤Vtop	Vd≤Ve
P1	357	2.20	0.20	283	438	721	1058	Φ	12 / 25	2	9.05	0.5<1	0.34<1
P2	438	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.58<1	0.4<1
P3	305	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.41<1	0.28<1
P4	171	2.30	0.20	296	458	754	1106	Φ	12 / 25	2	9.05	0.23<1	0.15<1
P5	130	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.26<1	0.18<1
P6	217	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.44<1	0.3<1
P7	708	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.4<1	0.39<1
P8	260	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.53<1	0.36<1
P9	259	1.50	0.20	193	299	492	721	Φ	12 / 25	2	9.05	0.53<1	0.36<1
P10	1360	1.65	0.50	531	1423	1954	1983	Φ	14 / 15	2	20.53	0.7<1	0.69<1
P11	759	1.10	0.50	354	948	1302	1322	Φ	14 / 15	2	20.53	0.58<1	0.57<1
P12	823	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.46<1	0.46<1
P13	1233	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.69<1	0.68<1
P14	680	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.38<1	0.38<1
P15	1421	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.8<1	0.79<1
P16	917	1.50	0.50	483	1293	1776	1803	Φ	14 / 15	2	20.53	0.52<1	0.51<1
P17	1298	1.65	0.50	531	1423	1954	1983	Φ	14 / 15	2	20.53	0.66<1	0.65<1
P18	998	1.10	0.50	354	948	1302	1322	Φ	14 / 15	2	20.53	0.77<1	0.75<1



Şekil 5.84 : Bodrum kat perdeleri kesme güvenliği kontrolü.

5.4.12 **Düşey çapraz eleman etiketleri**

Şekil 5.85'de düşey çapraz eleman etiketleri görsel olarak verilmiştir.



Şekil 5.85 : Düşey çapraz eleman etiketleri.

5.4.13 **Güçlendirme sonrası düşey çapraz elemanların hasar dağılımları**

Zaman tanım alanında yapılan analizler sonucunda güçlendirilmiş mevcut yapının düşey çelik çapraz elemanlarının çekme kuvveti ve basınç kuvveti etkisi altında oluşan eksenel plastik şekil değiştirmeleri hesaplanmıştır. TBDY -2018 Denklem (5C.3.1-5C.3.2)'de bulunan ilgili formüller kullanılarak çapraz çelik elemanların eksenel basınç ve çekme kuvveti altında akma şekil değiştirmeleri bulunmuştur.

Denklem (5.14 ve 5.15)'de bulunan formüller kullanılarak eksenel basınç ve çekme kuvveti altında akma şekil değiştirmelerine ulaşılmıştır. TBDY-2018 (Tablo 5C.4)'de akma şekil değiştirme değerleri kullanılarak plastik şekil değiştirme sınır değerlerine ulaşılmıştır. Güçlendirilmiş mevcut yapıda bulunan çapraz çelik elemanların hasar düzeyleri Sınırlı Hasar (SH) ve Kontrollü Hasar (KH) olarak belirlenmiştir. Çizelge 5.68'da düşey çapraz çelik elemanların eksenel plastik şekil değiştirme sınırları verilmiştir. Çizelge 5.55 ve Çizelge 5.56'da çapraz çelik elemanların hasar dağılımlarının bulunması detaylı olarak gösterilmiştir. Şekil 5.86, Şekil 5.87, Şekil 5.88, Şekil 5.89 ve Şekil 5.90'da düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri verilmiştir. Çizelge 5.57'de düşey çapraz elemanların genel hasar dağılımı yüzdesel olarak verilmiştir.

Eksenel Basınç Kuvveti Altında Akma Şekil Değiştirmesi;

$$\Delta_c = (\frac{P_c}{EA_c})l_c \qquad \text{Akma şekil değiştirmesi} \qquad \text{TBDY-2018(5C.3.1)}$$

Δ_c= Çelik elemanın eksenel basınç dayanamına karşı gelen akma yer değiştirmesi [m].
l_c = Çapraz boyu [m]

Eksenel Çekme Kuvveti Altında Akma Şekil Değiştirmesi;

$$\Delta_T = (\frac{P_{ye}}{EA_c})l_c \qquad \text{Akma şekil değiştirmesi} \qquad \text{TBDY-2018(5C.3.2)}$$

Δ_T= Çelik elemanın eksenel basınç dayanamına karşı gelen akma yer değiştirmesi [m].
l_c = Çapraz boyu [m]

Çizelge 5.54 : Merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin şekil değiştirme sınırları.

Eleman Tipi	Eksenel Plastik Şekil Değiştirme Sınırları		
	SH	**KH**	**GÖ**
Basınç Altında Çapraz Elemanlar (Dışmerkez Çaprazlar Hariç)			
Narin Kesitler $\frac{KI}{r} \geq 4.2\sqrt{\frac{E}{F_y}}$			
W, I, 2L, 2C kesitler: düzlem içi burkulma	0.5 Δc	7 Δc	10 Δc
2L, 2C kesitler: düzlem dışı burkulma	0.5 Δc	6 Δc	9 Δc
HSS, boru, kutu kesitler	0.5 Δc	6 Δc	9 Δc
L kesit	0.5 Δc	9 Δc	12 Δc
Tok Kesitler $\frac{KI}{r} \geq 2.1\sqrt{\frac{E}{F_y}}$			
HD, I, 2L, 2C kesitler: düzlem içi burkulma	0.5 Δc	6 Δc	8 Δc
2L, 2C kesitler: düzlem dışı burkulma	0.5 Δc	5 Δc	7 Δc
HSS, boru, kutu kesitler	0.5 Δc	5 Δc	7 Δc
Çekme Altında Çapraz Elemanlar (Dışmerkez Çaprazlar Hariç)			
W kesit	0.5 Δt	10 Δ_T	13 Δ_T
2L kesit	0.5 Δt	9 Δ_T	12 Δ_T
HSS kesit	0.5 Δt	8 Δ_T	11 Δ_T
Boru kesit	0.5 Δt	7 Δ_T	9 Δ_T
L kesit	0.5 Δt	6 Δ_T	10 Δ_T
Çekme altında kiriş ve kolonlar	0.5 Δt	5 Δ_T	7 Δ_T
Burkulması engellenmiş çelik çaprazlar	0.5 Δt	4 Δ_T	13.3 Δ_T

Çizelge 5.55 : Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Çekme).

Kat	Çubuk	Kesit	P (Çekme)	Narinlik	Pt	Δt_SH	Δt_KH	Δt_GÖ	Δ/Δt	Hasar
3.Kat	D3	Boru 273x8	1011.23	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.431	SH
3.Kat	D4	Boru 273x8	812.71	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.347	SH
3.Kat	D5	Boru 273x8	691.85	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.295	SH
3.Kat	D6	Boru 273x8	471.12	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.201	SH
3.Kat	D7	Boru 273x8	659.19	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.281	SH
3.Kat	D8	Boru 273x8	357.59	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.152	SH
3.Kat	D9	Boru 273x8	692.50	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.295	SH
3.Kat	D10	Boru 273x8	792.49	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.338	SH
3.Kat	D11	Boru 273x8	810.80	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.346	SH
3.Kat	D12	Boru 273x8	649.75	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.277	SH
3.Kat	D13	Boru 273x8	851.62	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.363	SH
3.Kat	D14	Boru 273x8	723.55	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.309	SH
3.Kat	D15	Boru 273x8	1142.28	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.487	SH
3.Kat	D16	Boru 273x8	1105.22	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.471	SH
3.Kat	D19	Boru 273x8	966.91	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.412	SH
3.Kat	D20	Boru 273x8	877.60	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.374	SH
2.Kat	D3	Boru 273x8	1260.79	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.538	KH
2.Kat	D4	Boru 273x8	1128.81	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.481	SH
2.Kat	D5	Boru 273x8	799.36	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.341	SH
2.Kat	D6	Boru 273x8	686.28	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.293	SH
2.Kat	D7	Boru 273x8	789.88	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.337	SH
2.Kat	D8	Boru 273x8	562.95	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.240	SH
2.Kat	D9	Boru 273x8	970.58	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.414	SH
2.Kat	D10	Boru 273x8	1024.40	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.437	SH
2.Kat	D11	Boru 273x8	1041.90	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.444	SH
2.Kat	D12	Boru 273x8	834.49	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.356	SH
2.Kat	D13	Boru 273x8	1074.18	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.458	SH
2.Kat	D14	Boru 273x8	796.74	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.340	SH
2.Kat	D15	Boru 273x8	1366.50	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.583	KH
2.Kat	D16	Boru 273x8	1362.93	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.581	KH
2.Kat	D19	Boru 273x8	1182.80	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.504	KH
2.Kat	D20	Boru 273x8	1137.30	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.485	SH
1.Kat	D3	Boru 273x8	1585.44	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.676	KH
1.Kat	D4	Boru 273x8	1520.78	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.649	KH
1.Kat	D5	Boru 273x8	909.94	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.388	SH
1.Kat	D6	Boru 273x8	938.47	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.400	SH
1.Kat	D7	Boru 273x8	1048.72	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.447	SH
1.Kat	D8	Boru 273x8	776.44	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.331	SH
1.Kat	D9	Boru 273x8	1340.94	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.572	KH
1.Kat	D10	Boru 273x8	1362.10	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.581	KH
1.Kat	D11	Boru 273x8	1318.24	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.562	KH
1.Kat	D12	Boru 273x8	1079.63	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.460	SH
1.Kat	D13	Boru 273x8	1367.48	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.583	KH
1.Kat	D14	Boru 273x8	1126.18	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.480	SH

Çizelge 5.55 (devam): Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Çekme).

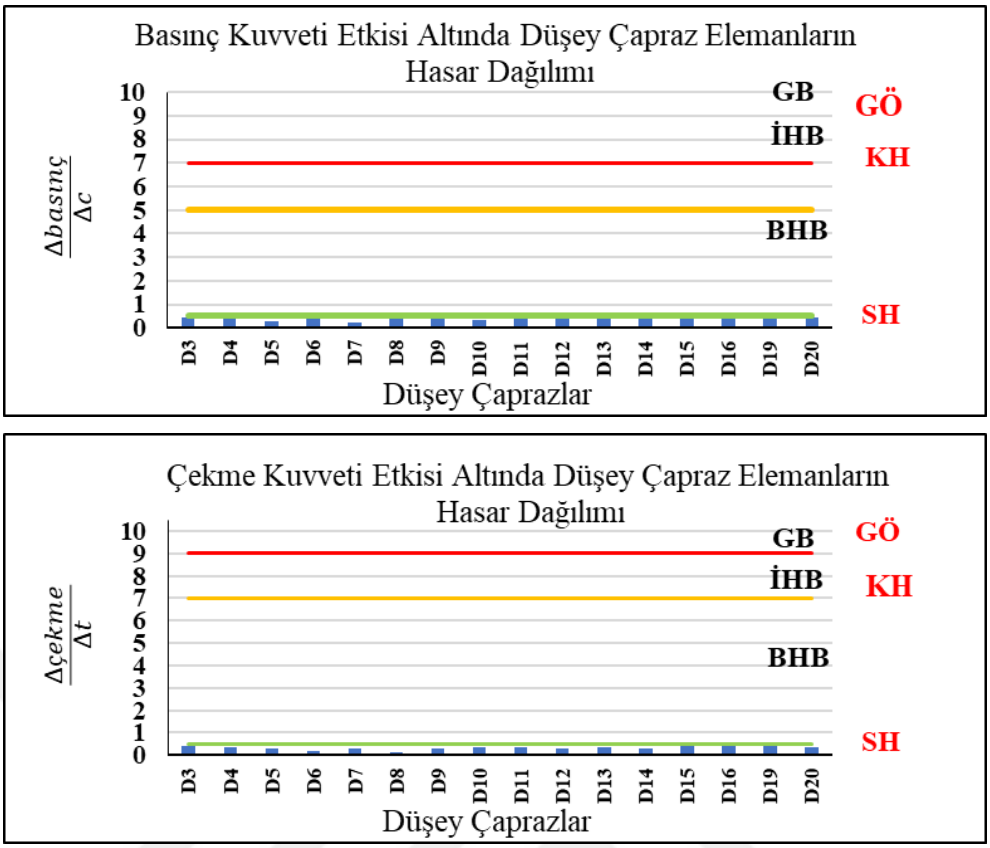
Kat	Çubuk	Kesit	P (Çekme)	Narinlik	Pt	Δt_SH	Δt_KH	Δt_GÖ	Δ/Δt	Hasar
1.Kat	D16	Boru 273x8	1694.70	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.723	KH
1.Kat	D19	Boru 273x8	1504.71	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.642	KH
1.Kat	D20	Boru 273x8	1457.43	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.622	KH
Z.Kat	D3	Boru 273x8	1669.70	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.712	KH
Z.Kat	D4	Boru 273x8	1648.34	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.703	KH
Z.Kat	D5	Boru 273x8	811.70	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.346	SH
Z.Kat	D6	Boru 273x8	854.60	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.364	SH
Z.Kat	D7	Boru 273x8	740.76	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.316	SH
Z.Kat	D8	Boru 273x8	949.35	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.405	SH
Z.Kat	D9	Boru 273x8	1468.84	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.626	KH
Z.Kat	D10	Boru 273x8	1475.80	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.629	KH
Z.Kat	D11	Boru 273x8	1239.15	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.528	KH
Z.Kat	D12	Boru 273x8	955.23	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.407	SH
Z.Kat	D13	Boru 273x8	1058.50	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.451	SH
Z.Kat	D14	Boru 273x8	1378.07	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.588	KH
Z.Kat	D15	Boru 273x8	1676.51	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.715	KH
Z.Kat	D16	Boru 273x8	1639.36	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.699	KH
Z.Kat	D19	Boru 273x8	1512.26	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.645	KH
Z.Kat	D20	Boru 273x8	1446.37	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.617	KH
B.Kat	D3	Boru 273x8	737.88	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.315	SH
B.Kat	D4	Boru 273x8	755.89	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.322	SH
B.Kat	D5	Boru 273x8	627.35	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.268	SH
B.Kat	D6	Boru 273x8	620.63	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.265	SH
B.Kat	D7	Boru 273x8	616.76	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.263	SH
B.Kat	D8	Boru 273x8	863.73	38.93	2345	0.003	0.043	0.055	0.368	SH
B.Kat	D9	Boru 273x8	690.95	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.295	SH
B.Kat	D10	Boru 273x8	690.60	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.294	SH
B.Kat	D11	Boru 273x8	561.69	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.240	SH
B.Kat	D12	Boru 273x8	537.29	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.229	SH
B.Kat	D13	Boru 273x8	741.43	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.316	SH
B.Kat	D14	Boru 273x8	505.77	43.34	2345	0.003	0.047	0.061	0.216	SH
B.Kat	D15	Boru 273x8	554.62	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.237	SH
B.Kat	D16	Boru 273x8	578.90	39.65	2345	0.003	0.043	0.056	0.247	SH
B.Kat	D19	Boru 273x8	519.03	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.221	SH
B.Kat	D20	Boru 273x8	528.99	37.59	2345	0.003	0.041	0.053	0.226	SH

Çizelge 5.56 : Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Basınç).

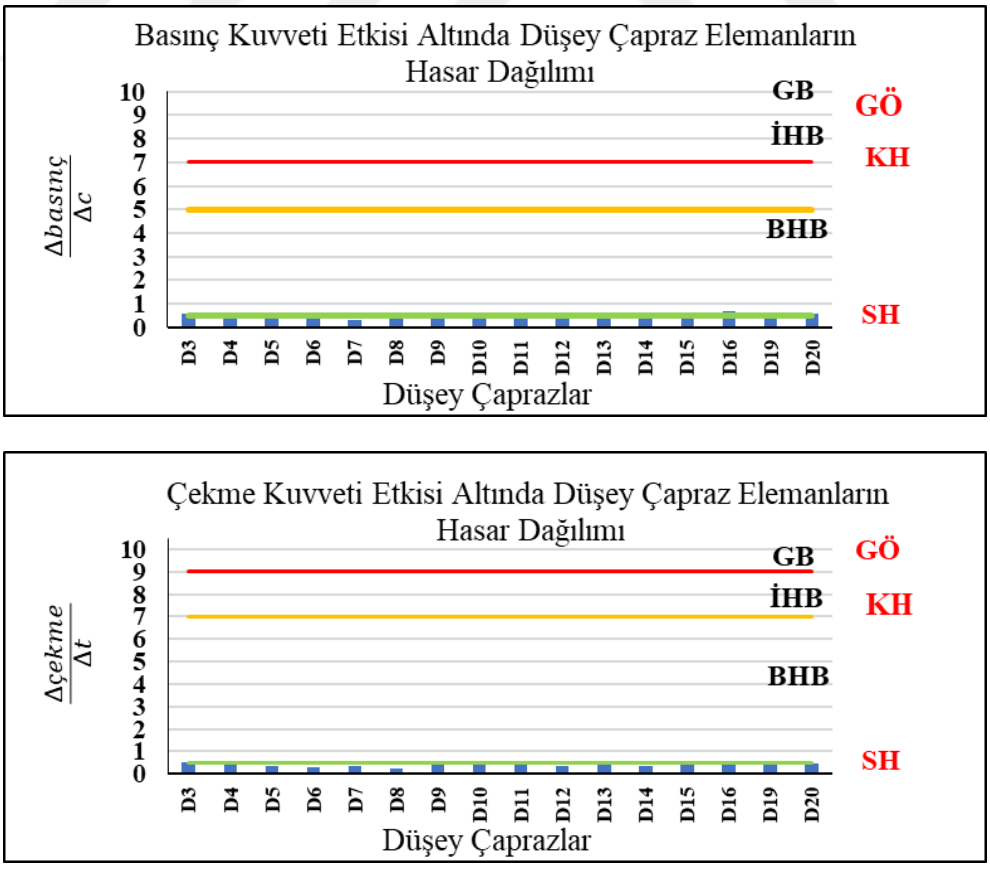
Kat	Çubuk	Kesit	P (Basınç)	Narinlik	Pc	Δc_SH	Δc_KH	Δc_GÖ	Δ/Δc	Hasar
3.Kat	D3	Boru 273x8	-883.14	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.421	SH
3.Kat	D4	Boru 273x8	-1092.24	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.521	KH
3.Kat	D5	Boru 273x8	-552.81	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.262	SH
3.Kat	D6	Boru 273x8	-776.55	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.369	SH
3.Kat	D7	Boru 273x8	-428.15	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.203	SH
3.Kat	D8	Boru 273x8	-758.81	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.360	SH
3.Kat	D9	Boru 273x8	-804.69	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.379	SH
3.Kat	D10	Boru 273x8	-716.21	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.338	SH
3.Kat	D11	Boru 273x8	-777.59	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.379	SH
3.Kat	D12	Boru 273x8	-955.83	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.465	SH
3.Kat	D13	Boru 273x8	-845.44	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.412	SH
3.Kat	D14	Boru 273x8	-974.93	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.475	SH
3.Kat	D15	Boru 273x8	-1105.40	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.527	KH
3.Kat	D16	Boru 273x8	-1220.56	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.582	KH
3.Kat	D19	Boru 273x8	-901.12	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.425	SH
3.Kat	D20	Boru 273x8	-968.48	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.456	SH
2.Kat	D3	Boru 273x8	-1207.74	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.576	KH
2.Kat	D4	Boru 273x8	-1346.91	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.642	KH
2.Kat	D5	Boru 273x8	-823.36	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.391	SH
2.Kat	D6	Boru 273x8	-932.51	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.443	SH
2.Kat	D7	Boru 273x8	-683.43	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.324	SH
2.Kat	D8	Boru 273x8	-924.47	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.439	SH
2.Kat	D9	Boru 273x8	-1081.18	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.509	KH
2.Kat	D10	Boru 273x8	-1036.38	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.488	SH
2.Kat	D11	Boru 273x8	-974.14	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.474	SH
2.Kat	D12	Boru 273x8	-1187.22	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.578	KH
2.Kat	D13	Boru 273x8	-933.49	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.455	SH
2.Kat	D14	Boru 273x8	-1209.66	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.589	KH
2.Kat	D15	Boru 273x8	-1380.07	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.658	KH
2.Kat	D16	Boru 273x8	-1448.74	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.690	KH
2.Kat	D19	Boru 273x8	-1175.68	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.554	KH
2.Kat	D20	Boru 273x8	-1208.59	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.570	KH
1.Kat	D3	Boru 273x8	-1598.61	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.762	KH
1.Kat	D4	Boru 273x8	-1673.74	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.798	KH
1.Kat	D5	Boru 273x8	-1075.85	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.511	KH
1.Kat	D6	Boru 273x8	-1042.69	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.495	SH
1.Kat	D7	Boru 273x8	-887.12	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.421	SH
1.Kat	D8	Boru 273x8	-1167.98	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.554	KH
1.Kat	D9	Boru 273x8	-1393.94	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.657	KH
1.Kat	D10	Boru 273x8	-1385.15	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.653	KH
1.Kat	D11	Boru 273x8	-1223.33	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.596	KH
1.Kat	D12	Boru 273x8	-1465.32	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.714	KH
1.Kat	D13	Boru 273x8	-1269.93	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.618	KH
1.Kat	D14	Boru 273x8	-1503.37	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.732	KH

Çizelge 5.56 (devam): Düşey çapraz elemanaların hasar dağılımları (DD-2/Basınç).

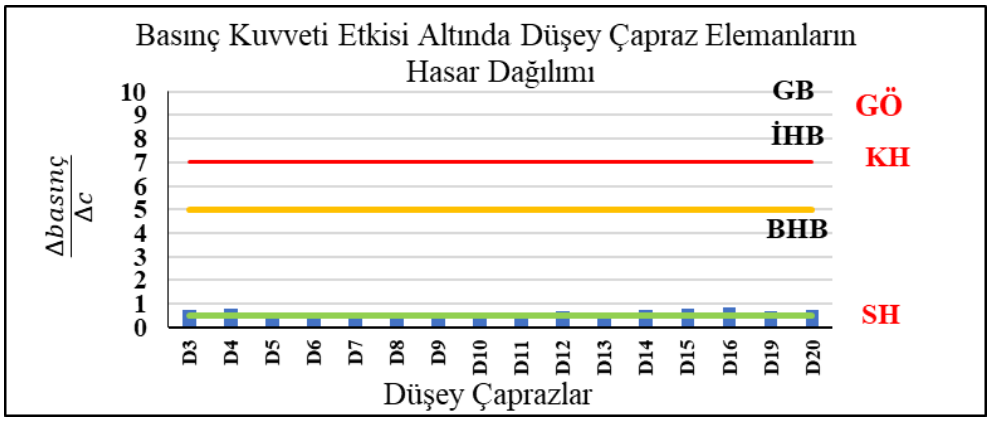
Kat	Çubuk	Kesit	P (Basınç)	Narinlik	Pc	Δc_SH	Δc_KH	Δc_GÖ	Δ/Δc	Hasar
1.Kat	D19	Boru 273x8	-1777.42	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.847	KH
1.Kat	D20	Boru 273x8	-1496.35	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.705	KH
Z.Kat	D3	Boru 273x8	-1531.66	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.722	KH
Z.Kat	D4	Boru 273x8	-1725.05	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.822	KH
Z.Kat	D5	Boru 273x8	-1760.01	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.839	KH
Z.Kat	D6	Boru 273x8	-1001.58	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.475	SH
Z.Kat	D7	Boru 273x8	-945.01	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.449	SH
Z.Kat	D8	Boru 273x8	-1081.77	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.513	KH
Z.Kat	D9	Boru 273x8	-867.28	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.412	SH
Z.Kat	D10	Boru 273x8	-1529.86	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.721	KH
Z.Kat	D11	Boru 273x8	-1539.20	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.725	KH
Z.Kat	D12	Boru 273x8	-1024.82	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.499	SH
Z.Kat	D13	Boru 273x8	-1309.99	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.638	KH
Z.Kat	D14	Boru 273x8	-1492.24	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.727	KH
Z.Kat	D15	Boru 273x8	-1130.13	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.550	KH
Z.Kat	D16	Boru 273x8	-1651.09	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.787	KH
Z.Kat	D19	Boru 273x8	-1758.30	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.838	KH
Z.Kat	D20	Boru 273x8	-1485.95	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.700	KH
B.Kat	D3	Boru 273x8	-1548.61	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.730	KH
B.Kat	D4	Boru 273x8	-808.39	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.385	SH
B.Kat	D5	Boru 273x8	-804.46	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.383	SH
B.Kat	D6	Boru 273x8	-700.53	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.333	SH
B.Kat	D7	Boru 273x8	-703.68	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.334	SH
B.Kat	D8	Boru 273x8	-935.06	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.444	SH
B.Kat	D9	Boru 273x8	-698.43	38.93	2107	0.003	0.027	0.038	0.332	SH
B.Kat	D10	Boru 273x8	-724.88	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.342	SH
B.Kat	D11	Boru 273x8	-744.61	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.351	SH
B.Kat	D12	Boru 273x8	-644.76	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.314	SH
B.Kat	D13	Boru 273x8	-678.24	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.330	SH
B.Kat	D14	Boru 273x8	-638.24	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.311	SH
B.Kat	D15	Boru 273x8	-874.64	43.34	2053	0.003	0.030	0.041	0.426	SH
B.Kat	D16	Boru 273x8	-631.79	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.301	SH
B.Kat	D19	Boru 273x8	-634.85	39.65	2098	0.003	0.028	0.039	0.303	SH
B.Kat	D20	Boru 273x8	-580.62	37.59	2122	0.003	0.027	0.037	0.274	SH

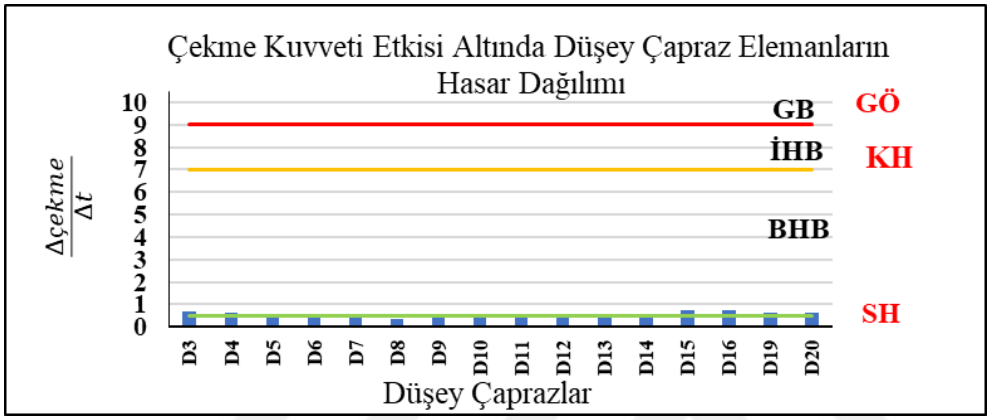


Şekil 5.86 : 3. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri.

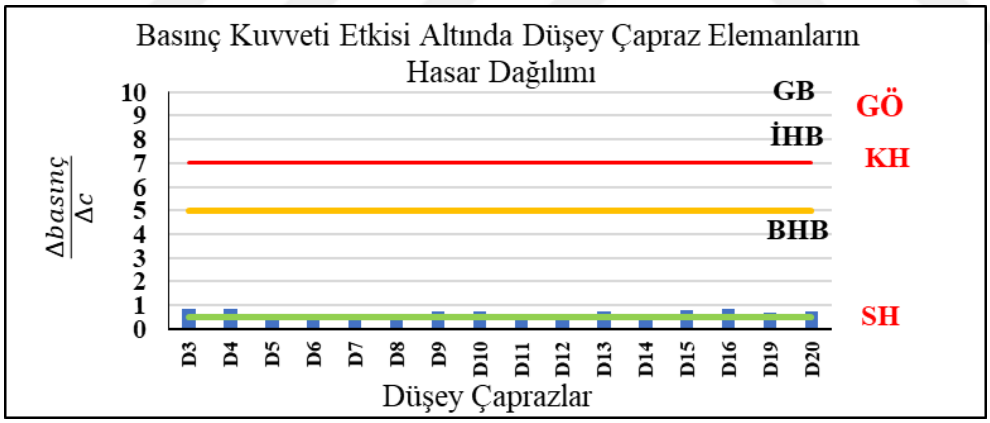


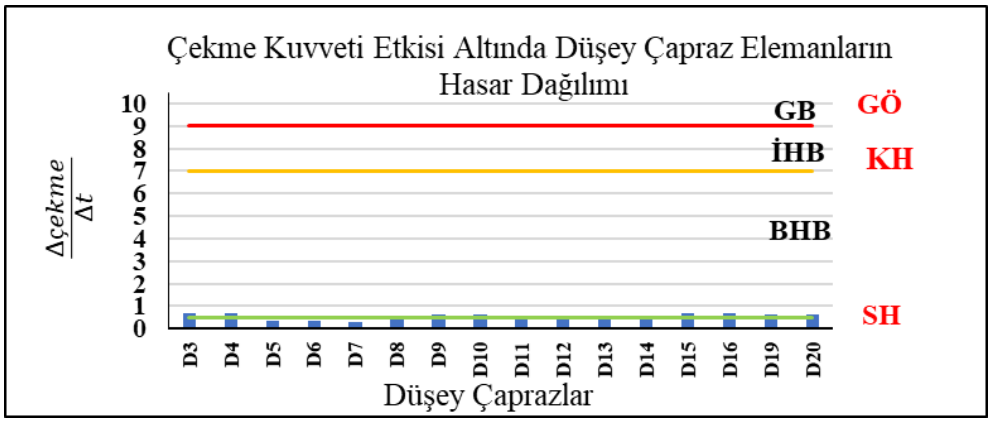
Şekil 5.87 : 2. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri.



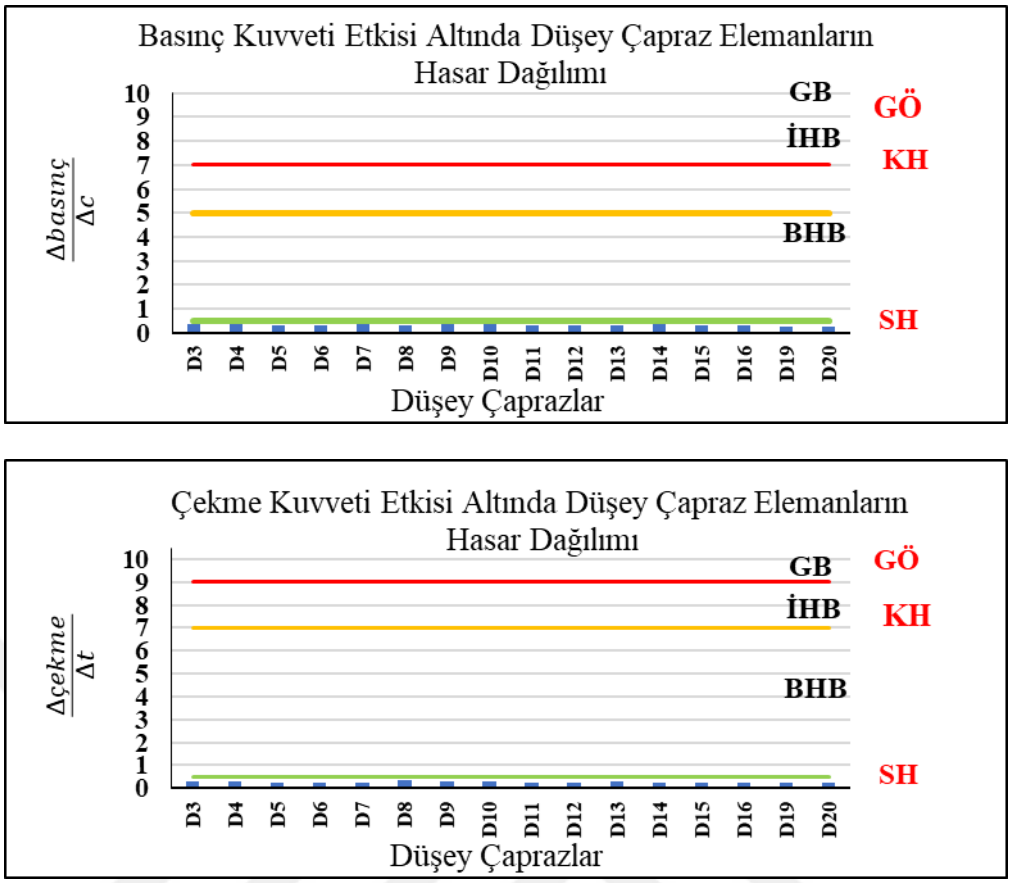


Şekil 5.88 : 1. Kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri.





Şekil 5.89 : Zemin kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri.



Şekil 5.90 : Bodrum kat düşey çapraz elemanların hasar dağılım grafikleri.

Çizelge 5.57 : Düşey çapraz elemanlardaki genel hasar dağılım [%].

Eleman Tipi		Hasarsız	SHB	BHB	İHB	GB	Toplam Eleman
Düşey Çapraz	Basınç	0 (%0)	42 (%52.50)	38 (%47.5)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	80
	Çekme	0 (%0)	56 (%70)	24 (%30)	0 (%0.00)	0 (%0.00)	80

5.4.14 **Güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasman ve göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi**

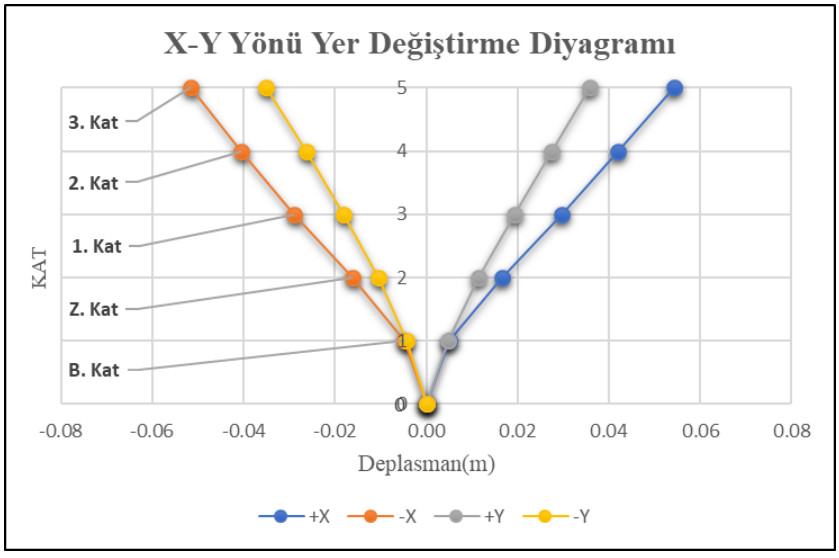
5.4.14.1 **Güçlendirilmiş yapının kat deplasman değerlerinin belirlenmesi**

Düşey çelik çapraz profil ekleme ve perde elemanların mantolanması yöntemleri ile güçlendirilmiş mevcut yapının kat deplasman değerleri, DD-2 deprem düzeyine göre yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler sonucu belirlenmiştir. Şekil 3.4'te görülen A-15 aksı boyunca her kat özelinde seçilen düğüm noktalarının deplasman değeri Çizelge 5.58'de sayısal verilerle belirtilmiştir. Elde edilen kat deplasman değerleri katlara endeksli olarak grafik şeklinde Şekil 5.91'de ifade edilmiştir.

Güçlendirilmiş mevcut yapısı taşıyıcı sistemi köşe noktası (41), X deprem doğrultusunda 5.43 cm, Y depremi doğrultusunda 3.57 cm yer değiştirme görülmüştür.

Çizelge 5.58 : A-15 aksı hizasında kat deplasman değerleri.

Kat	Kat Yük. (m)	U(x)+ (m)	U(x)- (m)	U(y)+ (m)	U(y)- (m)
3.Kat	3.1	0.0543	-0.0515	0.0357	-0.0352
2.Kat	2.8	0.0419	-0.0405	0.0275	-0.0263
1.Kat	2.8	0.0297	-0.0289	0.0194	-0.0180
Zemin K.	2.8	0.0167	-0.0162	0.0115	-0.0105
Bodrum K	3	0.0051	-0.0047	0.0048	-0.0043



Şekil 5.91 : A-15 aksı hizasında katlara göre deplasman değerleri.

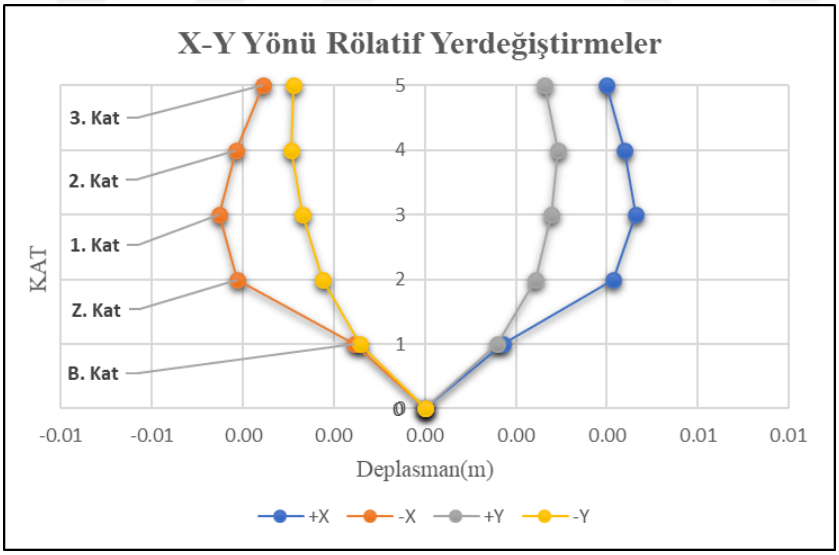
5.4.14.2 **Güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi**

Güçlendirilmiş mevcut yapı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, göreli kat ötelemeleri TBDY-2018 (Bölüm 4.9.1)'de bulunan denklem takımları kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Çizelge 5.59'da gösterilmiştir. Mevcut değerler katlara endeksli grafik olarak Şekil 5.92'de ifade edilmiştir.

Güçlendirilmiş yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %1.5, zemin kat için %4, 1.kat için %4.5, 2.kat için %4,5 3. kat için %4 mertebelerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.59 : A-15 Aksı hizasında göreli kat öteleme oranları.

Kat	Kat Yük. (m)	Δ(X)/Hi (max)	Δ(X)/Hi (min)	Δ(Y)/Hi (max)	Δ(Y)/Hi (min)
3.Kat	3.1	0.0040	-0.0036	0.0026	-0.0029
2.Kat	2.8	0.0044	-0.0041	0.0029	-0.0029
1.Kat	2.8	0.0046	-0.0045	0.0028	-0.0027
Zemin K.	2.8	0.0041	-0.0041	0.0024	-0.0022
Bodrum K	3	0.0017	-0.0016	0.0016	-0.0014



Şekil 5.92 : A-15 aksı hizasında katlara göre rölatif yer değiştirme grafiği.

5.5 **Elde Edilen Sonuçlara Göre Düşey Çelik Çaprazlarla Güçlendirilen Mevcut Yapının Performans Değerlendirilmesi**

Düşey çelik çapraz profillerin eklenmesi ve seçili perde elemanların mantolama işlemleri sonucunda güçlendirilen mevcut yapının performansa dayalı deprem güvenliğinin belirlenmesi adına Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) belirttiği esaslar kapsamında deprem güvenliğinin performansa dayalı hesabına uygun analizleri gerçekleştirilmiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapının performans değerlendirmesi kapsamında Bölüm 5.3'de detaylı açıklamalara yer verilmiştir.

5.5.1 **Kolon elemanlar**

Güçlendirme sonrası gerçekleştirilen yapısal analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kolon elemanlarda eğilme kaynaklı hasar dağılımı görülmemiştir. Güçlendirilmiş yapıdaki kolon elemanlar için eğilme tipi hasar dağılımları Bölüm 5.4.8.1'de incelenmiştir. Kolon elemanların çoğu hasarsız olarak bulunurken bazı kolonların ise Belirli Hasar Bölgesi (BHB)'de kaldığı görülmüştür.

Güçlendirme işlemi sonrası taşıyıcı kolon elemanların kesme kuvveti kontrolleri yönetmeliğin ilgili esasları takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Tüm katlar özelinde yapılan çalışmada hiçbir kolon elemanda kesme kuvvetinden kaynaklı hasar oluşumu görülmemiştir.

5.5.2 **Kiriş elemanlar**

Güçlendirme sonrası gerçekleştirilen yapısal analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda kiriş elemanlarda eğilme kaynaklı hasar dağılımı görülmemiştir. Güçlendirilmiş mevcut yapının kiriş elemanların eğilme tipi hasar dağılımı hesapları Bölüm 5.4.8.2'de detaylı olarak incelenmiştir. Eğilme etkisi altında tüm yapı için çoğu kiriş eleman hasarsız bölgede kalırken, sınırlı sayıda bazı kiriş elemanların Belirgin Hasar Bölgesi (BHB)'inde kaldığı görülmüştür.

Mevcut güçlendirilmiş yapının her kat özelinde kiriş elemanlar için yapılan kesme kontrolleri sonucunda, yatay deprem yüklerinden kaynaklanan kesme kuvvetine karşı gerekli düzeyde dayanım gösterdiği görülmüştür. Hiçbir kiriş elemanda kesme kuvvetinden kaynaklı hasar görülmemiştir.

5.5.2.1 **Perde elemanlar**

Güçlendirme sonrası gerçekleştirilen yapısal analizlerden alınan sonuçlar doğrultusunda betonarme perde elemanların beton ve çelik donatılarında meydana gelen şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. Yönetmelik esasları takip edilerek bulunan sınır değerler mevcut perde elemanların şekil değiştirme değerleri ile kıyaslanmıştır. Bu kapsamda perde elemanların beton(uzama), donatı çeliği (kısalma-ezilme) değerlerine göre Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyinde bulunduğu görülmüştür.

Kesme kuvveti kontrolü kapsamında incelenen betonarme perdelerin kesme dayanımı kapasiteleri, yatay deprem yüklerden gelen kesme kuvvetini karşılayacak seviyede olduğu mevcut bulunmuştur. Güçlendirme öncesi gevrek kırılmaya uğrayan mevcut perde elemanların güçlendirmeyle birlikte kesme kuvvetine karşı beklenen performansı gösterdiği görülmüştür. Bu veriler ışığında mevcut yapı için uygulanan güçlendirme işleminin doğru ve yerinde olduğu kabul görmüştür.

5.5.2.2 **Düşey çapraz çelik elemanlar**

Güçlendirme sonrası gerçekleştirilen yapısal analizlerden alınan sonuçlar doğrultusunda düşey çelik çapraz elemanların çekme ve basınç kuvveti etkisi altında oluşan plastik şekil değiştirmeler hesaplanmıştır. Yönetmelik esasları takip edilerek belirlenen sınır değerler düşey çapraz çelik elemanların eksenel şekil değiştirme değerleri ile karşılaştırılmıştır. Güçlendirilmiş mevcut yapıda bulunan çapraz çelik elemanların hasar düzeyleri Sınırlı Hasar (SH) ve Kontrollü Hasar (KH) olarak belirlenmiştir

5.5.2.3 **Yer değiştirmeler**

Güçlendirilmiş yapı için yapılan hesaplar doğrultusunda, göreli kat ötelemeleri oranları bodrum kat için %1.5, zemin kat için %4, 1.kat için %4.5, 2.kat için %4.5 ve 3.kat için %4 mertebelerinde olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda güçlendirme işlemi sonucunda yapının yer değiştirme kapsamında yeterli rijitliğe sahip olduğu sabit görülmüştür.

5.5.3 **Sonuç**

Çelik çapraz profil ekleme ve perde mantolama işlemleri ile güçlendirilmiş mevcut yapının, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) öngördüğü esaslar çerçevesinde deprem güvenliğinin performansa dayalı hesap ile belirlenmesi amacıyla, bilimsel esaslara, temel mühendislik ilkelerine ve TBDY-2018 (Bölüm 3)'de verilen güncel standart ve yönetmeliklere uygun olarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmanın sonucunda TBDY-2018 (Bölüm 7)'de verilen değerlendirmelere göre mevcut yapı güçlendirilmiş durumuyla, Türkiye Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)' de minimum performans hedefi olarak verilen, 50 yılda spektral büyüklüklerin aşılma olasılığı %10, tekrarlanma aralığı 475 yıl olan, DD-2 deprem düzeyi için Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyini sağlamaktadır.

6. MALİYET ANALİZİ

Bu bölümde mevcut yapıya uygulanan iki farklı güçlendirme yöntemi için ayrı ayrı toplam maliyet hesabı yapılmıştır. Mevcut yapının yeniden yapılması durumunda yaklaşık toplam maliyet hesabı yapılmıştır. Güçlendirme maliyetleri, yeniden yapım maliyeti ile kıyaslanarak yorumlanmıştır.

6.1 Güçlendirme İşlemleri ve Yeniden Yapım Maliyet Hesapları

Mevcut betonarme yapıya TBDY-2018 (Bölüm 15) kapsamında en uygun iki farklı güçlendirme yöntemi belirlenerek, yapının dayanım eksikliği olduğu noktaları gidermek açısından gerekli uygulamalar yapılmıştır. Güçlendirme işlemi sırasında kullanılması gereken malzeme miktarları ortalama metraj hesabı yapılarak iki farklı güçlendirme işlemi içinde hesaplanmıştır. Güçlendirme işlemleri sırasında sahada uygulanması gereken inşa ve işçilik maliyetleri de hesaba katılmıştır.

6.1.1 Betonarme ek perdeler ile güçlendirilen mevcut yapının maliyet analizi

Mevcut yapının güçlendirilmesi kapsamında yapıya eklenen betonarme perde elemanlar için her türlü imalata esas metrajlar hesaplanmıştır. Güçlendirme işlemi için kullanılan beton malzemesi, nervürlü donatı, betonarme kalıp ve epoksi ile demir filizi ekimi miktarları hesaplanarak her poz için tablo halinde hazırlanmış, birim fiyatlar ile çarpılıp güçlendirme işlemi toplam maliyet bulunmuştur. Ek olarak taşıyıcı eleman güçlendirme hazırlığı (sökme, sıva, boya vs.) için belirlenen maliyetler toplam maliyet hesabına dahil edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda güçlendirme toplam maliyeti 1,462,646 TL olarak hesaplanmıştır. Maliyet hesap detayları Çizelge 6.1'de kapsamlı olarak verilmiştir.

6.1.2 Çelik çapraz ile güçlendirilen mevcut yapının maliyet analizi

Mevcut yapının güçlendirilmesi kapsamında yapıya eklenen düşey çapraz çelik profiler ve seçili perde elemanlara mantolama işlemi için her türlü imalata esas metrajlar hesaplanmıştır. Güçlendirme işlemi için kullanılan düşey çapraz çelik

profiler, çelik çaprazların çerçevesini oluşturan UPN200 profiller, bağlantı profilleri, beton malzemesi, nervürlü donatı, betonarme kalıp ve epoksi ile demir filiz ekimi toplam miktarları hesaplanmıştır. Belirlenen toplam malzeme miktarları birim fiyatları ile çarpılarak güçlendirme işlemi toplam maliyetine ulaşılmıştır. Ek olarak taşıyıcı eleman güçlendirme hazırlığı (sökme, sıva, boya vs.) için belirlenen maliyetler toplam maliyet hesabına dahil edilmiştir. Hesaplamalar sonucunda güçlendirme toplam maliyeti 1,831,983 TL olarak hesaplanmıştır. Maliyet hesap detayları Çizelge 6.2'de kapsamlı olarak verilmiştir.

6.1.3 **Mevcut yapının yeniden inşa edilmesi kapsamında maliyet analizi**

Mevcut yapının yıkılıp yeniden inşası durumunda aynı mimari özelliklere sahip olarak yapılacağı varsayılarak m2 cinsinden resmi gazetede yayınlanan, "Emlak Vergisine Esas Olmak Üzere 2022 Yılında Uygulanacak Bina Metrekare Normal İnşaat Maliyet Bedelleri" 'ne göre betonarme karkas yapılar için belirlenen birim maliyet ücretleri baz alınarak gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Mevcut yapının toplam kullanım alanı 3435 m2 olarak hesaplanmıştır. Yeniden inşa m2 bedeli 1200 TL olarak belirlenmiştir. Bu veriler ışığında mevcut yapı yeniden yapım maliyeti 4,122,330 TL olarak hesaplanmıştır.

6.1.4 **Birim fiyatların belirlenmesi**

Güçlendirme işlemlerinde kullanılan malzeme ve yapılan işler kapsamında birim fiyatların belirlenmesi hususunda T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI tarafından yayınlanan, "İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik – Araç ve Gereç Rayiç Listeleri" 'nden yararlanılmıştır. İlgili listede olmayan iş türleri için birim maliyet fiyatları, piyasa araştırması yapılarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.1 : Güçlendirme iş kalemleri ve maliyet tablosu - 1.

Betonarme Ek Perdeler ile Güçlendirme İş Kalemleri ve Maliyet Tablosu

Poz No	İş Türü	Birim	Miktar	Ortalama Birim Fiyat	Toplam Maliyet
15.150.1006	C30-37 basınç dayanım sınıfında, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m^3	193.21	727.71	140,600.85
15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	48	13,630.00	658,329.00
15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m^2	1,233	129.53	159,645.73
Öz-02	Epoksi ile demir filizi ekimi	Adet	3,010	90.00	270,900.00
Öz-03	Taşıyıcı eleman güçlendirme hazırlığı (sökme, boya, sıva)	Maktuen	1	233,171.33	233,171.33
Güçlendirme Hesap-Maliyeti Özeti				**Toplam**	**1,462,646**
Mevcut Yapı Yeniden Yapım Maliyeti				**Toplam**	**4,122,300**
Güçlendirme Maliyeti / Yeniden Yapım Maliyeti					**%35**

Çizelge 6.2 : Güçlendirme iş kalemleri ve maliyet tablosu - 2.

Çelik Çapraz Profil ve Mantolama ile Güçlendirme İş Kalemleri ve Maliyet Tablosu

Poz No	İş Türü	Birim	Miktar	Ortalama Birim Fiyat	Toplam Maliyet
15.165.1003	Her çeşit profil ve çelik çubuk, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti (yapı karkası, profil demirlerden kirişler, başlıklar, bağlantılar ve benzeri imalatlar)	Ton	28.14	20504	576983
Öz-01	Kimyasal Ankraj M16ROD	Adet	1600	97	155200
15.150.1006	C30-37 basınç dayanım sınıfında, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m^3	100.44	771.00	77439
15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	25.10	13,630	342113
15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m^2	1,035	129.00	133515
Öz-02	c	Adet	4,480	90	403200
Öz-03	Taşıyıcı eleman güçlendirme hazırlığı (sökme, boya, sıva)	Maktuen	1	143,533	143533
Güçlendirme Hesap-Maliyeti Özeti				**Toplam**	**1,831,983**
Mevcut Yapı Yeniden Yapım Maliyeti				**Toplam**	**4,122,300**
Güçlendirme Maliyeti / Yeniden Yapım Maliyeti					**%44.5**

6.2 **Elde Edilen Maliyet Verilerinin Kıyaslanarak Yorumlanması**

Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2'de mevcut yapıya ait güçlendirme ve yeniden yapım maliyetleri detaylı olarak hesaplanmıştır. Güçlendirme maliyetleri ve yeniden yapım maliyetleri oranlama yapılarak gösterilmiştir. Betonarme ek perdeler uygulanarak yapılan güçlendirme işleminin yeniden yapım maliyetine oranı %35 seviyesinde çıkmıştır. Çelik çapraz profil ve mantolama uygulanarak yapılan güçlendirme işleminin yeniden yapım maliyetine oranı %44.5 seviyesinde çıkmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan Fedaral Acil Durum Ajansı (Federal Emergency Management Agency-FEMA) tarafından hazırlanan yönetmelikte zarar görmüş ve güçlendirilmesi gereken yapıların onarılması ve yenilenmesi için %50 kuralı prensibine yer verilmiştir. Güçlendirme maliyeti ve yeniden yapım maliyeti arasındaki oranı yorumlamak adına bu kural referans alınmıştır. Belirtilen bu prensibe göre güçlendirme toplam maliyetinin, mevcut yapının yeniden yapım maliyetine oranının %50'nin altında kaldığı durumlarda mevcut yapıya güçlendirme işlemi uygulamanın ekonomik açıdan uygun olduğu belirtilir. Fakat belirtilen oranın üstünde kalındığında yapıya uygulanan güçlendirme işleminin ekonomik açıdan uygun olmadığı belirtilir. Mevcut yapımıza uygulanan iki farklı güçlendirme işleminin ekonomik açıdan uygun olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan güçlendirme yöntemleri karşılaştırıldığında, ek betonarme perde elemanlar eklenerek yapılan güçlendirme işleminin daha ekonomik olduğu görülmektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1975)" kapsamında tasarlanmış, 5 katlı betonarme bir yapının, TBDY 2018 Bölüm 15'de belirlenen hususlara uyularak deprem performansı, zaman tanım alanında yapılan doğrusal olmayan analiz ile belirlenmiştir. TBDY 2018'de mevcut binalar için minumum performans hedefi olarak verilen, 50 yılda spektral büyüklüklerin aşılma olasılığı %10, tekrarlanma aralığı 475 yıl olan, DD-2 deprem düzeyi için konut binası, öncelikli olarak perde olarak nitelendirilen yapısal elemanlarında kesme etkileri bakımından yetersiz dayanımların bulunması nedeniyle "Kontrollü Hasar-(KH)" performans düzeyinin ön koşulunu sağlamamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut yapı yönetmelik uyarınca belirtilen güvenli sınırlar içinde kalamadığı için güçlendirmenin esas olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple yapıya uygulanacak iki farklı güçlendirme yöntemi belirlenip, mevcut yapıya uygulanan analiz tekrar edilerek sonuçlar elde edilmiştir. Güçlendirme işlemleri sonunda yapının deprem performansının yeterli olduğu görülmüştür. Son olarak güçlendirme ve yeniden yapım uygulamaları, ekonomik açıdan incelenmiş ve kıyaslanmıştır.

Mevcut yapının zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile deprem performansı incelenmiş, taşıyıcı eleman hasar bölgeleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda mevcut yapının deprem performansının yetersiz olduğu görülmüş ve güçlendirme işlemlerinin gerekliliği ortaya çıkarılmıştır.

Konvansiyonel güçlendirmenin bina taşıyıcı sistemine ilave bir dayanım ve rijitlik sağlayacağından TBDY-2018 (Bölüm 15)'e uygun iki farklı güçlendirme yöntemi önerilmiştir. İlk olarak, betonarme perde ekleme yöntemi ikinci olarak ise çelik çapraz ekleme yöntemi önerilmiştir. Belirlenen güçlendirme yöntemlerinin uygulanması sonucunda, yapının rijitliğinin artacağı bu sebeple yüksek deplasman istemlerinin azalabileceği ve taşıyıcı elemanların kesme kuvveti dayanımlarının talep edilen seviyelere çıkartılabileceği öngörülmüştür. Güçlendirme yöntemlerinin belirlenmesinin ardından ilgili güçlendirme seçenekleri mevcut yapıya uygulanmış ve

analizler tekrar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ve kıyaslamalar genel hatları ile aşağıda verilmiştir.

Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden zaman-tanım alanında analiz ile elde edilen sonuçlara göre eğilme tipi hasar dağılımları;

Kolon elemanlar;

Yapının mevcut halinde, kolon taşıyıcı elemanların %79'unun hasarsız, %21'inin belirgin hasar bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kolon taşıyıcı elemanların %81'inin hasarsız, %19'unun belirgin hasar bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kolon taşıyıcı elemanların %84'ünün hasarsız, %16'nın belirgin hasar bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Kiriş elemanlar;

Yapının mevcut halinde, kiriş taşıyıcı elemanların %73'ünün hasarsız, %21'inin belirgin hasar bölgesinde, %2'nin ileri hasar bölgesinde, %4'ünün göçme bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kiriş taşıyıcı elemanların %90'nın hasarsız, %9'unun belirgin hasar bölgesinde, %1'inin ileri hasar bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kiriş taşıyıcı elemanların %86'ının hasarsız, %14'ünün belirgin hasar bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

Perde elemanlar;

Yapının mevcut halinde, perde taşıyıcı elemanların %96'nın sınırlı hasar düzeyi, %4'ünün kontrollü hasar düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, perde taşıyıcı elemanların tamamının sınırlı hasar düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, perde taşıyıcı elemanların tamamının sınırlı hasar düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden zaman-tanım alanında analiz ile elde edilen sonuçlara göre kesme kuvveti kontrolü;

Kolon elemanlar;

Yapının mevcut halinde, kolon taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kolon taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kolon taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Kiriş elemanlar;

Yapının mevcut halinde, kiriş taşıyıcı elemanlarda kesme kuvveti altında %4'ünün gevrek kırılmaya uğradığı tespit edilmiştir.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kiriş taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, kiriş taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Perde elemanlar;

Yapının mevcut halinde, perde taşıyıcı elemanlarda kesme kuvveti altında %27'nin gevrek kırılmaya uğradığı görülmüştür.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, perde taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, perde taşıyıcı elemanların kesme kuvvetine karşı yeterli düzeyde dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden zaman-tanım alanında analiz ile elde edilen sonuçlara göre göreli kat ötelemelerinin belirlenmesi;

Yapının mevcut halinde, göreli kat ötelemeleri oranının bodrum kat için %2.4, zemin kat için %8.7, 1. kat için %12.2, 2. kat için %11.6 ve 3. kat için %9.8 mertebelerinde çıktığı sonucuna varılmıştır.

Yapının betonarme perde ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, göreli kat ötelemeleri oranının bodrum kat için %1.2, zemin kat için %2.5, 1. kat için %3.3, 2. kat için %3.5 ve 3. kat için %3.5 mertebelerinde çıktığı sonucuna varılmıştır.

Yapının çelik çapraz profil ekleme yöntemi ile güçlendirme sonrası durumunda, göreli kat ötelemeleri oranının bodrum kat için %1.5, zemin kat için %4, 1. kat için %4.5, 2. kat için %4.5 ve 3. kat için %4 mertebelerinde çıktığı sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan güçlendirme yöntemlerinin doğru belirlendiği, istenilen rijitlik seviyesine ulaşıldığı görülmektedir. Yapı rijitliğinin artması sonucu deplasman istemlerinin büyük ölçüde azaldığı ve mevcut perde elemanların kesme dayanımı kapasiteleri, yatay deprem yüklerden gelen kesme kuvvetini karşılayacak seviyeye geldiği görülmektedir.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin (TBDY-2018) öngördüğü esaslar çerçevesinde deprem güvenliğinin performansa dayalı hesap ile belirlenmesi amacıyla, bilimsel esaslara, temel mühendislik ilkelerine ve TBDY (Bölüm 3)'de verilen güncel standart ve yönetmeliklere uygun olarak yapısal analizler gerçekleştirilmiştir. İlgili çalışmanın sonucunda TBDY-2018 (Bölüm 7)'de verilen değerlendirmelere göre mevcut yapı güçlendirilmiş durumuyla, Türkiye Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)'de minimum performans hedefi olarak verilen, 50 yılda spektral büyüklüklerin aşılma olasılığı %10, tekrarlanma aralığı 475 yıl olan, DD-2 deprem düzeyi için Kontrollü Hasar-(KH) performans düzeyini sağlamaktadır.

Güçlendirme yöntemlerinin seçiminde, mevcut yapının güvenliğine katkı sağlamasının yanısıra ekonomik ve uygulanabilir olması da oldukça önemlidir. Uygulanan güçlendirme işlemleri için maliyet analizleri detaylı olarak gerçekleştirilmiştir. Betonarme ek perdelerle güçlendirme işleminin maliyet olarak daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Güçlendirme maliyetlerinin, mevcut yapının yeniden yapım maliyeti ile karşılaştırıldığında uygulanabilir oldukları görülmüştür.

KAYNAKLAR

[1] **Özer, E.** (2009). Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Hesabı Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi.

[2] **G. Uygun ve Z. Celep,** "Betonarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007)'deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırmalı İncelenmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007

[3] **Yüksel. İ**. (2005). Kocaeli Deprem Sempozyumu, İMO

[4] **Özmen, H. B., İnel, M., Bilgin**, H. (2007). Betonarme Elemanların Doğrusal Ötesi Davranışlarının Modellenmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı. 16 20 Ekim 2007, İstanbul

[5] **TBDY**, (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

[6] **B. Yön, Y. Calayır**, (2013). "Betonarme Binalarda Sargı Donatısı Etkisinin Yayılı Plastik Mafsal Modeliyle İncelenmesi", 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, Hatay

[7] **Celep, Z**., (2002). Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Güçlendirilmesinde Genel Kurallar, Prof. Dr. Kemal Özden'i Anma Semineri, İ.T.Ü., İstanbul

[8] **Prentice Hall. İnel M.**, Özmen Earthquake Engineering. New Jersey: H.B., Effect of plastic hinge properties in nonlinear analysis of reinforced concrete buildings, Eng. Struct., 28, 1494-1502, 2006.

[9] **Uçar, T., Ghafourzadeh Toumatari, S., Ertutar, Y**. Çerçeve Düzlemi içinde Eklenen Perdelerin Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi (İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi Cilt 3, Sayı 1, 56-68, 2014) (Journal of Advanced Technology Sciences Vol 3, No 1, 56-68, 2014)

[10] **Celep Z., Kumbasar N.**, (2004), "Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı", 3, Beta Dağıtım İstanbul.

[11] **Balkaya, C. ve Kalkan, E**. (2003). Performance Based Seismic Evaluation of ShearWall Dominant Building Structures. İstanbul: ARI The Bulletin of the İstanbul Technical University, Vol:53, Number 2.

[12] **Ayyıldız, H**., (2017). Özel bir yapı sisteminin deprem güvenliğinin belirlenmesi ve çelik elemanlarla güçlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.

[13] **Koçak, S**., (2015). Bir tipik okul projesinde mevcut ve güçlendirilmiş durumlar için kırılganlık eğrilerinin oluşturulması, (Yüksek Lisans Tezi), İ.T.Ü. Yapı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul.

[14] **Bozdağ Ö., Düzgün M**., (2012). Betonarme Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesi, İmo Seminer, İzmir.

[15] **Deger Z.T., Basdogan C**., Empirical Expressions for Deformation Capacity of Reinforced Concrete Structural Walls, ACI Structural Journal, Nov 1, 116 (6), 53-61, 2019.

[16] **ASCE/SEI 41-17**, Seismic evaluation and retrofit of existing buildings, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, USA, 2017.

[17] **AISC, 2001**. Specification for Structural Steel Buildings, Allowable Strees Design and Plastic Design, American Institute of Steel Construction Inc., Chicago.

[18] **WILLIAMS, Ryan J.; Paolo GARDONI** and Joseph M. BRACCI; (2009), "Decision Analysis for Seismic Retrofit of Structures", Structural Safety, 31(2).

[19] **ATC 40**, Seicmic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, 1996. Applied Technology Council, California.

[20] **Arıkan, M., Sucuoğlu, H. ve Macit G.** (2005). Economic assesment of the seismic retrofitting of low-cost apartment buildings. Journal of Earthquake Engineering 9:4, 577-584.

[21] **Akyıldız T.A., Girgin K.**,"İstanbul'un Kentsel Dönüşümü İçin Üretilen Binaların Deprem Güvenliklerinin Araştırılması", DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 19, Sayı 55, 2017, Sayfa 100-121, doi:10.21205/deufmd.2017195509 - "Investigation on Earthquake Safety of Buildings Constructed for the Urban Transformation of Istanbul", Dokuz Eylul University-Faculty of Engineering, Journal of Science and Engineering, Vol. 19, Issue 55, No:1, January 2017

[22] **Federal Emergency Management Agency**, (2000). FEMA 356 Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington DC.

[23] **Mander, J., Priestly, M., & Park, R.** (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. Journal of Structural Division (ASCE), 1804-1826

[24] **Powel G.** (2011) User guide perform-3D version 5–nonlinear analysis and performance assessment for 3D structures. Computer and Structures Inc, California

[25] **ATC-40**, 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, California.

[26] **ETABS.** (2018), Structural Analysis Program, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.

[27] **Al Atik Linda**, **Abrahamson Norman**. An improved method for nonstationary spectral matching. Earthquake Spectra 2010;26(3):601–17.

[28] **SeismoMatch**. [Computer Software] Seismosoft, Earthquake Engineering Software Solutions, Messiana, Italy.

[29] **PEER.** Peer Ground Motion Database, Pacific Earthquake Engineering ResearchCenter.

[30] **SeismoMatch**. [Computer Software] Seismosoft, Earthquake Engineering Software Solutions, Messiana, Italy.

[31] **Url-1** <https://tdth.afad.gov.tr>, 10.04.2022.

[32] **Url-2** < https://ngawest2.berkeley.edu/ >, 22.05.2022.

EKLER

EK A: Çizelgeler

Çizelge A.1 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-5.

ELA.	C30X60_T1		C30X60_T2		C30X60_T3		C30X60_T4		C30X60_T5	
Kesit b [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.3	
h [m]	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	145		280		420		580		700	
My (kNm)	93.44	44.71	121.13	64.35	146.61	71.06	169.21	86.72	172.46	91.97
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0045	0.0096	0.0044	0.0092	0.0042	0.0093	0.0050	0.0117	0.0056	0.0132
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0054	0.0084	0.0052	0.0077	0.0051	0.0078	0.0055	0.0093	0.0060	0.0106
$(EI)_e$	8853	2764	10901	3906	13431	4255	14230	4369	14284	4326
EI	124200	35050	124200	35050	124200	35050	124200	35050	124200	35050
Rijitlik Ç.	0.0713	0.0890	0.0878	0.1258	0.1081	0.1270	0.1146	0.1407	0.1150	0.1393
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15
ϕ_u (1/m)	0.0846	0.0171	0.0846	0.0171	0.0846	0.0171	0.0788	0.1154	0.0788	0.1154
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0185	0.0236	0.0184	0.0235	0.0184	0.0235	0.0170	0.0154	0.0170	0.0152
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0139	0.0177	0.0138	0.0176	0.0138	0.0176	0.0127	0.0115	0.0127	0.0114
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.2 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-6.

ELA.	C30X65_T1		C30X65_T2		C30X65_T3		C30X65_T4		C30X65_T5	
Kesit b [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.3	
h [m]	0.65		0.65		0.65		0.65		0.65	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	160		320		480		630		780	
My (kNm)	105.40	45.90	139.37	60.73	173.73	75.86	207.93	84.23	219.91	89.07
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0042	0.0095	0.0040	0.0091	0.0040	0.0096	0.0046	0.0111	0.0055	0.0131
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0052	0.0083	0.0050	0.0077	0.0050	0.0079	0.0054	0.0089	0.0061	0.0105
$(EI)_e$	10379	2854	12924	3704	16149	4468	17958	4425	18159	4234
EI	157909	33637	157909	33637	157909	33637	157909	33637	157909	33637
Rijitlik Ç.	0.0657	0.0848	0.0818	0.1101	0.1020	0.1328	0.1137	0.1316	0.1150	0.1259
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.325	0.15	0.325	0.15	0.325	0.15	0.325	0.15	0.325	0.15
ϕ_u (1/m)	0.082	0.177	0.082	0.177	0.082	0.177	0.0769	0.0119	0.0769	0.0119
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0190	0.0244	0.0189	0.0244	0.0189	0.0243	0.0175	0.0159	0.0175	0.0158
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0143	0.0183	0.0142	0.0183	0.0142	0.0183	0.0132	0.0119	0.0131	0.0118
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.3 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-7.

ELA.	C60X30_T1		C60X30_T2		C60X30_T3		C60X30_T4		C40X40_T3	
Kesit b [m]	0.6		0.6		0.6		0.6		0.4	
h [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.4	
L (m)	2.8		2.8		2.8		3		2.8	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	210		320		430		530		450	
My (kNm)	51.36	106.37	60.03	126.99	73.68	171.69	77.64	177.33	94.78	86.71
L_s (m)	1.4		1.4		1.4		1.5		1.4	
ϕ_y(1/m)	0.0094	0.0046	0.0092	0.0044	0.0094	0.0043	0.0105	0.0047	0.0072	0.0071
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014		0.014		0.016		0.016		0.014	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0076	0.0052	0.0076	0.0051	0.0078	0.0051	0.0088	0.0055	0.0066	0.0066
$(EI)_e$	3136	9523	3710	11582	4380	15626	4410	16180	6682	6126
EI	31050	124200	31050	124200	31050	124200	31050	124200	119792	119792
Rijitlik Ç.	0.1010	0.0767	0.1195	0.0933	0.1411	0.158	0.1420	0.1303	0.0558	0.0511
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3	0.15	0.3	0.2	0.2
ϕ_u (1/m)	0.1699	0.0840	0.1699	0.0840	0.1154	0.0789	0.1154	0.0789	0.1212	0.1212
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0223	0.0177	0.0223	0.0177	0.0156	0.0171	0.0156	0.0171	0.0224	0.0224
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0167	0.0133	0.0168	0.0133	0.0117	0.0128	0.0116	0.0128	0.0168	0.0168
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.4 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-8.

ELA.	C100X30_T2		C100X30_T3		C100X30_T5		C100X30_T6		C100X30_T7	
Kesit b [m]	1		1		1		1		1	
h [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.4	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	250		500		750		1000		1200	
My (kNm)	69	244.95	92.74	342.36	111.93	395.14	132.05	450.80	138.76	467.04
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0093	0.0027	0.0090	0.0025	0.0095	0.0026	0.0113	0.0029	0.0132	0.0033
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.016		0.016		0.016		0.016		0.016	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0082	0.0047	0.0076	0.0046	0.0079	0.0047	0.0090	0.0049	0.0106	0.0052
$(EI)_e$	4344	26740	5704	34450	6602	38925	6833	42832	6535	45284
EI	51750	575000	51750	575000	51750	575000	51750	575000	51750	575000
Rijitlik Ç.	0.0839	0.0465	0.1102	0.0599	0.1276	0.0677	0.1320	0.0745	0.1263	0.0788
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5	0.15	0.5
ϕ_u (1/m)	0.147	0.0477	0.147	0.0477	0.147	0.0477	0.1106	0.049	0.1106	0.049
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0202	0.0149	0.0201	0.0147	0.0201	0.0146	0.0147	0.0150	0.0146	0.0150
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0151	0.0112	0.0151	0.0110	0.0150	0.0110	0.0110	0.0112	0.0109	0.0113
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.5 : Kolon etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-9.

ELA.	C30X110_T1		C30X110_T2		C30X110_T3		C30X110_T4		C30X110_T5	
Kesit b [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.3	
h [m]	1.1		1.1		1.1		1.1		1.1	
L (m)	3.1		2.8		2.8		2.8		3	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
N (g+nq)	160		320		480		650		780	
My (kNm)	300.40	69.59	327.45	83.11	414.44	100.93	431.19	109.16	471.33	121.59
L_s (m)	1.55		1.4		1.4		1.4		1.5	
ϕ_y(1/m)	0.0027	0.0100	0.0028	0.0098	0.0025	0.0094	0.0027	0.0099	0.0027	0.0100
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.02		0.02		0.02		0.02		0.02	
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0050	0.0090	0.0051	0.0085	0.0049	0.0082	0.0050	0.0085	0.0050	0.0089
$(EI)_e$	31026	3974	29890	4584	39095	5733	39928	5971	47094	6835
EI	765325	56925	765325	56925	765325	56925	765325	56925	765325	56925
Rijitlik Ç.	0.0405	0.0698	0.0391	0.0805	0.0511	0.1007	0.0522	0.1049	0.0615	0.1201
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0.55	0.15	0.55	0.15	0.55	0.15	0.55	0.15	0.55	0.15
ϕ_u (1/m)	0.0553	0.177	0.0553	0.177	0.0553	0.177	0.0415	0.1256	0.0415	0.1256
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0192	0.0265	0.0188	0.0264	0.0189	0.0265	0.0139	0.0185	0.0141	0.0185
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0144	0.0199	0.0141	0.0198	0.0141	0.0199	0.0104	0.0139	0.0106	0.0139
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.6 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-10.

ELA.	B20X60_T1		B20X60_T2		B20X60_T3		B20X60_T4		B20X60_T5	
Kesit b	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
h	0.6		0.6		0.6		0.6		0.6	
L (m)	1.5		2.55		3.5		4.5		5.7	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	30.15	52.48	30.15	52.48	30.15	52.48	30.15	52.48	30.15	52.48
L_s (m)	0.75		1.275		1.75		2.25		2.85	
ϕ_y(1/m)	0.0042	0.0054	0.0042	0.0054	0.0042	0.0054	0.0042	0.0054	0.0042	0.0054
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.012	0.014	0.012	0.014	0.012	0.014	0.012	0.014	0.012	0.014
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0048	0.0052	0.0048	0.0054	0.0052	0.0059	0.0057	0.0067	0.0064	0.0077
$(EI)_e$	1557	2490	2651	4092	3382	5205	3939	5845	4438	6493
EI	82800	82800	82800	82800	82800	82800	82800	82800	82800	82800
Rijitlik Ç.	0.0188	0.0300	0.0320	0.0494	0.0408	0.0628	0.0475	0.0706	0.0536	0.0784
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.0904	0.0657	0.0904	0.0657	0.0904	0.0657	0.0904	0.0657	0.0904	0.0657
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0033	0.0028	0.0033	0.0028	0.0033	0.0028	0.0033	0.0028	0.0033	0.0028
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021	0.0024	0.0021
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.7 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-11.

ELA.	B20X50_T1		B20X50_T2		B20X50_T3		B20X50_T4		B20X50_T5	
Kesit b [m]	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
h [m]	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5	
L (m)	1.5		2.55		3.2		4.25		5.75	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	22.39	43.44	22.39	43.44	22.39	43.44	22.39	43.44	22.39	43.44
L_s (m)	0.75		1.275		1.6		2.125		2.875	
ϕ_y(1/m)	0.005	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0049	0.0055	0.0052	0.0061	0.0055	0.0066	0.0062	0.0076	0.0073	0.0091
$(EI)_e$	1135	1957	1834	3034	2151	3499	2537	4047	2914	4568
EI	47916	47916	47916	47916	47916	47916	47916	47916	47916	47916
Rijitlik Ç.	0.0236	0.0408	0.0382	0.0633	0.0442	0.0734	0.0521	0.0842	0.0604	0.0952
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.0904	0.0689	0.0904	0.0689	0.0904	0.0689	0.0904	0.0689	0.0904	0.0689
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0047	0.0028	0.0047	0.0028	0.0047	0.0028	0.0047	0.0028	0.0047	0.0028
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.8 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-12.

ELA.	B20X70_T1		B20X70_T2		B20X70_T3		B20X70_T4		B20X70_T5	
Kesit b	0.2		0.2		0.2		0.2		0.2	
h	0.7		0.7		0.7		0.7		0.7	
L (m)	1.5		2.2		3.5		4.6		5.25	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	48.30	77.41	48.30	77.41	48.30	77.41	48.30	77.41	48.30	77.41
L_s (m)	0.75		1.1		1.75		2.3		2.625	
ϕ_y(1/m)	0.0036	0.0045	0.0036	0.0045	0.0036	0.0045	0.0036	0.0045	0.0036	0.0045
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0050	0.0053	0.0047	0.0052	0.0050	0.0056	0.0054	0.0062	0.0057	0.0066
$(EI)_e$	2412	3618	3719	5448	5614	7979	6769	9459	7312	10139
EI	131483	131483	131483	131483	131483	131483	131483	131483	131483	131483
Rijitlik Ç.	0.0183	0.0275	0.0282	0.0414	0.0427	0.0606	0.0514	0.0719	0.0556	0.0771
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.076	0.057	0.076	0.057	0.076	0.057	0.076	0.057	0.076	0.057
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0032	0.0024	0.0032	0.0024	0.0032	0.0024	0.0032	0.0024	0.0032	0.0024
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.9 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri-13.

ELA.	B20X80_T5		B30X30_T1		B30X30_T3		B40X30_T3		B150X30_T2	
Kesit b [m]	0.2		0.3		0.3		0.4		1.5	
h [m]	0.8		0.3		0.3		0.3		0.3	
L (m)	5.7		1.3		3.6		3.2		2.2	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	55.79	92.87	12.48	18.36	12.48	18.36	18.63	24.49	57.1	86.65
L_s (m)	2.85		0.65		1.8		1.6		1.1	
ϕ_y(1/m)	0.0033	0.0039	0.0092	0.010	0.0092	0.01	0.0097	0.01	0.009	0.01
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014	0.016	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.016	0.02
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0057	0.0063	0.0058	0.0061	0.0086	0.0093	0.0084	0.0088	0.0067	0.0076
$(EI)_e$	9291	13857	468	648	868	1174	1179	1481	3081	4153
EI	196266	196266	15525	15525	15525	15525	20700	20700	77625	77625
Rijitlik Ç.	0.047	0.070	0.030	0.041	0.055	0.075	0.057	0.071	0.039	0.053
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.063	0.052	0.20	0.17	0.2	0.17	0.21	0.21	0.2	0.22
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0028	0.0025	0.0087	0.0073	0.0087	0.0073	0.0087	0.0091	0.01	0.013
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.002	0.002	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.007	0.008	0.01
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.10 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri14.

ELAMAN.	B50X30_T3		B50X30_T4		B50X30_T5		B50X30_T6		B110X30_T2	
Kesit b [m]	0.5		0.5		0.5		0.5		1.1	
h [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.3	
L (m)	3.5		3.9		5.05		5.95		2.2	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	18.44	30.58	18.44	30.58	18.44	37.87	18.44	30.58	37.87	63.77
L_s (m)	1.75		1.95		2.525		2.975		1.1	
ϕ_y(1/m)	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0088	0.0106
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0082	0.0095	0.0088	0.0103	0.0105	0.0122	0.0118	0.0138	0.0065	0.0074
$(EI)_e$	1326	1862	1385	1938	1515	2105	1588	2199	2122	3142
EI	25875	25875	25875	25875	25875	25875	25875	25875	56925	56925
Rijitlik Ç.	0.0513	0.0719	0.0535	0.0749	0.0585	0.0813	0.0614	0.0850	0.0373	0.0552
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.2060	0.2050	0.2060	0.2050	0.2060	0.2050	0.2060	0.2050	0.2060	0.2130
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0087	0.0086	0.0087	0.0086	0.0087	0.0086	0.0087	0.0086	0.0087	0.0102
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0065	0.0077
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.11 : Kiriş etkin kesit rijitlikleri ve plastik dönme sınır değerleri15.

ELAMAN.	B110X30_T4		B110X30_T5		B120X30_T1		B120X30_T3		B120X30_T6	
Kesit b [m]	1.1		1.1		1.2		1.2		1.2	
h [m]	0.3		0.3		0.3		0.3		0.3	
L (m)	4.55		5.75		1.75		3.45		6.75	
E (kN/m2)	23000000		23000000		23000000		23000000		23000000	
My (kNm)	37.87	63.707	37.87	63.707	43.812	71.234	43.812	71.234	43.812	71.234
L_s (m)	2.275		2.875		0.875		1.725		3.375	
ϕ_y(1/m)	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0089	0.0107	0.0088	0.0106
η	1		1		1		1		1	
d_b (m)	0.014	0.016	0.014	0.016	0.014	0.016	0.014	0.016	0.014	0.016
f_{ye} (Mpa)	220		220		220		220		220	
f_{ce} (Mpa)	8		8		8		8		8	
Θ_y	0.0097	0.0113	0.0114	0.0133	0.0061	0.0069	0.0082	0.0096	0.0130	0.0153
$(EI)_e$	2968	4284	3190	4578	2087	3015	3054	4279	3799	5231
EI	56925	56925	25875	25875	62100	62100	62100	62100	62100	62100
Rijitlik Ç.	0.0521	0.0753	0.0560	0.0804	0.0336	0.0485	0.0492	0.0689	0.0612	0.0842
ε_{su}	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
L_p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϕ_u (1/m)	0.2060	0.2130	0.2060	0.2130	0.2083	0.2152	0.2083	0.2152	0.2083	0.2152
$\varepsilon_s^{(GÖ)}$	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
$\Theta_p^{(GÖ)}$	0.0087	0.0102	0.0087	0.0102	0.0087	0.0103	0.0087	0.0103	0.0087	0.0103
$\varepsilon_s^{(KH)}$	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
$\Theta_p^{(KH)}$	0.0065	0.0077	0.0065	0.0077	0.0066	0.0077	0.0066	0.0077	0.0066	0.0077
$\varepsilon_s^{(SH)}$	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075
$\Theta_p^{(SH)}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.12 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç			E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	17	39	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.10<1*	*0.18<1*
C2	4	56	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.02<1*	*0.26<1*
C3	18	49	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	*0.10<1*	*0.21<1*
C4	13	33	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.08<1*	*0.11<1*
C5	12	16	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.07<1*	*0.05<1*
C6	12	16	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.07<1*	*0.05<1*
C7	10	18	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.06<1*	*0.06<1*
C8	13	15	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.08<1*	*0.05<1*
C9	13	31	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.08<1*	*0.1<1*
C10	5	60	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.03<1*	*0.27<1*
C11	18	51	0.3	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	*0.10<1*	*0.21<1*
C12	7	26	0.4	0.4	Φ	10	/	20	103	69	69	172	172	*0.04<1*	*0.15<1*
C13	21	56	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	*0.17<1*	*0.34<1*
C14	18	12	1.2	0.2	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	*0.05<1*	*0.06<1*
C15	40	28	1.2	0.2	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	*0.11<1*	*0.15<1*
C16	9	19	0.25	0.5	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	*0.07<1*	*0.12<1*
C17	12	42	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.07<1*	*0.14<1*
C18	21	11	1.2	0.2	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	*0.06<1*	*0.06<1*
C19	38	19	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	*0.17<1*	*0.11<1*
C20	21	77	0.3	1.1	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	*0.08<1*	*0.19<1*
C21	16	49	0.3	0.6	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	*0.10<1*	*0.22<1*
C22	24	15	1.2	0.2	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	*0.07<1*	*0.08<1*
C23	50	18	1.2	0.2	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	*0.14<1*	*0.10<1*
C24	65	17	1	0.2	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	*0.22<1*	*0.10<1*
C25	35	22	0.6	0.3	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	*0.16<1*	*0.13<1*
C26	56	12	1	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	*0.17<1*	*0.06<1*
C27	124	65	1	0.3	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	*0.34<1*	*0.26<1*
C28	16	67	0.25	1	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	*0.08<1*	*0.20<1*
C30	17	112	0.2	1	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	*0.10<1*	*0.37<1*

Çizelge A.13 : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	97.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.81<1*
B2	66.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.56<1*
B3	63.31	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.53<1*
B4	73.68	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.62<1*
B5	65.96	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.55<1*
B6	96.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.8<1*
B7	23.70	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.2<1*
B8	43.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.36<1*
B9	40.94	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.34<1*
B12	46.38	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.28<1*
B13	119.51	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.83<1*
B16	70.71	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.42<1*
B17	56.36	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.34<1*
B18	102.17	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.61<1*
B19	149.21	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.89<1*
B20	50.69	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.42<1*
B23	39.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.28<1*
B24	47.16	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.33<1*
B33	129.08	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.9<1*
B34	61.67	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.37<1*
B35	41.35	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.25<1*
B39	49.94	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.42<1*
B40	94.85	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.79<1*
B43	145.71	0.20	0.50	2 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	*1.06>1*
B44	310.84	0.20	0.60	2 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	*1.88>1*
B45	50.32	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.35<1*
B46	67.66	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.57<1*
B47	52.47	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.44<1*
B48	131.02	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*1.1>1*
B73	120.38	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.72<1*
B76	49.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.41<1*
B77	74.45	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.52<1*
B67	80.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.68<1*
B78	74.83	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.45<1*
B82	67.98	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.26<1*
B83	84.59	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.3<1*
B84	128.92	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.53<1*
B10	27.76	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.19<1*
B87	28.50	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.2<1*

Çizelge A.13 (devam) : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B88	22.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.15<1*
B89	26.79	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.19<1*
B90	22.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.16<1*
B91	24.71	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.17<1*
B92	27.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.19<1*
B93	14.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.12<1*
B94	18.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B95	108.00	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.39<1*
B96	44.16	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.37<1*
B97	104.75	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.38<1*
B98	42.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.35<1*
B99	15.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.13<1*
B100	21.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.18<1*
B101	73.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.51<1*
B103	88.84	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.62<1*
B104	72.71	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.51<1*
B145	30.30	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.25<1*
B146	19.07	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B147	35.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.3<1*
B149	25.88	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B151	112.60	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.67<1*
B152	113.67	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	*0.59<1*
B153	13.26	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	*0.11<1*
B154	58.89	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.35<1*
B155	31.44	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.22<1*
B156	52.32	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	*0.51<1*
B157	48.49	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.53<1*
B158	15.61	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.17<1*
B159	21.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.18<1*
B160	24.66	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	*0.22<1*
B128	39.03	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B74	61.91	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.23<1*
B116	84.15	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.5<1*
B150	61.76	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.23<1*
B162	166.76	0.50	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	96.52	33.18	129.70	*1.29>1*
B170	79.13	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.55<1*
B79	89.96	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.63<1*
B114	62.37	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.43<1*
B148	37.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.26<1*
B161	92.91	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.65<1*
B163	68.58	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.48<1*

Çizelge A.14 : 2. Kat Kirişlerin Kesme Kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	96.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.81<1*
B2	66.98	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.56<1*
B3	63.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.53<1*
B4	74.19	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.62<1*
B5	66.33	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.55<1*
B6	105.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.88<1*
B7	22.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.19<1*
B8	37.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.31<1*
B9	45.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.38<1*
B12	47.32	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.28<1*
B13	120.45	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.84<1*
B16	65.57	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.39<1*
B17	55.61	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.33<1*
B18	101.74	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.61<1*
B19	151.34	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.9<1*
B20	50.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.42<1*
B23	37.90	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.26<1*
B24	47.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.33<1*
B33	120.72	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.84<1*
B34	61.30	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.37<1*
B35	41.15	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.25<1*
B39	49.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.42<1*
B40	84.83	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.71<1*
B43	154.83	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*1.29>1*
B44	331.76	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*2.31>1*
B45	50.18	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.35<1*
B46	65.72	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.55<1*
B47	53.70	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.45<1*
B48	129.51	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*1.08>1*
B73	120.77	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.72<1*
B76	50.21	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.42<1*
B77	76.54	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.53<1*
B67	78.82	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.66<1*
B78	99.08	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.59<1*
B82	66.52	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.25<1*
B83	84.47	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.34<1*

Çizelge A.14 (devam) : 2. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B84	128.76	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.52<1*
B10	26.10	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B87	25.47	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B88	20.90	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.15<1*
B89	24.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.17<1*
B90	20.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B91	22.72	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.16<1*
B92	26.55	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.18<1*
B93	14.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.12<1*
B94	19.30	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B95	107.97	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.39<1*
B96	44.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.37<1*
B97	105.05	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	33.18	245.52	*0.43<1*
B98	42.79	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.36<1*
B99	16.39	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.14<1*
B100	22.27	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.19<1*
B101	82.82	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	10.05	77.22	66.35	143.57	*0.58<1*
B103	91.13	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.63<1*
B104	73.80	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.51<1*
B145	33.65	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	10.05	64.35	110.58	174.93	*0.19<1*
B146	19.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B147	35.21	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.29<1*
B149	31.38	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.22<1*
B151	118.31	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.71<1*
B152	113.85	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	*0.59<1*
B153	13.18	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	*0.11<1*
B154	59.60	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.36<1*
B155	36.50	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.25<1*
B156	55.42	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	*0.54<1*
B157	48.03	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.53<1*
B158	15.86	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.17<1*
B159	21.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.18<1*
B160	25.50	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	*0.23<1*
B128	38.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B74	61.70	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.23<1*
B116	85.73	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.51<1*
B150	61.58	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.23<1*
B162	167.03	0.50	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	96.52	33.18	129.70	*1.29>1*
B170	63.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.44<1*
B79	89.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.62<1*
B114	63.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.44<1*
B148	37.87	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.26<1*
B161	92.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.65<1*
B163	66.28	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.46<1*

Çizelge A.15 : 3. Kat Kirişlerin Kesme Kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	76.77	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.64<1*
B2	60.79	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.51<1*
B3	60.61	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.51<1*
B4	69.30	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.58<1*
B5	62.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.52<1*
B6	76.69	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.64<1*
B7	18.99	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B8	25.16	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.21<1*
B9	21.72	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.18<1*
B12	28.13	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.17<1*
B13	118.53	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.83<1*
B16	45.74	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.27<1*
B17	35.28	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.21<1*
B18	85.42	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.51<1*
B19	127.26	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.76<1*
B20	47.72	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.4<1*
B23	19.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B24	27.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.19<1*
B33	113.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.79<1*
B34	57.43	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.34<1*
B35	24.99	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.15<1*
B39	36.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.3<1*
B40	34.96	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.29<1*
B43	133.41	0.20	0.50	2 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	*0.97<1*
B44	313.82	0.20	0.60	2 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	*1.89>1*
B45	38.57	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B46	36.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.31<1*
B47	41.56	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.35<1*
B48	115.43	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.96<1*
B73	116.18	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.69<1*
B76	49.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.41<1*
B77	61.39	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.43<1*
B67	48.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.41<1*
B78	57.53	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.34<1*
B82	52.01	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.2<1*
B83	75.06	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	*0.27<1*
B84	121.00	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.49<1*
B10	20.29	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B87	14.09	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.1<1*
B88	13.25	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.09<1*
B89	15.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.11<1*
B90	14.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.1<1*
B91	12.64	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.09<1*

Çizelge A.15 (devam) : 3. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B92	22.72	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.16<1*
B93	10.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.09<1*
B94	13.31	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.11<1*
B95	122.54	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.04	212.34	66.35	278.69	*0.44<1*
B96	44.52	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.37<1*
B97	118.47	1.10	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	212.34	33.18	245.52	*0.48<1*
B98	21.44	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.18<1*
B99	9.49	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.08<1*
B100	15.45	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.13<1*
B101	54.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.38<1*
B103	68.93	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.48<1*
B104	59.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.42<1*
B145	21.23	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	10.04	64.35	110.58	174.93	*0.12<1*
B146	12.32	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.1<1*
B147	26.63	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.22<1*
B149	19.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.13<1*
B151	105.82	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.63<1*
B152	123.41	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	*0.64<1*
B153	12.86	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	*0.1<1*
B154	52.98	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.32<1*
B155	29.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.2<1*
B156	50.35	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	*0.49<1*
B157	49.55	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.54<1*
B158	16.22	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	*0.18<1*
B159	19.67	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	*0.16<1*
B160	24.80	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	*0.22<1*
B128	38.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.27<1*
B74	35.78	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.14<1*
B116	55.00	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	*0.33<1*
B150	34.05	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	*0.13<1*
B162	93.38	0.50	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	96.52	33.18	129.70	*0.72<1*
B170	49.27	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.34<1*
B79	80.38	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.56<1*
B114	51.54	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.36<1*
B148	20.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.14<1*
B161	56.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.4<1*
B163	53.57	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	*0.37<1*

Çizelge A.16 : 1.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B1	77.54	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.65<1
B2	57.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B4	62.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.52<1
B5	58.77	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B6	73.44	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.61<1
B7	16.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.14<1
B8	42.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.36<1
B9	48.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.4<1
B12	35.23	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.21<1
B16	32.63	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.19<1
B17	41.48	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.25<1
B18	78.76	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.47<1
B19	107.34	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.64<1
B20	64.42	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.54<1
B23	108.53	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.76<1
B24	31.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B33	68.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.48<1
B34	40.51	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.24<1
B39	38.21	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B40	101.93	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.85<1
B43	126.89	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	0.88<1
B44	162.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.92<1
B46	67.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.57<1
B47	32.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B48	59.41	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.5<1
B76	31.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B77	47.88	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.33<1
B67	59.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.5<1
B78	104.11	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.62<1
B83	78.68	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.28<1
B10	13.38	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.09<1
B87	8.87	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B88	15.13	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B89	15.69	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B90	8.34	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B91	8.32	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1

Çizelge A.16 (devam) : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B92	13.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B93	12.45	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B94	9.56	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B95	94.51	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.34<1
B96	37.40	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B97	90.73	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.33<1
B98	27.28	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.23<1
B99	11.30	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.09<1
B100	13.60	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.11<1
B101	48.95	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.34<1
B104	67.68	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.47<1
B146	23.07	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B147	28.61	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.24<1
B149	22.55	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.16<1
B151	80.97	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.48<1
B153	10.51	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.08<1
B154	37.43	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.22<1
B156	42.95	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.41<1
B157	45.65	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.5<1
B158	12.81	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.14<1
B159	19.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.16<1
B160	20.41	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.18<1
B128	30.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.21<1
B170	35.35	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B79	76.95	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.54<1
B148	23.41	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.16<1
B163	51.58	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.36<1
B45	50.49	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.35<1
B103	109.24	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.76<1
B145	51.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.43<1
B174	50.88	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.17<1
B175	149.98	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.54<1
B176	60.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.36<1
B178	179.95	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.94<1
B182	109.54	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.65<1

Çizelge A.17 : 2.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	77.61	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.65<1
B10	13.52	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.09<1
B100	13.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.12<1
B101	60.20	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.42<1
B103	109.24	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.65<1
B104	68.14	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.47<1
B12	35.07	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.21<1
B128	30.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.21<1
B145	51.57	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.17<1
B146	23.30	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B147	28.79	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.24<1
B148	23.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.16<1
B149	26.58	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B151	82.47	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.49<1
B153	10.50	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.08<1
B154	39.22	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B156	49.93	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.48<1
B157	45.97	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.5<1
B158	13.10	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.14<1
B159	19.73	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.16<1
B16	32.93	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B160	20.54	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.19<1
B163	52.30	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.36<1
B17	41.76	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.25<1
B170	35.56	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B174	50.47	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.17<1
B175	150.07	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.54<1
B176	62.08	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.37<1
B178	164.24	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.86<1
B18	79.02	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.47<1
B182	109.51	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.65<1
B19	108.57	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.65<1
B2	57.87	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B20	66.21	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.55<1
B23	109.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.76<1
B24	31.98	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1

Çizelge A.17 (devam) : 2. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B33	55.34	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.39<1
B34	37.69	0.20	0.70	1 8 / 20Φ	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B39	38.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B4	62.39	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.52<1
B40	102.97	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.86<1
B43	128.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.92<1
B44	161.60	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.88<1
B45	50.65	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.17<1
B46	68.06	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.57<1
B47	32.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B48	58.73	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B5	58.96	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B6	78.75	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.66<1
B67	59.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.5<1
B7	16.29	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.14<1
B76	31.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B77	48.69	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.34<1
B78	114.25	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.68<1
B79	77.29	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.54<1
B8	42.53	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.36<1
B83	78.76	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.28<1
B87	8.68	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B88	15.48	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B89	15.67	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B9	48.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.41<1
B90	8.39	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B91	8.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B92	13.30	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.09<1
B93	12.55	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B94	9.60	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B95	94.51	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.34<1
B96	36.90	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B97	90.72	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.33<1
B98	27.65	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.23<1
B99	11.18	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.09<1

Çizelge A.18 : 3.Kat kirişlerinin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	64.25	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.54<1
B2	53.72	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.45<1
B4	58.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B5	55.63	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.46<1
B6	67.55	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.56<1
B7	15.65	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.13<1
B8	33.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.28<1
B9	44.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.37<1
B12	20.08	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.12<1
B16	21.24	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.13<1
B17	31.64	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.19<1
B18	70.31	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.42<1
B19	90.98	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.54<1
B20	57.32	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B23	94.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.66<1
B24	18.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B33	57.64	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.4<1
B34	39.96	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.24<1
B39	22.18	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B40	79.96	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.67<1
B43	127.66	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	0.87<1
B44	162.42	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.91<1
B46	46.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.39<1
B47	32.95	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.28<1
B48	41.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.35<1
B76	35.55	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.3<1
B77	46.21	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.32<1
B67	43.34	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.36<1
B78	85.66	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.51<1
B83	70.50	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.25<1
B10	12.87	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.09<1
B87	6.76	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.05<1
B88	14.24	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B89	14.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B90	8.02	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B91	7.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.05<1

Çizelge A.18 (devam) : 3. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B92	14.73	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1
B93	11.60	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B94	7.11	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.06<1
B95	107.78	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.39<1
B96	41.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.34<1
B97	103.14	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.37<1
B98	12.08	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B99	11.29	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.09<1
B100	12.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B101	40.79	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.28<1
B104	65.08	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.45<1
B146	20.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.17<1
B147	23.89	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.2<1
B149	20.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.14<1
B151	76.88	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.46<1
B153	10.64	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.09<1
B154	35.68	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.21<1
B156	40.69	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.39<1
B157	47.91	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.53<1
B158	14.74	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.16<1
B159	20.64	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.17<1
B160	21.33	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.19<1
B128	32.06	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B170	44.06	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.31<1
B79	73.57	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.51<1
B148	10.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B163	44.34	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.31<1
B45	26.61	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.09<1
B103	104.16	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.62<1
B145	51.38	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.17<1
B174	30.84	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	231.65	66.35	298.00	0.1<1
B175	141.56	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.51<1
B176	34.23	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B178	161.21	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.81<1
B182	106.02	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.63<1

Çizelge A.19 : 2.Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00011	0.00000	0.03020	0.00000	SH	SH
W13	-0.00010	0.00000	0.02908	0.00000	SH	SH
W28	-0.00005	0.00003	0.01561	0.00086	SH	SH
W39	-0.00016	0.00000	0.04541	0.00000	SH	SH
W40	-0.00009	0.00000	0.02673	0.00000	SH	SH
W41	-0.00009	0.00000	0.02500	0.00000	SH	SH
W42	-0.00014	0.00000	0.04092	0.00000	SH	SH
W54	-0.00018	0.00000	0.05276	0.00000	SH	SH
W55	-0.00017	0.00000	0.04755	0.00000	SH	SH
W56	-0.00018	0.00000	0.05092	0.00000	SH	SH
W68	-0.00008	0.00004	0.02367	0.00129	SH	SH
W69	-0.00009	0.00002	0.02602	0.00073	SH	SH
W70	-0.00009	0.00002	0.02694	0.00071	SH	SH
W71	-0.00008	0.00004	0.02276	0.00137	SH	SH
W72	-0.00008	0.00003	0.02224	0.00105	SH	SH
W73	-0.00008	0.00004	0.02378	0.00133	SH	SH
W75	-0.00011	0.00003	0.03133	0.00086	SH	SH
W53	-0.00006	0.00000	0.01755	0.00009	SH	SH
W52	-0.00009	0.00002	0.02551	0.00051	SH	SH
W79	-0.00006	0.00004	0.01796	0.00124	SH	SH
W80	-0.00003	0.00002	0.00857	0.00070	SH	SH
W81	-0.00002	0.00001	0.00541	0.00022	SH	SH
W82	-0.00002	0.00002	0.00633	0.00060	SH	SH
W83	-0.00008	0.00005	0.02153	0.00163	SH	SH
W84	-0.00007	0.00004	0.01949	0.00133	SH	SH
W85	-0.00006	0.00003	0.01755	0.00108	SH	SH
W86	-0.00006	0.00003	0.01694	0.00106	SH	SH
W87	-0.00004	0.00002	0.01173	0.00071	SH	SH
W88	-0.00004	0.00003	0.01235	0.00087	SH	SH
W89	-0.00006	0.00000	0.01816	0.00000	SH	SH
W90	-0.00005	0.00000	0.01378	0.00000	SH	SH
W91	-0.00007	0.00000	0.02031	0.00000	SH	SH
W8	-0.00008	0.00005	0.02337	0.00143	SH	SH
W9	-0.00001	0.00000	0.00408	0.00000	SH	SH
W11	-0.00007	0.00005	0.01990	0.00165	SH	SH
W22	-0.00013	0.00007	0.03837	0.00221	SH	SH
W26	-0.00007	0.00004	0.02082	0.00119	SH	SH
W29	-0.00004	0.00003	0.01102	0.00092	SH	SH
W30	-0.00006	0.00006	0.01643	0.00172	SH	SH
W31	-0.00005	0.00005	0.01500	0.00146	SH	SH
W32	-0.00005	0.00002	0.01286	0.00063	SH	SH
W34	-0.00007	0.00008	0.01939	0.00251	SH	SH
W37	-0.00014	0.00007	0.04061	0.00232	SH	SH

Çizelge A.19 (devam): 2. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W43	-0.00007	0.00003	0.01949	0.00089	SH	SH
W61	-0.00007	0.00008	0.01929	0.00239	SH	SH
W74	-0.00004	0.00004	0.01051	0.00118	SH	SH
W93	-0.00010	0.00005	0.02776	0.00163	SH	SH
W94	-0.00007	0.00003	0.01867	0.00090	SH	SH
W97	-0.00007	0.00004	0.01878	0.00112	SH	SH
W98	-0.00003	0.00000	0.00816	0.00007	SH	SH
W99	-0.00005	0.00002	0.01378	0.00047	SH	SH
W100	-0.00007	0.00004	0.02041	0.00116	SH	SH
W101	-0.00003	0.00000	0.00949	0.00000	SH	SH
W102	-0.00004	0.00001	0.01153	0.00036	SH	SH
W103	-0.00006	0.00004	0.01827	0.00125	SH	SH
W64	-0.00020	0.00000	0.05610	0.00000	SH	SH
W76	-0.00019	0.00000	0.05515	0.00000	SH	SH
W75	-0.00023	0.00000	0.06551	0.00000	SH	SH
W113	-0.00002	0.00001	0.00465	0.00030	SH	SH
W114	-0.00002	0.00001	0.00423	0.00030	SH	SH
W115	-0.00008	0.00004	0.02253	0.00137	SH	SH

Çizelge A.20 : 1. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00022	0.00000	0.06245	0.00000	SH	SH
W13	-0.00022	0.00000	0.06367	0.00000	SH	SH
W28	-0.00014	0.00008	0.03969	0.00265	SH	SH
W39	-0.00035	0.00000	0.10082	0.00000	SH	SH
W40	-0.00025	0.00000	0.07163	0.00000	SH	SH
W41	-0.00022	0.00000	0.06214	0.00000	SH	SH
W42	-0.00024	0.00000	0.06888	0.00000	SH	SH
W54	-0.00031	0.00000	0.08745	0.00000	SH	SH
W55	-0.00032	0.00000	0.09102	0.00000	SH	SH
W56	-0.00041	0.00000	0.11847	0.00000	SH	SH
W68	-0.00021	0.00017	0.06102	0.00538	SH	SH
W69	-0.00030	0.00028	0.08612	0.00862	SH	SH
W70	-0.00037	0.00034	0.10439	0.01054	SH	SH
W71	-0.00021	0.00010	0.05878	0.00315	SH	SH
W72	-0.00016	0.00005	0.04643	0.00160	SH	SH
W73	-0.00020	0.00007	0.05592	0.00222	SH	SH
W75	-0.00020	0.00006	0.05612	0.00173	SH	SH
W53	-0.00010	0.00006	0.02827	0.00179	SH	SH
W52	-0.00015	0.00005	0.04378	0.00165	SH	SH

Çizelge A.20 (devam): 1. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W80	-0.00006	0.00004	0.01704	0.00140	SH	SH
W81	-0.00003	0.00001	0.00888	0.00023	SH	SH
W82	-0.00006	0.00004	0.01755	0.00127	SH	SH
W83	-0.00028	0.00007	0.07929	0.00218	SH	SH
W84	-0.00022	0.00006	0.06337	0.00195	SH	SH
W85	-0.00017	0.00007	0.04867	0.00219	SH	SH
W86	-0.00019	0.00012	0.05429	0.00371	SH	SH
W87	-0.00014	0.00005	0.04071	0.00161	SH	SH
W88	-0.00012	0.00006	0.03286	0.00189	SH	SH
W89	-0.00018	0.00000	0.05041	0.00000	SH	SH
W90	-0.00013	0.00000	0.03765	0.00000	SH	SH
W91	-0.00019	0.00000	0.05541	0.00000	SH	SH
W8	-0.00015	0.00009	0.04378	0.00280	SH	SH
W9	-0.00002	0.00000	0.00612	0.00000	SH	SH
W11	-0.00013	0.00012	0.03612	0.00382	SH	SH
W22	-0.00023	0.00019	0.06561	0.00602	SH	SH
W26	-0.00014	0.00008	0.03898	0.00250	SH	SH
W29	-0.00007	0.00005	0.01857	0.00160	SH	SH
W30	-0.00011	0.00009	0.03163	0.00280	SH	SH
W31	-0.00005	0.00005	0.01500	0.00146	SH	SH
W32	-0.00005	0.00002	0.01286	0.00063	SH	SH
W34	-0.00007	0.00008	0.01939	0.00251	SH	SH
W37	-0.00014	0.00007	0.04061	0.00232	SH	SH
W31	-0.00010	0.00009	0.02857	0.00267	SH	SH
W32	-0.00008	0.00005	0.02235	0.00165	SH	SH
W37	-0.00027	0.00012	0.07663	0.00365	SH	SH
W38	-0.00009	0.00011	0.02490	0.00356	SH	SH
W43	-0.00012	0.00005	0.03469	0.00165	SH	SH
W61	-0.00012	0.00016	0.03367	0.00502	SH	SH
W93	-0.00020	0.00010	0.05827	0.00324	SH	SH
W94	-0.00011	0.00006	0.03122	0.00174	SH	SH
W97	-0.00016	0.00009	0.04510	0.00269	SH	SH
W98	-0.00005	0.00001	0.01480	0.00040	SH	SH
W99	-0.00010	0.00007	0.02857	0.00219	SH	SH
W100	-0.00018	0.00009	0.05102	0.00289	SH	SH
W101	-0.00006	0.00001	0.01765	0.00045	SH	SH
W102	-0.00007	0.00004	0.02071	0.00136	SH	SH
W64	-0.00026	0.00046	0.07378	0.01433	SH	SH
W76	-0.00034	0.00000	0.09624	0.00000	SH	SH
W75	-0.00023	0.00000	0.06551	0.00000	SH	SH
W113	-0.00006	0.00008	0.01730	0.00245	SH	SH
W114	-0.00033	0.00182	0.09467	0.05702	SH	SH
W115	-0.00033	0.00013	0.09332	0.00393	SH	SH

Çizelge A.21 : Zemin kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00061	0.00000	0.17327	0.00000	SH	SH
W13	-0.00051	0.00000	0.14439	0.00000	SH	SH
W16	-0.00080	0.00000	0.22824	0.00000	SH	SH
W17	-0.00055	0.00000	0.15673	0.00000	SH	SH
W18	-0.00055	0.00000	0.15829	0.00000	SH	SH
W28	-0.00026	0.00046	0.07378	0.01433	SH	SH
W39	-0.00077	0.00025	0.21878	0.00792	SH	SH
W40	-0.00041	0.00000	0.11765	0.00000	SH	SH
W41	-0.00041	0.00000	0.11643	0.00000	SH	SH
W42	-0.00065	0.00008	0.18602	0.00240	SH	SH
W54	-0.00098	0.00000	0.27857	0.00000	SH	SH
W55	-0.00056	0.00000	0.16102	0.00000	SH	SH
W56	-0.00068	0.00000	0.19520	0.00000	SH	SH
W47	-0.00014	0.00007	0.04041	0.00227	SH	SH
W68	-0.00034	0.00055	0.09796	0.01732	SH	SH
W69	-0.00042	0.00066	0.12010	0.02055	SH	SH
W70	-0.00049	0.00071	0.13878	0.02219	SH	SH
W71	-0.00040	0.00034	0.11408	0.01050	SH	SH
W72	-0.00037	0.00036	0.10633	0.01134	SH	SH
W73	-0.00047	0.00045	0.13510	0.01397	SH	SH
W52	-0.00055	0.00255	0.15847	0.07977	SH	SH
W53	-0.00014	0.00150	0.03908	0.04696	SH	SH
W50	-0.00034	0.00209	0.09745	0.06537	SH	SH
W79	-0.00034	0.00023	0.09745	0.00720	SH	SH
W80	-0.00019	0.00040	0.05449	0.01234	SH	SH
W81	-0.00009	0.00008	0.02582	0.00257	SH	SH
W82	-0.00024	0.00026	0.06939	0.00813	SH	SH
W83	-0.00064	0.00116	0.18296	0.03631	SH	SH
W84	-0.00048	0.00092	0.13694	0.02859	SH	SH
W85	-0.00033	0.00067	0.09296	0.02105	SH	SH
W86	-0.00051	0.00032	0.14592	0.00987	SH	SH
W87	-0.00041	0.00016	0.11622	0.00494	SH	SH
W88	-0.00030	0.00016	0.08582	0.00512	SH	SH
W89	-0.00040	0.00000	0.11551	0.00000	SH	SH
W90	-0.00025	0.00000	0.07051	0.00000	SH	SH
W91	-0.00037	0.00000	0.10612	0.00000	SH	SH
W8	-0.00022	0.00023	0.06398	0.00730	SH	SH
W9	-0.00003	0.00008	0.00806	0.00262	SH	SH
W11	-0.00019	0.00040	0.05510	0.01234	SH	SH
W22	-0.00033	0.00039	0.09347	0.01228	SH	SH
W26	-0.00021	0.00018	0.06092	0.00564	SH	SH
W29	-0.00009	0.00008	0.02694	0.00252	SH	SH
W30	-0.00015	0.00014	0.04398	0.00424	SH	SH

Çizelge A.21 (devam): Zemin kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W32	-0.00011	0.00013	0.03041	0.00405	SH	SH
W34	-0.00019	0.00047	0.05500	0.01470	SH	SH
W37	-0.00040	0.00037	0.11551	0.01164	SH	SH
W38	-0.00013	0.00033	0.03582	0.01025	SH	SH
W43	-0.00016	0.00019	0.04541	0.00578	SH	SH
W61	-0.00020	0.00045	0.05602	0.01397	SH	SH
W74	-0.00009	0.00019	0.02429	0.00592	SH	SH
W93	-0.00035	0.00021	0.09888	0.00664	SH	SH
W94	-0.00015	0.00012	0.04296	0.00366	SH	SH
W97	-0.00031	0.00021	0.08714	0.00661	SH	SH
W98	-0.00007	0.00004	0.02020	0.00132	SH	SH
W99	-0.00019	0.00029	0.05357	0.00902	SH	SH
W100	-0.00034	0.00028	0.09612	0.00888	SH	SH
W101	-0.00009	0.00009	0.02612	0.00281	SH	SH
W102	-0.00011	0.00021	0.03173	0.00663	SH	SH
W103	-0.00023	0.00040	0.06663	0.01235	SH	SH
W47	-0.00009	0.00003	0.02510	0.00094	SH	SH
W49	-0.00004	0.00000	0.01122	0.00000	SH	SH
W50	-0.00012	0.00009	0.03429	0.00275	SH	SH

Çizelge A.22 : Bodrum kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00027	0.00000	0.07743	0.00000	SH	SH
W13	-0.00029	0.00000	0.08181	0.00000	SH	SH
W28	-0.00046	0.00119	0.13152	0.03723	SH	SH
W39	-0.00065	0.00021	0.18695	0.00652	SH	SH
W40	-0.00048	0.00009	0.13743	0.00283	SH	SH
W41	-0.00054	0.00000	0.15552	0.00009	SH	SH
W42	-0.00065	0.00005	0.18676	0.00153	SH	SH
W44	-0.00018	0.00037	0.05257	0.01141	SH	SH
W36	-0.00009	0.00004	0.02610	0.00130	SH	SH
W35	-0.00007	0.00014	0.02038	0.00447	SH	SH
W46	-0.00007	0.00005	0.02095	0.00156	SH	SH
W45	-0.00009	0.00010	0.02629	0.00304	SH	SH
W18	-0.00010	0.00004	0.02810	0.00133	SH	SH
W17	-0.00007	0.00010	0.01895	0.00325	SH	SH
W16	-0.00017	0.00030	0.04952	0.00938	SH	SH
W54	-0.00017	0.00000	0.04876	0.00000	SH	SH
W55	-0.00046	0.00011	0.13057	0.00332	SH	SH
W56	-0.00075	0.00026	0.21295	0.00799	SH	SH

Çizelge A.22 (devam): Bodrum kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c-Compres.	Çelik Uzama ε_s-Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W68	-0.00052	0.00129	0.14905	0.04024	SH	SH
W69	-0.00067	0.00137	0.19133	0.04289	SH	SH
W70	-0.00079	0.00143	0.22705	0.04469	SH	SH
W71	-0.00058	0.00118	0.16705	0.03689	SH	SH
W72	-0.00058	0.00123	0.16676	0.03852	SH	SH
W73	-0.00071	0.00131	0.20295	0.04083	SH	SH
W75	-0.00034	0.00032	0.09743	0.01005	SH	SH
W76	-0.00012	0.00019	0.03362	0.00579	SH	SH
W77	-0.00023	0.00027	0.06524	0.00842	SH	SH
W80	-0.00024	0.00030	0.06752	0.00936	SH	SH
W81	-0.00012	0.00017	0.03476	0.00516	SH	SH
W82	-0.00029	0.00052	0.08276	0.01638	SH	SH
W83	-0.00099	0.00141	0.28238	0.04415	SH	SH
W84	-0.00073	0.00129	0.20819	0.04035	SH	SH
W85	-0.00052	0.00123	0.14781	0.03836	SH	SH
W86	-0.00094	0.00146	0.26829	0.04576	SH	SH
W87	-0.00074	0.00134	0.21057	0.04180	SH	SH
W88	-0.00055	0.00121	0.15657	0.03789	SH	SH
W90	-0.00037	0.00000	0.10648	0.00000	SH	SH
W91	-0.00068	0.00017	0.19476	0.00529	SH	SH
W8	-0.00027	0.00172	0.07619	0.05371	SH	SH
W9	-0.00004	0.00078	0.01095	0.02452	SH	SH
W22	-0.00049	0.00213	0.14019	0.06653	SH	SH
W26	-0.00030	0.00170	0.08457	0.05299	SH	SH
W29	-0.00012	0.00114	0.03495	0.03569	SH	SH
W30	-0.00025	0.00120	0.07086	0.03754	SH	SH
W31	-0.00029	0.00107	0.08143	0.03352	SH	SH
W32	-0.00012	0.00138	0.03438	0.04303	SH	SH
W34	-0.00028	0.00131	0.08076	0.04106	SH	SH
W37	-0.00051	0.00269	0.14457	0.08400	SH	SH
W38	-0.00017	0.00145	0.04733	0.04527	SH	SH
W43	-0.00018	0.00208	0.05019	0.06495	SH	SH
W61	-0.00031	0.00133	0.08933	0.04143	SH	SH
W74	-0.00009	0.00103	0.02667	0.03224	SH	SH
W93	-0.00049	0.00220	0.13962	0.06886	SH	SH
W94	-0.00016	0.00174	0.04514	0.05443	SH	SH
W97	-0.00043	0.00102	0.12381	0.03178	SH	SH
W98	-0.00007	0.00040	0.02057	0.01263	SH	SH
W99	-0.00036	0.00100	0.10152	0.03116	SH	SH
W100	-0.00046	0.00105	0.13267	0.03283	SH	SH
W101	-0.00010	0.00052	0.02962	0.01632	SH	SH
W102	-0.00014	0.00067	0.04038	0.02078	SH	SH
W103	-0.00036	0.00104	0.10314	0.03244	SH	SH

Çizelge A.23 : 3. Kat mevcut kolonlarının kesme güvenliği kontrolü.

Kolon	V2	V3	b	h	Yatay Donatı				Vc	Vs2	Vs3	$V2_{top}$	$V3_{top}$	Kontrol $V_2/V2_{top}$	Kontrol $V_3/V3_{top}$
	kN	*kN*	*m*	*m*	E.Ç			E.A	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*	*kN*		
C1	20	1	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.12<1	0.01<1
C2	8	17	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.05<1	0.08<1
C3	19	64	0.30	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.11<1	0.27<1
C4	8	67	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.22<1
C5	9	42	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.14<1
C6	10	45	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.15<1
C7	8	41	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.05<1	0.14<1
C8	11	40	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.07<1	0.13<1
C9	7	65	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.04<1	0.22<1
C10	15	23	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.09<1	0.11<1
C11	28	66	0.30	0.65	Φ	10	/	20	125	52	112	177	238	0.16<1	0.28<1
C12	18	48	0.50	0.50	Φ	10	/	20	161	86	86	247	247	0.07<1	0.2<1
C13	12	9	0.25	0.50	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.1<1	0.05<1
C16	15	8	0.25	0.50	Φ	10	/	20	80	43	86	124	167	0.12<1	0.05<1
C17	10	17	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.06<1	0.06<1
C19	23	7	0.60	0.30	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.1<1	0.04<1
C20	13	17	0.30	1.10	Φ	10	/	20	212	52	190	264	402	0.05<1	0.04<1
C21	13	20	0.30	0.60	Φ	10	/	20	116	52	104	168	219	0.08<1	0.09<1
C24	39	8	1.00	0.20	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.13<1	0.05<1
C25	14	6	0.60	0.30	Φ	10	/	20	116	104	52	219	168	0.06<1	0.03<1
C26	56	4	1.00	0.25	Φ	10	/	20	161	173	43	334	204	0.17<1	0.02<1
C27	24	10	1.00	0.30	Φ	10	/	20	193	173	52	366	245	0.07<1	0.04<1
C28	11	24	0.25	1.00	Φ	10	/	20	161	43	173	204	334	0.05<1	0.07<1
C30	12	38	0.20	1.00	Φ	10	/	20	129	35	173	163	301	0.08<1	0.13<1
C14	33	6	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.09<1	0.03<1
C15	38	22	1.00	0.20	Φ	10	/	20	129	173	35	301	163	0.13<1	0.13<1
C18	32	5	1.30	0.20	Φ	10	/	20	167	225	35	392	202	0.08<1	0.02<1
C22	45	6	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.12<1	0.03<1
C23	44	5	1.20	0.20	Φ	10	/	20	154	207	35	362	189	0.12<1	0.03<1

Çizelge A.24 : 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	93.04	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.78<1
B2	57.04	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B3	54.53	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.46<1
B4	63.92	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.53<1
B5	61.47	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B6	81.26	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.68<1
B7	9.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B8	26.91	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.22<1
B9	25.78	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.22<1
B12	33.90	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B13	55.01	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.38<1
B16	40.13	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.24<1
B17	36.06	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.22<1
B18	68.55	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.41<1
B19	115.82	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.69<1
B20	37.74	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B23	27.93	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B24	34.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B33	70.96	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.49<1
B34	36.29	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.22<1
B39	38.43	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B40	105.24	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.88<1
B43	71.67	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	0.52<1
B44	264.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.84<1
B45	31.97	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B46	64.17	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.54<1
B47	24.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.2<1
B48	80.86	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.68<1
B73	59.36	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.35<1
B76	32.08	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.27<1
B74	60.05	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.23<1
B77	42.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.3<1
B67	74.74	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.62<1
B78	65.08	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.39<1
B79	48.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.33<1
B83	80.75	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.29<1
B84	128.48	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.46<1

Çizelge A.24 (devam): 1. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B10	16.47	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B87	15.64	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B88	11.77	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B89	12.03	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B90	10.99	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B91	16.53	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.12<1
B92	18.54	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B94	11.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B95	105.18	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.38<1
B96	37.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B97	101.56	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.36<1
B98	31.17	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.26<1
B99	10.18	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.09<1
B100	12.20	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B101	67.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.47<1
B103	64.89	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.45<1
B104	62.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.44<1
B114	39.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.28<1
B116	70.73	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.42<1
B147	25.54	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.21<1
B150	60.08	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.23<1
B151	94.64	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.57<1
B152	101.37	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.53<1
B153	9.61	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.08<1
B154	41.48	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.25<1
B155	20.75	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.14<1
B156	48.14	0.15	0.50	2 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.46<1
B157	46.66	0.30	0.30	2 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.51<1
B158	12.88	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.14<1
B159	16.69	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.14<1
B160	19.32	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.18<1
B128	33.51	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1
B148	31.30	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B161	34.67	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B162	132.37	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.5<1
B163	35.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B145	51.38	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.19<1

Çizelge A.25 : 2. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	90.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.75<1
B2	57.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.48<1
B3	54.03	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.45<1
B4	63.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.53<1
B5	61.46	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.51<1
B6	89.51	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.75<1
B7	8.67	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.07<1
B8	24.86	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.21<1
B9	28.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.24<1
B12	33.60	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B13	55.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.39<1
B16	39.33	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B17	34.38	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.21<1
B18	70.57	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.42<1
B19	116.44	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.7<1
B20	36.88	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B23	27.90	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B24	35.66	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.25<1
B33	59.71	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.42<1
B34	33.84	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.2<1
B39	38.10	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B40	83.31	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.7<1
B43	64.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	0.46<1
B44	249.37	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.83<1
B45	34.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B46	64.33	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.54<1
B47	23.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.2<1
B48	72.33	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.6<1
B73	58.78	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.35<1
B76	31.19	0.20	0.50	2 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.26<1
B74	59.28	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.22<1
B77	42.05	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.29<1
B67	75.23	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.63<1
B78	80.82	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.48<1
B79	43.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.3<1
B83	80.98	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.29<1
B84	128.39	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.46<1

Çizelge A.25 (devam) : 2. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B10	16.16	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B87	15.57	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B88	11.35	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B89	11.93	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B90	10.70	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.07<1
B91	16.39	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.11<1
B92	18.07	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B93	8.67	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.07<1
B94	12.39	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B95	105.46	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.38<1
B96	37.16	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.31<1
B97	101.41	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.36<1
B99	10.09	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B100	12.50	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.1<1
B101	77.33	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.54<1
B103	63.26	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.44<1
B104	62.64	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.44<1
B114	38.15	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.27<1
B116	70.83	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.42<1
B147	23.06	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B149	23.18	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.16<1
B150	58.92	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.22<1
B151	96.62	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.58<1
B152	97.58	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.51<1
B153	9.68	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.08<1
B154	43.69	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.26<1
B156	51.90	0.15	0.50	2 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.5<1
B157	46.73	0.30	0.30	2 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.51<1
B158	13.01	0.30	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.14<1
B159	16.16	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.14<1
B160	20.04	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.18<1
B128	33.23	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1
B148	40.62	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.28<1
B161	40.99	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.29<1
B162	131.22	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.5<1
B163	32.98	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.23<1
B145	51.38	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.19<1

Çizelge A.26 : 3. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	V2/Vtop
B1	52.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.44<1
B2	52.76	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.44<1
B3	52.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.44<1
B4	58.69	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B5	58.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B6	56.58	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.47<1
B7	9.12	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B8	17.07	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.14<1
B9	13.38	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.11<1
B12	16.24	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.1<1
B13	54.86	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.38<1
B16	25.51	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.15<1
B17	22.47	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.13<1
B18	55.88	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.33<1
B19	100.33	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.6<1
B20	37.97	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B23	13.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.09<1
B24	19.13	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B33	59.18	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.41<1
B34	34.61	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.21<1
B39	22.43	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B40	66.93	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.56<1
B43	64.14	0.20	0.50	1 Φ 8 / 15	6.70	64.35	73.72	138.07	0.46<1
B44	120.12	0.20	0.60	1 Φ 8 / 15	6.70	77.22	88.47	165.68	0.72<1
B45	26.61	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B46	38.44	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.32<1
B47	22.15	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.19<1
B48	58.59	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.49<1
B73	34.83	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.29<1
B76	34.29	1.20	0.30	2 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.13<1
B74	41.00	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.29<1
B77	42.84	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.36<1
B67	51.77	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.31<1
B78	39.51	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.28<1
B79	71.25	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.26<1
B83	121.17	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.43<1
B84	14.70	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.1<1

Çizelge A.26 (devam): 3. Kat kirişlerin kesme kontrolü (DD-2).

KİRİŞ	V2	b	h	Yatay Donatı	As	Vc	Vs	Vtop	Kontrol V2/Vtop
	kN	*m*	*m*		*cm²*	*kN*	*kN*	*kN*	
B10	10.74	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.07<1
B87	8.84	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B88	8.73	0.20	0.60	2 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B89	8.59	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.06<1
B91	17.83	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.12<1
B92	6.73	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.06<1
B93	9.81	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.08<1
B94	120.42	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.43<1
B95	40.60	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.34<1
B96	115.59	1.10	0.30	2 Φ 8 / 20	10.05	212.34	66.35	278.69	0.41<1
B97	14.62	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.12<1
B98	7.10	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.06<1
B100	52.63	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.37<1
B101	104.16	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.73<1
B103	57.40	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.4<1
B104	31.14	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.22<1
B114	38.19	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.23<1
B116	20.13	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.17<1
B147	17.14	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.12<1
B149	31.92	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.12<1
B150	85.95	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.51<1
B151	110.21	0.20	0.80	1 Φ 8 / 20	5.03	102.95	88.47	191.42	0.58<1
B152	9.26	0.15	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	57.91	66.35	124.26	0.07<1
B153	36.76	0.20	0.70	1 Φ 8 / 20	5.03	90.09	77.41	167.49	0.22<1
B154	18.34	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.13<1
B155	40.69	0.15	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	48.26	55.29	103.55	0.39<1
B156	47.52	0.30	0.30	2 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.52<1
B157	13.75	0.30	0.30	2 Φ 8 / 20	5.03	57.91	33.18	91.09	0.15<1
B158	15.63	0.20	0.50	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.13<1
B159	19.74	0.40	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	33.18	110.39	0.18<1
B160	34.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.24<1
B128	12.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.08<1
B148	27.11	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.19<1
B161	75.05	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.28<1
B162	30.04	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	77.22	66.35	143.57	0.21<1
B163	51.38	1.20	0.30	1 Φ 8 / 20	5.03	231.65	33.18	264.82	0.19<1
B145	40.17	0.20	0.60	1 Φ 8 / 20	5.03	64.35	55.29	119.64	0.44<1

Çizelge A.27 : 1. Kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00002	0.00000	0.00582	0.00000	SH	SH
W13	-0.00007	0.00000	0.01980	0.00000	SH	SH
W28	-0.00012	0.00000	0.03418	0.00000	SH	SH
W39	-0.00058	0.00012	0.16510	0.00371	SH	SH
W40	-0.00031	0.00000	0.08898	0.00000	SH	SH
W41	-0.00033	0.00000	0.09296	0.00000	SH	SH
W42	-0.00052	0.00000	0.14745	0.00000	SH	SH
W51	-0.00062	0.00006	0.17673	0.00188	SH	SH
W52	-0.00066	0.00013	0.18765	0.00420	SH	SH
W53	-0.00070	0.00023	0.20000	0.00718	SH	SH
W54	-0.00035	0.00000	0.09918	0.00000	SH	SH
W55	-0.00030	0.00000	0.08531	0.00000	SH	SH
W56	-0.00039	0.00000	0.11071	0.00000	SH	SH
W57	-0.00074	0.00003	0.21163	0.00087	SH	SH
W58	-0.00081	0.00005	0.23173	0.00148	SH	SH
W59	-0.00097	0.00007	0.27592	0.00212	SH	SH
W60	-0.00061	0.00000	0.17316	0.00000	SH	SH
W64	-0.00052	0.00000	0.14827	0.00000	SH	SH
W65	-0.00047	0.00000	0.13510	0.00000	SH	SH
W68	-0.00040	0.00001	0.11500	0.00027	SH	SH
W69	-0.00039	0.00000	0.11041	0.00000	SH	SH
W70	-0.00042	0.00000	0.12082	0.00000	SH	SH
W71	-0.00019	0.00004	0.05296	0.00118	SH	SH
W72	-0.00014	0.00000	0.04020	0.00000	SH	SH
W73	-0.00025	0.00000	0.07173	0.00000	SH	SH
W75	-0.00037	0.00000	0.10429	0.00000	SH	SH
W76	-0.00024	0.00000	0.06816	0.00000	SH	SH
W77	-0.00012	0.00000	0.03357	0.00000	SH	SH
W79	-0.00018	0.00011	0.05041	0.00333	SH	SH
W80	-0.00020	0.00000	0.05816	0.00000	SH	SH
W81	-0.00011	0.00000	0.03163	0.00000	SH	SH
W82	-0.00016	0.00000	0.04551	0.00000	SH	SH
W83	-0.00022	0.00005	0.06224	0.00143	SH	SH
W84	-0.00001	0.00000	0.00296	0.00000	SH	SH
W85	-0.00007	0.00002	0.01929	0.00056	SH	SH
W86	-0.00029	0.00003	0.08347	0.00098	SH	SH
W87	-0.00016	0.00000	0.04439	0.00000	SH	SH
W88	-0.00012	0.00000	0.03439	0.00000	SH	SH
W89	-0.00035	0.00002	0.09969	0.00059	SH	SH
W90	-0.00020	0.00000	0.05714	0.00000	SH	SH
W91	-0.00036	0.00003	0.10235	0.00081	SH	SH
W10	-0.00002	0.00000	0.00582	0.00000	SH	SH

Çizelge A.28 : Zemin kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00076	0.00014	0.21602	0.00429	SH	SH
W13	-0.00077	0.00000	0.21969	0.00003	SH	SH
W28	-0.00037	0.00040	0.10551	0.01256	SH	SH
W39	-0.00119	0.00084	0.34061	0.02614	SH	SH
W40	-0.00051	0.00006	0.14571	0.00200	SH	SH
W41	-0.00054	0.00006	0.15561	0.00189	SH	SH
W44	-0.00028	0.00028	0.07990	0.00882	SH	SH
W46	-0.00025	0.00035	0.07276	0.01100	SH	SH
W47	-0.00035	0.00022	0.10061	0.00696	SH	SH
W48	-0.00011	0.00000	0.03061	0.00000	SH	SH
W49	-0.00036	0.00018	0.10235	0.00554	SH	SH
W50	-0.00010	0.00000	0.02837	0.00015	SH	SH
W51	-0.00234	0.00216	0.66755	0.06759	SH	SH
W53	-0.00124	0.00133	0.35327	0.04171	SH	SH
W54	-0.00093	0.00000	0.26643	0.00000	SH	SH
W55	-0.00051	0.00000	0.14561	0.00000	SH	SH
W56	-0.00058	0.00000	0.16439	0.00000	SH	SH
W57	-0.00054	0.00062	0.15361	0.01952	SH	SH
W58	-0.00047	0.00032	0.13389	0.01009	SH	SH
W59	-0.00040	0.00003	0.11477	0.00102	SH	SH
W60	-0.00102	0.00030	0.29051	0.00942	SH	SH
W62	-0.00027	0.00026	0.07765	0.00821	SH	SH
W64	-0.00089	0.00003	0.25510	0.00087	SH	SH
W65	-0.00025	0.00000	0.07071	0.00000	SH	SH
W66	-0.00011	0.00004	0.03102	0.00135	SH	SH
W67	-0.00026	0.00010	0.07296	0.00325	SH	SH
W68	-0.00070	0.00015	0.19867	0.00465	SH	SH
W70	-0.00066	0.00000	0.18990	0.00000	SH	SH
W71	-0.00043	0.00017	0.12265	0.00516	SH	SH
W72	-0.00024	0.00000	0.06786	0.00000	SH	SH
W73	-0.00050	0.00004	0.14245	0.00117	SH	SH
W75	-0.00081	0.00033	0.23071	0.01023	SH	SH
W76	-0.00062	0.00007	0.17776	0.00218	SH	SH
W77	-0.00043	0.00000	0.12163	0.00000	SH	SH
W79	-0.00050	0.00030	0.14173	0.00933	SH	SH
W80	-0.00042	0.00004	0.12092	0.00123	SH	SH
W81	-0.00023	0.00000	0.06602	0.00000	SH	SH
W82	-0.00041	0.00022	0.11796	0.00675	SH	SH
W88	-0.00027	0.00002	0.07714	0.00075	SH	SH
W89	-0.00064	0.00032	0.18184	0.00990	SH	SH
W90	-0.00034	0.00000	0.09571	0.00000	SH	SH
W91	-0.00072	0.00015	0.20622	0.00468	SH	SH

Çizelge A.29 : Bodrum kat perde elemanların hasar dağılımları.

Label	Beton kısalma ε_c- Compres.	Çelik Uzama ε_s- Tension	Beton-Hasar Oranı ($\varepsilon_c/\varepsilon_c^{GÖ}$)	Çelik-HasarOranı ($\varepsilon_s/\varepsilon_s^{GÖ}$)	Beton Hasar Bölgesi	Çelik Hasar Bölgesi
W10	-0.00031	0.00000	0.08790	0.00000	SH	SH
W13	-0.00037	0.00000	0.10619	0.00000	SH	SH
W28	-0.00053	0.00033	0.15019	0.01026	SH	SH
W39	-0.00077	0.00014	0.22105	0.00423	SH	SH
W40	-0.00053	0.00000	0.15200	0.00000	SH	SH
W41	-0.00065	0.00001	0.18686	0.00038	SH	SH
W44	-0.00058	0.00053	0.16505	0.01659	SH	SH
W46	-0.00074	0.00060	0.21276	0.01888	SH	SH
W47	-0.00006	0.00003	0.01829	0.00088	SH	SH
W48	-0.00031	0.00028	0.08781	0.00863	SH	SH
W49	-0.00008	0.00010	0.02371	0.00301	SH	SH
W50	-0.00041	0.00035	0.11705	0.01088	SH	SH
W51	-0.00030	0.00014	0.08686	0.00440	SH	SH
W53	-0.00048	0.00000	0.13600	0.00007	SH	SH
W54	-0.00018	0.00000	0.05048	0.00000	SH	SH
W55	-0.00048	0.00005	0.13752	0.00164	SH	SH
W56	-0.00079	0.00014	0.22610	0.00450	SH	SH
W57	-0.00030	0.00007	0.08619	0.00223	SH	SH
W58	-0.00044	0.00000	0.12695	0.00000	SH	SH
W59	-0.00063	0.00000	0.18057	0.00000	SH	SH
W60	-0.00265	0.00017	0.75733	0.00529	İH	SH
W62	-0.00056	0.00025	0.15971	0.00786	SH	SH
W64	-0.00238	0.00003	0.67962	0.00094	SH	SH
W65	-0.00204	0.00000	0.58143	0.00000	SH	SH
W66	-0.00022	0.00000	0.06343	0.00000	SH	SH
W67	-0.00039	0.00025	0.11124	0.00780	SH	SH
W68	-0.00104	0.00001	0.29657	0.00026	SH	SH
W70	-0.00062	0.00000	0.17686	0.00000	SH	SH
W71	-0.00061	0.00001	0.17295	0.00023	SH	SH
W72	-0.00029	0.00000	0.08305	0.00000	SH	SH
W73	-0.00047	0.00010	0.13381	0.00322	SH	SH
W75	-0.00019	0.00003	0.05429	0.00093	SH	SH
W76	-0.00033	0.00020	0.09362	0.00614	SH	SH
W77	-0.00023	0.00007	0.06467	0.00233	SH	SH
W79	-0.00067	0.00028	0.19095	0.00886	SH	SH
W80	-0.00038	0.00006	0.10943	0.00196	SH	SH
W81	-0.00029	0.00000	0.08210	0.00000	SH	SH
W82	-0.00060	0.00010	0.17229	0.00313	SH	SH
W88	-0.00036	0.00000	0.10276	0.00000	SH	SH
W89	-0.00104	0.00044	0.29733	0.01382	SH	SH
W90	-0.00049	0.00000	0.13933	0.00000	SH	SH
W91	-0.00100	0.00046	0.28657	0.01447	SH	SH

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Mustafa Emre TURAN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans :** 2018, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER: