

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE MEVCUT BİR
BETONARME YAPININ PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ
VE GÜÇLENDİRME TAHKİKLERİNİN YAPILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selçuk SOYDAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Necati MERT

Mart 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE MEVCUT BİR
BETONARME YAPININ PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ
VE GÜÇLENDİRME TAHKİKLERİNİN YAPILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selçuk SOYDAN

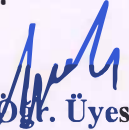
Enstitü Anabilim Dalı

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı

YAPI

Bu tez 27/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Dr. Öğr. Üyesi
Hüseyin KASAP
Jüri Başkanı


Dr. Öğr. Üyesi
Necati MERT
Üye


Dr. Öğr. Üyesi
Osman KIRTEL
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Selçuk SOYDAN

27.03.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Necati MERT'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca her zaman sevgi ve desteklerini yanımda hissettiğim, eğitimimde maddi ve manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak bana daima yol gösteren, yüksek lisans eğitimime başlamama vesile olan sevgili anne ve babama, kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ	xiv
ÖZET	xix
SUMMARY	xx
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Konu	1
1.2. Çalışmanın Amacı	2
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR TARAMASI	3
BÖLÜM 3.	
PERFORMANS KAVRAMI	10
3.1. Giriş	10
3.2. Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi	11
BÖLÜM 4.	
PERFORMANS TASARIM İLKELERİ VE DEĞERLENDİRME	12
4.1. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri	12
4.1.1. Kesit hasar sınırları	12

4.1.2. Kesit hasar bölgeleri.....	12
4.2. Betonarme Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi	13
4.2.1. Hemen kullanım performans düzeyi	13
4.2.2. Can güvenliği performans düzeyi	14
4.2.3. Göçme öncesi performans düzeyi	14
4.2.4. Göçme durumu.....	15
4.3. Hedeflenen Performans Düzeyleri	15

BÖLÜM 5.

MEVCUT BİR YAPININ DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ.....

5.1. Giriş.....	17
5.2. Bina Bilgileri	18
5.3. Güçlendirilmemiş Yapının İlk Durumu	21
5.3.1. Hesap yöntemi.....	22
5.3.2. Yük analizi	22
5.3.3. Modal periyot ve frekanslar	28
5.3.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü	29
5.3.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi	29
5.3.6. Kolonların performans değerlendirmesi	31
5.3.7. Göreli kat ötelemeleri.....	35
5.3.8. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	36
5.3.9. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)	38
5.3.10. Yapı performansının belirlenmesi	39
5.4. Mevcut Güçlendirilmiş Yapının Durumu	44
5.4.1. Hesap yöntemi.....	45
5.4.2. Yük analizi	46
5.4.3. Modal periyot ve frekanslar	52
5.4.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü	53
5.4.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi	53
5.4.6. Kolonların performans değerlendirmesi	55

5.4.7. Perdelerin performans değerlendirmesi	58
5.4.8. Göreli kat telemeleri.....	61
5.4.9. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	62
5.4.10. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)	62
5.4.11. Yapı performansının belirlenmesi.....	64
5.5. Farklı Güçlendirme nerileri	
[DBYBHY'e (2007) Göre Güçlendirme nerileri]	70
5.5.1. Birinci güçlendirme nerisi.....	76
5.5.1.1 Hesap yöntemi.....	76
5.5.1.2. Yük analizi.....	77
5.5.1.3. Modal periyot ve frekanslar	83
5.5.1.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü.....	84
5.5.1.5. Göreli kat telemeleri.....	84
5.5.1.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	85
5.5.1.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat).....	86
5.5.1.8. Yapı performansının belirlenmesi.....	87
5.5.2. İkinci güçlendirme nerisi.....	92
5.5.2.1 Hesap yöntemi	92
5.5.2.2. Yük analizi.....	93
5.5.2.3. Modal periyot ve frekanslar	99
5.5.2.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü.....	100
5.5.2.5. Göreli kat telemeleri.....	100
5.5.2.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	101
5.5.2.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat).....	102
5.5.2.8. Yapı performansının belirlenmesi.....	103
5.5.3. çnc güçlendirme nerisi	108
5.5.3.1 Hesap yöntemi.....	108
5.5.3.2. Yük analizi.....	108
5.5.3.3. Modal periyot ve frekanslar	115

5.5.3.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü.....	116
5.5.3.5. Göreli kat ötelemeleri	117
5.5.3.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	117
5.5.3.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat).....	118
5.5.3.8. Yapı performansının belirlenmesi.....	119
5.5.4. Dördüncü güçlendirme önerisi	124
5.5.4.1 Hesap yöntemi	124
5.5.4.2. Yük analizi.....	124
5.5.4.3. Modal periyot ve frekanslar	131
5.5.4.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü.....	132
5.5.4.5. Göreli kat ötelemeleri	133
5.5.4.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	133
5.5.4.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat).....	134
5.5.4.8. Yapı performansının belirlenmesi.....	135
5.5.5. Beşinci güçlendirme önerisi (Optimum Güçlendirme Önerisi)	140
5.5.5.1 Hesap yöntemi	140
5.5.5.2. Yük analizi.....	140
5.5.5.3. Modal periyot ve frekanslar	147
5.5.5.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü.....	148
5.5.5.5. Kirişlerin performans değerlendirilmesi.....	148
5.5.5.6. Kolonların performans değerlendirilmesi.....	149
5.5.5.7. Perdelerin performans değerlendirilmesi.....	152
5.5.5.8. Göreli kat ötelemeleri	155
5.5.5.9. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	156
5.5.5.10. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat).....	156
5.5.5.11. Yapı performansının belirlenmesi.....	157
5.5.6. Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırması	162

5.6. Statik ve Dinamik Analiz Önerisi [DBYBHY (2007)'e Göre Yeni Statik ve Dinamik Analiz Önerisi]	165
5.6.1. Hesap yöntemi.....	166
5.6.2. Yük analizi	166
5.6.3. Modal periyot ve frekanslar	172
5.6.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü	173
5.6.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi	173
5.6.6. Kolonların performans değerlendirmesi	174
5.6.7. Göreli kat ötelemeleri.....	177
5.6.8. A1 Burulma düzensizliği kontrolü	178
5.6.9. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)	179
5.6.10. Yapı performansının belirlenmesi	180
 BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	183
 KAYNAKLAR.....	192
EKLER.....	195
ÖZGEÇMİŞ	215

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_c	: Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
b_w	: Kirişin gövde genişliği
CG	: Can güvenliği performans düzeyi
d	: Faydalı yükseklik ($h-d'$)
DBYBHY	: Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik (2007)
d_{fi}	: Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_i	: Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
f_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton dayanımı
f_{ctk}	: Betonun karakteristik çekme dayanımı
f_{yd}	: Donatı tasarım dayanımı
f_{yk}	: Donatı karakteristik akma dayanımı
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i 'inci kata etkileyen fiktif yük
F_i	: i 'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yükü
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
GÇ	: Göçme sınırı
g_i	: Binanın i 'inci katındaki toplam sabit yük
GÖ	: Göçme öncesi performans düzeyi
GV	: Güvenlik sınırı

H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
HK	: Hemen kullanım performans düzeyi
H_w	: Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
ℓ_w	: Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
M_A	: Artık moment kapasitesi
M_E	: Kesit momenti
M_n	: n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
MN	: Minimum hasar sınırı
M_{xn}	: Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{yn}	: Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
$m_{\theta i}$	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r	: Etki/kapasite oranı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme [m/s^2]
$S_{aR}(T_r)$	: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]

T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları [s]
V_e	: Enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_i	: Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_r	: Kesme dayanımı
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_i	: Binanın i 'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
Y	: Mod birleştirme yöntemi'nde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
Δ_i	: Binanın i 'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i 'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	: Binanın i 'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$	: Binanın i 'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
η_{bi}	: i 'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: i 'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: i 'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
λ	: Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı
ρ	: Çekme donatısı oranı
ρ_b	: Dengeli donatı oranı
ρ'	: Basınç (veya montaj) donatısı oranı
Φ_{xin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n 'inci mod şeklinin i 'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
Φ_{yin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n 'inci mod şeklinin i 'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
$\Phi_{\theta in}$	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n 'inci mod şeklinin i 'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni

σ_{em} : Emniyet gerilmesi

θ_i : i'inci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Kesit hasar bölgeleri	13
Şekil 5.1. Mevcut yapı zemin kat mimari planı	19
Şekil 5.2. Mevcut yapı normal katlar mimari planı	20
Şekil 5.3. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu zemin kat kalıp planı	23
Şekil 5.4. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 1.Normal kat kalıp planı.....	24
Şekil 5.5. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 2.Normal kat kalıp planı.....	25
Şekil 5.6. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 3.Normal kat kalıp planı.....	26
Şekil 5.7. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 3 boyutlu görünüş.....	27
Şekil 5.8. Çatlamış kesit ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirme.....	36
Şekil 5.9. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu zemin kat kalıp planı	47
Şekil 5.10. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 1.Normal kat kalıp planı....	48
Şekil 5.11. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 2.Normal kat kalıp planı....	49
Şekil 5.12. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 3.Normal kat kalıp planı....	50
Şekil 5.13. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 3 boyutlu görünüş.....	51
Şekil 5.14 Birinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	72
Şekil 5.15 İkinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı.....	72
Şekil 5.16 Üçüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	72
Şekil 5.17 Dördüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	72
Şekil 5.18 Beşinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	72
Şekil 5.19 Birinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	73
Şekil 5.20 İkinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	73
Şekil 5.21 Üçüncü güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	73
Şekil 5.22 Dördüncü güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	73
Şekil 5.23 Beşinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı.....	73
Şekil 5.24 Birinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	74
Şekil 5.25 İkinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	74

Şekil 5.26 Üçüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	74
Şekil 5.27 Dördüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	74
Şekil 5.28 Beşinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı.....	74
Şekil 5.29 Birinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	75
Şekil 5.30 İkinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	75
Şekil 5.31 Üçüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	75
Şekil 5.32 Dördüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	75
Şekil 5.33 Beşinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı.....	75
Şekil 5.34. Birinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	78
Şekil 5.35. Birinci güçlendirme önerisi 1. Normal kat kalıp planı	79
Şekil 5.36. Birinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	80
Şekil 5.37. Birinci güçlendirme önerisi 3. Normal kat kalıp planı	81
Şekil 5.38. Birinci güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş	82
Şekil 5.39. İkinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı.....	94
Şekil 5.40. İkinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	95
Şekil 5.41. İkinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	96
Şekil 5.42. İkinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	97
Şekil 5.43. İkinci güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş	98
Şekil 5.44. Üçüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı.....	110
Şekil 5.45. Üçüncü güçlendirme önerisi 1. Normal kat kalıp planı	111
Şekil 5.46. Üçüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	112
Şekil 5.47. Üçüncü güçlendirme önerisi 3. Normal kat kalıp planı	113
Şekil 5.48. Üçüncü güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş	114
Şekil 5.49. Dördüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı	126
Şekil 5.50. Dördüncü güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	127
Şekil 5.51. Dördüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	128
Şekil 5.52. Dördüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	129
Şekil 5.53. Dördüncü güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş	130
Şekil 5.54. Optimum güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı.....	142
Şekil 5.55. Optimum güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı	143
Şekil 5.56. Optimum güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı	144
Şekil 5.57. Optimum güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı	145

Şekil 5.58. Optimum güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş	146
Şekil 5.59. Statik ve dinamik analiz önerisi zemin kat kalıp planı	167
Şekil 5.60. Statik ve dinamik analiz önerisi 1.Normal kat kalıp planı.....	168
Şekil 5.61. Statik ve dinamik analiz önerisi 2.Normal kat kalıp planı.....	169
Şekil 5.62. Statik ve dinamik analiz önerisi 3.Normal kat kalıp planı.....	170
Şekil 5.63. Statik ve dinamik analiz önerisi 3 boyutlu görünüş.....	171
Şekil 6.1. Yapı ağırlıklarının karşılaştırılması	185
Şekil 6.2. X Yönü kat kuvvetlerinin karşılaştırılması	186
Şekil 6.3. Y Yönü kat kuvvetlerinin karşılaştırılması	187
Şekil 6.4. İlk üç hakim periyotların karşılaştırılması	188
Şekil 6.5. X Yönü kat deplasman karşılaştırmaları	189
Şekil 6.6. Y Yönü kat deplasman karşılaştırmaları	190

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	16
Tablo 5.1. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu genel özellikleri	21
Tablo 5.2. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kat ağırlıkları	28
Tablo 5.3. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kat kuvvetleri	28
Tablo 5.4. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu modal periyot ve frekanslar	28
Tablo 5.5. Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (rs).....	30
Tablo 5.6. Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (rs).....	32
Tablo 5.7. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu enterpolasyon ile elde edilmiş S301 kolonu hasar sınır değerleri.....	34
Tablo 5.8. Göreli kat ötelemesi sınırları.....	34
Tablo 5.9. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu göreli kat ötelemeleri.....	36
Tablo 5.10. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X yönü burulma düzensizliği kontrolü.....	37
Tablo 5.11. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y yönü burulma düzensizliği kontrolü.....	37
Tablo 5.12. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	38
Tablo 5.13. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	39
Tablo 5.14. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu hasar tablosu	40
Tablo 5.15. Mevcut güçlendirilmiş yapı genel özellikleri.....	44
Tablo 5.16. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu kat ağırlıkları	52

Tablo 5.17. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu kat kuvvetleri.....	52
Tablo 5.18. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu modal periyot ve frekanslar.....	53
Tablo 5.19. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu enterpolasyon ile elde edilmiş S301 kolonu hasar sınır değerleri.....	57
Tablo 5.20. Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (rs).....	58
Tablo 5.21. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu görelî kat ötelemeleri.....	61
Tablo 5.22. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu X yönü burulma düzensizliğı kontrolü.....	62
Tablo 5.23. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu Y yönü burulma düzensizliğı kontrolü.....	62
Tablo 5.24. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	63
Tablo 5.25. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	63
Tablo 5.26. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu hasar tablosu.....	65
Tablo 5.27. Farklı güçlendirme önerilerinde kullanılan yapının genel özellikleri	70
Tablo 5.28. Birinci güçlendirme önerisi kat ağırlıkları	83
Tablo 5.29. Birinci güçlendirme önerisi kat kuvvetleri.....	83
Tablo 5.30. Birinci güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar.....	84
Tablo 5.31. Birinci güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri	85
Tablo 5.32. Birinci güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliğı kontrolü	86
Tablo 5.33. Birinci güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliğı kontrolü	86
Tablo 5.34. Birinci güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	87
Tablo 5.35. Birinci güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	87
Tablo 5.36. Birinci güçlendirme önerisi yapı hasar durumu.....	88

Tablo 5.37. Güçlendirme önerisi kat ağırlıkları	99
Tablo 5.38. Güçlendirme önerisi kat kuvvetleri	99
Tablo 5.39. İkinci güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar	99
Tablo 5.40. İkinci güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri	101
Tablo 5.41. İkinci güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü	101
Tablo 5.42. İkinci güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü	101
Tablo 5.43. İkinci güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	102
Tablo 5.44. İkinci güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	102
Tablo 5.45. İkinci güçlendirme önerisi yapı hasar durumu.....	104
Tablo 5.46. Üçüncü güçlendirme önerisi kat ağırlıkları.....	115
Tablo 5.47. Üçüncü güçlendirme önerisi kat kuvvetleri	115
Tablo 5.48. Üçüncü güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar	116
Tablo 5.49. Üçüncü güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri	117
Tablo 5.50. Üçüncü güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü	118
Tablo 5.51. Üçüncü güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü	118
Tablo 5.52. Üçüncü güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	119
Tablo 5.53. Üçüncü güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	119
Tablo 5.54. Üçüncü güçlendirme önerisi yapı hasar durumu.....	120
Tablo 5.55. Dördüncü güçlendirme önerisi kat ağırlıkları	131
Tablo 5.56. Dördüncü güçlendirme önerisi kat kuvvetleri.....	131
Tablo 5.57. Dördüncü güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar.....	132
Tablo 5.58. Dördüncü güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri.....	133
Tablo 5.59. Dördüncü güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü	134

Tablo 5.60. Dördüncü güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü	134
Tablo 5.61. Dördüncü güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	134
Tablo 5.62. Dördüncü güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	135
Tablo 5.63. Dördüncü güçlendirme önerisi yapı hasar durumu	136
Tablo 5.64. Optimum güçlendirme önerisi kat ağırlıkları	147
Tablo 5.65. Optimum güçlendirme önerisi kat kuvvetleri	147
Tablo 5.66. Optimum güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar	147
Tablo 5.67. Optimum güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri	155
Tablo 5.68. Optimum güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü	156
Tablo 5.69. Optimum güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü	156
Tablo 5.70. Optimum güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	157
Tablo 5.71. Optimum güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	157
Tablo 5.72. Optimum güçlendirme önerisi yapı hasar durumu	158
Tablo 5.73. Statik ve dinamik analiz önerisi yapı genel özellikleri	165
Tablo 5.74. Statik ve dinamik analiz önerisi kat ağırlıkları	172
Tablo 5.75. Statik ve dinamik analiz önerisi kat kuvvetleri	172
Tablo 5.76. Statik ve dinamik analiz önerisi modal periyot ve frekanslar	172
Tablo 5.77. Statik ve dinamik analiz önerisi görelî kat ötelemeleri	178
Tablo 5.78. Statik ve dinamik analiz önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü	178
Tablo 5.79. Statik ve dinamik analiz önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü	179
Tablo 5.80. Statik ve dinamik analiz önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	179

Tablo 5.81. Statik ve dinamik analiz önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	179
Tablo 5.82. Statik ve dinamik analiz önerisi yapı hasar tablosu	180



ÖZET

Anahtar kelimeler: Performans analizi, doğrusal performans analizi, güçlendirme

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, 2007 Deprem yönetmeliğinden önce inşa edilmiş ve güçlendirme uygulaması yapılmış bir yapının performans analizlerinin yapılması, analizlerden elde edilen sonuçların 2007 Deprem yönetmeliği kriterlerini karşılayıp karşılamadığının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda Kocaeli ilinde bulunan dört katlı mevcut bir konut binası incelenmiştir. 1987 yılında inşa edilip 2000 yılında güçlendirilen çerçeve sisteme sahip konut binası, ideCAD Statik 8.62 programı yardımı ile modellenip doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, güçlendirilmemiş yapının ilk durumu ve mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 2007 Deprem Yönetmeliği Bölüm 7’de konutlar için öngörülen (50 yılda aşılma olasılığı %10 olan şiddetli depremler için) can güvenliği performans hedefini karşılamadığı görülmüştür. Çalışma binanın güçlendirilmediği varsayımına göre hazırlanan 2007 Deprem yönetmeliği kriterlerine uygun yeni bir güçlendirme önerisi ile sürdürülmüştür. Bu öneride binanın ilk haline (güçlendirilmemiş durum) perde ve kolon mantoları ilave edilmiş, doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılarak yapının performans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda yapının konutlar için öngörülen deprem performans hedefini sağladığı görülmüş ve yapılan güçlendirmenin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapının oturum alanı ve mevcut mimari projesine bağlı kalınarak, 2007 Deprem yönetmeliğine uygun yeni bir statik dizayn yapılmış ve öneri olarak sunulmuştur. Bu öneride ise kolon ve kiriş boyutları 2007 Deprem yönetmeliğine uygun hale getirilmiş, donatı çap ve oranları düzenlenmiştir. Öneri olarak hazırlanan yeni statik dizaynın doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılarak yapılan analizi sonucunda konutlar için öngörülen deprem performans hedefini sağladığı görülmüştür.

Altı bölümden oluşan yüksek lisans tezinde konu hakkında bilgilerden ve çalışma amacından bahsedilmiş, konu hakkında yapılan diğer araştırmalara değinilmiş, performans kavramı, performans tasarım ilkeleri, performans analiz sonuçlarının değerlendirilmesi gibi konular hakkında bilgiler sunulmuştur. Bununla birlikte tez içerisinde, hazırlanan statik hesap modellerine ait sayısal bilgilere yer verilmiş, elde edilen sonuçlar değerlendirilip yorumlanmıştır.

PERFORMANCE EVALUATION AND STRENGTHENING OF A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE BY LINEAR ANALYSIS METHOD

SUMMARY

Keywords: Performance analysis, linear performance analysis, strengthening

In this study which prepared as a master's thesis, it was aimed that performance analysis of a building which was constructed and strengthened before the 2007 earthquake regulation and to determine whether the results obtained from the analyzes satisfy the 2007 earthquake regulation criteria. According to this, a four-story building in the province of Kocaeli was investigated. The building with frame system, which was built in 1987 and has reinforced in 2000, was modeled with the help of ideCAD Static 8.62 program and analyzed using linear elastic calculation method. As a result of the analysis, it is seen that the first building (unreinforced) and the reinforced structure do not satisfy the life safety performance target for housing in the 2007 earthquake regulation section seven (severe earthquakes having probability of exceeding 10% in fifty years). The study was continued with a new strengthening proposal in accordance with the 2007 earthquake regulation criteria, based on the assumption that the building was not strengthened. In this proposal, the curtain and column mantles of the building were added to the building and the performance analysis of the structure was made by using the linear elastic calculation method. As a result of the analysis, it is seen that the structure provides the earthquake performance target for the houses and it is concluded that the strengthening is sufficient.

In this master's thesis composed of six parts, informations about the subject, the purpose of the study and other research on the subject have been mentioned, the information is presented on issues such as the concept of performance, linear elastic calculation methods, performance design principles, evaluation of performance analysis results.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Konu

Ülkemiz aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bununla beraber coğrafi konumu açısından üç aktif fay hattının (KAF, DAF, BAF) olduğu bir bölgededir. AFAD verilerine göre Ülkemizin yüz ölçümünün yaklaşık % 42'si birinci derece deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır.

Bunların sonucu olarak yakın tarihler içerisinde yaşanmış olan depremler büyük can ve mal kaybı ile sonuçlanmıştır. Yaşanan depremler ve sonuçları ülkemizdeki yapıların deprem riskinin fazla olmasına rağmen yeterli güvenilirlikte olmadığını açıkça ortaya koymuştur. Bu olumsuz durumlarda yapılan yapıların büyük bir kısmının ilgili tarihteki yönetmeliklere uygun olarak yapılmaması, geçmiş yönetmeliklerdeki eksiklikler ve yeterli kontrollerin sağlanamaması önemli rol oynamaktadır.

17 Ağustos 1999 tarihli depremde yaşanan büyük can ve mal kayıpları bunların bir sonucu olmuş ve gerek yönetmeliklerde gerek ise uygulamada değişikliklere gidilmesi zorunlu olmuştur.

Bu ölçüde hazırlanıp 2007 yılında yürürlüğe sunulan DBYBHY içerisinde eski yönetmeliklere göre büyük değişikliklere gidilmiş ve performans kavramı ilk defa yönetmelik olarak hayatımıza girmiştir.

Deprem performansı, tanımlanan deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasar düzeyine ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumu olarak tanımlanabilir (Şahin, 2014).

Günümüzde, geçmişte yapılmış olan yapıların büyük bir çoğunluğunun yeni yönetmelikteki şartları karşılamadığı bilinmektedir. Bu sebeple ülkemizdeki yapılar için performans analizi ve güçlendirme son derece önem taşımaktadır.

2007 yılında yürürlüğe giren DBYBHY Bölüm 7 (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi) deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek bina ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kurallarını, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeleri ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkelerini içermektedir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, DBYBHY'ten (2007) önce projelendirilip, inşa edilmiş ve 1999 Marmara Depremi sonrasında orta hasarlı olarak değerlendirildiği için güçlendirme uygulaması yapılmış mevcut bir betonarme konut yapısının, ilk halinin (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) ve mevcut güçlendirilmiş halinin DBYBHY'te (2007) yer alan doğrusal elastik hesap yöntemine (mod birleştirme yöntemi) göre performansının belirlenmesidir. Ayrıca belirlenen performanslar ile DBYBHY (2007) kriterlerine uygun olarak hazırlanan yeni güçlendirme önerisinin performans karşılaştırmalarının yapılmasıdır.

Bununla birlikte mevcut yapının oturum alanına ve mevcut mimari projesine bağlı kalınarak DBYBHY (2007) kriterlerine uygun yeni bir statik dizayn oluşturulması ve bu dizayn performansının diğer performanslar ile karşılaştırmalarının yapılmasıdır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Uygun ve Celep (2007) tarafından hazırlanan çalışmada performans analizinde kullanılan hesap yöntemlerinden bahsedilmiş ve bu hesap yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada süneklilik düzeyi yüksek kiriş ve kolonlardan oluşan beş katlı, çerçeve sistemli bir yapı incelenmiştir. Çalışma sonucunda ‘doğrusal olan yöntemin daha tutucu sonuçlar verdiği, uygulama bakımından çözümlemesinin daha basit olduğu, doğrusal olmayan yöntemin daha elverişli ve doğrusal yöntemle paralel sonuçlar verdiği, buna karşılık doğrusal olmayan dinamik yöntem sonuçlarının diğer iki yöntemin sonuçlarından uzak olduğu’ gözlemlerine varılmıştır.

Demir ve ark., (2013) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut betonarme binaların doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile incelenmesi üzerine bir değerlendirmede bulunulmuştur. Hesap yöntemlerinin kıyaslanması çalışmasında toplam yüksekliği 25m’den az, toplam kat adedi 8’i aşmayan, burulma düzensizlik katsayısı $\eta_{bi} < 1,4$ olan 10 adet farklı illerdeki yapı incelenmiş, Sap2000 programı yardımı ile performans analizleri yapılmıştır. Sap2000 programından elde edilen sonuçlar kendileri tarafından hazırlanan programlar yardımı ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda her iki yönteminde birbirinden farklı sonuçlar verdiği görülmüş, incelenen örnek bir binada doğrusal elastik hesap yöntemi sonucuna göre binanın depreme karşı güvenli olmadığı ancak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi sonucuna göre binanın depreme karşı güvenli olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Uçar ve Merter (2012) tarafından hazırlanan çalışmada doğrusal elastik hesap yönteminden bahsedilmiştir. Yapılan çalışmada 5, 8 ve 10 katlı, yüksek süneklilik düzeyine sahip yapılar Sap2000 programı yardımı ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında doğrusal elastik hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü, mod

birleştirme ve zaman tanım alanında hesap yöntemlerinden bahsedilmiş, hesap yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın sayısal uygulamalar kısmında, eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemlerinde kullanılan spektrumlar gerçek deprem kayıtlarından üretilmiş ve zaman tanım alanında hesap yönteminde de aynı depremlere ait ivme kayıtları kullanılmıştır. Sap2000 programı sonucunda elde edilen somut sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Gökalp ve Bağcı (2009) tarafından hazırlanan çalışmada mod birleştirme yöntemi ile yapı güvenliğinin belirlenmesi konusu incelenmiştir. Çalışmada performans kavramı ve mod birleştirme yöntemi ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiş örnekler ile konunun detaylı irdelenmesi yapılmıştır. Örnek olarak A2 düzensizliği bulunan (döşeme süreksizliği), 3 katlı betonarme bir öğrenci yurdu binası incelenmiş, yapı üzerinde mod birleştirme yöntemi uygulanarak hedef performansı elde edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizler neticesinde katlara gelen deprem kuvvetlerinin kat seviyeleri ile doğru orantılı, kolon ve kirişler için elde edilen r ‘etki/kapasite’ değerlerinin ise kat seviyeleri ile ters orantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan performans değerlendirmesinde bina performansının göçme öncesi ‘GÖ’ performans düzeyinde olduğu ve hedeflenen hemen kullanım ‘HK’ performans düzeyinde olmadığı görülmüştür.

Taşan (2012) tarafından hazırlanan çalışmada birbirinden farklı özellikteki yapıların SAP2000 programı kullanılarak mod birleştirme yöntemi ile analizi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada incelenen yapılar üzerinde 1998 yılı Türk Deprem Yönetmeliği ve 2007 yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin öngördüğü şekilde düzensizlik ve deprem kontrolleri yapılarak iki yönetmelik arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmada yönetmelikler hakkında bilgiler verilmiş, yönetmelikte yer alan hesap yöntemleri teorik olarak anlatılmıştır. Bununla beraber çalışmanın 5. bölümünde örneklerle yer verilmiş, örneklerle ilgili sayısal incelemeler yapılmış ve incelemelerden elde edilen değerler paylaşılmıştır. Son bölümde ise incelenen 4 farklı yapı ile ilgili elde edilen sonuçlara yer verilmiş ve sonuçlar iki yönetmeliğin birbirleri ile kıyaslanmasıyla yorumlanmıştır.

İşsever (2012) tarafından hazırlanan çalışmada ETABS programı yardımı ile 15 katlı bir yapı modellenmiş olup yapı 4 farklı deprem bölgesi ve 4 farklı zemin sınıfı için eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılmış ve iki yöntem arasında kıyaslama yapılmıştır. Çalışma içerisinde konu ile ilgili bilgilere yer verilmiş, hesap yöntemleri ile ilgili teorik bilgiler sunulmuştur. Ayrıca çalışma içerisinde sayısal incelemelerden elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır. Yapılan çalışmada eşdeğer deprem yükü yöntemi ile elde edilen sonuçların mod birleştirme yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre her deprem bölgesi ve zemin sınıfı için daha büyük olduğu, bu farkın deprem bölgesinin 1. Derece deprem bölgesinden 4. Derece deprem bölgesine giderken azaldığı, zemin sınıfındaki değişimin deprem bölgesindeki değişim kadar kritik olmadığı sonuçlarına varılmıştır. Bununla beraber elde edilen sonuçlara göre 1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde mod birleştirme yöntemi ile hesap yapılmasının yapı maliyeti açısından önemli olduğu görüşüne varılmıştır.

Sayar (2013) tarafından hazırlanan çalışmada dört farklı bina eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi kullanılarak incelenmiş, elde edilen deprem analiz sonuçlarından taban kesme kuvveti değerleri ve görelî kat öteleme parametreleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ana amacı taban kesme kuvveti sonuçlarına ve görelî kat öteleme değerlerine göre iki yöntemin yakınsaklığının belirlenmesi ve hesap yönteminin seçilmesinde burulma düzensizliği ve bina yüksekliği değişkenlerinden hangi ölçüde etkilenildiğinin belirlenmesi olarak ifade edilmiştir. Çalışmada yöntemlerle ilgili teorik bilgilere yer verilmiş, bina yapısal analiz kısımlarında sayısal incelemelerden bahsedilmiştir. Ayrıca taban kesme kuvveti ile ilgili, eşdeğer deprem yükü yönteminin mod birleştirme yöntemine göre burulma düzensizliği ve toplam bina yüksekliğinden bağımsız olarak taban kesme kuvveti açısından daha büyük sonuçlar verdiği, her dört binanın sonuçları taban kesme kuvveti açısından incelendiğinde yapılara ait E/M oranının burulmadan bağımsız olduğu ve anlamlı ölçüde etkilenmediği, bina yüksekliği eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanabilirlik üst sınırlarına yaklaştıkça anlamlı ölçüde arttığı, yapının rijitliği ile doğru orantılı bir seyir izleyerek rijitlik arttığında büyüdüğü sonuçlarına varılmıştır. Görelî kat ötelemeleri ile ilgili olarak, eşdeğer deprem yükü

yönteminin mod birleştirme yöntemine göre burulma düzensizliği ve toplam bina yüksekliğinden bağımsız olarak görelî kat ötelemeleri açısından daha büyük sonuçlar verdiği, her dört binanın sonuçları görelî kat ötelemeleri açısından incelendiğinde yapılara ait E/M oranının bina yüksekliği, burulmanın varlığı ve rijitlikteki değişimden anlamlı ölçüde etkilendiği ve bu değişkenlerle doğru orantılı bir seyir izlediği sonuçlarına varılmıştır.

Turan (2012) tarafından hazırlanan çalışmada 1.Deprem bölgesinde yer alan on iki katlı perde ve çerçeve sistemli betonarme bir yapı DBYBHY (2007) kriterlerine uygun olarak tasarlanmıştır. Ardından tasarlanan yapıya deprem hesap yükü yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi uygulanmıştır. İki hesap yönteminden de elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve normal kuvvetlerin her iki yöntemde de birbirine çok yakın değerlerde olduğu ancak eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerinin hem perdeler hem de kolonlarda eşdeğer deprem yükü yönteminde daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda her iki yönteme göre incelenen yapıda, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile elde edilen iç kuvvetlerin daha büyük mertebelerde bulunduğu görülmüş ve eşdeğer deprem yükü yönteminin mod birleştirme yöntemine göre daha güvenli tarafta kaldığı sonucuna varılmıştır. Eşdeğer deprem yükü yönteminin hesap adımları gereği kat kesme kuvvetinin daha büyük alınması nedeni ile bu sonucun doğal olduğu ve bu durumda mod birleştirme yöntemine göre elde edilen sonuçların özellikle maliyet aşamasında daha ekonomik olduğu görüşüne varılmıştır.

Arısoy ve Arel (2010) tarafından hazırlanan çalışmada yapısal özellikleri farklı betonarme binaların performansa dayalı analizi incelenmiştir. Çalışmada biri sadece çerçevelerden oluşan, diğeri perde ve çerçevelerden oluşan iki farklı sekiz katlı binanın performans analizleri yapılmıştır. Performans analizlerinde doğrusal ve doğrusal olmayan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemleri kullanılmış ve Sap2000 programı yardımı ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda incelenen sistemler için, doğrusal olmayan artımsal eşdeğer deprem yükü ve doğrusal elastik hesap yöntemi ile elde edilen yapı performansının aynı seviyede olduğu belirtilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Kıran (2010) tarafından hazırlanan çalışmada binaların performans analizi için kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri incelenmiştir. Çalışma için ilk olarak düzensiz bir aks sistemine sahip, taşıyıcı sistemi perde ve çerçevelerden oluşan 8 katlı bir bina tasarlanmış ve mevcut bir bina gibi kabul edilmiştir. Bu tasarımda DBYBHY'in (2007) tasarım ilkeleri ile performans değerlendirme kriterlerinin uyumu kontrol edilmiştir. İkinci olarak sadece çerçevelerden oluşan 2 katlı betonarme bir yapı ele alınıp, Sap2000 programı kullanılarak elde edilen doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri sonuçları karşılaştırılmıştır.

Yılmaz (2008) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut bir betonarme yapının performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmada altı katlı mevcut bir konut binasının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, itme analizi ile performans analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda binanın X ve Y yönü analiz sonuçlarının göçme durumu performansına sahip olduğu görülmüştür. Çalışmanın devamında göçme durumunda olan mevcut bina güçlendirilip tekrardan performans analizi yapılmıştır. Güçlendirme sonucunda yapılan analizde binanın her iki yönü için analiz sonuçlarının can güvenliği performansına sahip olduğu görülmüştür.

Karakaya (2013) tarafından hazırlanan çalışmada ikiden sekiz kata kadar aynı kat planına sahip yedi farklı yapı tasarlanmış, bu modeller mevcut yapı kabul edilmiş ve doğrusal olmayan yöntemlerle performans değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan analiz çalışması sonucunda elde edilen sonuçlar sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Dedeoğlu (2014) tarafından hazırlanan çalışmada ilk olarak üç katlı mevcut bir okul binasının doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılarak deprem performansı belirlenmiştir. Deprem performansının yetersiz olduğu görülen mevcut bina güçlendirilmiş ve beş katlı olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan ve güçlendirilen yeni yapının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi kullanılarak deprem performansı incelenmiş ve bina DBYBHY (2007) kriterlerine uygun hale getirilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda elde edilen veriler sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Şahin (2014) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut beş katlı betonarme bir yapının doğrusal elastik olmayan yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem performansı belirlenmiştir. Çalışmada Sap2000 programı kullanılmış, programdan elde edilen değerler ayrıntılı olarak incelenmiş ve sonuç kısmında yorumlanmıştır. Hazırlanan çalışmada ele alınan yapının binalar için öngörülen minimum performans hedefi olan can güvenliği performans hedefini sağladığı görülmüştür.

Murat (2013) tarafından hazırlanan çalışmada mevcut iki katlı betonarme perde ve çerçeve sistemli bir okul binası performans analizi ele alınmıştır. İlk olarak mevcut yapının Sta4Cad v13.1 programı yardımı ile matematiksel modeli oluşturulmuş, doğrusal elastik hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans düzeyi belirlemiştir. Yapılan çalışmalar sonucu mevcut yapının can güvenliği performansını karşıladığı ancak hemen kullanım performansını karşılamadığı görülmüştür. Bu duruma karşılık olarak güçlendirme önerisi hazırlanmış, hazırlanan güçlendirme önerisinin hesaplama sonuçları paylaşılmıştır. Güçlendirme önerisi sonrası bina performansı hemen kullanım performansını karşılayacak hale getirilmiş, çalışma sonunda elde edilen veriler sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Kavşut (2012) tarafından hazırlanan çalışmada Gaziantep sınırları içerisinde yer alan çeşitli amaçlarla kullanılan 3 adet binanın (Okul, emniyet müdürlüğü, lojman) performans düzeyleri belirlenmiş ve bu performans düzeylerine göre yeni güçlendirme önerileri sunulmuştur. Çalışma kapsamında konu ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiş, incelenen yapılarla ilgili sayısal veriler sunulmuş, yapıların görselleri ve güçlendirme yöntemleri ile ilgili görseller sunulmuştur. Yapıların analizlerinde Probina Orion V.13 paket programından yararlanılmış ve doğrusal elastik hesap yöntemleri kullanılmıştır. Güçlendirme önerileri sonunda binaların deprem etkileri altında sağlıklı bir deprem davranışına ve yeterli bir deprem güvenliğine kavuşacağı belirtilmiş olup emniyet müdürlüğü için hazırlanan güçlendirme önerisinin yüksek maliyet getireceği bildirilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda elde edilen veriler sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

Duman (2011) tarafından hazırlanan çalışmada yeni yapı olarak tasarlanmış farklı burulma düzensizlikleri ve planda giriş süreksizlikleri içeren çerçeveli betonarme binaların deprem performansları doğrusal elastik hesap yöntemi (eşdeğer deprem yükü yöntemi) ile belirlenmiştir. Elde edilen analiz sonuçları doğrusal elastik olmayan yöntemlerden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında 4 farklı bina incelenmiş olup binalarla ilgili sayısal veriler ve analiz sonuçları sunulmuştur. Son bölümde farklı analiz yöntemleri ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Yılmaz (2014) tarafından hazırlanan çalışmada 1975 Deprem Yönetmeliğine göre projelendirilmiş 6 katlı mevcut betonarme bir konut binası SAP2000v14.2 paket programı yardımı ile modellenmiş, doğrusal elastik yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi ve zaman tanım alanında dinamik hesap yöntemi kullanılarak analizleri yapılmış ve deprem etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmada DBYBHY’te (2007) belirtilen performans değerlendirme kriterlerinin bu yapıda ne derece sağlandığı, iki değişik beton dayanımı için kontrol edilmiştir (C8 ve C20). Yapılan analizler sonucunda binanın her iki yöntemde de göçme durumunda olmasından dolayı hedeflenen performans seviyesi (can güvenliği) karşılanamamıştır. Ayrıca incelenen yapıda beton dayanımının C8’den C20’ye çıkarılmasının performans seviyesini değiştirmediği görülmüştür. Ele alınan bina mevcut taşıyıcı sistemiyle ve C8-S220 ve C20-S220 beton-çelik malzeme sınıflarındaki mevcut dayanımları ile 1. Derece deprem bölgesinde depreme karşı yeterli performansı gösteremediği sonucuna varılmış, bu olumsuzluğun giderilmesi için, kolon boyutlarının artırılması (mantolama) ve sisteme uygun rijitlikte perdeler eklenmesi şeklinde güçlendirme yapılması önerisi sunulmuştur.

Yıldırım (2008) tarafından hazırlanan çalışmada 8 katlı betonarme bir konut yapısı incelenmiştir. Yapıya doğrusal elastik hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmış ve deprem performans düzeyi belirlenmiştir. Ancak yapılan analizler sonucunda mevcut yapının can güvenliği performans seviyesini karşılamadığı görülmüş ve yeni bir güçlendirme önerisi sunulmuştur.

BÖLÜM 3. PERFORMANS KAVRAMI

3.1. Giriş

Performans kavramı deprem mühendisliğinde yeni gelişen bir kavram olmakla beraber ilk olarak mevcut yapıların deprem davranışlarının belirlenebilmesi için geliştirilmiş daha sonra yeni yapılacak yapıların tasarımında da kullanılmaya başlanmıştır. DBYBHY (2007) ile yönetmelik bazında hayatımıza girmiş olmasına rağmen uygulama bazında bu tarihten önce kullanılmaya başlanılan bir yöntemdir. Günümüz teknolojik gelişmeleri performans analizine son derece katkı sağlamış ve çeşitli paket programlarla gerçeğe yakın değerler elde edilmesine imkan sağlanmıştır.

Bir yapının performansı demek, daha önce belirlenen deprem riskleri altında yapının ne düzeyde hasar göreceği ve bu hasarın yapının güvenliğini ve kullanımını hangi düzeyde etkileyeceğini daha gerçekçi olasılıklarla tahmin etmektir. (Sucuoğlu, 2015) Bir yapının performansı hem elastik hem de elastik ötesi analiz yöntemleri kullanılarak belirlenebilir.

Yeni yönetmeliğe göre yapı sistemlerinin deprem performanslarının belirlenmesinde, doğrusal ve doğrusal olmayan değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. DBYBHY (2007) doğrusal elastik yöntem çözümü her ne kadar doğrusal olsa da değerlendirme yönteminde sistemin elastik ötesi davranışı dikkate alınmaktadır. Doğrusal olmayan değerlendirme yönteminde ise elastik ötesi davranışı daha gerçekçi biçimde ele almak gerektiği için çözüm aşamalarında en genel haliyle iki bakımdan zorluk ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birinci zorluk taşıyıcı sisteme ait daha çok parametreye ihtiyaç duyulmasıdır. Bu durum mevcut binalar için bazen aşılması zor olan birtakım belirsizlikler ortaya çıkarmaktadır. İkinci zorluk ise, mevcut doğrusal çözüm

programlarının kullanılamaması ve çok daha ayrıntılı çözüm tekniklerini içeren programlara ihtiyaç duyulmasıdır (Uygun ve Celep, 2007).

Yapılan bu çalışmada dayanım (kuvvet) esasına dayanan doğrusal elastik hesap yöntemi kullanılmıştır.

Doğrusal elastik yöntemin matematiksel anlamda “doğrusal” olduğunu kabul etmek uygun değildir. Yeni tasarımı yapılacak binalarda, doğrusal olmayan davranışla oluşacak yatay yük kapasite artımı tüm bina için öngörülen taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve ona bağlı kullanılan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ ile göz önüne alınmaktadır (Sezer ve ark., 2007). Depremden kaynaklanan tüm iç kuvvetlerin aynı yük azaltma faktörü ile azaltılmasının gerekçesi, binanın deprem sırasında tek dereceli bir sistem gibi davranacağı varsayımıdır (Sucuoğlu, 2006).

Mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal elastik değerlendirme yönteminde her eleman için göz önüne alınan etki/kapasite oranı r katsayısı ile doğrusal olmayan davranışla oluşacak yatay yük kapasite artımı göz önüne alınmaktadır. Diğer bir ifade ile çözüm işlemi doğrusal olmakla beraber bu yöntemde de taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınmaktadır (Sezer ve ark., 2007).

3.2. Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi

DBYBHY (2007) 2 ve 7. bölümlerinde belirtildiği üzere bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenebilmesi için iki farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. Bu hesap yöntemlerinden ilki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, ikincisi ise Mod Birleştirme Yöntemidir.

Yapılmış olan çalışmada Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

BÖLÜM 4. PERFORMANS TASARIM İLKELERİ VE DEĞERLENDİRME

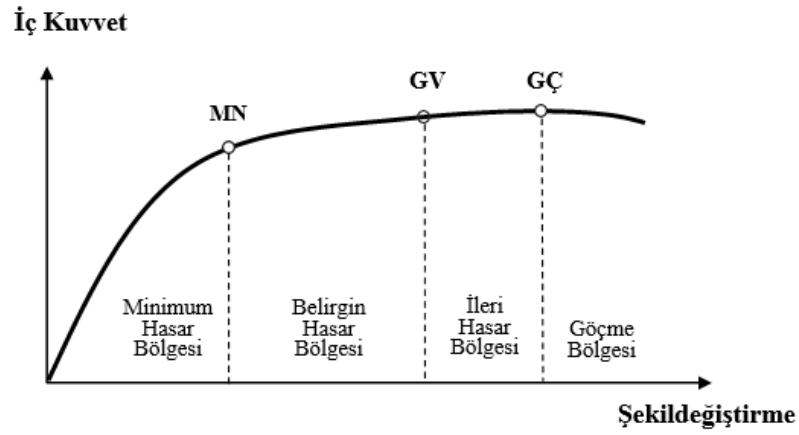
4.1. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

4.1.1. Kesit hasar sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar minimum hasar sınırı (MN), güvenlik sınırı (GV) ve göçme sınırı (GÇ)'dir (Şekil 4.1.). Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

4.1.2. Kesit hasar bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı MN'ye ulaşmayan elemanlar minimum hasar bölgesinde, MN ile GV arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde, GÇ'yi aşan elemanlar ise göçme bölgesinde yer alırlar (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Kesit hasar bölgeleri

Şekil 4.1.'de,

MN = Minimum hasar sınırı,

GV = Güvenlik sınırı,

GÇ = Göçme sınırıdır.

4.2. Betonarme Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır.

4.2.1. Hemen kullanım performans düzeyi

DBYBHY'te (2007) belirtildiği üzere herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü minimum hasar bölgesindedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların hemen kullanım performans düzeyinde olduğu kabul edilir.

4.2.2. Can güvenliği performans düzeyi

DBYBHY'te (2007) belirtildiği üzere eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların can güvenliği performans düzeyinde olduğu kabul edilir:

a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadar ileri hasar bölgesine geçebilir.

b) İleri hasar bölgesindeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

4.2.3. Göçme öncesi performans düzeyi

DBYBHY'te (2007) belirtildiği üzere gevrek olarak hasar gören tüm elemanların göçme bölgesinde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların göçme öncesi performans düzeyinde olduğu kabul edilir:

a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilir.

b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

4.2.4. Göçme durumu

Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi'ni sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

4.3. Hedeflenen Performans Düzeyleri

Yeni yapılacak binaların tasarımı, mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımlarında kullanılmak üzere DBYBHY 'te (2007) üç farklı deprem etkisi tanımlanmıştır.

a) Kullanım (Servis) Depremi: 50 yılda aşılma olasılığı %50 ve ortalama dönüş periyodu 72 yıl olan yer hareketleridir. Deprem etki katsayısı 0.5 olarak hesaplanır.

b) Tasarım Depremi: 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve ortalama dönüş periyodu 474 yıl olan yer hareketleridir. Deprem etki katsayısı 0.5 olarak hesaplanacaktır. Yeni yapılacak binaların tasarımında kullanılacak olan bu depremin deprem etki katsayısı 1 olarak hesaplanır.

c) En Büyük Deprem: Toplumsal önemli binalar için göz önüne alınan deprem olarak da tanımlanan bu deprem, 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve ortalama dönüş periyodu 2475 yıl olan yer hareketleridir. Deprem etki katsayısı 1.5 olarak hesaplanır.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Tablo 4.1.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

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

Tablo 4.1.'de HK: Hemen kullanım performans düzeyini, CG: Can güvenliği performans düzeyini, GÖ: Göçme öncesi performans düzeyini ifade etmektedir.

BÖLÜM 5. MEVCUT BİR YAPININ DEPREM

PERFORMANSININ BELİRLENMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

5.1. Giriş

Çalışma kapsamında 1987 yılında projelendirilip inşaatı tamamlanan, 1999 Marmara Depremi sonrası (2000 yılında) güçlendirme projeleri hazırlanıp güçlendirilen betonarme çerçeve sisteme sahip 4 katlı bir konut yapısı incelenmiştir. Bu yapı üzerinde 4 farklı durum incelenmiş ve incelenen durumlar arasında karşılaştırma yapılmıştır. İlk incelemede mevcut bina ilk halinin (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) statik hesapları el ile hesaplanarak projenin 1975 ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ e uygun olarak hazırlanıp hazırlanmadığı kontrol edilmiştir. Kontroller sonucu mevcut statik hesapların ilgili yönetmeliğe uygun olarak hazırlandığı tespit edilmiştir. Ardından statik uygulama projesine göre ilk statik hesap modeli oluşturulmuş olup mevcut bina ilk halinin (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) DBYBHY (2007) kriterlerine göre performans analizi yapılmıştır.

İkinci incelemede mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun statik hesap modeli oluşturulmuş ve DBYBHY (2007) kriterlerine göre performans analizi yapılmıştır.

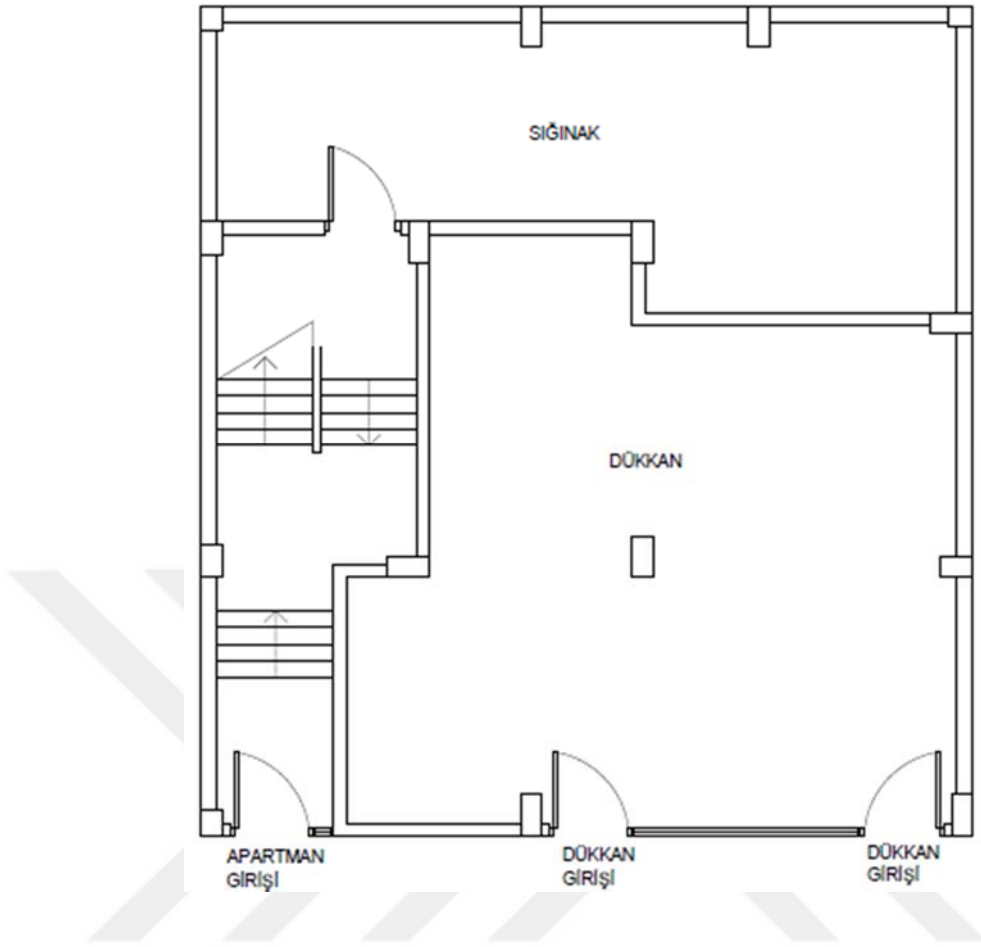
Üçüncü incelemede binanın deprem öncesi ilk hali (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) üzerinden DBYBHY (2007) şartlarına uygun yeni güçlendirme önerileri hazırlanmış ve DBYBHY (2007) kriterlerine göre performans analizleri yapılmıştır. Güçlendirme önerileri kendi içerisinde karşılaştırılarak optimum sonucu veren güçlendirme önerisi belirlenmiş ve bu güçlendirme önerisi dikkate alınarak çalışmaya devam edilmiştir.

Dördüncü incelemede ise, mevcut binanın mimari projesine ve oturum alanına bağlı kalmak şartı ile DBYBHY (2007) kriterleri çerçevesinde yeni bir statik ve dinamik analiz önerisi oluşturulmuş, DBYBHY (2007) kriterlerine göre performans analizi yapılmıştır. Yapılan performans analizlerinde mod birleştirme yöntemi kullanılmış olup İdecad Statik 8.62 programından faydalanılmıştır.

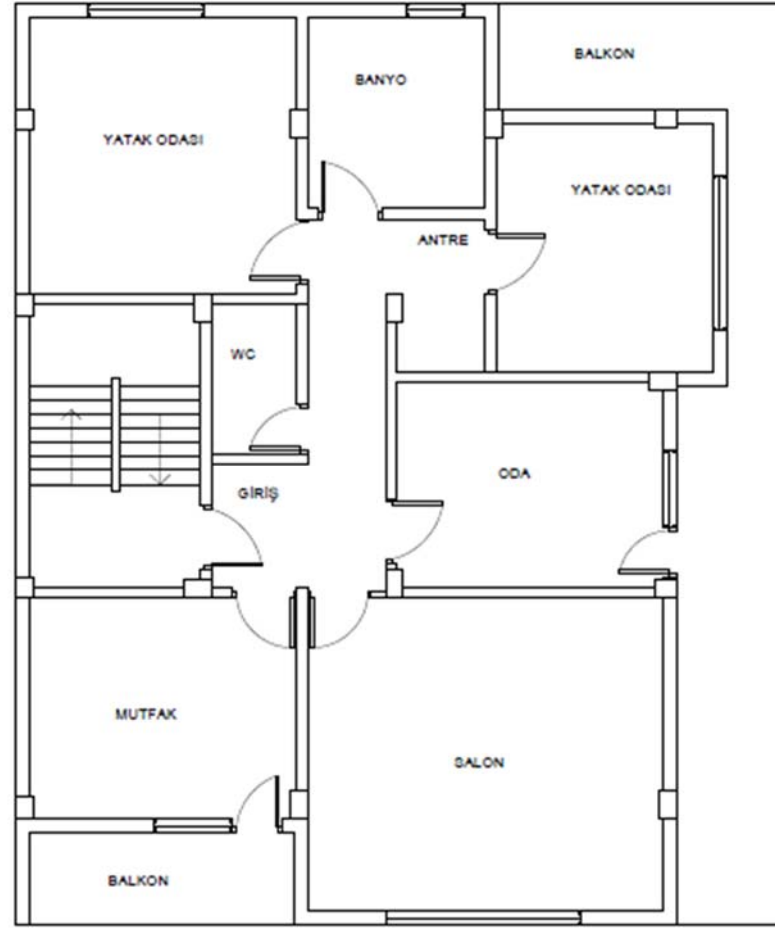
5.2. Bina Bilgileri

İncelenen konut binası kat yükseklikleri değişkenlik göstermekte olup Zemin Kat yüksekliği 3,60 metre, 1,2 ve 3. Normal Kat yükseklikleri 2,90 metredir. Yapı X ve Y yönlerinde simetrik olmamakla birlikte 93 m²'lik bir alan üzerine oturmaktadır.

Konut binasına ait mimari planlar Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de sunulmuştur.



Şekil 5.1. Mevcut yapı zemin kat mimari planı



Şekil 5.2. Mevcut yapı normal katlar mimari planı

5.3. Güçlendirilmemiş Yapının İlk Durumu

Tablo 5.1.'de güçlendirilmemiş yapının genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tablo 5.1. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu genel özellikleri

Bina Genel Bilgileri				
Açıklama	Bilgiler			
Kat Adedi	Zemin + 3 Normal Kat			
Kullanım Amacı	Konut			
Yapı Süneklik Düzeyi	Normal			
Bina Önem Katsayısı (I)	1			
Bina Taşıyıcı Sistemi	Betonarme Çerçeve Sistem			
Zemin Sınıfı	Z3			
Spektrum Karakteristik Periyotları	Ta=0,15 sn Tb= 0,60 sn			
Zemin Emniyet Gerilmesi	$\sigma_{em} = 200 \text{ kN/m}^2$			
Deprem Bölgesi	1'inci Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı A_0	0,4			
Temel Tipi	Tekil Temel			
Malzeme	Beton Sınıfı : C14, Çelik Sınıfı : S220			
Beton Sınıfı : C14	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	14	1,3	9,3	0,87
Çelik Sınıfı : S220	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	220	191		
Kat Yükseklikleri (m)	Zemin	1	2	3
	3,6	2,9	2,9	2,9

Mevcut yapıda döşeme kalınlıkları 12cm, kiriş boyutları 20x60 cm, kolon boyutları 25x30 cm, 25x40 cm, 25x50 cm olarak değişkenlik göstermektedir.

5.3.1. Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğundan orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

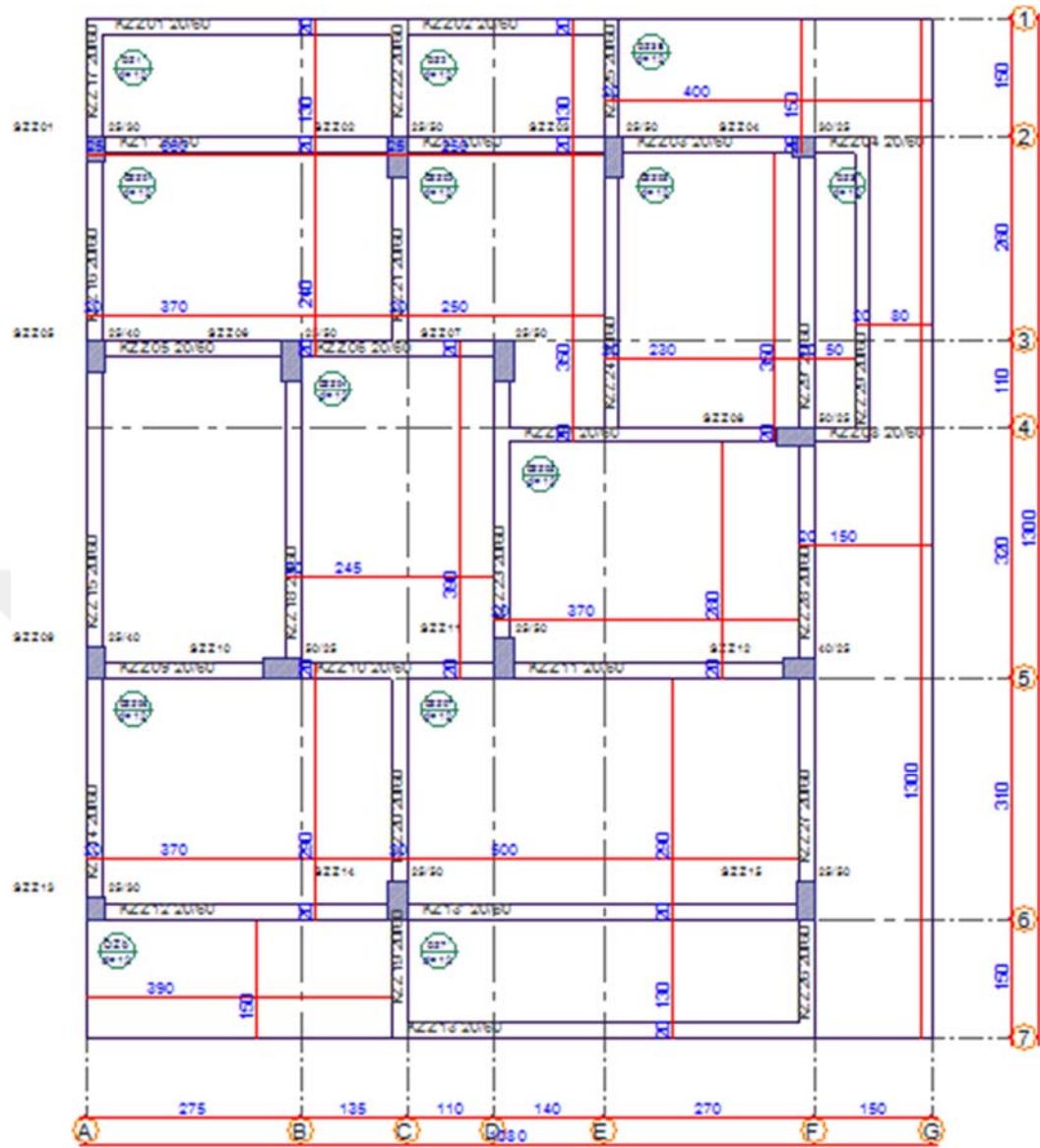
5.3.2. Yük analizi

Güçlendirilmemiş yapı ilk durumunun analizi sonucunda elde edilen yükler,

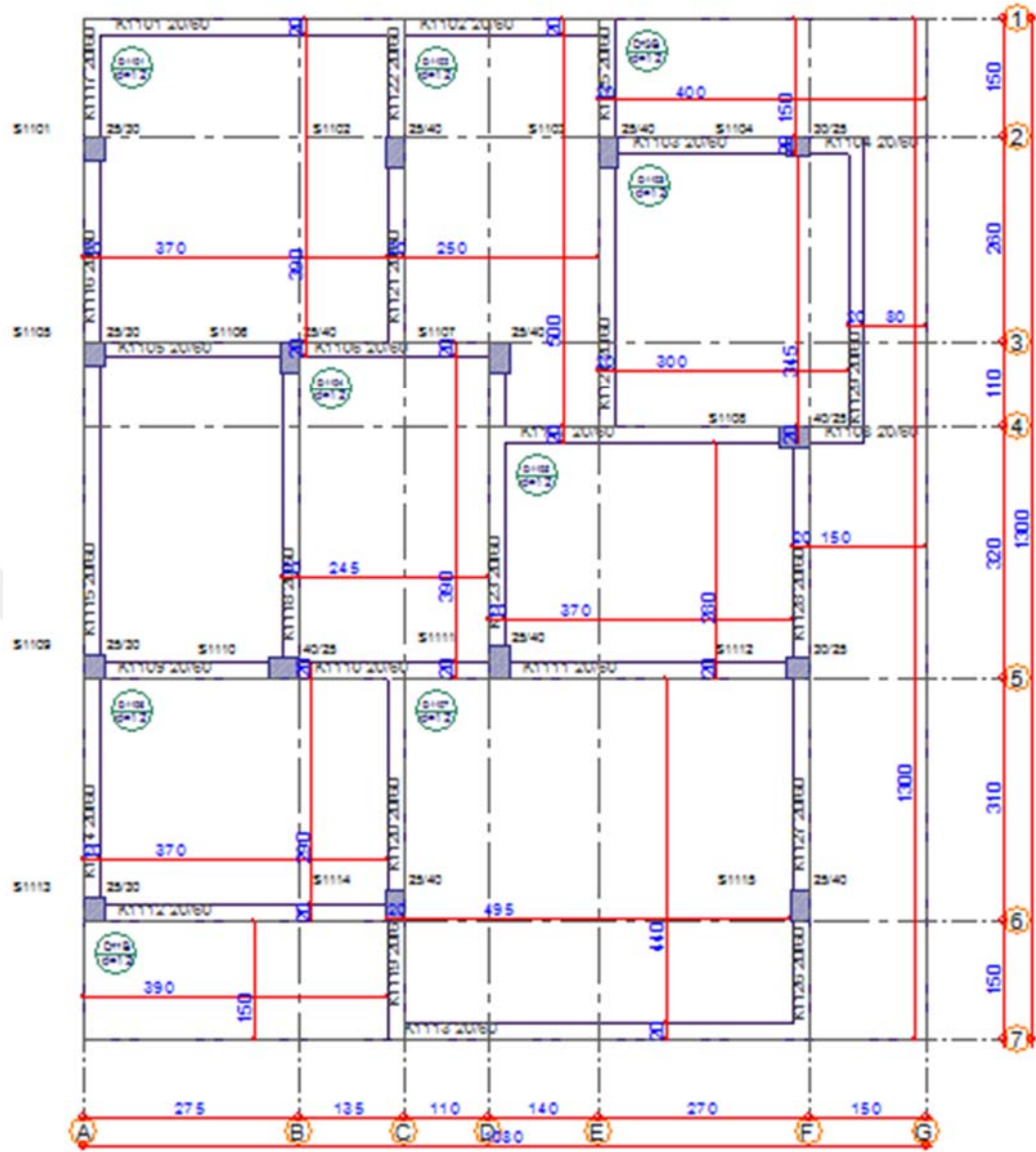
Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

olarak alınmıştır.

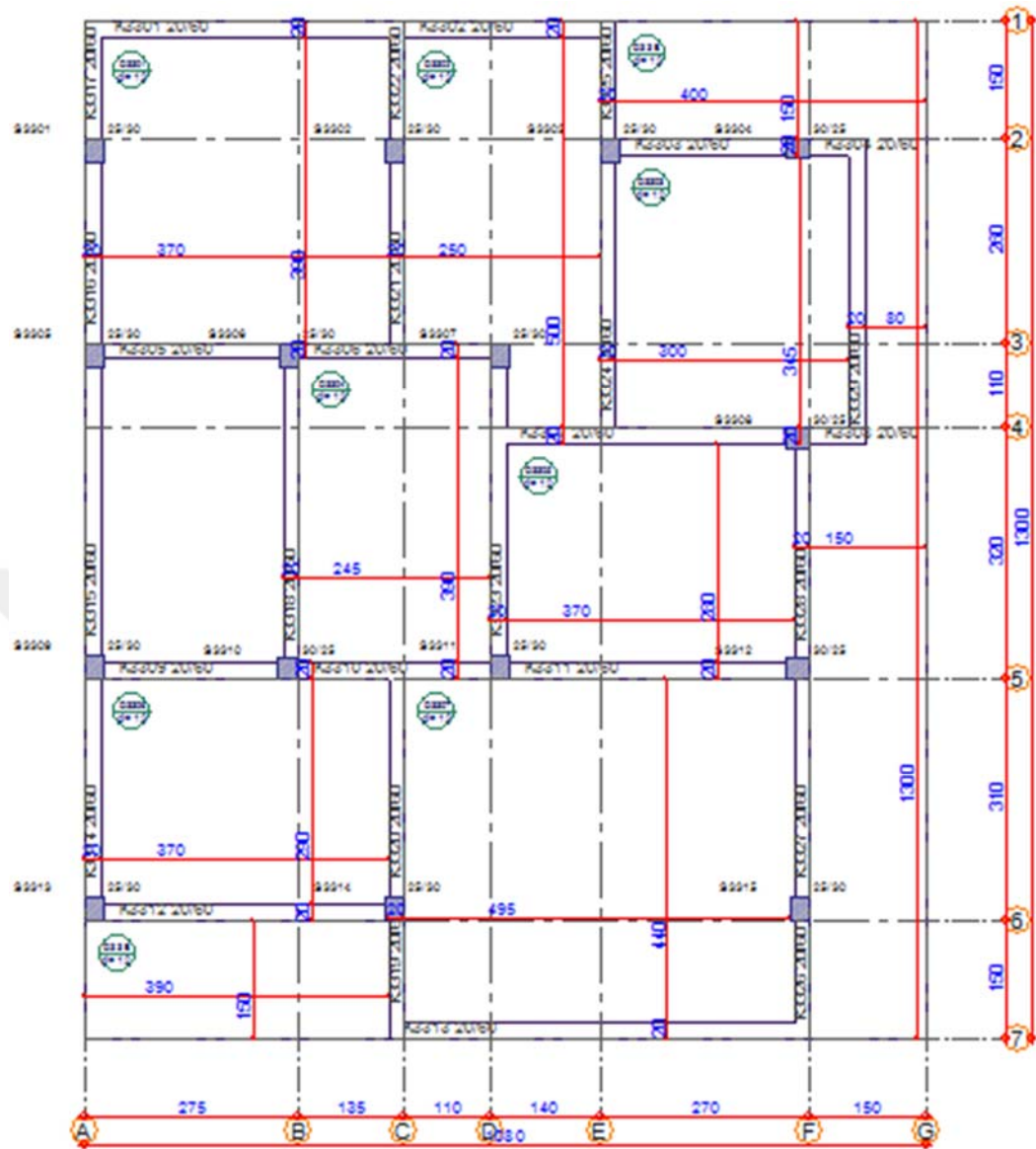
Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu, zemin kat kalıp planı Şekil 5.3.'de, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.4.'te, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.5.'te, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.6.'da ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.7.'de sunulmuştur.



Şekil 5.3. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu zemin kat kalıp planı



Şekil 5.4. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 1.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.6. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.7. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.2.'de güçlendirilmemiş yapının ilk durumuna ait kat ağırlıkları, Tablo 5.3.'te güçlendirilmemiş yapının ilk durumuna ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.2. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	148,90	22,98	155,80
2. Kat	135,68	22,98	142,57
1. Kat	136,49	22,98	143,38
Zemin Kat	156,32	22,39	163,03

$$\sum W = 604,780$$

Tablo 5.3. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	1916,33	119,46	137,24
2. Kat	9,4	1340,16	79,73	90,89
1. Kat	6,5	931,96	50,51	55,42
Zemin Kat	3,6	586,92	46,37	47,03

5.3.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 6 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.4.'te belirtilmiştir.

Tablo 5.4. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	1,26117	0,79292
2	1,15872	0,86302
3	1,05898	0,94431
4	0,44429	2,25081
5	0,40977	2,44038
6	0,37183	2,68938

5.3.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 604,783 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 599,685 t	(%99)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 596,087 t	(%99)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.3.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi

Modeli oluşturulmuş olan yapıda deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak kirişlerin deprem yönündeki kesit momenti (M_E) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kirişlerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY'te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.5. kullanılarak sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Tablo 5.5. Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranı (r) ile betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırları belirlenmiştir. Kirişlerin hasar bölgeleri belirlenirken en çok hasar gören kesiti dikkate alınmıştır.

Örnek olarak,

3. kat K305 kirişinde +X yönü deprem yüklemesinden kirişin i ucunda $M_{Ei} = 12,21$ tfm değeri hesaplanmıştır.

i ucundaki artık moment kapasitesi $M_{Ai} = 2,63$ tfm olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalara göre etki/kapasite oranı:

$$r_i = M_{Ei} / M_{Ai} = 12,21 / 2,63 = 4,64 \text{ 'dür.}$$

Hasar Sınırı Hesabı:

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b} = -0,03$$

$$\frac{V_e}{b_w d f_{ctd}} = 0,07$$

olarak bulunmuştur. Buna göre ‘Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.5. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 7$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 10$ değerleri elde edilmiştir.

Hesaplanan kiriş r (etki/kapasite) oranı (4,64) MN ile GV arasında bulunduğundan örnek olarak alınan K305 kirişi i ucunun “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığında olduğu belirlenmiştir.

İlgili kiriş j ucunun Minimum Hasar Bölgesinde yer almasına karşın, elemanın en fazla hasar gören kesitinin dikkate alınmasından dolayı K305 kiriş performansı ‘Belirgin Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.3.6. Kolonların performans değerlendirmesi

Kolonlarda her bir yükleme durumu için (+/-X,+/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kolonların etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.6. kullanılarak kolonların sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Tablo 5.6. Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	-	-	1	1	1

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kolonların hasar sınırları belirlenmiştir. Her bir kolon elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili kolonun hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

3.Katta bulunan S301 kolonu incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = 7,01 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,81 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 7,01/2,81 = 2,49 \text{ 'dur.}$$

$$\frac{N_K}{A_c f_{cm}} = 0,11$$

$$\frac{V_e}{b_w d f_{ctd}} = 0,25$$

olarak bulunmuştur.

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = -7,01 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,82 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 7,01/2,82 = 2,49 \text{ 'dur.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,11$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,25$$

olarak bulunmuştur.

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = -12,76 \text{ tfm}$$

$$M_A = 4,68 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 12,76/4,68 = 2,72 \text{ 'dir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,13$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,43$$

olarak bulunmuştur.

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 12,76 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,29 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 12,76/2,29 = 5,57 \text{ 'dir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,11$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,43$$

olarak bulunmuştur. Buna göre tüm yükleme durumları için ‘Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.6. kullanılarak enterpolasyon ile elde edilen MN(minimum hasar sınırı), GV(güvenlik sınırı), GÇ(göçme sınırı) değerleri Tablo 5.7.’de belirtilmiştir.

Tablo 5.7. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu enterpolasyon ile elde edilmiş S301 kolonu hasar sınır değerleri

Yük	MN (r_s)	GV (r_s)	GÇ (r_s)
EX+	2,96	5,92	7,92
EX-	2,96	5,92	7,92
EY+	2,91	5,83	7,83
EY-	2,96	5,91	7,91

+X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (2,49) MN değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (2,49) MN değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (2,72) MN değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (5,57) MN ile GV aralığında bulunduğundan “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.3.6’da yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmalıdır.

Tablo 5.8. Görelî kat ötelemesi sınırları

Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
δ_{ji}/h_{ji}	0.01	0.03	0.04

S301 kolonu için hesaplanan görelî kat ötelenmeleri:

EX+ için : 0,016 m
 EX- için : 0,016 m
 EY+ için : 0,014 m
 EY- için : 0,014 m'dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.'e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde kolon performansı 'Belirgin Hasar Bölgesi' olarak belirlenmektedir.

-Y yönü etki/kapasite oranına göre belirlenen 'Belirgin Hasar Bölgesi' durumu görelî kat ötelemeleri kontrolünden elde edilen hasar durumu ile aynı olmasından dolayı S301 kolonu performansı 'Belirgin Hasar Bölgesi' olarak tayin edilmiştir.

5.3.7. Görelî kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.9.'da güçlendirilmemiş yapının ilk durumuna ait katlar içerisinde maksimum görelî kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}), Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

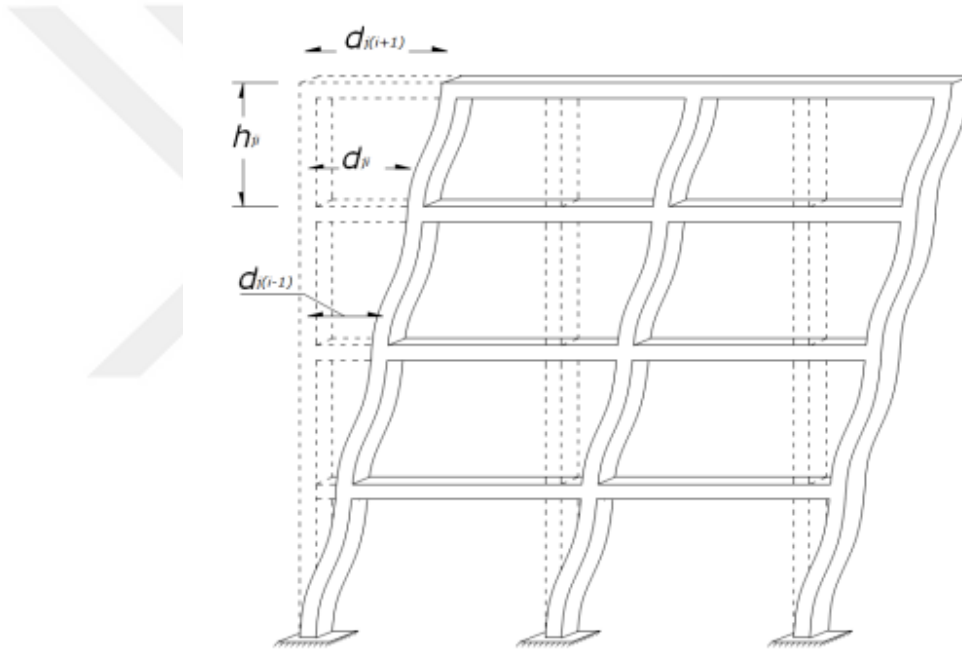
bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.9.' da X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum görelî kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.9. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu görel kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{jt} (mm)	h_{jt} (m)	$\frac{\delta_{jt}}{h_{jt}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{jt} (mm)	h_{jt} (m)	$\frac{\delta_{jt}}{h_{jt}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	S304	46,27	2,90	0,016	Belirgin	S315	45,79	2,90	0,016	Belirgin
2. Kat	S204	75,20	2,90	0,026	Belirgin	S215	74,88	2,90	0,026	Belirgin
1. Kat	S104	71,28	2,90	0,025	Belirgin	S101	58,56	2,90	0,020	Belirgin
Zemin Kat	SZ04	96,59	3,60	0,027	Belirgin	SZ01	62,99	3,60	0,017	Belirgin

Şekil 5.8.'de çatlamış kesit ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirme görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 5.8. Çatlamış kesit ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirme

5.3.8. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

DBYBHY'te (2007) belirtildiği üzere A1-Burulma düzensizliği, Denklem 5.1 ve 5.2 kullanılarak kontrol edilir.

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2[(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (5.1)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort} \quad (5.2)$$

Burulma düzensizliği durumu :

$$\eta_{bi} > 1,2$$

Denklem 5.2'den elde edilen η_{bi} değerinin 1,2'den büyük olması durumunda burulma düzensizliği oluşmaktadır.

Denklem 5.1 ve 5.2'de Δ_i , binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesini, $(\Delta_i)_{ort}$, binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelenmesini, η_{bi} , i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısını ifade etmektedir.

Tablo 5.10.'da güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.11.'de güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.10. ve 5.11.'de görüldüğü üzere güçlendirilmemiş yapının ilk durumu olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmamaktadır.

Tablo 5.10. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	46,28 / S304	45,05 / S314	45,67	1,01	Yok
2.Kat	2,90	75,22 / S204	73,56 / S214	74,39	1,01	Yok
1.Kat	2,90	71,30 / S104	68,11 / S113	69,70	1,02	Yok
Zemin Kat	3,60	96,61 / SZ04	86,73 / SZ13	91,67	1,05	Yok

Tablo 5.11. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	45,78 / S315	40,38 / S301	43,08	1,06	Yok
2.Kat	2,90	74,86 / S215	65,84 / S213	70,35	1,06	Yok
1.Kat	2,90	58,57 / S113	58,34 / S115	58,46	1,00	Yok
Zemin Kat	3,60	63,01 / SZ01	62,68 / SZ15	62,85	1,00	Yok

5.3.9. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

$$\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort}/(\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort} > 2,0 \quad (5.3)$$

veya

$$\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort}/(\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{ort} > 2,0$$

Denklem 5.3'te η_{ki} , i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısını, $(\Delta_i)_{ort}$, binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelenmesini ifade etmektedir.

Tablo 5.12.'de güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.13.'te güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.12. ve 5.13.'te görüldüğü üzere güçlendirilmemiş yapının ilk durumu olarak isimlendirilen yapıda B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmamaktadır.

Tablo 5.12. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	45,67	0,0157		- / 0,61	Yok
2.Kat	2,90	74,39	0,0257	0,0157	1,63 / 1,07	Yok
1.Kat	2,90	69,70	0,024	0,0257	0,94 / 0,94	Yok
Zemin Kat	3,60	91,67	0,0255	0,024	1,06 / -	Yok

Tablo 5.13. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	43,08	0,0149		- / 0,61	Yok
2.Kat	2,90	70,35	0,0243	0,0149	1,63 / 1,20	Yok
1.Kat	2,90	58,46	0,202	0,0243	0,83 / 1,15	Yok
Zemin Kat	3,60	62,85	0,0175	0,202	0,87 / -	Yok

5.3.10. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- Zemin katta yer alan, KZ1', KZ03, KZ05, KZ06, KZ07, KZ09, KZ10, KZ11, KZ14, KZ16, KZ18, KZ20, KZ21, KZ22, KZ23, KZ24, KZ27 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, KZ2', KZ12, KZ13', KZ17 kirişlerinin İleri hasar bölgesinde, KZ15, KZ29' kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 1.Normal katta yer alan K103, K105, K106, K107, K109, K110, K111, K114, K116, K120, K121, K123, K124, K127 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K112, K117, K118, K122, K128 kirişlerinin İleri hasar bölgesinde, K101, K102, K113, K115, K129 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan K203, K205, K209, K211, K214, K216, K220, K221, K222, K224, K227 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K206, K223, K228 kirişlerinin İleri hasar bölgesinde, K201, K207, K210, K212, K213, K215, K218, K219, K226, K229 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K316, K320, K321, K327 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K303, K305, K306, K309, K310, K311, K314, K319, K322, K323, K324, K326, K328 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Bununla birlikte zemin katta yer alan SZ01, SZ04, SZ08, SZ09, SZ10, SZ13 kolonlarının Göçme hasar bölgesinde, SZ02, SZ03, SZ06, SZ07, SZ11, SZ12, SZ14, SZ15 kolonlarının İleri hasar bölgesinde, SZ05 kolonunun Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,

- 1.Normal katta yer alan S104, S110 kolonlarının Göçme hasar bölgesinde, S101, S102, S103, S105, S106, S107, S108, S109, S111, S112, S113, S114, S115 kolonlarının İleri hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan S202, S205, S210, S214, S215 kolonlarının Göçme hasar bölgesinde, S201, S203, S204, S206, S207, S208, S209, S211, S212, S213 kolonlarının İleri hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan S308 kolonunun Göçme hasar bölgesinde, S302, S305, S307, S312, S313, S314 kolonlarının İleri hasar bölgesinde, S301, S303, S304, S306, S309, S310, S311, S315 kolonlarının Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.14.'te güçlendirilmemiş yapının ilk durumunda +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.14. Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu hasar tablosu

(+) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	9 (69%)	4 (31%)		
	Kolonlar		14 (93%)		1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		109,95tf (92%)		9,52 tf (8%)
2.Kat					
	Kirişler	4 (31%)	6 (46%)		3 (23%)
	Kolonlar		4 (27%)	11 (73%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		34,91tf (18%)	164,28 (82%)	
1.Kat					
	Kirişler	3 (23%)	3 (23%)	2 (15%)	5 (38%)
	Kolonlar		4 (27%)	10 (67%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		42,42tf (17%)	191,25tf (77%)	16,03 tf (6%)
Zemin Kat					
	Kirişler	5 (31%)	2 (13%)	3 (19%)	6 (38%)
	Kolonlar		5 (33%)	6 (40%)	4 (27%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		69,31 (23%)	98,68tf (33%)	128,07 tf (43%)

Tablo 5.14. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	3 (23%)		
	Kolonlar		13 (87%)	1 (7%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		102,36 tf (86%)	7,59 tf (6%)	9,52 tf (8%)
2.Kat					
	Kirişler	4 (31%)	5 (38%)	3 (23%)	1 (8%)
	Kolonlar		4 (27%)	10 (67%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		38,23 tf (19%)	141,66 tf (71%)	19,30 tf (10%)
1.Kat					
	Kirişler	4 (31%)	2 (15%)	5 (38%)	2 (15%)
	Kolonlar		5 (33%)	9 (60%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		57,52 tf (23%)	154,71 tf (62%)	37,47 tf (15%)
Zemin Kat					
	Kirişler	5 (31%)	2 (13%)	4 (25%)	5 (31%)
	Kolonlar		5 (33%)	6 (40%)	4 (27%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		66,65 tf (23%)	101,34 tf (34%)	128,07 tf (43%)

Tablo 5.14. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	9 (56%)	5 (31%)		2 (13%)
	Kolonlar		12 (80%)	3 (20%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		107,20 tf (78%)	30,04 tf (22%)	
2.Kat					
	Kirişler	4 (25%)	6 (38%)	1 (6%)	5 (31%)
	Kolonlar		5 (33%)	7 (47%)	3 (20%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		67,05 tf (29%)	112,19 tf (49%)	48,88 tf (21%)
1.Kat					
	Kirişler	4 (25%)	5 (31%)	2 (13%)	5 (31%)
	Kolonlar		8 (53%)	7 (47%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		121,64 tf (43%)	161,90 tf (57%)	
Zemin Kat					
	Kirişler	6 (35%)	2 (12%)	4 (24%)	5 (29%)
	Kolonlar		7 (47%)	7 (47%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		87,60 tf (26%)	234,38 tf (71%)	8,59 tf (3%)

Tablo 5.14. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	11 (69%)	3 (19%)		2 (13%)
	Kolonlar		13 (87%)	2 (13%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		118,88 tf (87%)	18,36 tf (13%)	
2.Kat					
	Kirişler	4 (25%)	7 (44%)	3 (19%)	2 (13%)
	Kolonlar		2 (13%)	12 (80%)	1 (7%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		24,29 tf (11%)	188,40 tf (83%)	15,44 tf (7%)
1.Kat					
	Kirişler	5 (31%)	4 (25%)	4 (25%)	3 (19%)
	Kolonlar		10 (67%)	5 (33%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		188,25 tf (66%)	95,29 tf (34%)	
Zemin Kat					
	Kirişler	6 (35%)	3 (18%)	2 (12%)	6 (35%)
	Kolonlar		6 (40%)	7 (47%)	2 (13%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		79,00 tf (24%)	234,38 tf (71%)	17,19 tf (5%)

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme Performans düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

5.4. Mevcut Güçlendirilmiş Yapının Durumu

Tablo 5.15.'te mevcut güçlendirilmiş yapının genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tablo 5.15. Mevcut güçlendirilmiş yapı genel özellikleri

Bina Genel Bilgileri				
Açıklama	Bilgiler			
Kat Adedi	Zemin + 3 Normal Kat			
Kullanım Amacı	Konut			
Yapı Süneklik Düzeyi	Yüksek			
Bina Önem Katsayısı (I)	1			
Bina Taşıyıcı Sistemi	Perde ve Kolon Mantolamaları ile Güçlendirilmiş Çerçeve+Perdeli Sistem			
Zemin Sınıfı	Z3			
Spektrum Karakteristik Periyotları	Ta=0,15 sn Tb= 0,60 sn			
Zemin Emniyet Gerilmesi	$\sigma_{em} = 200 \text{ kN/m}^2$			
Deprem Bölgesi	1'inci Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı A_0	0,4			
Temel Tipi	Tekil Temel + Sürekli Temel			
Malzeme	Beton Sınıfı : C14, Çelik Sınıfı : S220			
Beton Sınıfı : C14	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	14	1,3	9,3	0,87
Güçlendirme Beton Sınıfı C : 20	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	20	1,6	13,3	1,04
Çelik Sınıfı : S220	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	220	191		
Güçlendirme Çelik Sınıfı : S420	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	420	365		
Kat Yükseklikleri (h)	Zemin	1	2	3
	3,6	2,9	2,9	2,9

Mevcut yapıda döşeme kalınlıkları 12cm, kiriş boyutları 20x60 cm, kolon boyutları 25x30 cm, 25x40 cm, 25x50 cm olarak değişkenlik göstermektedir.

Yapının ilk haline (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) ek olarak 1999 Marmara Depremi sonrasında (2000 yılında) güçlendirme çalışmaları yapılmıştır.

Bu çalışmalar kapsamında, mevcutta bulunan 7 adet kolon güçlendirilmiştir. Güçlendirilen kolonların tamamı zemin katta yer almakta olup 3 tanesi 70/45 cm boyutlarına (SZ04, SZ11, SZ15), 4 tanesi 80/40 cm boyutlarına (SZ01, SZ05, SZ09, SZ13) getirilmiştir. (Şekil 5.9.)

Ayrıca mevcut sisteme 20 ve 25 cm genişliklerinde 20 adet perde ilave edilmiştir (92,93 m²). Bunlardan 2 tanesi 20 cm genişliğinde olup (PZ1, PZ2) zemin katta yer almaktadır (Şekil 5.9.). 25 cm genişliğinde olan diğer perdeler ise zemin katta başlayıp 2.Kat tavanında son bulmuştur. Bu perdelerden 6 tanesi zemin katta (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04, PZ05, PZ06) (Şekil 5.9.), 6 tanesi 1.Katta (P101, P102, P103, P104, P105, P106) (Şekil 5.10.) ve 6 taneside 2.Katta (P201, P202, P203, P204, P205, P206) yer almaktadır (Şekil 5.11.).

Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde tasarlanan bölümlere sürekli temeller ilave edilmiştir.

Mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun 3.normal katında herhangi bir güçlendirme uygulaması yapılmamıştır.

5.4.1. Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğundan orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

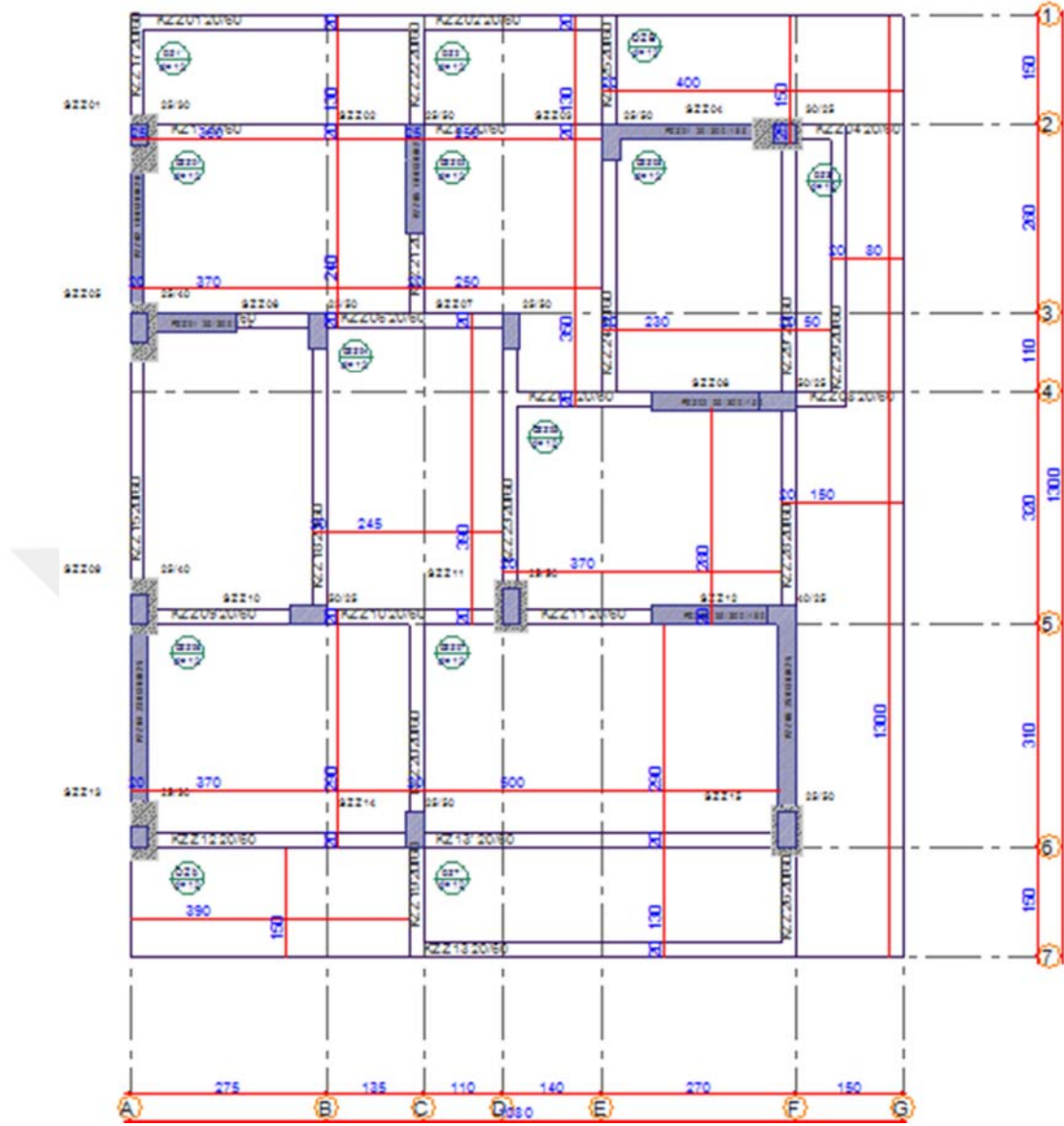
5.4.2. Yük analizi

Mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun analizi sonucunda elde edilen yükler,

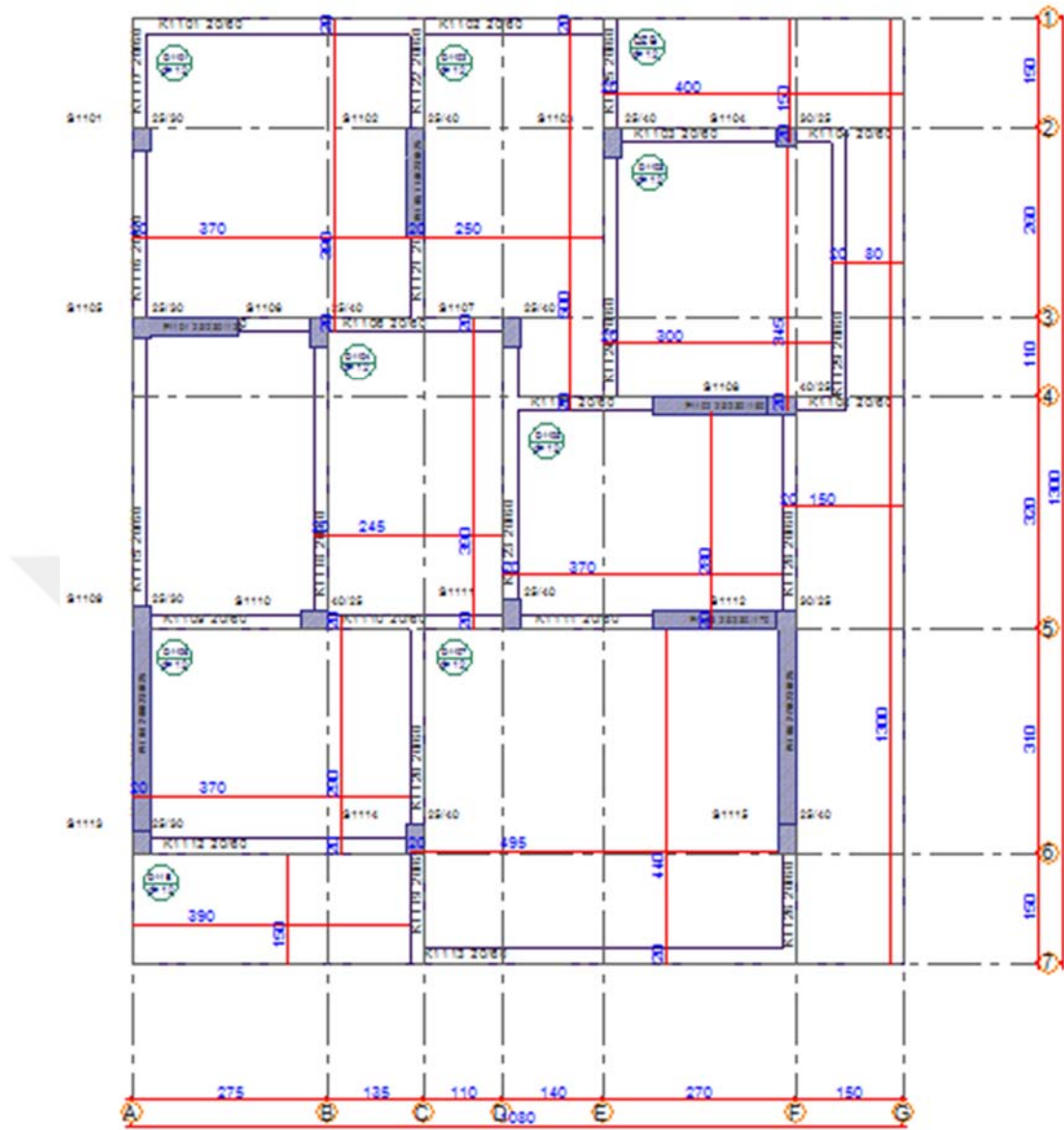
Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

olarak alınmıştır.

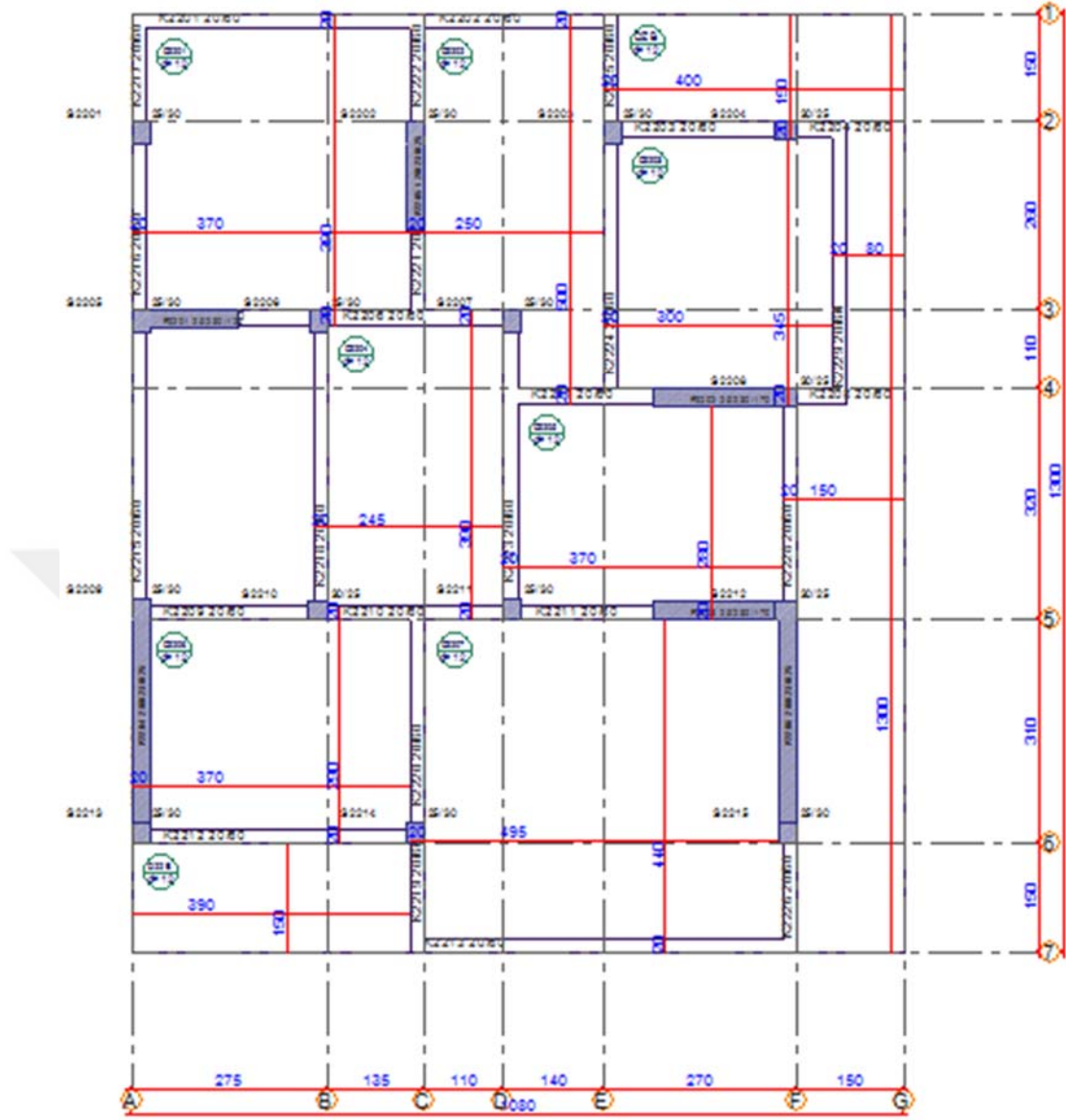
Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu, zemin kat kalıp planı Şekil 5.9.'da, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.10.'da, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.11.'de, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.12.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.13.'te sunulmuştur.



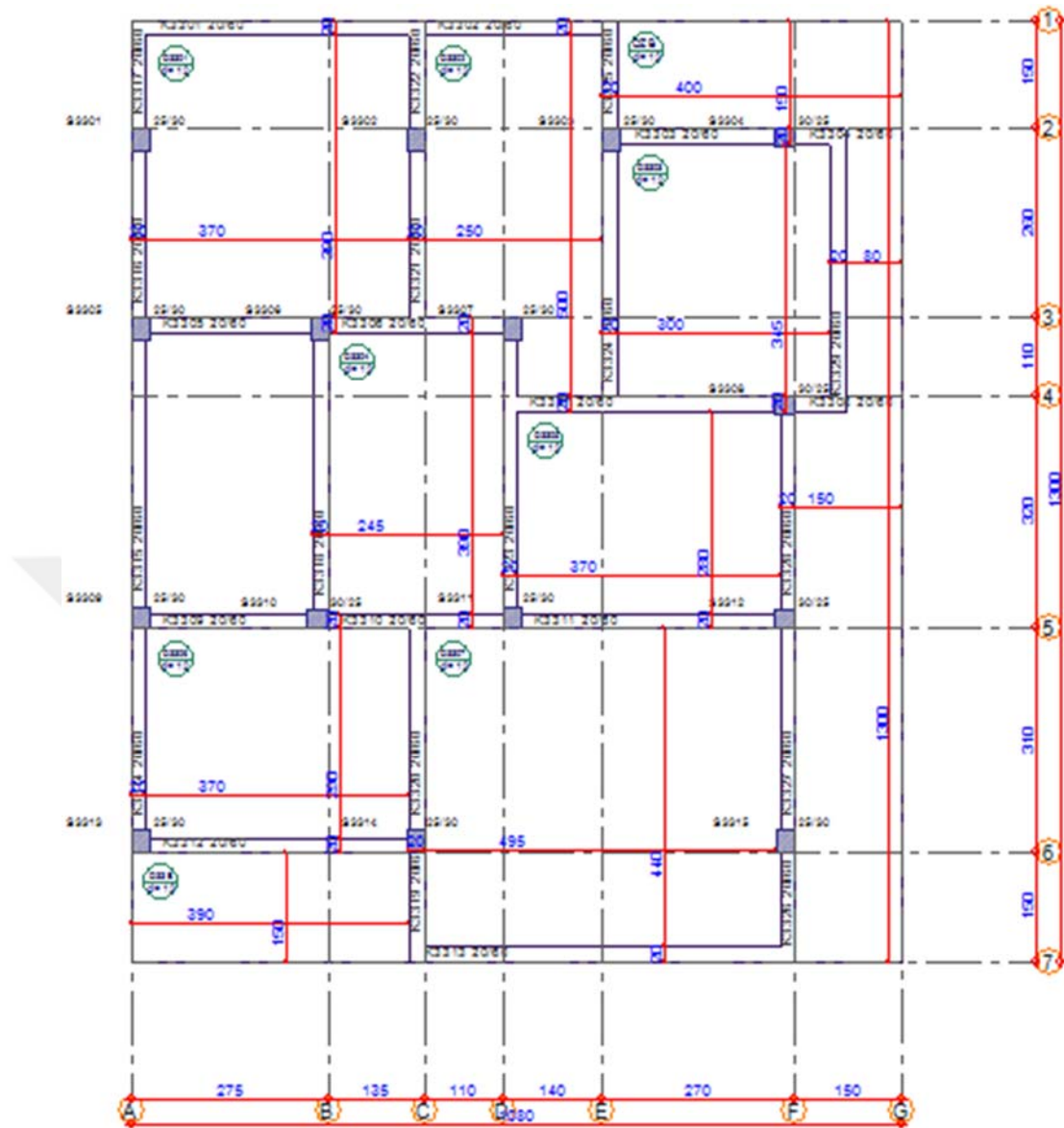
Şekil 5.9. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu zemin kat kalıp planı



Şekil 5.10. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 1.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.11. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.12. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.13. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.16.'da mevcut güçlendirilmiş yapı durumuna ait kat ağırlıkları, Tablo 5.17.'de mevcut güçlendirilmiş yapı durumuna ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.16. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	148,90	22,98	155,80
2. Kat	152,13	22,98	159,03
1. Kat	152,51	22,98	159,41
Zemin Kat	193,33	22,24	200,01

$$\sum W = 674,250$$

Tablo 5.17. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	1916,33	186,83	160,58
2. Kat	9,4	1494,88	60,19	47,08
1. Kat	6,5	1036,15	45,96	39,36
Zemin Kat	3,6	720,02	4,86	5,74

5.4.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 12 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.18.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.18. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,50313	1,98755
2	0,44411	2,25169
3	0,42261	2,36622
4	0,18317	5,45938
5	0,11210	8,92083
6	0,10587	9,44570
7	0,03932	25,43484
8	0,02605	38,39283
9	0,02447	40,86713
10	0,00102	976,92599
11	0,00040	2530,97262
12	0,00037	2678,78799

5.4.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle : 674,242 t

Toplam Etkin Modal Kütle (X) : 674,242 t (%100) Mod sayısı yeterli,

Toplam Etkin Modal Kütle (Y) : 674,242 t (%100) Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.4.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi

Modeli oluşturulmuş olan yapıda deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak kirişlerin deprem yönündeki kesit momenti (M_E) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık

moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kirişlerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği üzere Tablo 5.5. kullanılarak Etki/Kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranı (r) ile betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırları belirlenmiştir. Kirişlerin hasar bölgeleri belirlenirken en çok hasar gören kesiti dikkate alınmıştır.

Örnek olarak,

3. kat K305 kirişinde +X yönü deprem yüklemesinden kirişin i ucunda $M_{Ei} = 17,42$ tfm değeri hesaplanmıştır.

i ucunda artık moment kapasitesi $M_{Ai} = 2,63$ tfm olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalara göre etki/kapasite oranı:

$$r_i = M_{Ei} / M_{Ai} = 17,42 / 2,63 = 6,62 \text{ 'dir.}$$

Hasar Sınırı Hesabı:

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho b} = -0,03$$

$$\frac{V_e}{b w d f_{ctd}} = 0,06$$

olarak bulunmuştur. Buna göre ‘Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.5. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 7$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 10$ değerleri elde edilmiştir.

Hesaplanan kiriş r (etki/kapasite) oranı (6,62) MN ile GV arasında bulunduğundan örnek olarak alınan K305 kirişinin i ucunun “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığında olduğu belirlenmiştir.

İlgili kiriş j ucunun Minimum Hasar Bölgesinde yer almasına karşın, elemanın en fazla hasar gören kesitinin dikkate alınmasından dolayı K305 kiriş performansı ‘Belirgin Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.4.6. Kolonların performans değerlendirmesi

Kolonlarda her bir yükleme durumu için (+/-X,+/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kolonların etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.6. kullanılarak kolonların sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kolonların hasar sınırları belirlenmiştir. Her bir kolon elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili kolonun hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

3.Katta bulunan S301 kolonu incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = -11,84 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,80 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 11,84/2,80 = 4,23 \text{ ‘tür.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,12$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,25$$

olarak bulunmuştur.

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = -11,46 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,85 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 11,46/2,85 = 4,03 \text{ 'tür.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,12$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,25$$

olarak bulunmuştur.

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 15,65 \text{ tfm}$$

$$M_A = 4,49 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 15,65/4,49 = 3,49 \text{ 'dur.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,13$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,31$$

olarak bulunmuştur.

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 15,54 \text{ tfm}$$

$$M_A = 2,43 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 15,54/2,43 = 6,40 \text{ 'dır.}$$

$$\frac{N_k}{A_{cfcm}} = 0,11$$

$$\frac{V_e}{b_w d f_{ctd}} = 0,30$$

olarak bulunmuştur. Buna göre tüm yükleme durumları için ‘Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.6. kullanılarak enterpolasyon ile elde edilen MN(minimum hasar sınırı), GV(güvenlik sınırı), GÇ(göçme sınırı) değerleri Tablo 5.19.’da belirtilmiştir.

Tablo 5.19. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu enterpolasyon ile elde edilmiş S301 kolonu hasar sınır değerleri

Yük	MN (r_s)	GV (r_s)	GÇ (r_s)
EX+	2,94	5,88	7,88
EX-	2,94	5,88	7,88
EY+	2,89	5,78	7,78
EY-	2,95	5,9	7,9

+X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (4,23) MN ile GV aralığında bulunduğundan “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (4,03) MN ile GV aralığında bulunduğundan “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (3,49) MN ile GV aralığında bulunduğundan “Belirgin Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (6,40) GV ile GÇ aralığında bulunduğundan “İleri Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.4.6’da yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmalıdır.

S301 kolonu için hesaplanan görelî kat ötelenmeleri:

EX+ için : 0,022 m
 EX- için : 0,022 m
 EY+ için : 0,015 m
 EY- için : 0,015 m'dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.'e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde kolon performansı 'Belirgin Hasar Bölgesi' olarak belirlenmektedir.

Ancak -Y yönü etki/kapasite oranına göre belirlenen 'İleri Hasar Bölgesi' durumunun 'Belirgin Hasar Bölgesi' durumundan daha kritik olmasından dolayı S301 kolonu performansı 'İleri Hasar Bölgesi' olarak tayin edilmiştir.

5.4.7. Perdelerin performans değerlendirilmesi

Perde performanslarının belirlenmesinde, her bir yükleme durumu için (+/-X,+/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile perdelerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY'te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.20. kullanılarak perdelerin sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Tablo 5.20. Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
Perde Uç Bölgesinde Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak perdelerin hasar sınırları belirlenmiştir. Her

bir perde elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili elemanın hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

2.Katta bulunan P201 perdesi incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = 67,66 \text{ tfm}$$

$$M_A = 66,34 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 67,66/66,34 = 1,02 \text{ 'dir.}$$

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = -67,66 \text{ tfm}$$

$$M_A = 66,38 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 67,66/66,38 = 1,02 \text{ 'dir.}$$

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 11,72 \text{ tfm}$$

$$M_A = 64,99 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 11,72/64,99 = 0,18 \text{ 'dir.}$$

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = -11,72 \text{ tfm}$$

$$M_A = 64,99 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 11,72/64,99 = 0,18 \text{ 'dir.}$$

Buna göre tüm yükleme durumları için ‘Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.20. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 6$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 8$ değerleri elde edilmiştir.

Bu durumda:

+X Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (1,02) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (1,02) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,18) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,18) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.4.7’de yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmalıdır.

P201 perdesi için hesaplanan görelî kat ötelemeleri:

EX+ için :0,004 m

EX- için :0,004 m

EY+ için :0,001 m

EY- için :0,001 m’dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.'e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde perde performansı 'Minimum Hasar Bölgesi' olarak belirlenmektedir.

Tüm kontroller sonucunda Minimum Hasar Bölgesi durumundan daha kritik bir hasar durumu ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu durumda P201 perdesinin performansı 'Minimum Hasar Bölgesi' olarak tayin edilmiştir.

5.4.8. Göreli kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.21.'de mevcut güçlendirilmiş yapının durumuna ait katlar içerisinde maksimum göreli kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.21.'de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum göreli kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.21. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu göreli kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü				Y Yönü					
Kat	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	S304	63,38	2,90	0,022	Belirgin	S315	47,61	2,90	0,016	Belirgin
2. Kat	P206	9,24	2,90	0,004	Minimum	P204	2,70	2,90	0,001	Minimum
1. Kat	P104	6,34	2,90	0,003	Minimum	P104	1,83	2,90	0,001	Minimum
Zemin Kat	PZ03	0	3,60	0,000	Minimum	PZ06	0	3,60	0,000	Minimum

5.4.9. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.22.'de mevcut güçlendirilmiş yapının X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.23.'te mevcut güçlendirilmiş yapının Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.22. ve 5.23.'te görüldüğü üzere mevcut güçlendirilmiş yapının durumu olarak isimlendirilen yapının zemin kat X yönünde burulma düzensizliği bulunmaktadır.

Tablo 5.22. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	109,78 / S304	108,82 / S313	109,30	1,00	Yok
2.Kat	2,90	16,57 / P206	12,98 / S204	14,78	1,12	Yok
1.Kat	2,90	11,36 / S113	8,97 / S104	10,16	1,12	Yok
Zemin Kat	3,60	0,00 / PZ04	0,00 / SZ04	0	1,35	Var

Tablo 5.23. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	97,14 / S315	86,30 / S309	91,72	1,06	Yok
2.Kat	2,90	5,51 / S201	4,81 / S215	5,16	1,07	Yok
1.Kat	2,90	3,73 / S101	3,49 / S115	3,61	1,03	Yok
Zemin Kat	3,60	0,00 / SZ15	0,00 / SZ01	0	1,10	Yok

5.4.10. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.24.'te mevcut güçlendirilmiş yapının X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.25.'te mevcut güçlendirilmiş yapının Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.24. ve 5.25.'te görüldüğü üzere mevcut güçlendirilmiş yapının durumu olarak isimlendirilen yapının 1 ve 3. katlarının X ve Y yönlerinde B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmaktadır.

Tablo 5.24. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	109,30	0,0377		- / 7,40	Var
2.Kat	2,90	14,78	0,00509	0,0377	0,14 / 1,45	Yok
1.Kat	2,90	10,16	0,00351	0,00509	0,69 / 142828,20	Var
Zemin Kat	3,60	0	2,45E-8	0,00351	0,00 / -	Yok

Tablo 5.25. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	91,72	0,0316		- / 17,78	Var
2.Kat	2,90	5,16	0,00178	0,0316	0,06 / 1,43	Yok
1.Kat	2,90	3,61	0,00124	0,00178	0,70 / 80024,41	Var
Zemin Kat	3,60	0	1,56E-8	0,00124	0,00 / -	Yok

5.4.11. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- Zemin katta yer alan, KZ21 kirişinin Göçme hasar bölgesinde, KZ22 kirişinin İleri hasar bölgesinde yer aldığı,
- 1.Normal katta yer alan K121, K122, K127 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K109, K111, K117, K119, K126 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan K203, K216, K221, K222, K227 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K220 kirişinin İleri hasar bölgesinde, K205, K206, K209, K210, K211, K212, K214, K217, K223, K228 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K303, K316, K320, K321, K327 kirişlerinin Göçme hasar bölgesinde, K311 kirişinin İleri hasar bölgesinde, K305, K306, K307, K309, K310, K312, K314, K319, K322, K324, K323, K324, K326 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Bununla birlikte zemin katta yer alan SZ08 kolonunun Göçme hasar bölgesinde yer aldığı,
- 1.Normal katta yer alan S105, S108 kolonlarının Göçme hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan S310, S312, S313 kolonlarının Göçme hasar bölgesinde, S301, S302, S303, S304, S305, S306, S307, S308, S309, S311, S314, S315 kolonlarının İleri hasar bölgesinde, diğer kolonların ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Yapı sistemine sonradan ilave edilen güçlendirme perdelerinde ise zemin katta yer alan PZ02, PZ03 perdelerinin Göçme hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan P203 perdesinin Göçme hasar bölgesinde, diğer güçlendirme perdelerinin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.26.'da mevcut güçlendirilmiş yapıda +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.26. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu hasar tablosu

(+) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	5 (38%)	7 (54%)		1 (8%)
	Kolonlar		6 (40%)	7 (47%)	2 (13%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		61,19 tf (33%)	92,82 tf (50%)	32,82 tf (18%)
2.Kat					
	Kirişler	7 (54%)	5 (38%)		1 (8%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (67%)			1 (33%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,56 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	113,14 tf (49%)			117,31 tf (51%)
	Toplam Kesme Kuvvetleri	133,69 tf (53%)			117,31 tf (47%)
1.Kat					
	Kirişler	11 (85%)	2 (15%)		
	Kolonlar	13 (87%)			2 (13%)
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,93 tf (71%)			8,63 tf (29%)
	Perde Kesme Kuvvetleri	266,12 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	287,05 tf (97%)			8,63 tf (3%)
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	14 (93%)			1 (7%)
	Perdeler	2 (50%)			2 (50%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri	18,35 tf (70%)			7,76 tf (30%)
	Perde Kesme Kuvvetleri	74,83 tf (22%)			262,81 tf (78%)
	Toplam Kesme Kuvvetleri	93,18 tf (26%)			270,57 tf (74%)

Tablo 5.26. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	7 (54%)	5 (38%)	1 (8%)	
	Kolonlar		5 (33%)	8 (53%)	2 (13%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri		50,26 tf (27%)	107,22 tf (57%)	29,34 tf (16%)
2.Kat					
	Kirişler	7 (54%)	6 (46%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (67%)			1 (33%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,56 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	113,14 tf (49%)			117,31 tf (51%)
	Toplam Kesme Kuvvetleri	133,69 tf (53%)			117,31 tf (47%)
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	13 (87%)			2 (13%)
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,93 tf (71%)			8,63 tf (29%)
	Perde Kesme Kuvvetleri	266,12 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	287,05 tf (97%)			8,63 tf (3%)
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	14 (93%)			1 (7%)
	Perdeler	2 (50%)			2 (50%)
	Kolon Kesme Kuvvetleri	18,35 tf (70%)			7,76 tf (30%)
	Perde Kesme Kuvvetleri	74,83 tf (22%)			262,81 tf (78%)
	Toplam Kesme Kuvvetleri	93,18 tf (26%)			270,57 tf (74%)

Tablo 5.26. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	9 (56%)	5 (31%)		2 (13%)
	Kolonlar		10 (67%)	5 (33%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		102,03 tf (64%)	58,56 tf (36%)	
2.Kat					
	Kirişler	10 (63%)	3 (19%)		3 (19%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	9,84 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	200,88 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	210,72 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	12 (75%)	2 (13%)		2 (13%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,15 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	226,58 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	246,73 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (94%)			1 (6%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	23,63 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	196,35 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	219,98 tf (100%)			

Tablo 5.26. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	11 (69%)	3 (19%)		2 (13%)
	Kolonlar		11 (73%)	4 (27%)	
	Kolon Kesme Kuvvetleri		116,70 tf (73%)	43,88 tf (27%)	
2.Kat					
	Kirişler	11 (69%)	3 (19%)	1 (6%)	1 (6%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	9,84 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	200,88 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	210,72 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	12 (75%)	1 (6%)		3 (19%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,15 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	226,58 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	246,73 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	15 (88%)		1 (6%)	1 (6%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	23,63 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	196,35 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	219,98 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme,
-X yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme,
+Y yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme Öncesi,
-Y yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme Öncesi Performans düzeyinde
olduğu belirlenmiştir.



5.5. Farklı Güçlendirme Önerileri [DBYBHY'e (2007) Göre Güçlendirme Önerileri]

Tablo 5.27.'de farklı güçlendirme önerilerinde kullanılan yapının genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

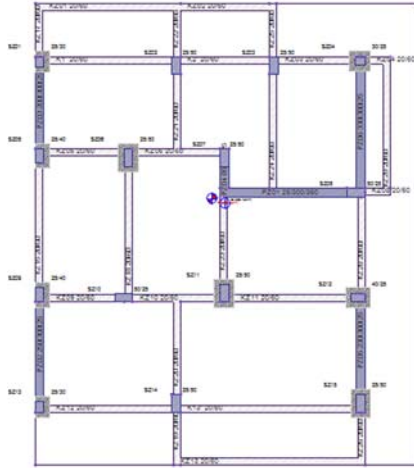
Tablo 5.27. Farklı güçlendirme önerilerinde kullanılan yapının genel özellikleri

Bina Genel Bilgileri				
Açıklama	Bilgiler			
Kat Adedi	Zemin + 3 Normal Kat			
Kullanım Amacı	Konut			
Yapı Süneklik Düzeyi	Yüksek			
Bina Önem Katsayısı (I)	1			
Bina Taşıyıcı Sistemi	Perde ve Kolon Mantolamaları ile Güçlendirilmiş Çerçeve+Perdeli Sistem			
Zemin Sınıfı	Z3			
Spektrum Karakteristik Periyotları	Ta=0,15 sn Tb= 0,60 sn			
Zemin Emniyet Gerilmesi	$\sigma_{em} = 200 \text{ kN/m}^2$			
Deprem Bölgesi	1'inci Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı A_0	0,4			
Temel Tipi	Tekil Temel + Sürekli Temel			
Malzeme	Beton Sınıfı : C14, Çelik Sınıfı : S220			
Beton Sınıfı : C14	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	14	1,3	9,3	0,87
Güçlendirme Beton Sınıfı C : 30	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	30	1,9	20	1,28
Çelik Sınıfı : S220	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	220	191		
Güçlendirme Çelik Sınıfı : S420	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	420	365		
Kat Yükseklikleri (h)	Zemin	1	2	3
	3,6	2,9	2,9	2,9

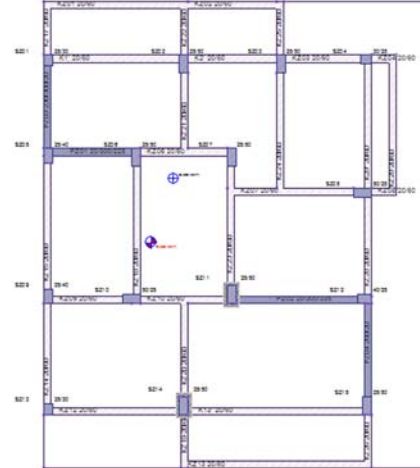
Mevcut yapıda döşeme kalınlıkları 12cm, kiriş boyutları 20x60 cm, kolon boyutları 25x30 cm, 25x40 cm, 25x50 cm olarak değişkenlik göstermektedir.

Çalışma kapsamında incelenen mevcut yapının güçlendirilmemiş hali (güçlendirilmemiş yapının ilk durumu) DBYBHY’te (2007) belirtilen şart ve koşullara göre 5 farklı şekilde güçlendirilmiş ve performans analizi yapılmıştır (Şekil 5.14.-5.33.). Yapılan analizler sonucunda güçlendirme önerileri karşılaştırılmış ve optimum sonucu veren güçlendirme önerisi dikkate alınarak çalışmaya devam edilmiştir.

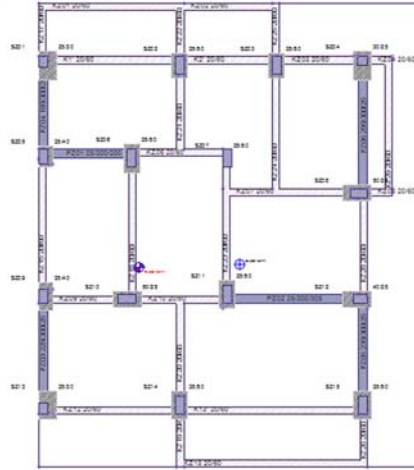




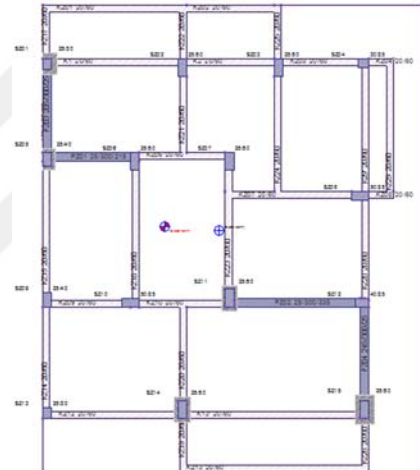
Şekil 5.14 Birinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



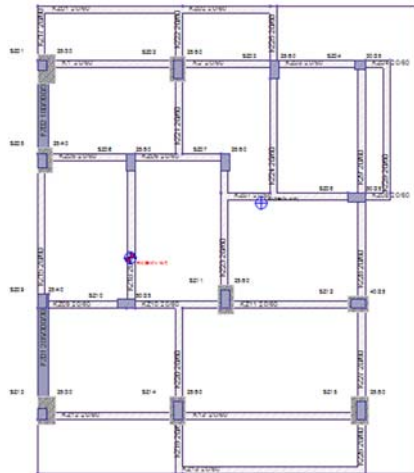
Şekil 5.17 Dördüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



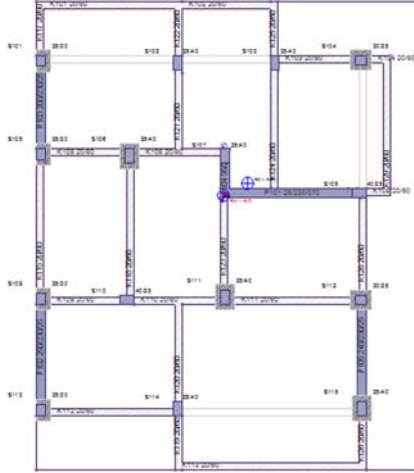
Şekil 5.15 İkinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



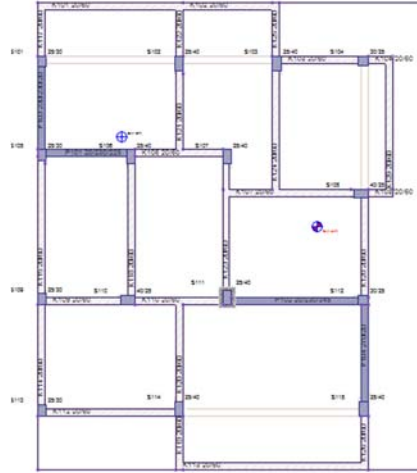
Şekil 5.18 Beşinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



Şekil 5.16 Üçüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



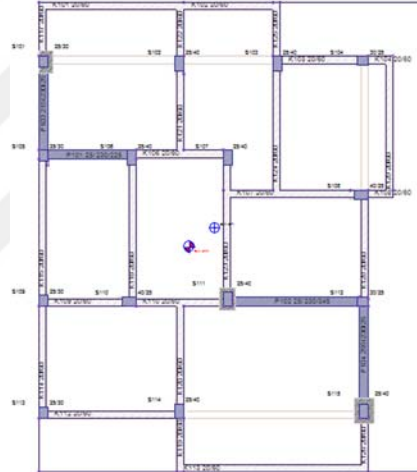
Şekil 5.19 Birinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



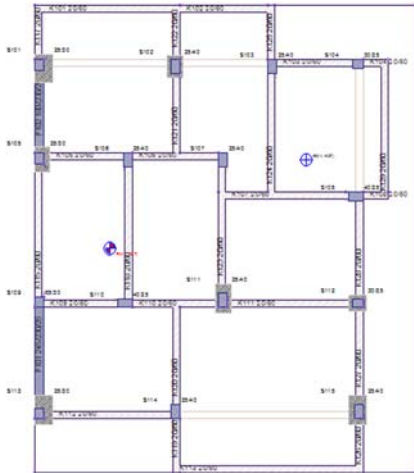
Şekil 5.22 Dördüncü güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



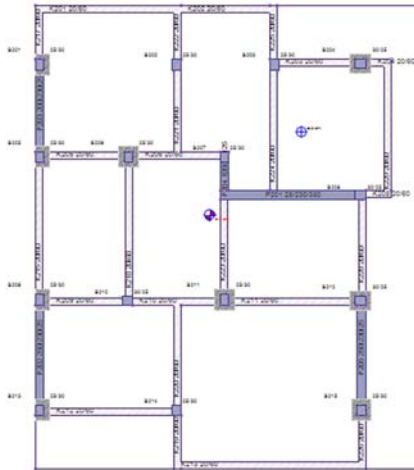
Şekil 5.20 İkinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



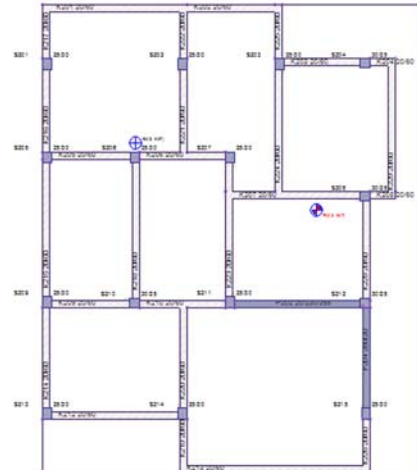
Şekil 5.23 Beşinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



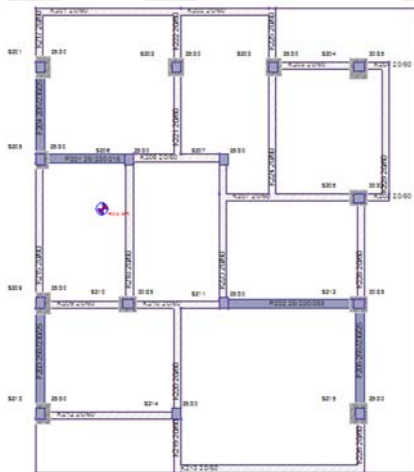
Şekil 5.21 Üçüncü güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



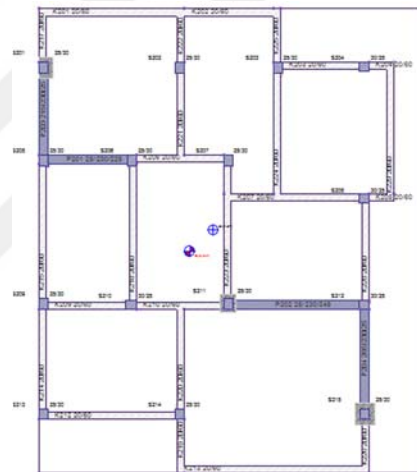
Şekil 5.24 Birinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



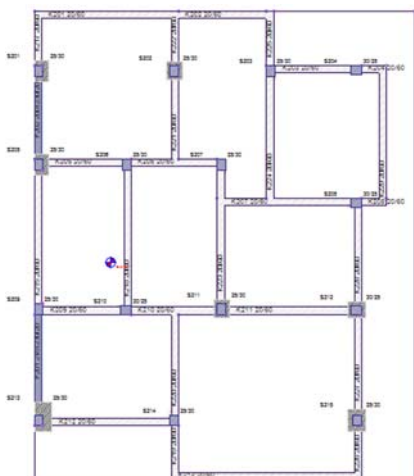
Şekil 5.27 Dördüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



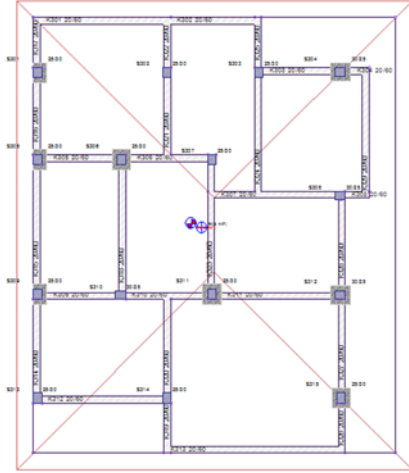
Şekil 5.25 İkinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



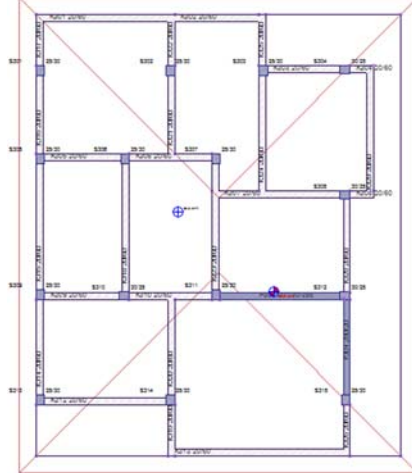
Şekil 5.28 Beşinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.26 Üçüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



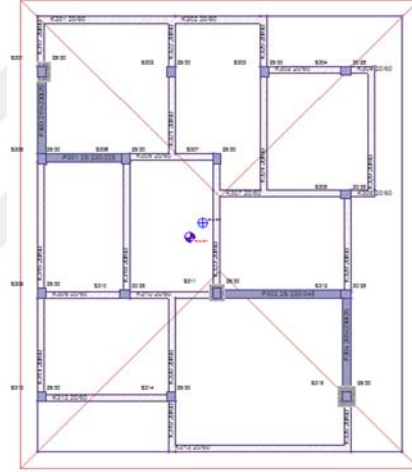
Şekil 5.29 Birinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



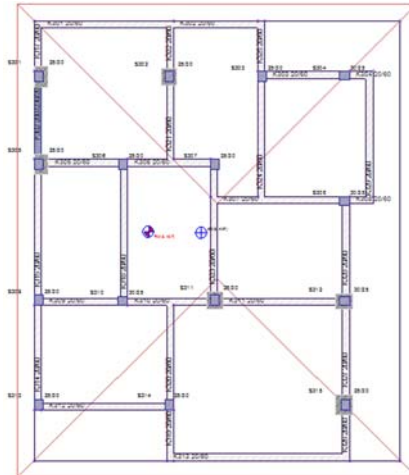
Şekil 5.32 Dördüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.30 İkinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.33 Beşinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.31 Üçüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı

5.5.1. Birinci güçlendirme önerisi

İlk güçlendirme önerisinde mevcutta bulunan 35 adet kolon güçlendirilmiştir.

Mantolanan kolonlardan 9 tanesi zemin katta (SZ01, SZ04, SZ05, SZ06, SZ09, SZ11, SZ12, SZ13, SZ15) (Şekil 5.34.), 9 tanesi 1.Katta (S101, S104, S105, S106, S109, S111, S112, S113, S115) (Şekil 5.35.), 9 tanesi 2.Katta (S201, S204, S205, S206, S209, S211, S212, S213, S215) (Şekil 5.36.) ve 8 tanesinde 3.Katta (S301, S304, S305, S306, S309, S311, S112, S115) yer almaktadır (Şekil 5.37.).

Ayrıca mevcut sisteme 25 cm genişliğinde 16 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir (97,47 m²). Bu güçlendirme perdelerinden 6 tanesi (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04, PZ05, PZ06) zemin katta (Şekil 5.34.), 5 tanesi (P101, P102, P103, P104, P105) 1.Katta (Şekil 5.35.), 5 tanesi (P201, P202, P203, P204, P205) 2.Katta yer almaktadır (Şekil 5.36.).

Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde tasarlanan bölümlere sürekli temeller ilave edilmiştir.

5.5.1.1 Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğundan orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

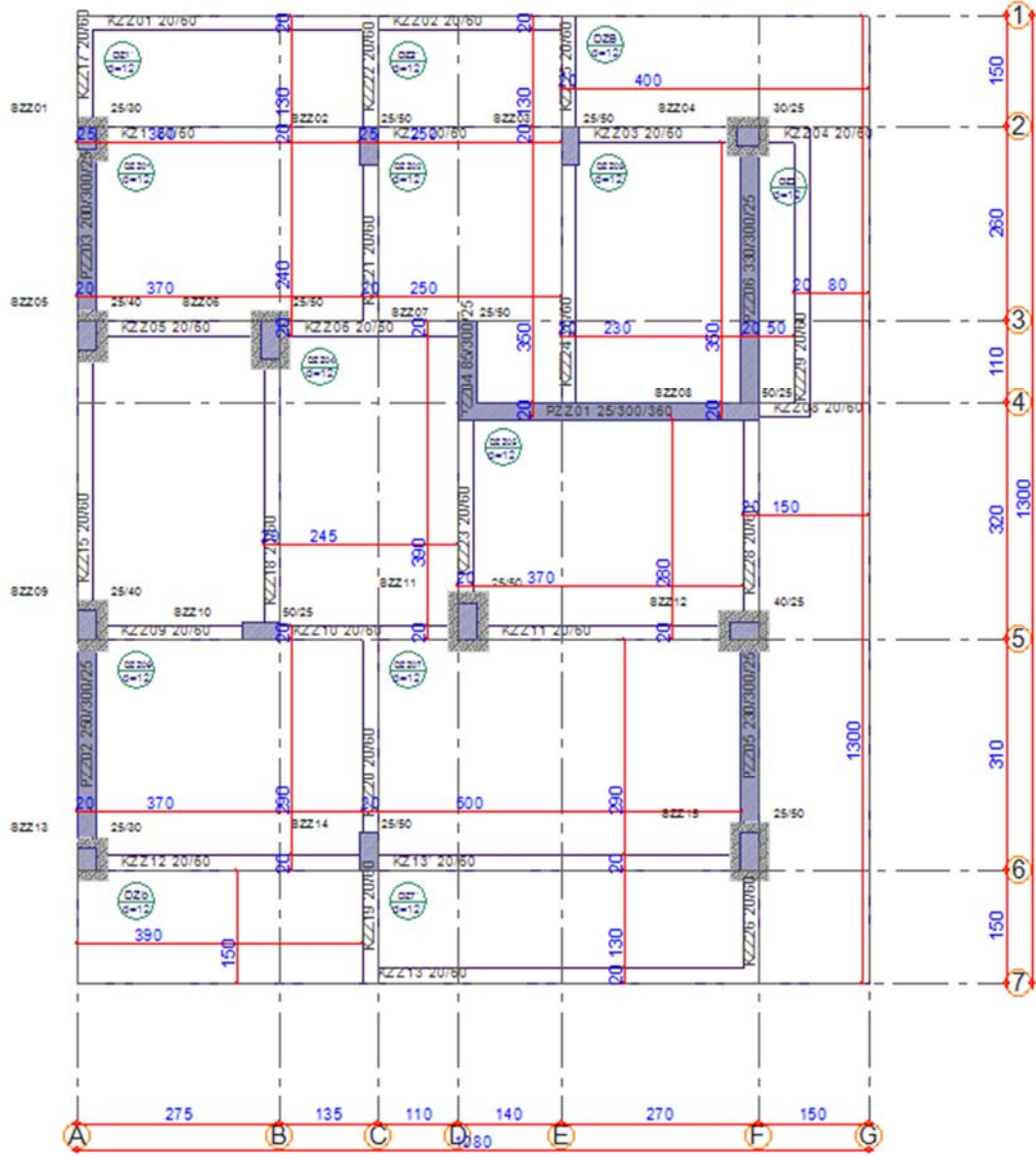
5.5.1.2. Yük analizi

Birinci güçlendirme nerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

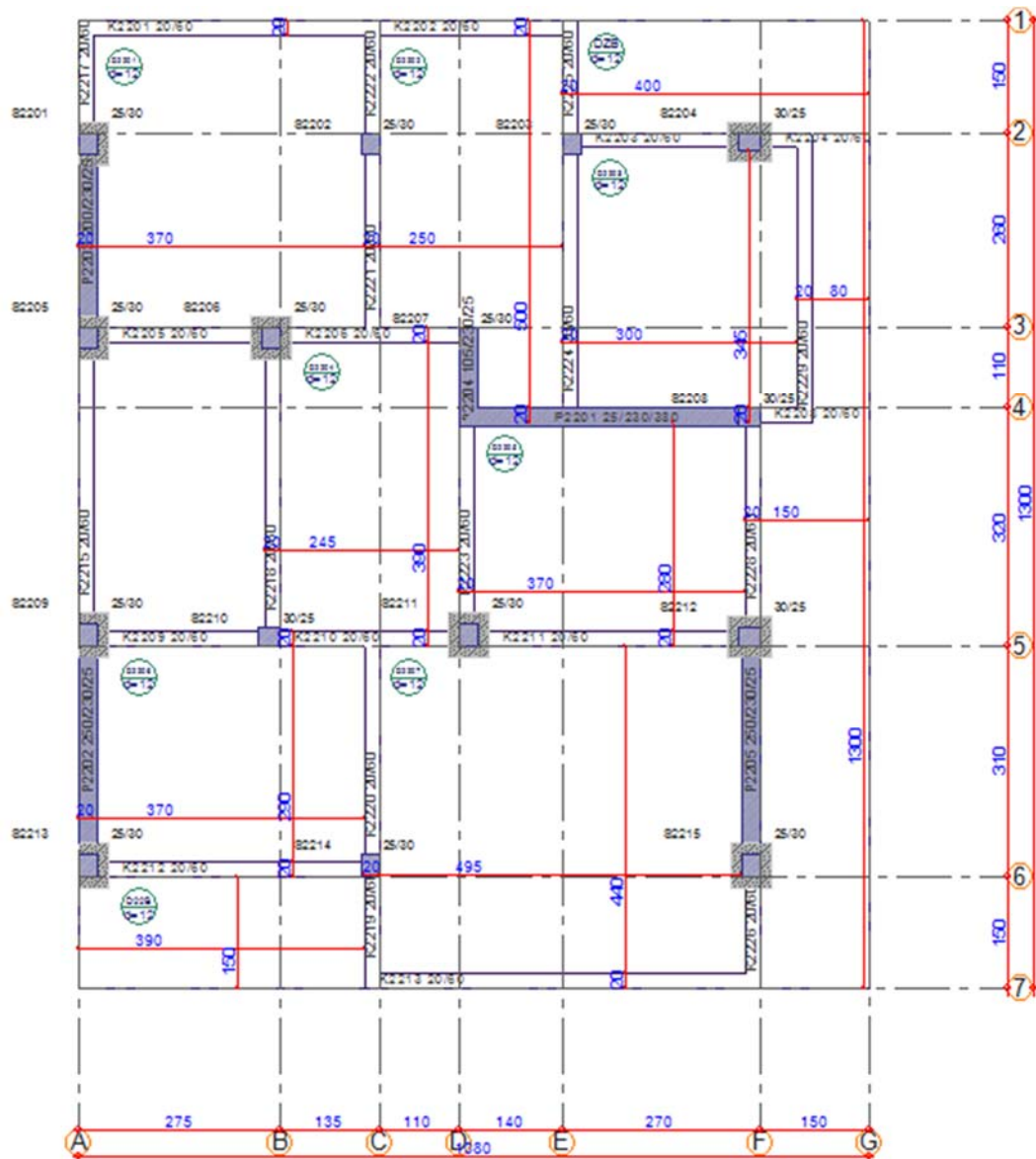
Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

olarak alınmıştır.

Birinci güçlendirme nerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.34.'te, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.35.'te, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.36.'da, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.37.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.38.'de sunulmuştur.



Şekil 5.34. Birinci güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



Şekil 5.36. Birinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı

Şekil 5.37. Birinci güçlendirme önerisi 3. Normal kat kalıp planı



Şekil 5.38. Birinci güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.28.'de birinci güçlendirme önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.29.'da birinci güçlendirme önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.28. Birinci güçlendirme önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	157,67	22,78	164,50
2. Kat	163,84	22,76	170,67
1. Kat	164,84	22,74	171,66
Zemin Kat	200,26	22,15	206,91
$\Sigma W = 713,740$			

Tablo 5.29. Birinci güçlendirme önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	2023,41	159,81	142,47
2. Kat	9,4	1604,26	6,40	7,14
1. Kat	6,5	1115,77	16,88	10,53
Zemin Kat	3,6	744,86	59,50	34,26

5.5.1.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 12 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.30.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.30. Birinci güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,21013	4,75903
2	0,18787	5,32271
3	0,16716	5,98245
4	0,05541	18,04877
5	0,03566	28,04058
6	0,03181	31,43185
7	0,02677	37,36152
8	0,01904	52,52688
9	0,01509	66,28594
10	0,00028	3529,16812
11	0,00028	3529,16812
12	0,00021	4872,63161

5.5.1.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 713,734 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 713,734 t	(%100)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 713,734 t	(%100)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.5.1.5. Göreli kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.31.'de Birinci güçlendirme önerisine ait katlar içerisinde maksimum göreli kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.31.'de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum görelî kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.31. Birinci güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	S313	110,79	2,90	0,004	Minimum	S315	7,79	2,90	0,000	Minimum
2. Kat	P202	0,03	2,30	0,000	Minimum	P205	0,07	2,30	0,000	Minimum
1. Kat	P102	0,13	2,30	0,000	Minimum	P105	0,06	2,30	0,000	Minimum
Zemin Kat	PZ02	0,10	3,00	0,000	Minimum	PZ05	0,01	3,00	0,000	Minimum

5.5.1.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.32.'de birinci güçlendirme önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.33.'te birinci güçlendirme önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.32. ve 5.33.'te görüldüğü üzere Birinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X yönü 2.Normal katında ve Y yönü Zemin kat, 1. ve 2. Normal katlarında A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmaktadır.

Tablo 5.32. Birinci güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	24,29 / S313	23,47 / S304	23,88	1,02	Yok
2.Kat	2,90	0,07 / P205	0,03 / S204	0,05	1,43	Var
1.Kat	2,90	0,30 / P102	0,23 / S104	0,26	1,14	Yok
Zemin Kat	3,60	0,23 / PZ02	0,20 / SZ04	0,22	1,07	Yok

Tablo 5.33. Birinci güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	21,88 / S315	18,21 / S313	20,04	1,09	Yok
2.Kat	2,90	0,20 / S215	0,09 / P202	0,15	1,36	Var
1.Kat	2,90	0,17 / P105	0,08 / P102	0,13	1,38	Var
Zemin Kat	3,60	0,03 / SZ15	0,02 / PZ02	0,02	1,23	Var

5.5.1.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.34.'te birinci güçlendirme önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.25.'te birinci güçlendirme önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.34. ve 5.35.'te görüldüğü üzere Birinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X yönü 1. ve 3.Normal katlarında, Y yönü 1. ve 3.Normal katlarında B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmaktadır.

Tablo 5.34. Birinci güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	23,88	0,00823		- / 500,83	Var
2.Kat	2,90	0,05	1,64E-5	0,00823	0,00 / 0,18	Yok
1.Kat	2,90	0,26	9,1E-5	1,64E-5	5,54 / 1,51	Var
Zemin Kat	3,60	0,22	6,01E-5	9,1E-5	0,66 / -	Yok

Tablo 5.35. Birinci güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	20,04	0,00691		- / 137,77	Var
2.Kat	2,90	0,15	5,02E-5	0,00691	0,01 / 1,16	Yok
1.Kat	2,90	0,13	4,31E-5	5,02E-5	0,86 / 7,64	Var
Zemin Kat	3,60	0,02	5,65E-6	4,31E-5	0,13 / -	Yok

5.5.1.8. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- 2.Normal katta yer alan K203 kirişinin Göçme hasar bölgesinde, K205, K209, K211, K216, K227 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K303 kirişinin Göçme hasar bölgesinde, K327 kirişinin İleri hasar bölgesinde, K305, K309, K311, K316 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Ayrıca yapı sisteminde yer alan tüm kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.36.'da birinci güçlendirme önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.36. Birinci güçlendirme önerisi yapı hasar durumu

(+) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	2 (15%)		1 (8%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	159,81 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	11 (85%)	1 (8%)		1 (8%)
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	47,80 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	22,02 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	69,82 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	6,81 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	34,19 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	41,01 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	1,97 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	30,99 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	32,96 tf (100%)			

Tablo 5.36. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	3 (23%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	159,81 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	11 (85%)	2 (15%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	47,80 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	22,02 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	69,82 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	6,81 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	34,19 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	41,01 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	1,97 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	30,99 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	32,96 tf (100%)			

Tablo 5.36. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	14 (88%)	2 (12%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	142,47 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	14 (88%)	2 (12%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	22,33 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	35,15 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	57,48 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	8,48 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	37,05 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	45,53 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	5 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	1,32 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	3,02 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	4,34 tf (100%)			

Tablo 5.36. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	15 (94%)		1 (6%)	
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	142,47 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	22,33 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	35,15 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	57,48 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	8,48 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	37,05 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	45,53 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	5 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	1,32 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	3,02 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	4,34 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Göçme Öncesi,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği Performans düzeyinde
 olduğu belirlenmiştir.

5.5.2. İkinci güçlendirme önerisi

İkinci güçlendirme önerisinde mevcutta bulunan 47 adet kolon güçlendirilmiştir.

Mantolanan kolonlardan 14 tanesi zemin katta (SZ01, SZ02, SZ03, SZ04, SZ05, SZ06, SZ08, SZ09, SZ10, SZ11, SZ12, SZ13, SZ14, SZ15) (Şekil 5.39.), 13 tanesi 1.Katta (S101, S102, S103, S104, S105, S106, S108, S109, S110, S111, S112, S113, S115) (Şekil 5.40.), 11 tanesi 2.Katta (S201, S202, S203, S204, S205, S208, S209, S210, S212, S213, S215) (Şekil 5.41.), 9 tanesi 3.Katta (S301, S302, S304, S305, S308, S309, S312, S313, S315) yer almaktadır (Şekil 5.42.).

Ayrıca mevcut sisteme 25 cm genişliğinde 21 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir (128,45 m²). Bu güçlendirme perdelerinden 6 tanesi (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04, PZ05, PZ06) zemin katta (Şekil 5.39.), 5 tanesi (P101, P102, P103, P104, P105) 1.Katta (Şekil 5.40.), 5 tanesi (P201, P202, P203, P204, P205) 2.Katta (Şekil 5.41.), 5 tanesi (P301, P302, P303, P304, P305) 3.Katta yer almaktadır (Şekil 5.42.).

Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde tasarlanan bölümlere sürekli temeller ilave edilmiştir.

5.5.2.1 Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğu orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

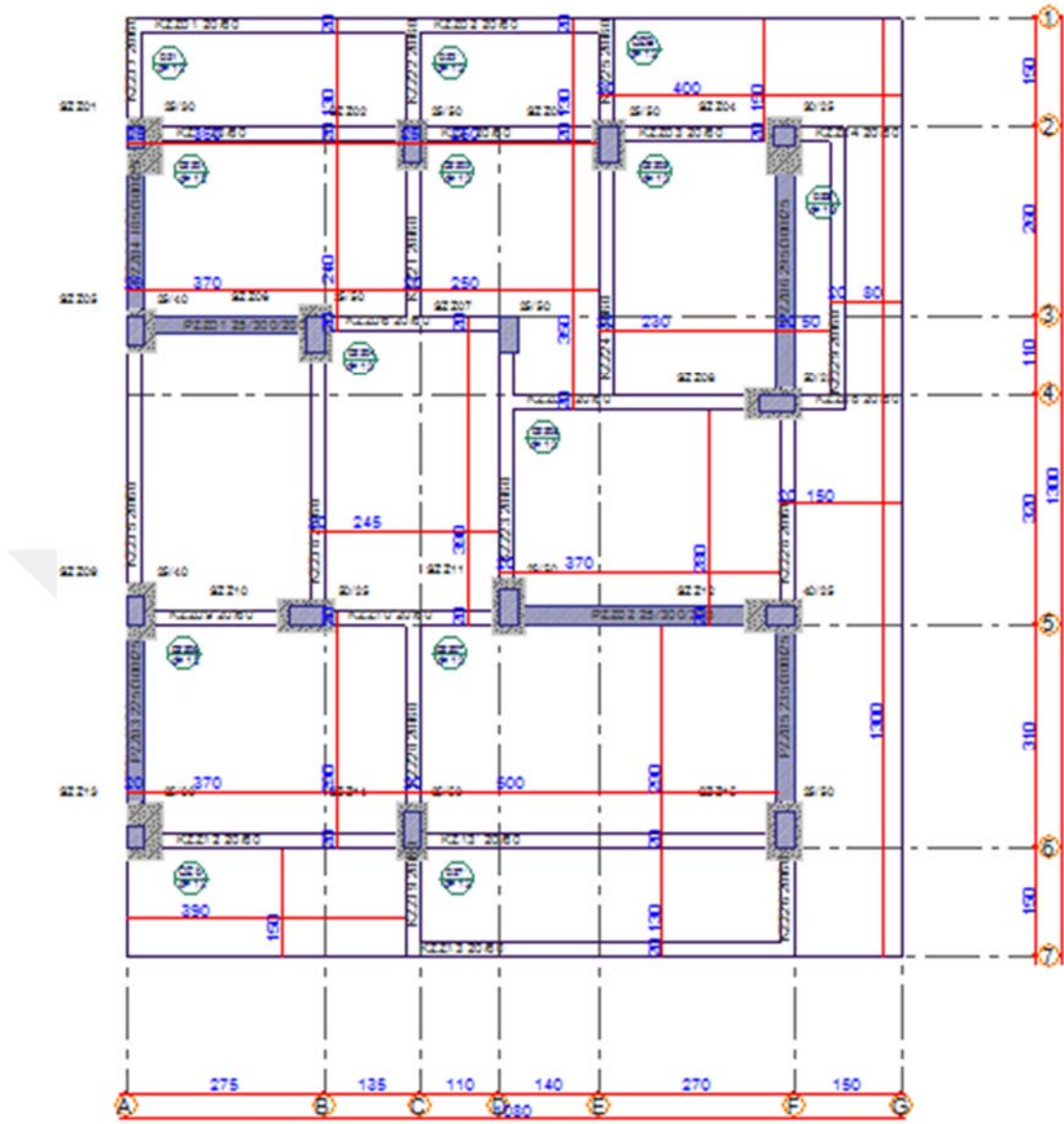
5.5.2.2. Yük analizi

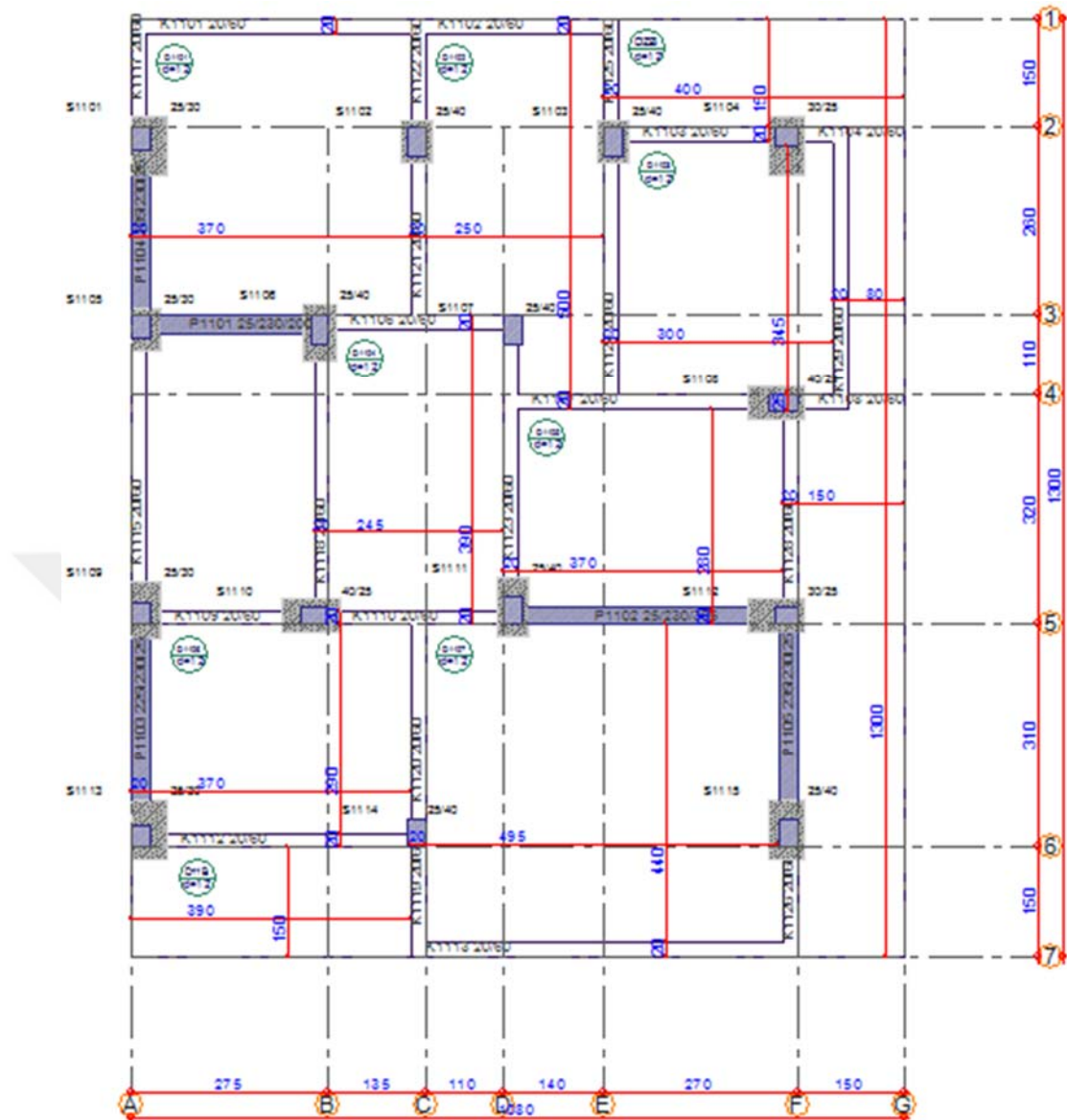
İkinci güçlendirme önerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

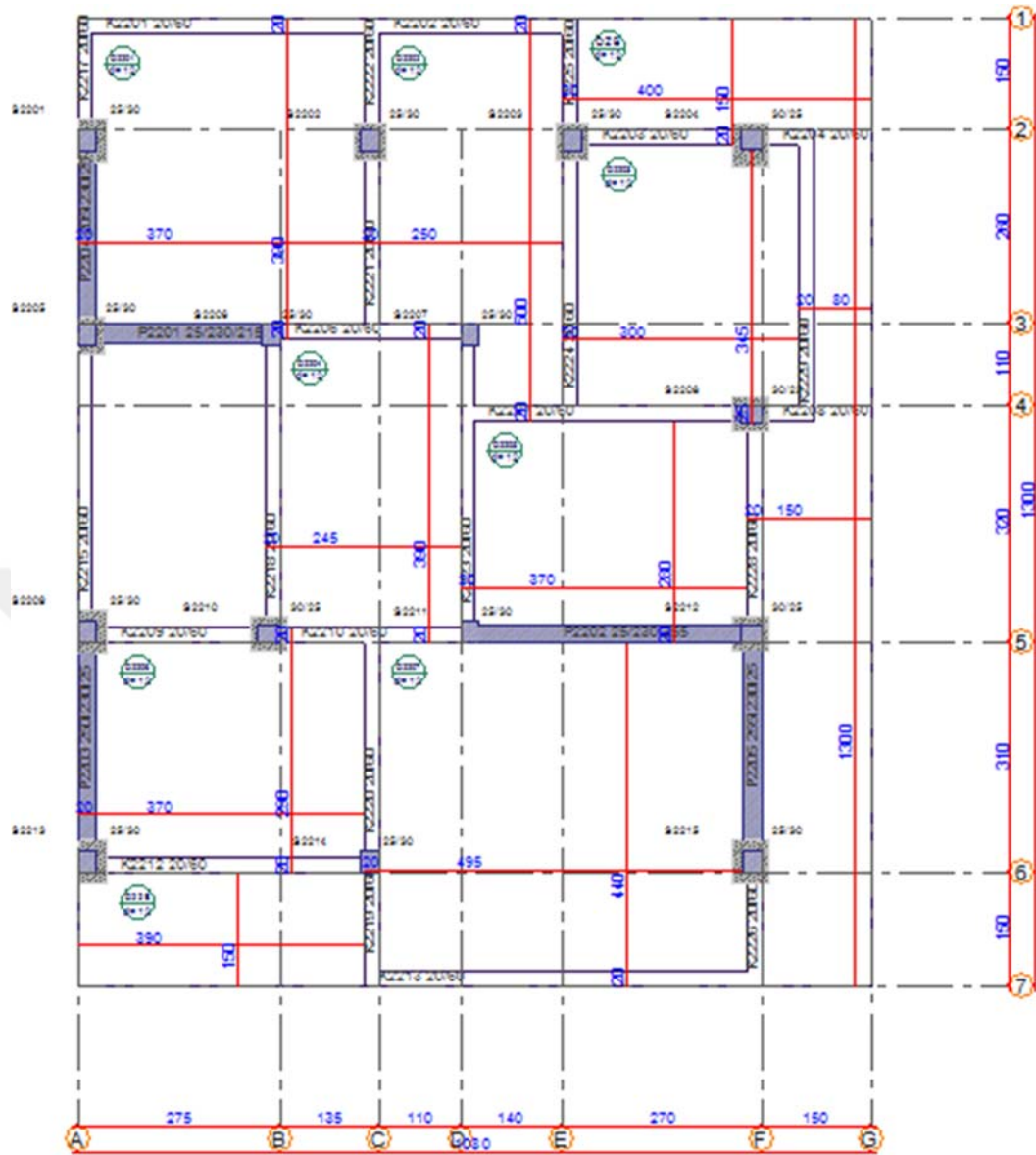
olarak alınmıştır.

İkinci güçlendirme önerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.39.'da, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.40.'ta, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.41.'de, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.42.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.43.'te sunulmuştur.

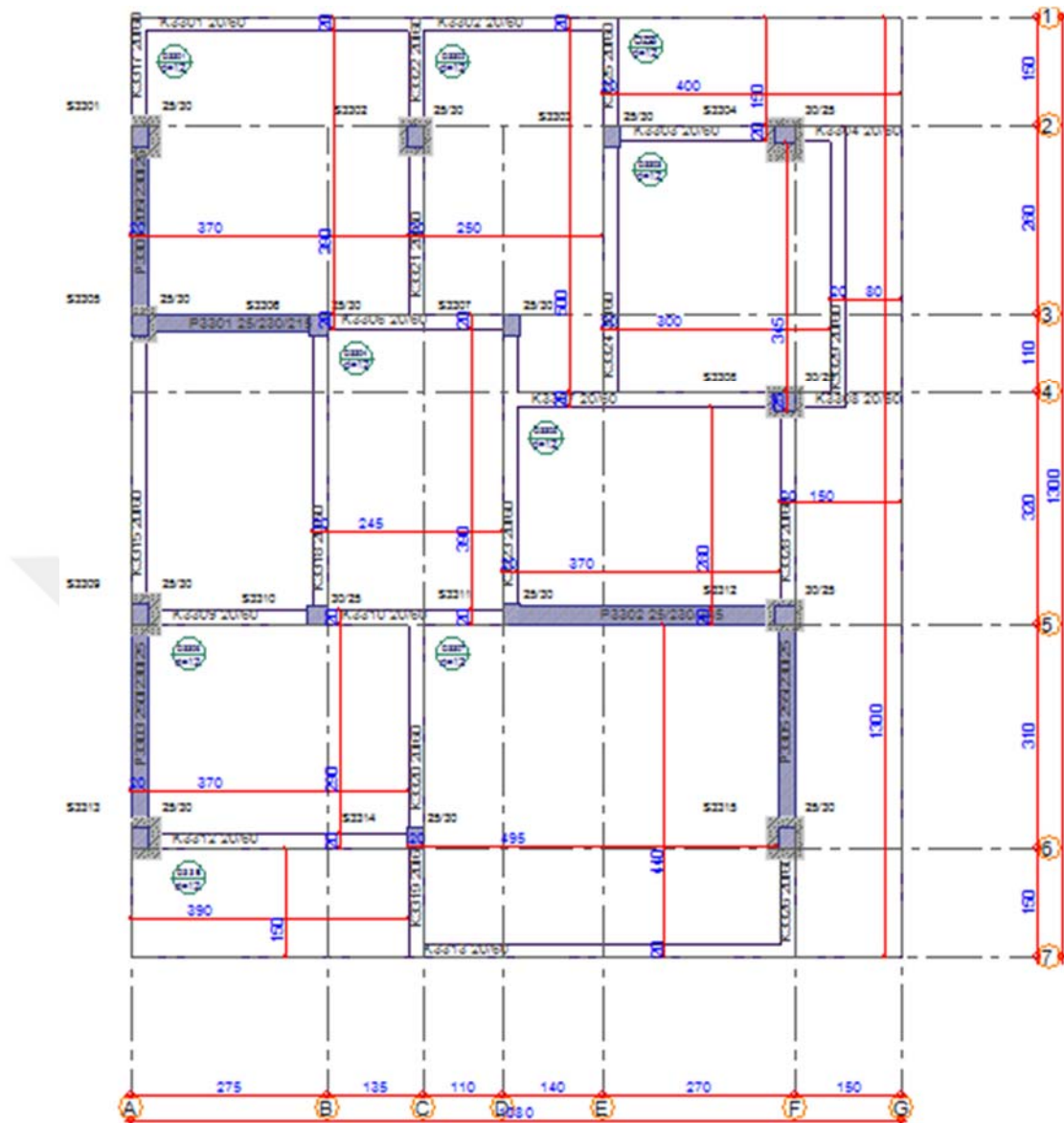




Şekil 5.40. İkinci güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.41. İkinci güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.42. İkinci güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.43. İkinci güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.37.'de ikinci güçlendirme önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.38.'de ikinci güçlendirme önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.37. Güçlendirme önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	175,87	22,80	182,71
2. Kat	164,68	22,77	171,51
1. Kat	173,82	22,59	180,60
Zemin Kat	211,08	22,01	217,69
$\Sigma W =$			752,510

Tablo 5.38. Güçlendirme önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	2247,39	55,95	130,22
2. Kat	9,4	1612,17	37,33	70,52
1. Kat	6,5	1173,87	89,70	44,25
Zemin Kat	3,6	783,68	83,74	26,83

5.5.2.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 6 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.39.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.39. İkinci güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,16527	6,05082
2	0,08025	12,46115
3	0,05261	19,00647
4	0,04324	23,12440
5	0,04065	24,60173
6	0,03293	30,36972

5.5.2.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 752,506 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 733,966 t	(%98)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 736,275 t	(%98)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.5.2.5. Göreli kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.40.'da İkinci güçlendirme önerisine ait katlar içerisinde maksimum göreli kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.40.'da X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum göreli kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.40. İkinci güçlendirme önerisi göreli kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	P304	0,22	2,30	0,000	Minimum	P302	1,33	2,30	0,001	Minimum
2. Kat	P205	0,29	2,30	0,000	Minimum	P204	1,02	2,30	0,000	Minimum
1. Kat	P104	0,27	2,30	0,000	Minimum	P103	0,82	2,30	0,000	Minimum
Zemin Kat	PZ04	0,37	3,00	0,000	Minimum	PZ03	0,54	3,00	0,000	Minimum

5.5.2.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.41.'de ikinci güçlendirme önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.42.'de ikinci güçlendirme önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.41. ve 5.42.'de görüldüğü üzere İkinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X ve Y yönlerinde her bir katta A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmaktadır.

Tablo 5.41. İkinci güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	0,36 / S301	0,04 / S310	0,20	1,79	Var
2.Kat	2,90	0,48 / P205	0,05 / S206	0,27	1,80	Var
1.Kat	2,90	0,41 / P104	0,01 / S114	0,21	1,96	Var
Zemin Kat	3,60	0,52 / PZ06	0,26 / SZ13	0,39	1,33	Var

Tablo 5.42. İkinci güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	3,82 / P302	0,94 / S315	2,38	1,60	Var
2.Kat	2,90	2,17 / P203	0,26 / S212	1,21	1,78	Var
1.Kat	2,90	1,73 / P104	0,23 / S115	0,98	1,77	Var
Zemin Kat	3,60	1,13 / PZ03	0,12 / PZ06	0,63	1,80	Var

5.5.2.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.43.'te ikinci güçlendirme önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.44.'te ikinci güçlendirme önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.43. ve 5.44.'te görüldüğü üzere İkinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmamaktadır.

Tablo 5.43. İkinci güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	0,20	6,87E-5		- / 0,75	Yok
2.Kat	2,90	0,27	9,14E-5	6,87E-5	1,33 / 1,25	Yok
1.Kat	2,90	0,21	7,31E-5	9,14E-5	0,80 / 0,67	Yok
Zemin Kat	3,60	0,39	0,000109	7,31E-5	1,49 / -	Yok

Tablo 5.44. İkinci güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	2,38	0,000822		- / 1,96	Yok
2.Kat	2,90	1,21	0,000419	0,000822	0,51 / 1,24	Yok
1.Kat	2,90	0,98	0,000337	0,000419	0,80 / 1,93	Yok
Zemin Kat	3,60	0,63	0,000175	0,000337	0,52 / -	Yok

5.5.2.8. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- 1.Normal katta yer alan K117 kirişinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan K217 kirişinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K317 kirişinin Belirgin hasar bölgesinde yer, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Ayrıca yapı sisteminde yer alan tüm kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.45.'te ikinci güçlendirme önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.45. İkinci güçlendirme önerisi yapı hasar durumu

(+) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	13,24 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	69,59 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	82,83 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	4,58 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	49,08 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	53,66 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	5,94 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	33,86 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	39,80 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,52 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	99,47 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	119,99 tf (100%)			

Tablo 5.45. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	13,24 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	69,59 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	82,83 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	4,58 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	49,08 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	53,66 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	5,94 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	33,86 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	39,80 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	20,52 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	99,47 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	119,99 tf (100%)			

Tablo 5.45. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	30,66 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	131,56 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	162,22 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	10,28 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	70,42 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	80,70 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	14,11 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	69,57 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	83,67 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	27,33 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	83,17 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	110,50 tf (100%)			

Tablo 5.45. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	30,66 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	131,56 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	162,22 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	10,28 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	70,42 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	80,70 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	3 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	14,11 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	69,57 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	83,67 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	4 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	27,33 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	83,17 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	110,50 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım Performans düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

5.5.3. Üçüncü güçlendirme önerisi

Üçüncü güçlendirme önerisinde mevcutta bulunan 28 adet kolon güçlendirilmiştir. Mantolanan kolonlardan 8 tanesi zemin katta (SZ01, SZ02, SZ05, SZ11, SZ12, SZ13, SZ14, SZ15) (Şekil 5.44.), 7 tanesi 1.Katta (S101, S102, S105, S111, S112, S113, S115) (Şekil 5.45.), 7 tanesi 2.Katta (S201, S202, S205, S211, S212, S213, S215) (Şekil 5.46.) ve 6 tanesinde 3.Katta (S301, S302, S305, S311, S312, S315) yer almaktadır (Şekil 5.47.).

Ayrıca mevcut sisteme 20,25 ve 30 cm genişliklerinde 7 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir (38,56 m²). Bu güçlendirme perdelerinden PZ01 ve PZ02 zemin katta (30 cm genişliğinde) (Şekil 5.44.), P101 ve P102 1.Katta (25 cm genişliğinde) (Şekil 5.45.), P201 ve P202 2.Katta (20 cm genişliğinde) (Şekil 5.46.), P302 3.Katta (20 cm genişliğinde) yer almaktadır (Şekil 5.47.).

Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde tasarlanan bölümlere sürekli temeller ilave edilmiştir.

5.5.3.1 Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğu orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

5.5.3.2. Yük analizi

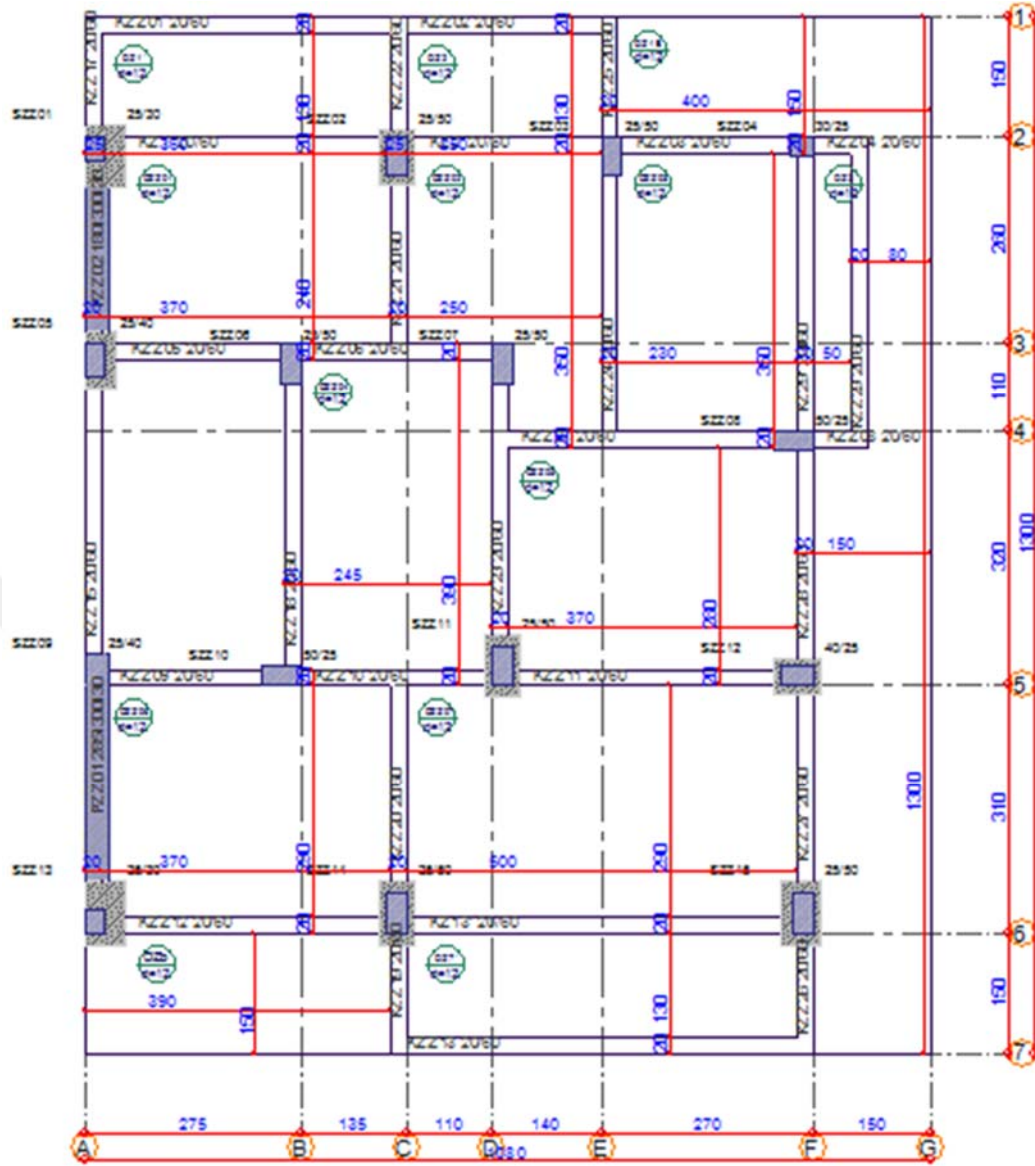
Üçüncü güçlendirme önerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

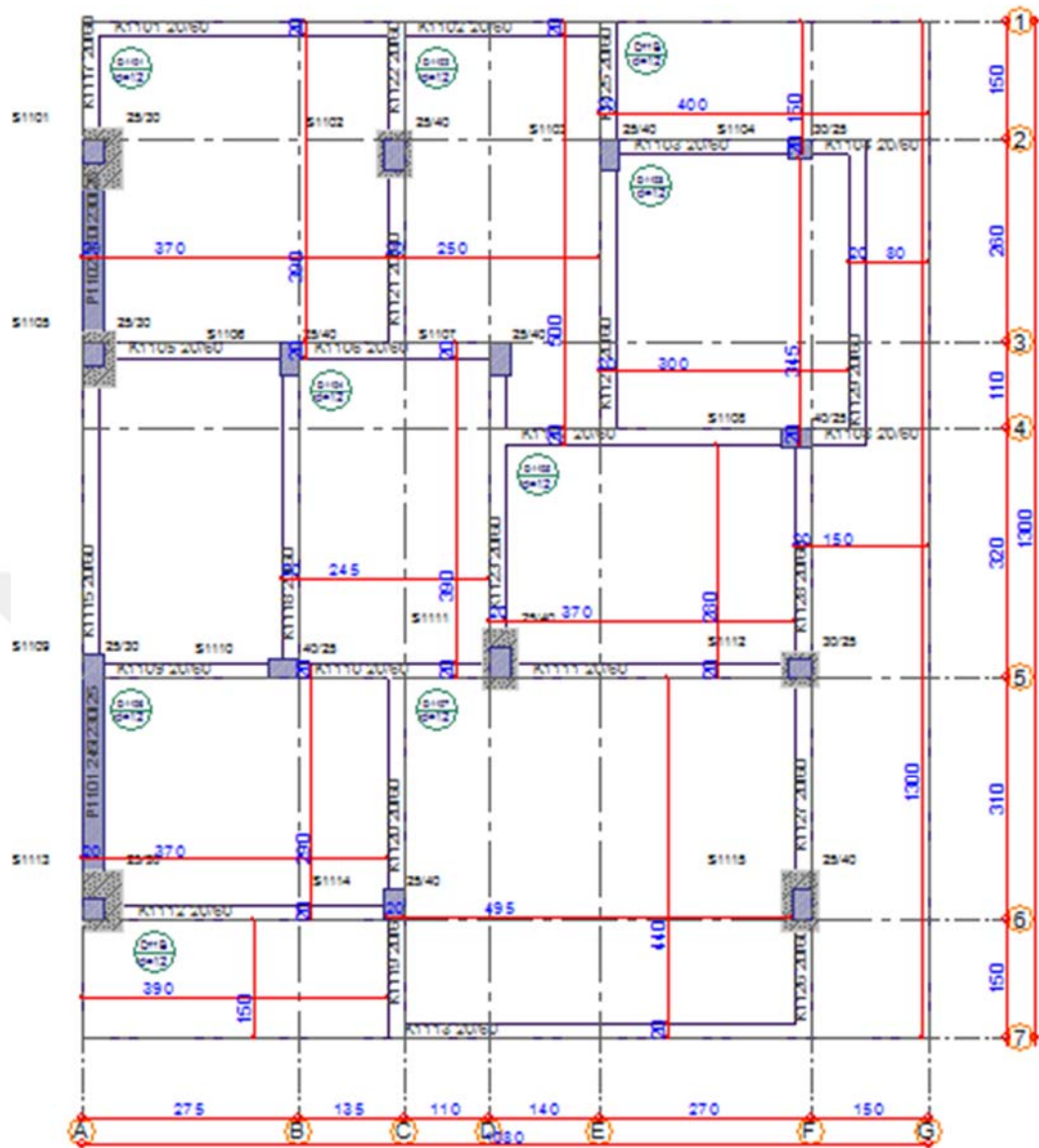
olarak alınmıştır.

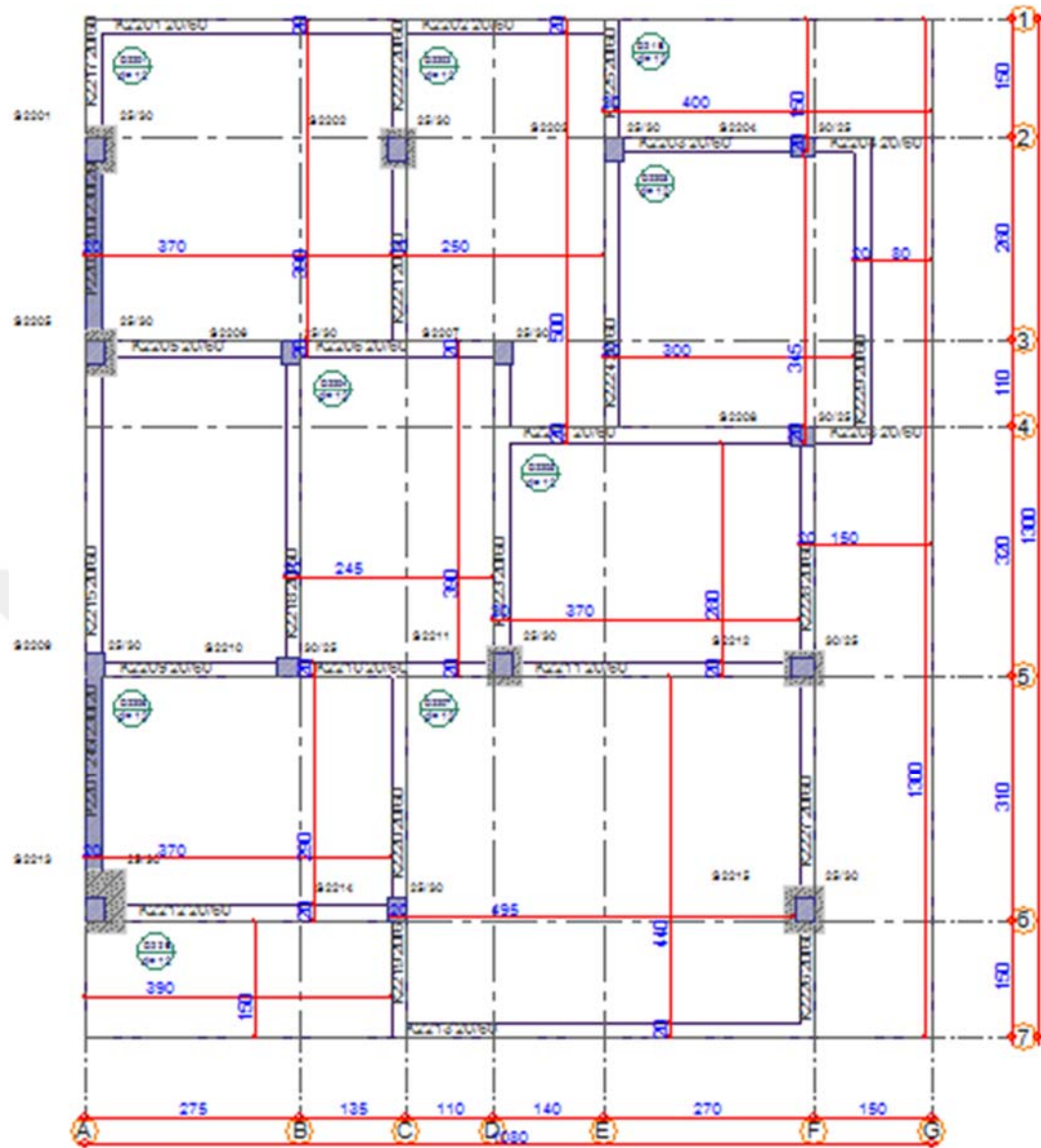
Üçüncü güçlendirme önerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.44.'te, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.45.'te, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.46.'da, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.47.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.48.'de sunulmuştur.



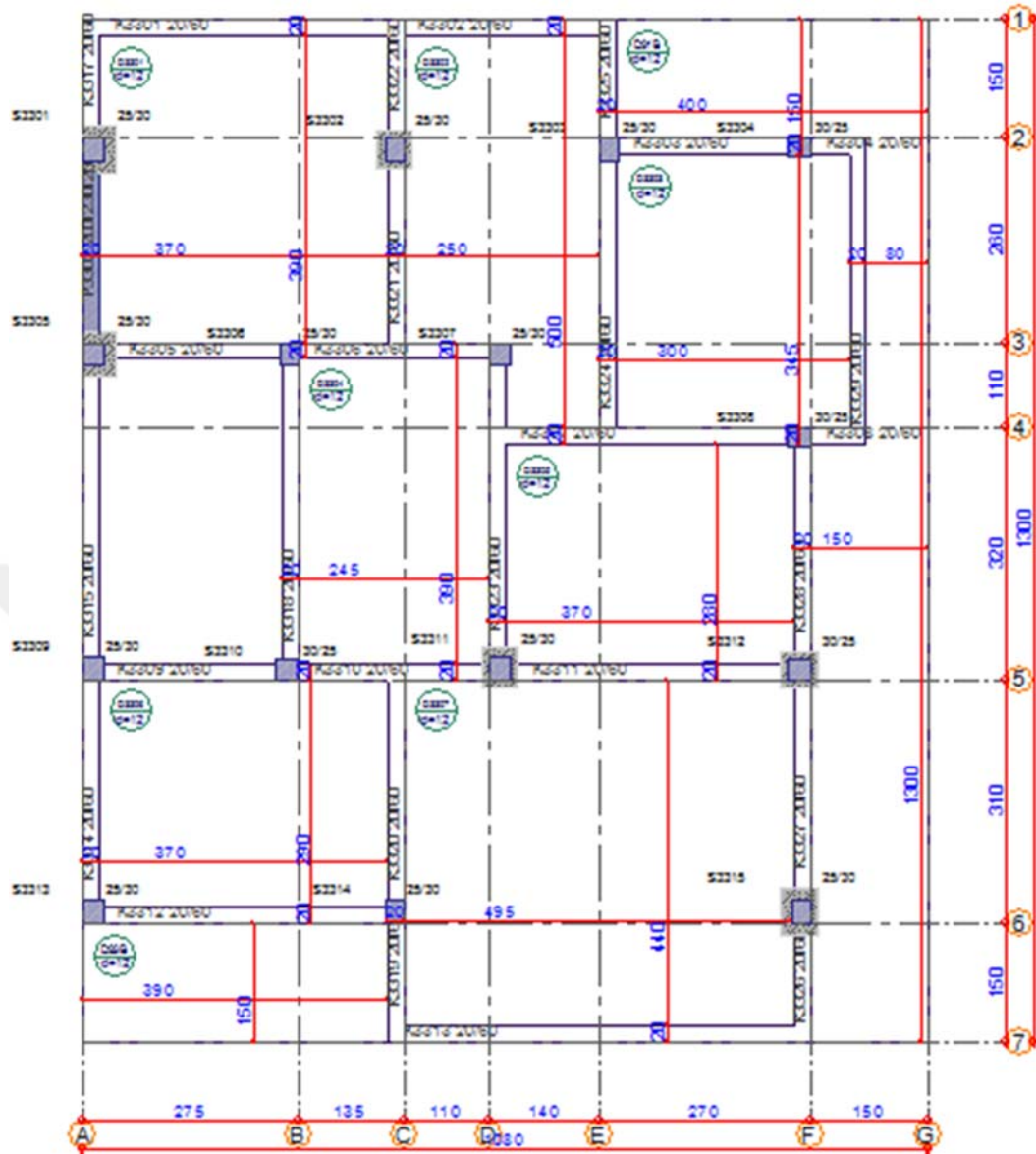


Şekil 5.44. Üçüncü güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı





Şekil 5.46. Üçüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.47. Üçüncü güçlendirme önerisi 3. Normal kat kalıp planı



Şekil 5.48. Üçüncü güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.46.'da üçüncü güçlendirme önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.47.'de üçüncü güçlendirme önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.46. Üçüncü güçlendirme önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	156,42	22,86	163,28
2. Kat	148,38	22,82	155,22
1. Kat	152,91	22,76	159,74
Zemin Kat	180,78	22,16	187,43

$$\sum W = 665,670$$

Tablo 5.47. Üçüncü güçlendirme önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	2008,32	118,37	63,09
2. Kat	9,4	1459,09	3,94	8,72
1. Kat	6,5	1038,33	131,86	45,07
Zemin Kat	3,6	674,73	192,34	73,15

5.5.3.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 12 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.48.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.48. Üçüncü güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,29608	3,37746
2	0,21997	4,54612
3	0,20014	4,99640
4	0,15538	6,43568
5	0,09235	10,82798
6	0,07101	14,08154
7	0,06940	14,40826
8	0,03588	27,86861
9	0,01778	56,24619
10	0,00046	2189,62304
11	0,00038	2647,65170
12	0,00035	2870,32070

5.5.3.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 665,669 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 665,669 t	(%100)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 665,669 t	(%100)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.5.3.5. Görelî kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.49.'da Üçüncü güçlendirme önerisine ait katlar içerisinde maksimum görelî kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.49.'da X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum görelî kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.49. Üçüncü güçlendirme önerisi görelî kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	P302	11,98	2,30	0,005	Minimum	S304	3,79	2,90	0,001	Minimum
2. Kat	P202	8,26	2,30	0,004	Minimum	S204	1,41	2,90	0,000	Minimum
1. Kat	P101	1,00	2,30	0,000	Minimum	S104	0,23	2,90	0,000	Minimum
Zemin Kat	PZ02	9,18	3,00	0,003	Minimum	SZ04	1,64	3,60	0,000	Minimum

5.5.3.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.50.'de üçüncü güçlendirme önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.51.'de üçüncü güçlendirme önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.50. ve 5.51.'de görüldüğü üzere Üçüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının Y yönü tüm katlarında A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmaktadır.

Tablo 5.50. Üçüncü güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	13,82 / S304	12,60 / S315	13,21	1,05	Yok
2.Kat	2,90	9,54 / S204	8,65 / S215	9,09	1,05	Yok
1.Kat	2,90	1,16 / P101	1,03 / S104	1,10	1,06	Yok
Zemin Kat	3,60	10,57 / SZ04	9,82 / SZ13	10,19	1,04	Yok

Tablo 5.51. Üçüncü güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	10,14 / S304	1,04 / S309	5,59	1,81	Var
2.Kat	2,90	3,77 / S204	0,25 / P202	2,01	1,88	Var
1.Kat	2,90	0,61 / S104	0,04 / S109	0,33	1,87	Var
Zemin Kat	3,60	4,38 / SZ04	0,29 / SZ09	2,34	1,87	Var

5.5.3.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.52.'de üçüncü güçlendirme önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.53.'te üçüncü güçlendirme önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.52. ve 5.53.'te görüldüğü üzere Üçüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X yönü Zemin kat ve 2.Normal katlarında, Y yönü Zemin kat, 2 ve 3.Normal katlarında B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmaktadır.

Tablo 5.52. Üçüncü güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	13,21	0,00455		- / 1,45	Yok
2.Kat	2,90	9,09	0,00313	0,00455	0,69 / 8,30	Var
1.Kat	2,90	1,10	0,000378	0,00313	0,12 / 0,13	Yok
Zemin Kat	3,60	10,19	0,00283	0,000378	7,49 / -	Var

Tablo 5.53. Üçüncü güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	5,59	0,00193		- / 2,78	Var
2.Kat	2,90	2,01	0,000693	0,00193	0,36 / 6,14	Var
1.Kat	2,90	0,33	0,000113	0,000693	0,16 / 0,17	Yok
Zemin Kat	3,60	2,34	0,000649	0,000113	5,75 / -	Var

5.5.3.8. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- Zemin katta yer alan KZ1', KZ05 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 1.Normal katta yer alan K105, K111, K112 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K305 kirişinin İleri hasar bölgesinde, K311, K317, K319, K322, K326, K327 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Ayrıca yapı sisteminde yer alan tüm kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.54.'te üçüncü güçlendirme önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.54. Üçüncü güçlendirme önerisi yapı hasar durumu

(+) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	11 (85%)	2 (15%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	107,60 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	11,16 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	118,76 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	127,11 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	19,93 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	147,03 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	3 (23%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	14,84 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	12,88 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	27,73 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	14 (88%)	2 (13%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	137,57 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	39,60 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	177,16 tf (100%)			

Tablo 5.54. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	11 (85%)	1 (8%)	1 (8%)	
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	107,60 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	11,16 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	118,76 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	127,11 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	19,93 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	147,03 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	12 (92%)	1 (8%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	14,84 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	12,88 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	27,73 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	13 (81%)	3 (19%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	137,57 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	39,60 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	177,16 tf (100%)			

Tablo 5.54. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	14 (88%)	2 (12%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	33,71 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	29,37 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	63,09 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	21,06 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	39,08 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	60,13 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	9,02 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	6,05 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	15,07 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	27,51 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	30,57 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	58,08 tf (100%)			

Tablo 5.54. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (81%)	3 (19%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	33,71 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	29,37 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	63,09 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	21,06 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	39,08 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	60,13 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	9,02 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	6,05 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	15,07 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	27,51 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	30,57 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	58,08 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği Performans düzeyinde
 olduğu belirlenmiştir.

5.5.4. Dördüncü güçlendirme önerisi

Dördüncü güçlendirme önerisinde mevcutta bulunan 3 adet kolon güçlendirilmiştir. Mantolanan kolonlardan 2 tanesi zemin katta (SZ11, SZ14) (Şekil 5.49.), 1 tanesi 1.Katta (S111) yer almaktadır (Şekil 5.50.).

Ayrıca mevcut sisteme 20 cm genişliğinde 12 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir (85,32 m²). Bu güçlendirme perdelerinden 4 tanesi (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04) zemin katta (Şekil 5.49.), 4 tanesi (P101, P102, P103, P104) 1.Katta (Şekil 5.50.), 2 tanesi (P202, P204) 2.Katta (Şekil 5.51.), 2 tanesi (P302, P304) 3.Katta yer almaktadır (Şekil 5.52.).

Mevcut temel tipi tekil temel olmasından dolayı perde tasarlanan bölümlere sürekli temeller ilave edilmiştir.

5.5.4.1 Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY'e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğu orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

5.5.4.2. Yük analizi

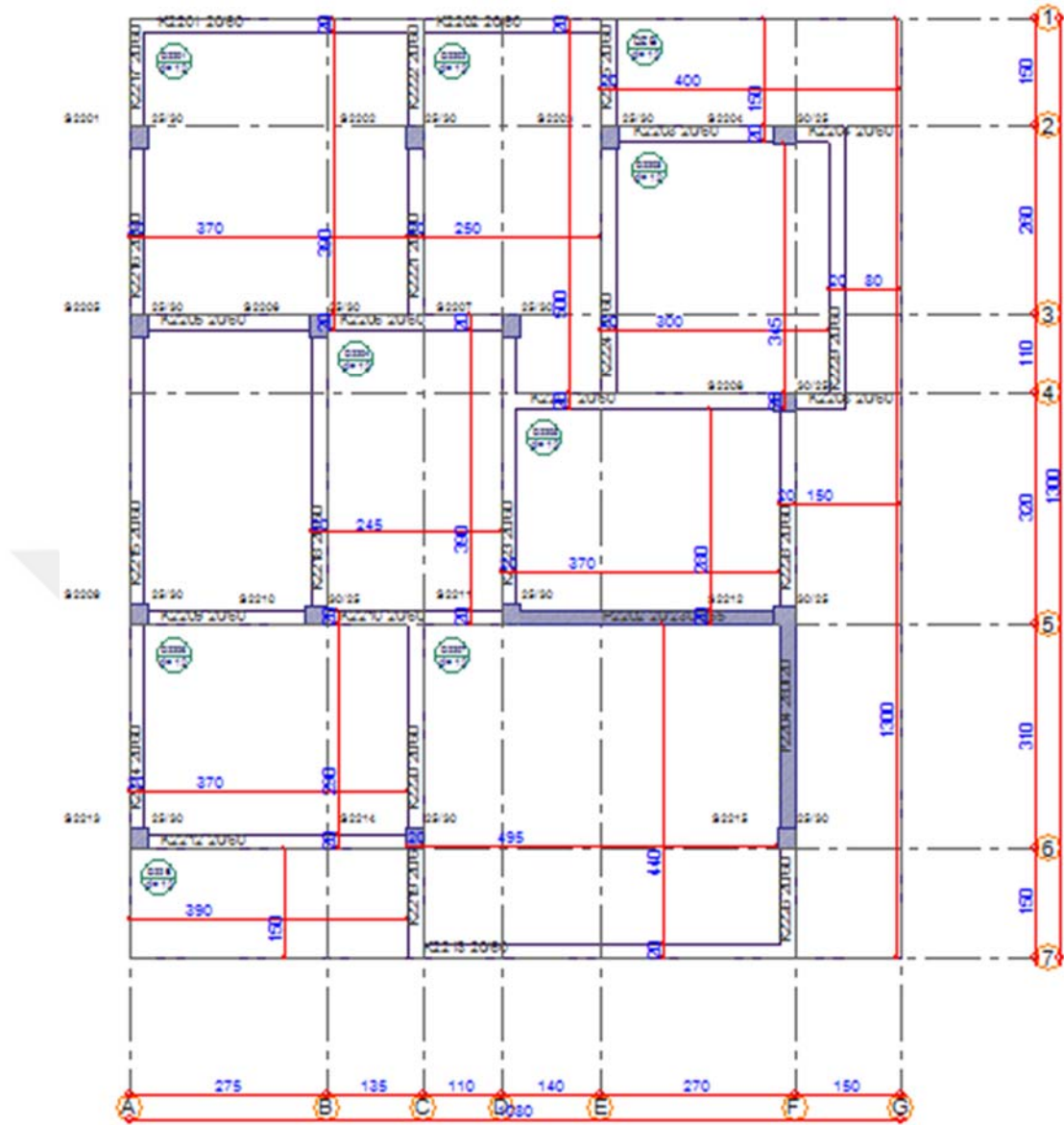
Dördüncü güçlendirme önerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

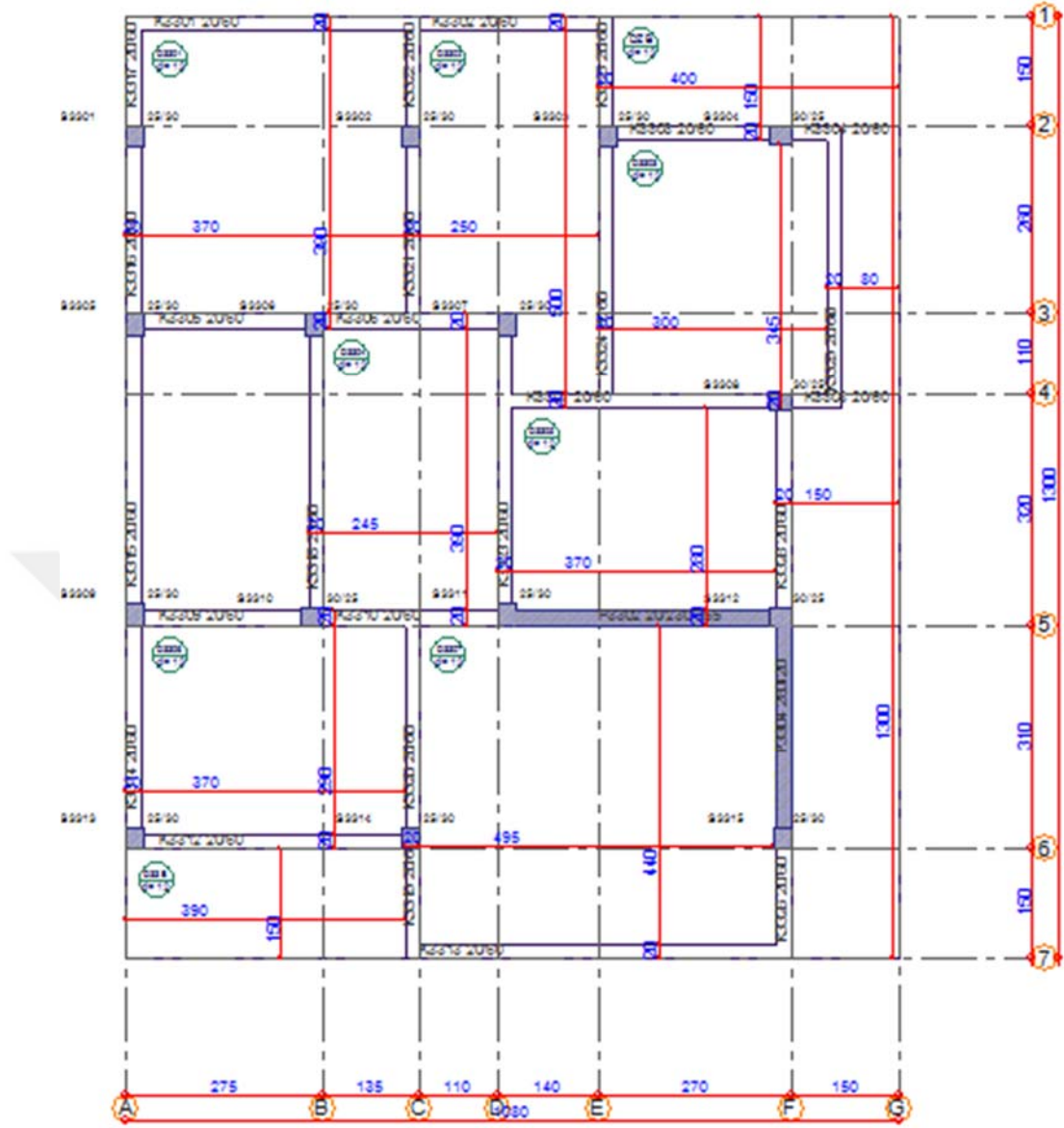
olarak alınmıştır.

Dördüncü güçlendirme önerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.49.'da, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.50.'de, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.51.'de, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.52.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.53.'te sunulmuştur.





Şekil 5.51. Dördüncü güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.52. Dördüncü güçlendirme önerisi 3.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.53. Dördüncü güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.55.'te dördüncü güçlendirme önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.56.'da dördüncü güçlendirme önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.55. Dördüncü güçlendirme önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	157,05	22,98	163,94
2. Kat	143,82	22,98	150,71
1. Kat	150,64	22,95	157,52
Zemin Kat	175,63	22,34	182,33
$\Sigma W =$			654,500

Tablo 5.56. Dördüncü güçlendirme önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	2016,48	70,05	61,64
2. Kat	9,4	1416,70	9,74	11,45
1. Kat	6,5	1023,89	54,69	42,20
Zemin Kat	3,6	656,39	53,29	55,68

5.5.4.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 12 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.57.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.57. Dördüncü güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,32206	3,10501
2	0,12306	8,12636
3	0,07813	12,79841
4	0,06932	14,42582
5	0,05472	18,27362
6	0,04700	21,27722
7	0,03271	30,57458
8	0,02574	38,84331
9	0,02374	42,12320
10	0,00219	457,43720
11	0,00112	896,51508
12	0,00073	1371,33899

5.5.4.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 654,506 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 654,506 t	(%100)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 654,506 t	(%100)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.5.4.5. Göreli kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.58.'de Dördüncü güçlendirme önerisine ait katlar içerisinde maksimum göreli kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Göreli Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.58.'de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum göreli kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.58. Dördüncü güçlendirme önerisi göreli kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	S304	1,98	2,90	0,001	Minimum	S313	8,04	2,90	0,003	Minimum
2. Kat	S204	0,84	2,90	0,000	Minimum	S213	1,15	2,90	0,000	Minimum
1. Kat	P103	0,37	2,30	0,000	Minimum	P103	0,59	2,30	0,000	Minimum
Zemin Kat	PZ03	0,41	3,00	0,000	Minimum	PZ03	0,57	3,00	0,000	Minimum

5.5.4.6. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.59.'da dördüncü güçlendirme önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.60.'da dördüncü güçlendirme önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.59. ve 5.60.'da görüldüğü üzere Dördüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X ve Y yönlerinde her bir katta A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmaktadır.

Tablo 5.59. Dördüncü güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	3,59 / S304	0,60 / P302	2,09	1,71	Var
2.Kat	2,90	1,52 / S204	0,66 / S214	1,09	1,40	Var
1.Kat	2,90	0,74 / S104	0,21 / S113	0,47	1,56	Var
Zemin Kat	3,60	0,78 / SZ04	0,45 / SZ13	0,61	1,27	Var

Tablo 5.60. Dördüncü güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	23,57 / S313	1,13 / S315	12,35	1,91	Var
2.Kat	2,90	3,38 / S213	0,24 / S215	1,81	1,87	Var
1.Kat	2,90	1,72 / P103	0,10 / S108	0,91	1,89	Var
Zemin Kat	3,60	1,66 / SZ13	0,35 / SZ15	1,01	1,65	Var

5.5.4.7. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.61.'de dördüncü güçlendirme önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.62.'de dördüncü güçlendirme önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.61. ve 5.62.'de görüldüğü üzere Dördüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının X yönü 2.Normal katında ve Y yönü 3.Normal katında B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmaktadır.

Tablo 5.61. Dördüncü güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki} > 2$
3.Kat	2,90	2,09	0,000722		- / 1,93	Yok
2.Kat	2,90	1,09	0,000374	0,000722	0,52 / 2,30	Var
1.Kat	2,90	0,47	0,000163	0,000374	0,44 / 0,96	Yok
Zemin Kat	3,60	0,61	0,00017	0,000163	1,05 / -	Yok

Tablo 5.62. Dördüncü güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	12,35	0,00426		- / 6,82	Var
2.Kat	2,90	1,81	0,000624	0,00426	0,15 / 1,99	Yok
1.Kat	2,90	0,91	0,000314	0,000624	0,50 / 1,12	Yok
Zemin Kat	3,60	1,01	0,00028	0,000314	0,89 / -	Yok

5.5.4.8. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- Yapı sisteminde yer alan tüm kiriş, kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.63.'te dördüncü güçlendirme önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.63. Dördüncü güçlendirme önerisi yapı hasar durumu

(+) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	6,48 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	64,16 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	70,64 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,21 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	17,62 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	19,83 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,34 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	32,67 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	35,02 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	7,07 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	81,07 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	88,14 tf (100%)			

Tablo 5.63. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	6,48 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	64,16 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	70,64 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,21 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	17,62 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	19,83 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,34 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	32,67 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	35,02 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	7,07 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	81,07 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	88,14 tf (100%)			

Tablo 5.63. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	17,30 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	44,34 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	61,64 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	4,05 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	33,48 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	37,53 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,46 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	23,70 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	26,16 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	5,77 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	54,58 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	60,35 tf (100%)			

Tablo 5.63. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	17,30 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	44,34 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	61,64 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	1 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	4,05 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	33,48 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	37,53 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	2,46 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	23,70 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	26,16 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	5,77 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	54,58 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	60,35 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım Performans düzeyinde
 olduğu belirlenmiştir.

5.5.5. Beşinci güçlendirme önerisi (Optimum Güçlendirme Önerisi)

Optimum güçlendirme önerisinde mevcutta bulunan 14 adet kolon güçlendirilmiştir. Bu güçlendirme çalışmasında ‘SZ01, S101, S201, S301’ kolonları 3 kenarından 15’er cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ05’ kolonu 3 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ11, S111, S211, S311’ kolonları 4 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ14’ kolonu 4 kenarından 10’ar cm olacak şekilde mantolanmış, ‘SZ15, S115, S215, S315’ kolonları ise 4 kenarından 15’er cm olacak şekilde mantolanmıştır. (Şekil 5.54., Şekil 5.55., Şekil 5.56., Şekil 5.57.)

Ayrıca mevcut sisteme 25 cm genişliğinde 16 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir (102,22 m²). Bu perdelerden 4 tanesi zemin katta (PZ01, PZ02, PZ03, PZ04) (Şekil 5.54.), 4 tanesi 1.Katta (P101, P102, P103, P104) (Şekil 5.55.), 4 tanesi 2.Katta (P201, P202, P203, P204) (Şekil 5.56.), 4 tanesi 3.Katta (P301, P302, P303, P304) yer almaktadır (Şekil 5.57.).

5.5.5.1 Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY’e (2007) göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının mevcut projeleri bulunduğundan orta bilgi düzeyi olarak dikkate alınmış ve hesaplamalarda mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

5.5.5.2. Yük analizi

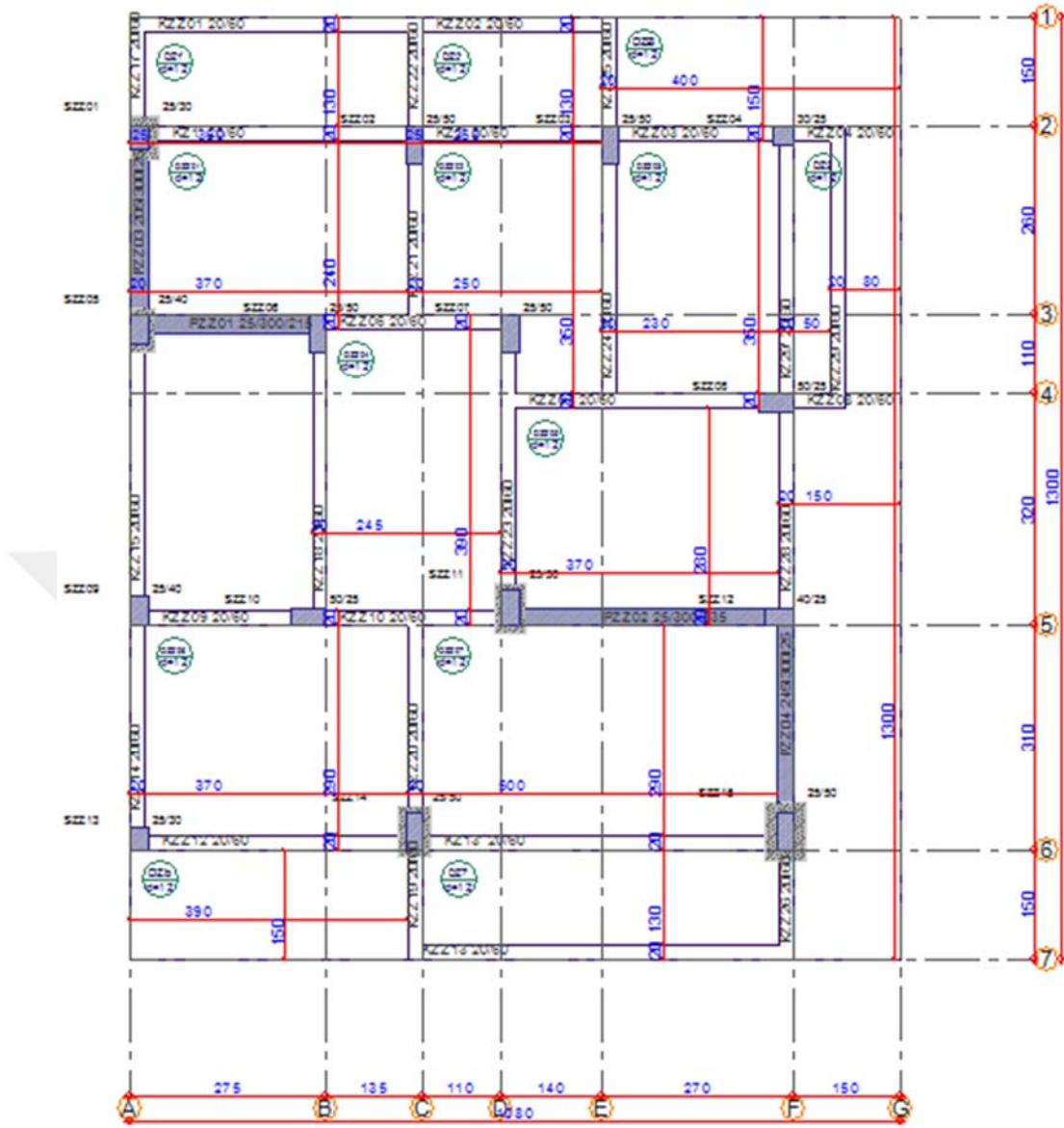
Beşinci güçlendirme önerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

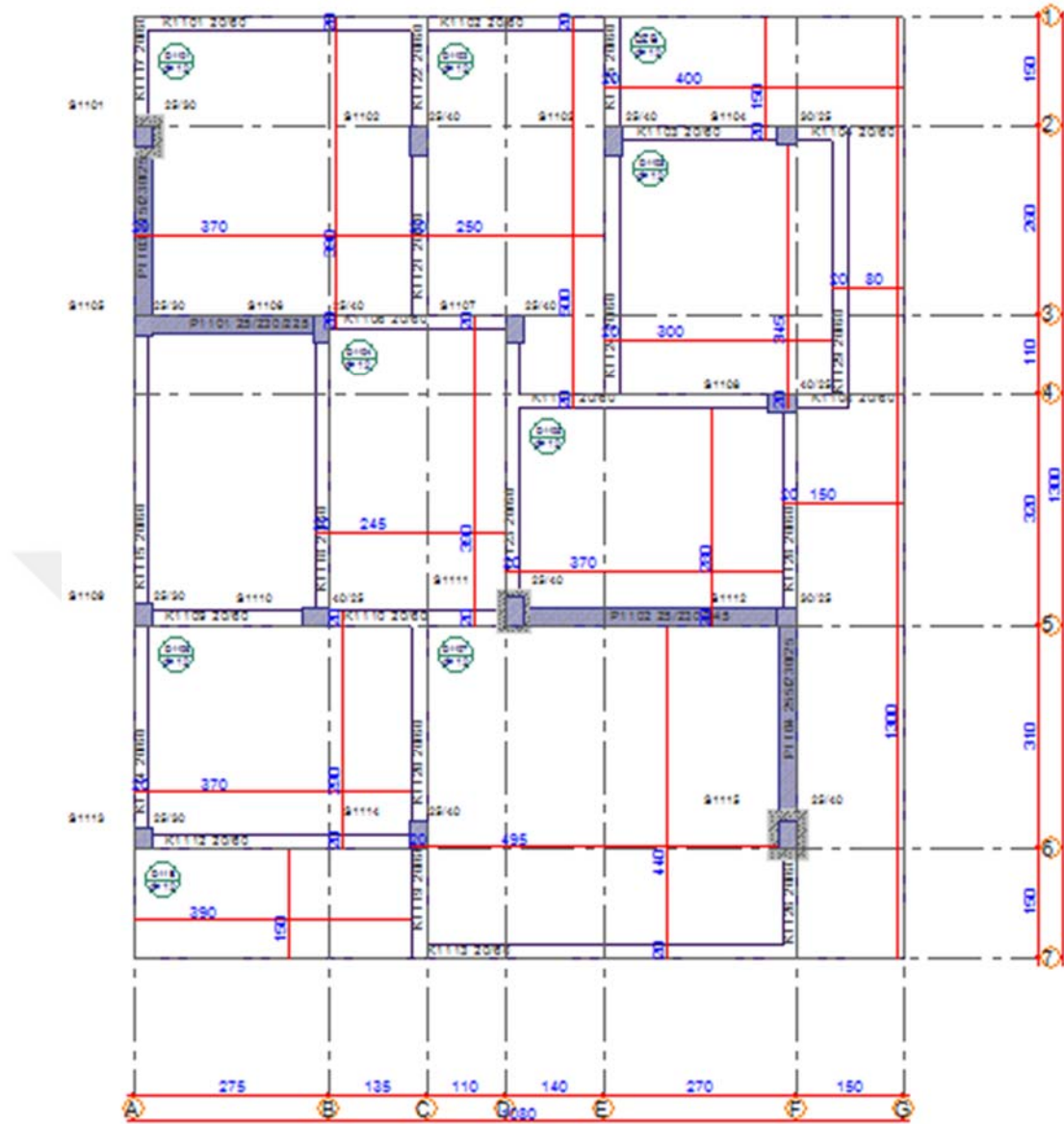
olarak alınmıştır.

Beşinci güçlendirme önerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.54.'te, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.55.'te, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.56.'da, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.57.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.58.'de sunulmuştur.

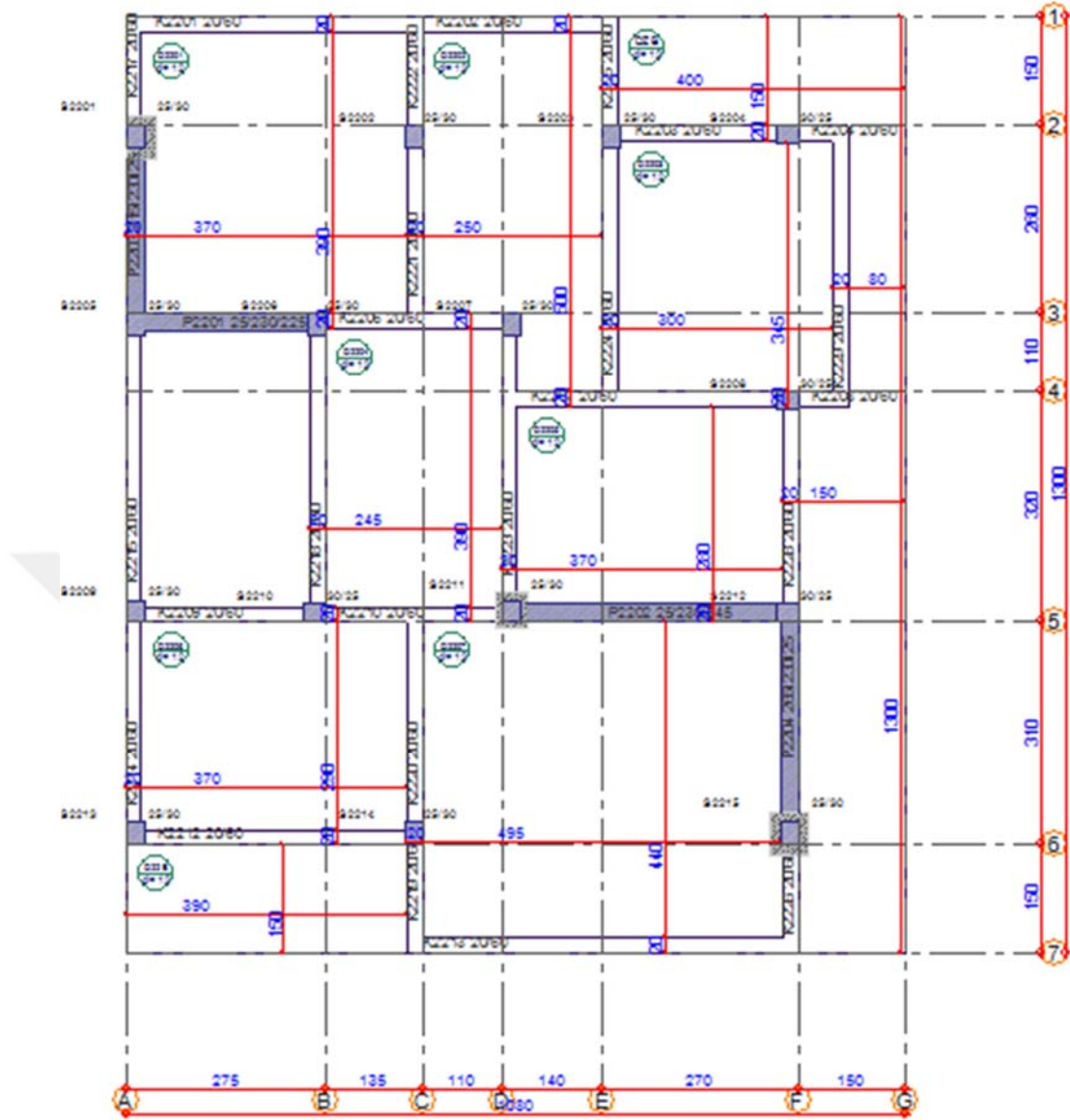




Şekil 5.54. Optimum güçlendirme önerisi zemin kat kalıp planı



Şekil 5.55. Optimum güçlendirme önerisi 1.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.56. Optimum güçlendirme önerisi 2.Normal kat kalıp planı



Şekil 5.58. Optimum güçlendirme önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.64.'te optimum güçlendirme önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.67.'de optimum güçlendirme önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.64. Optimum güçlendirme önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	167,48	22,90	174,35
2. Kat	154,41	22,90	161,28
1. Kat	155,42	22,89	162,28
Zemin Kat	182,71	22,28	189,40
$\Sigma W =$			687,310

Tablo 5.65. Optimum güçlendirme önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	2144,50	165,82	166,97
2. Kat	9,4	1516,04	107,05	105,35
1. Kat	6,5	1054,83	64,95	62,36
Zemin Kat	3,6	681,83	34,89	32,73

5.5.5.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 6 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.66.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.66. Optimum güçlendirme önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,29083	3,43838
2	0,25345	3,94562
3	0,16845	5,93657
4	0,06196	16,13963
5	0,05524	18,10375
6	0,04458	22,43173

5.5.5.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 687,308 t	
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 673,983 t	(%98) Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 673,215 t	(%98) Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.5.5.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi

Modeli oluşturulmuş olan yapıda deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak kirişlerin deprem yönündeki kesit momenti (M_E) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kirişlerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY'te (2007) de belirtildiği üzere Tablo 5.5. kullanılarak Etki/Kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranı (r) ile betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırları belirlenmiştir. Kirişlerin hasar bölgeleri belirlenirken en çok hasar gören kesiti dikkate alınmıştır.

Örnek olarak,

3. kat K301 kirişinde +X yönü deprem yüklemesinden kirişin i ucunda $M_{Ei} = 1,46$ tfm değeri hesaplanmıştır.

i ucunda artık moment kapasitesi $M_{Ai} = 5,97$ tfm olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalara göre etki/kapasite oranı:

$$r_i = M_{Ei} / M_{Ai} = 1,46 / 5,97 = 0,245 \text{ 'tir.}$$

Hasar Sınırı Hesabı:

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho b} = -0,06$$

$$\frac{V_e}{b w d f_{ctd}} = 0,13$$

olarak bulunmuştur. Buna göre ‘Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.5. kullanılarak;

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 7$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 10$ değerleri elde edilmiştir.

Hesaplanan kiriş r (etki/kapasite) oranı (0,245) MN sınır değerinin altında bulunduğundan örnek olarak alınan K301 kirişi i ucunun “Minimum Hasar Bölgesi” aralığında olduğu belirlenmiştir.

İlgili kirişin j ucu ve -X yüklemeleri Minimum Hasar Bölgesinde yer almasından ve diğer yükleme durumlarında Minimum Hasar durumundan daha kritik bir Hasar durumunun ortaya çıkmamasından dolayı K301 kiriş performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.5.5.6. Kolonların performans değerlendirmesi

Kolonlarda her bir yükleme durumu için (+/-X, +/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kolonların

etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 6.7. kullanılarak kolonların sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kolonların hasar sınırları belirlenmiştir. Her bir kolon elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili kolonun hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

3.Katta bulunan S301 kolonu incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = -0,90 \text{ tfm}$$

$$M_A = 10,47 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 0,90/10,47 = 0,086 \text{ ‘dır.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,02$$

olarak bulunmuştur.

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = 0,90 \text{ tfm}$$

$$M_A = 10,47 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 0,90/10,47 = 0,086 \text{ ‘dır.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,03$$

olarak bulunmuştur.

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = -1,27 \text{ tfm}$$

$$M_A = 10,25 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 1,27/10,25 = 0,124 \text{ 'tür.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,05$$

olarak bulunmuştur.

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 1,27 \text{ tfm}$$

$$M_A = 10,25 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 1,27/10,25 = 0,124 \text{ 'tür.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,06$$

olarak bulunmuştur. Buna göre tüm yükleme durumları için geçerli olan hasar sınır değerleri ‘Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.6. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 6$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 8$ değerleri elde edilmiştir.

+X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,086) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,086) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,124) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,124) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.5.5.6.’da yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmalıdır.

S301 kolonu için hesaplanan görelî kat ötelemeleri:

EX+ için	: 0,001 m
EX- için	: 0,001 m
EY+ için	: 0,002 m
EY- için	: 0,002 m’dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.’e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde kolon performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak belirlenmektedir.

S301 kolonunda yapılan tüm kontroller sonucunda ‘Minimum Hasar Bölgesi’ durumundan daha kritik bir hasar durumunun ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu durumda S301 kolonu performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.5.5.7. Perdelerin performans değerlendirmesi

Perde performanslarının belirlenmesinde, her bir yükleme durumu için (+/-X,+/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile perdelerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.20. kullanılarak perdelerin sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak perdelerin hasar sınırları belirlenmiştir. Her bir perde elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili elemanın hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

3.Katta bulunan P301 perdesi incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = 21,04 \text{ tfm}$$

$$M_A = 164,20 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 21,04/164,20 = 0,128 \text{ 'dir.}$$

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = -21,04 \text{ tfm}$$

$$M_A = 164,20 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 21,04/164,20 = 0,128 \text{ 'dir.}$$

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 15,56 \text{ tfm}$$

$$M_A = 196,31 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 15,56/196,31 = 0,079 \text{ 'dur.}$$

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = -15,56 \text{ tfm}$$

$$M_A = 196,31 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 15,56/196,31 = 0,079 \text{ 'dur.}$$

Buna göre tüm yükleme durumları için ‘Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.20. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 6$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 8$ değerleri elde edilmiştir.

Bu durumda:

+X Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,128) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,128) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,079) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan perde r (etki/kapasite) oranı (0,079) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.5.5.7.’de yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat öteleme kontrolü yapılmalıdır.

P301 perdesi için hesaplanan görelî kat ötelemeleri:

EX+ için : 0,002 m

EX- için : 0,002 m

EY+ için : 0,002 m

EY- için : 0,002 m’dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.'e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde perde performansı 'Minimum Hasar Bölgesi' olarak belirlenmektedir.

Tüm kontroller sonucunda Minimum Hasar Bölgesi durumundan daha kritik bir hasar durumu ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu durumda P301 perde performansı 'Minimum Hasar Bölgesi' olarak tayin edilmiştir.

5.5.5.8. Göreli kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.67.'de Optimum güçlendirme önerisine ait katlar içerisinde maksimum göreli kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.67.'de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum göreli kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.67. Optimum güçlendirme önerisi göreli kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları	X Yönü					Y Yönü				
	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	P303	3,65	2,30	0,002	Minimum	P303	5,12	2,30	0,002	Minimum
2. Kat	P203	3,57	2,30	0,002	Minimum	P203	4,91	2,30	0,002	Minimum
1. Kat	P103	2,96	2,30	0,001	Minimum	P103	3,95	2,30	0,002	Minimum
Zemin Kat	PZ03	1,95	3,60	0,001	Minimum	PZ03	2,42	3,00	0,001	Minimum

5.5.5.9. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.68.'de optimum güçlendirme önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.69.'da optimum güçlendirme önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.68. ve 5.69.'da görüldüğü üzere Optimum güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmamaktadır.

Tablo 5.68. Optimum güçlendirme önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	5,20 / S304	4,86 / S313	5,03	1,03	Yok
2.Kat	2,90	5,09 / S204	4,72 / S214	4,91	1,04	Yok
1.Kat	2,90	4,21 / S104	3,92 / S113	4,07	1,04	Yok
Zemin Kat	3,60	2,76 / SZ04	2,64 / SZ13	2,70	1,02	Yok

Tablo 5.69. Optimum güçlendirme önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	7,33 / P303	5,48 / S315	6,41	1,14	Yok
2.Kat	2,90	7,03 / P203	5,32 / S215	6,17	1,14	Yok
1.Kat	2,90	5,66 / S113	4,44 / S115	5,05	1,12	Yok
Zemin Kat	3,60	3,47 / PZ03	2,95 / SZ15	3,21	1,08	Yok

5.5.5.10. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.70.'de optimum güçlendirme önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.71.'de optimum güçlendirme önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.70. ve 5.71.'de görüldüğü üzere Optimum güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmamaktadır.

Tablo 5.70. Optimum güçlendirme önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	5,03	0,00173		- / 1,02	Yok
2.Kat	2,90	4,91	0,00169	0,00173	0,98 / 1,21	Yok
1.Kat	2,90	4,07	0,0014	0,00169	0,83 / 1,87	Yok
Zemin Kat	3,60	2,70	0,00075	0,0014	0,53 / -	Yok

Tablo 5.71. Optimum güçlendirme önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	6,41	0,00221		- / 1,04	Yok
2.Kat	2,90	6,17	0,00213	0,00221	0,96 / 1,22	Yok
1.Kat	2,90	5,05	0,00174	0,00213	0,82 / 1,95	Yok
Zemin Kat	3,60	3,21	0,000891	0,00174	0,51 / -	Yok

5.5.5.11. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- 2.Normal katta yer alan K228 kirişinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 3.Normal katta yer alan K328 kirişinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Ayrıca yapı sisteminde yer alan tüm kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.72.'de optimum güçlendirme önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.72. Optimum güçlendirme önerisi yapı hasar durumu

(+) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	24,50 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	141,32 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	165,82 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	26,93 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	245,94 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	272,87 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	33,67 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	304,15 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	337,82 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	40,73 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	331,97 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	372,71 tf (100%)			

Tablo 5.72. (Devamı)

(-) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	24,50 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	141,32 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	165,82 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	26,93 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	245,94 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	272,87 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	33,67 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	304,15 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	337,82 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	40,73 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	331,97 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	372,71 tf (100%)			

Tablo 5.72. (Devamı)

(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	23,17 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	143,79 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	166,97 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	26,60 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	245,72 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	272,32 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	31,44 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	308,63 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	340,08 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	75,87 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	291,54 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	367,41 tf (100%)			

Tablo 5.72. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	23,17 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	143,79 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	166,97 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	26,60 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	245,72 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	272,32 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	31,44 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	308,63 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	340,08 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	17 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Perdeler	2 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	75,87 tf (100%)			
	Perde Kesme Kuvvetleri	291,54 tf (100%)			
	Toplam Kesme Kuvvetleri	367,41 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Hemen Kullanım Performans düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

5.5.6. Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırması

Çalışma kapsamında 5 farklı güçlendirme önerisi hazırlanmıştır.

Bu güçlendirme önerilerinden ilkinde hasarlı durumda olan ve kesit yetersizliği bulunan 35 adet kolon çeşitli ölçülerde mantolanmıştır. Ayrıca sisteme 25 cm genişliğinde 16 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir. İlave edilen güçlendirme perdelerinin mevcut mimari yapıyı değiştirdiği görülmekle beraber hesap modeli üzerinde yapılan performans analizi sonucunda yapının Göçme Öncesi performans seviyesinde olduğu ve hedeflenen performans seviyesini karşılamadığı görülmüştür. Ayrıca sonuçlar üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerde birinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) ve B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] olduğu da gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan Birinci güçlendirme önerisinin yeterli olmadığı sonucuna varılmış ve yeni bir güçlendirme önerisi hazırlanmıştır.

İkinci güçlendirme önerisinde ise 47 adet kolon çeşitli ölçülerde mantolanmıştır. Ayrıca sisteme 25 genişliğinde 21 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir. Hesap modeli üzerinde yapılan performans analizi sonucunda yapının Hemen Kullanım performans seviyesinde olduğu ve hedeflenen performans seviyesini karşıladığı görülmüştür. Ancak sonuçlar üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerde ikinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) olduğu görülmüştür. Bununla beraber ikinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının, yapı ağırlığının 752,506 t ile diğer güçlendirme önerilerine kıyasla çok daha fazla olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda ikinci güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının da yeterli olmadığı sonucuna varılmış ve yeni bir güçlendirme önerisi hazırlanmıştır.

Üçüncü güçlendirme önerisinde hasarlı durumda olan ve kesit yetersizliği bulunan 28 adet kolon çeşitli ölçülerde mantolanmıştır. Ayrıca sisteme çeşitli genişliklerde 7 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir. Hesap modeli üzerinde yapılan performans analizi sonucunda yapının Can Güvenliği performans seviyesinde olduğu ve

hedeflenen performans seviyesini karşıladığı görülmüştür. Ancak sonuçlar üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerde üçüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) ve B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] olduğu görülmüştür. Bununla beraber katlara etki eden kesme kuvvetlerinin büyük bir çoğunluğunun kolonlar tarafından taşındığı gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan güçlendirme önerisinin de yeterli olmadığı sonucuna varılmış ve yeni bir güçlendirme önerisi hazırlanmıştır.

Dördüncü güçlendirme önerisinde ise 3 adet kolon çeşitli ölçülerde mantolanmıştır. Ayrıca sisteme çeşitli genişliklerde 12 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir. Hesap modeli üzerinde yapılan performans analizi sonucunda yapının Hemen Kullanım performans seviyesinde olduğu ve hedeflenen performans seviyesini karşıladığı görülmüştür. Ancak sonuçlar üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerde dördüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) ve B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] olduğu görülmüştür. Bununla beraber üçüncü güçlendirme önerisinde oluşan kesme kuvvetlerinin büyük bir çoğunluğunun kolonlar tarafından taşınması sorunu çözülmüş, kesme kuvvetlerinin büyük bir çoğunluğunun güçlendirme perdeleri ile karşılanması sağlanmıştır. Bu doğrultuda dördüncü güçlendirme önerisi olarak isimlendirilen yapının da yeterli olmadığı sonucuna varılmış ve yeni bir güçlendirme önerisi hazırlanmıştır.

Beşinci güçlendirme önerisi hazırlanırken yapıda herhangi bir düzensizliğin oluşmamasına, katlara etkiyen kesme kuvvetlerinin büyük bir çoğunluğunun güçlendirme perdeleri tarafından karşılanmasına, yapı ağırlığının mevcut yapı ağırlığına kıyasla çok fazla değişmemesine, hedeflenen performans seviyesinin karşılanmasına, mevcut mimari düzenin çok fazla değişmemesine ve kullanılacak en asgari düzeydeki yapı elemanları ile en iyi performansın elde edilmesine dikkat edilmiştir. Bu bağlamda beşinci güçlendirme önerisi (optimum güçlendirme önerisi) olarak isimlendirilen yapıda 14 adet kolon çeşitli ölçülerde mantolanmıştır. Ayrıca sisteme çeşitli genişliklerde 16 adet güçlendirme perdesi ilave edilmiştir. Hesap modeli üzerinde yapılan performans analizi sonucunda yapının Hemen Kullanım

performans seviyesinde olduğu ve hedeflenen performans seviyesini karşıladığı görölmüştür. Bununla birlikte sonuçlar üzerinde yapılan ayrıntılı incelemelerde diğer güçlendirme önerilerinde karşılaşılan düzensizlik sorunlarının oluşmadığı, katlara etkiyen kesme kuvvetlerinin büyük bir kısmının güçlendirme perdeleri tarafından karşılandığı görölmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre istenen şartları en optimum şekilde yerine getiren güçlendirme önerisinin beşinci güçlendirme önerisi olduğu sonucuna varılmış ve çalışmaya beşinci güçlendirme önerisi (optimum güçlendirme önerisi) dikkate alınarak devam edilmiştir. Bölüm 6'da (Sonuçlar ve Öneriler) yapılan karşılaştırmalarda beşinci güçlendirme önerisi dikkate alınmıştır.

5.6. Statik ve Dinamik Analiz Önerisi [DBYBHY (2007)'e Göre Yeni Statik ve Dinamik Analiz Önerisi]

Tablo 5.73.'te statik ve dinamik analiz önerisi yapı genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Tablo 5.73. Statik ve dinamik analiz önerisi yapı genel özellikleri

Bina Genel Bilgileri				
Açıklama	Bilgiler			
Kat Adedi	Zemin + 3 Normal Kat			
Kullanım Amacı	Konut			
Yapı Süneklilik Düzeyi	Normal			
Bina Önem Katsayısı (I)	1			
Bina Taşıyıcı Sistemi	Betonarme Çerçeve Sistem			
Zemin Sınıfı	Z3			
Spektrum Karakteristik Periyotları	Ta=0,15 sn Tb= 0,60 sn			
Zemin Emniyet Gerilmesi	$\sigma_{em} = 200 \text{ kN/m}^2$			
Deprem Bölgesi	1'inci Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı A_0	0,4			
Temel Tipi	Radye Temel (50 cm)			
Malzeme	Beton Sınıfı : C30, Çelik Sınıfı : S420			
Beton Sınıfı : C30	Fck (Mpa)	Fctk (Mpa)	Fcd (Mpa)	Fctd (Mpa)
	30	1,9	20	1,28
Çelik Sınıfı : S420	Fyk (Mpa)	Fyd (Mpa)		
	420	365		
Kat Yükseklikleri (h)	Zemin	1	2	3
	3,6	2,9	2,9	2,9

Bu çalışmada, mevcut yapının mimari projesine ve oturma alanına bağlı kalınarak, mevcut arazi düzeni çerçevesinde bina oturma sağlanmış, DBYBHY (2007)

esaslarına bağılı yeni bir statik model oluşturulmuştur. Yapılmış olan modelde döşeme kalınlıkları 12 cm, kiriş boyutları 25x50 cm, kolon boyutları 50x50 cm olarak seçilmiştir.

5.6.1. Hesap yöntemi

Mevcut binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi DBYBHY (2007)'e göre can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Yapının hesaplamalarında mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır.

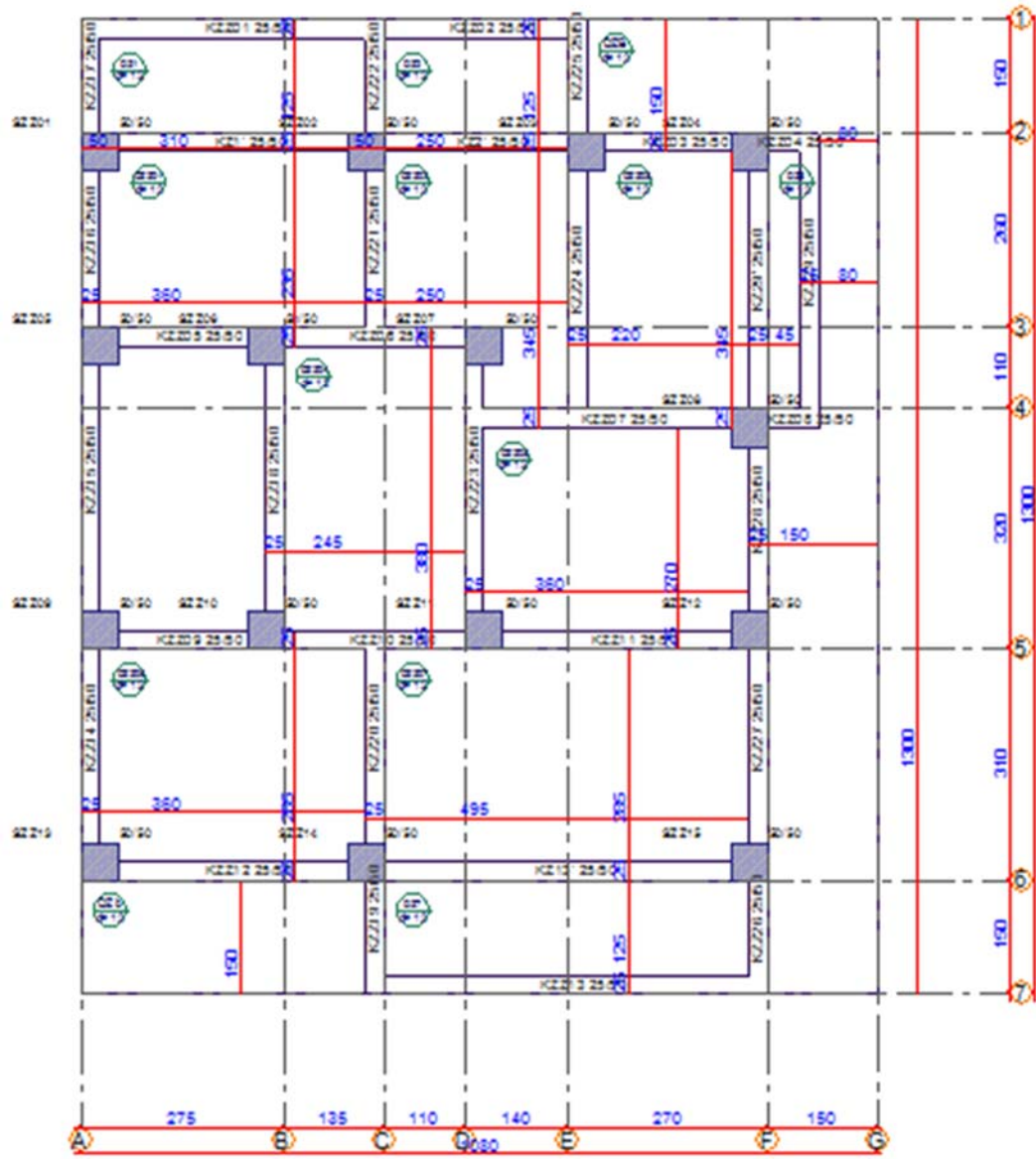
5.6.2. Yük analizi

Statik ve dinamik analiz önerisi yapı analizi sonucunda elde edilen yükler,

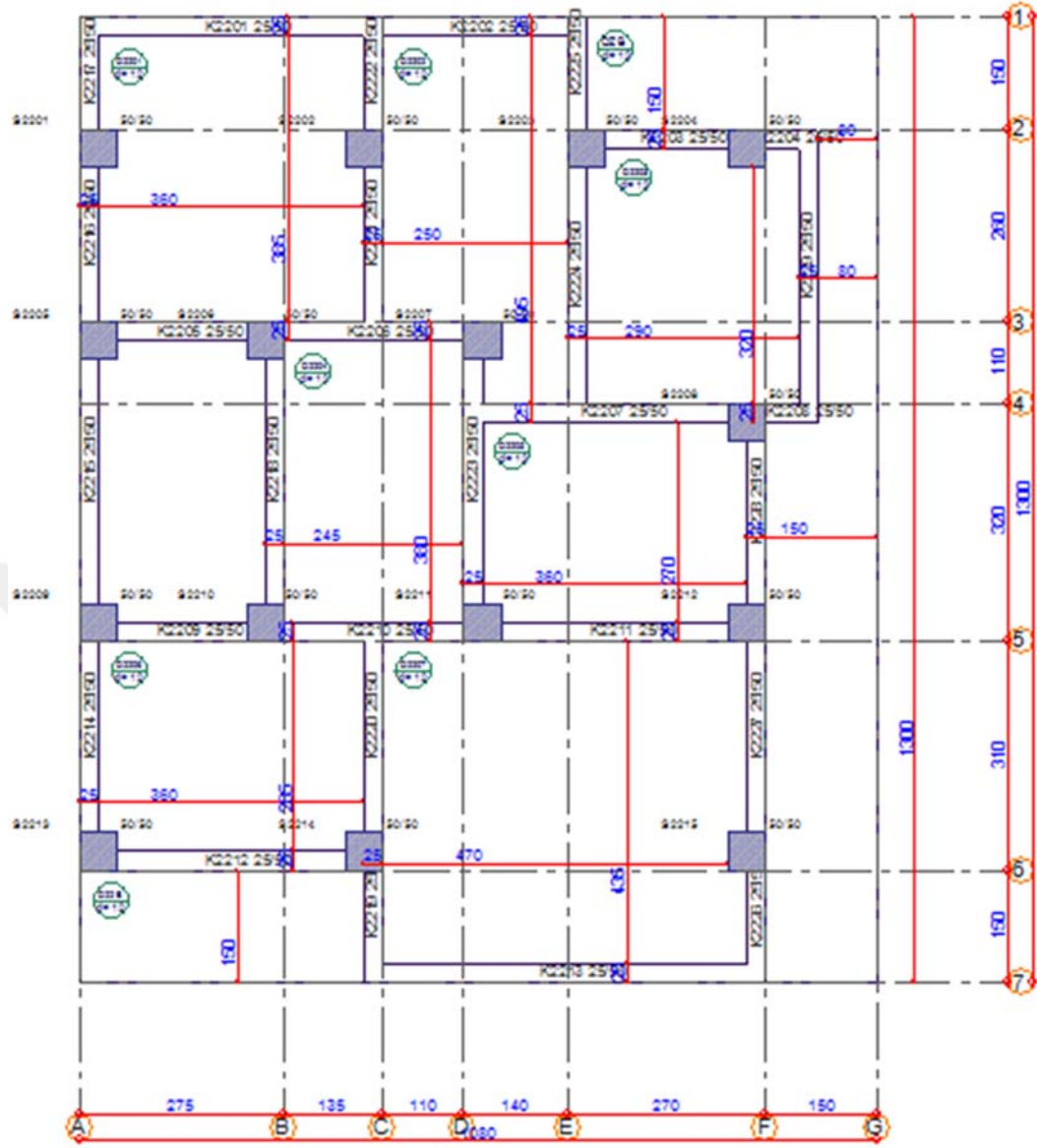
Döşeme sabit yükü	: 0,47 tf/m ²
Döşeme hareketli yükü	: 0,2 tf/m ²
İç duvar yükü	: 0,575 tf/m
Dış duvar yükü	: 0,736 tf/m
Çatı yükü	: 0,15 tf/m ²

olarak alınmıştır.

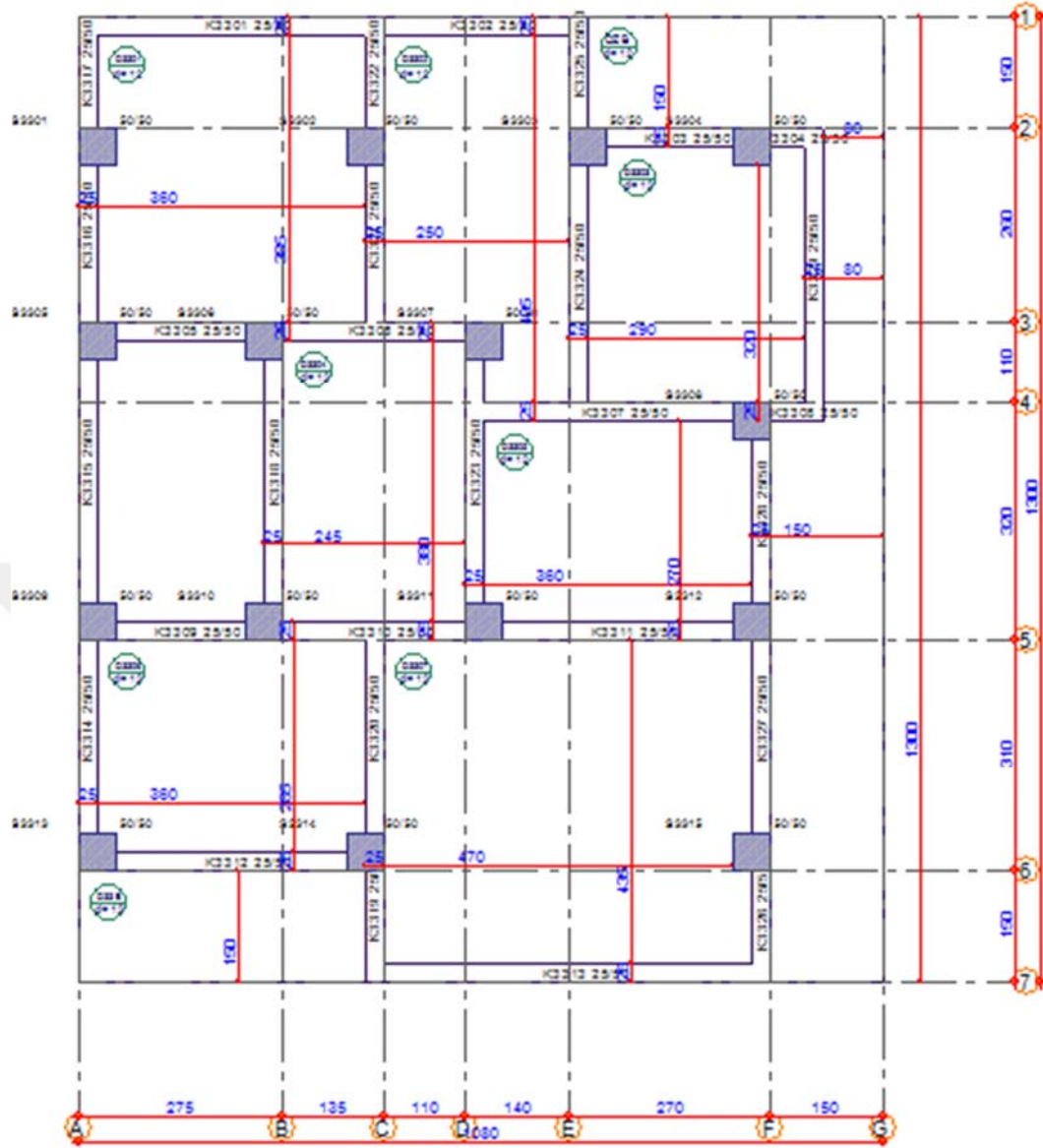
Statik ve dinamik analiz önerisi, zemin kat kalıp planı Şekil 5.59.'da, 1.Normal kat kalıp planı Şekil 5.60.'da, 2.Normal kat kalıp planı Şekil 5.61.'de, 3.Normal kat kalıp planı Şekil 5.62.'de ve 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.63.'te sunulmuştur.



Şekil 5.59. Statik ve dinamik analiz önerisi zemin kat kalıp planı



Şekil 5.61. Statik ve dinamik analiz önerisi 2. Normal kat kalıp planı





Şekil 5.63. Statik ve dinamik analiz önerisi 3 boyutlu görünüş

Tablo 5.74.'te statik ve dinamik analiz önerisine ait kat ağırlıkları, Tablo 5.75.'te statik ve dinamik analiz önerisine ait kat kuvvetleri sunulmuştur.

Tablo 5.74. Statik ve dinamik analiz önerisi kat ağırlıkları

Kat Numaraları	Yapı Ağırlığı (tf)		
	Gi (tf)	Qi (tf)	Wi (tf)
3. Kat	131,09	22,15	137,74
2. Kat	125,94	22,15	132,58
1. Kat	125,94	22,15	132,58
Zemin Kat	141,09	21,48	147,53

$$\Sigma W = 550,430$$

Tablo 5.75. Statik ve dinamik analiz önerisi kat kuvvetleri

Kat Numaraları	Kat Kuvvetleri			
	Hi (m)	WiHi (tfm)	Fi (x) (tf)	Fi (y) (tf)
3. Kat	12,3	1694,20	179,11	177,83
2. Kat	9,4	1246,29	141,05	142,08
1. Kat	6,5	861,80	100,61	102,98
Zemin Kat	3,6	531,11	67,48	68,34

5.6.3. Modal periyot ve frekanslar

Yapılan çalışmada 6 mod kullanılmıştır. Modlara ait periyot ve frekans bilgileri Tablo 5.76.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.76. Statik ve dinamik analiz önerisi modal periyot ve frekanslar

Mod	Periyot (s)	Frekans (Hz)
1	0,51758	1,93206
2	0,50450	1,98218
3	0,45639	2,19109
4	0,16215	6,16706
5	0,16060	6,22668
6	0,14771	6,76999

5.6.4. Titreşim modu yeterlilik kontrolü

İncelenen yapıda döşemeler rijit diyafram olarak çalışmaktadır. Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu:

Bina Toplam Kütle	: 550,439 t		
Toplam Etkin Modal Kütle (X)	: 545,345 t	(%99)	Mod sayısı yeterli,
Toplam Etkin Modal Kütle (Y)	: 545,040 t	(%99)	Mod sayısı yeterli

olduğu görülmüştür.

5.6.5. Kirişlerin performans değerlendirmesi

Modeli oluşturulmuş olan yapıda deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak kirişlerin deprem yönündeki kesit momentini (M_E) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kirişlerin etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY'te (2007) de belirtildiği üzere Tablo 5.5. kullanılarak Etki/Kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranı (r) ile betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kirişlerin kesit düzeyinde hasar sınırları belirlenmiştir. Kirişlerin hasar bölgeleri belirlenirken en çok hasar gören kesiti dikkate alınmıştır.

Örnek olarak,

3. kat K301 kirişinde +X yönü deprem yüklemesinden kirişin i ucunda $M_{Ei} = 4,16$ tfm değeri hesaplanmıştır.

i ucunda artık moment kapasitesi $M_{Ai} = 8,19$ tfm olarak hesaplanmıştır.

Hesaplamalara göre etki/kapasite oranı:

$$r_i = M_{Ei} / M_{Ai} = 4,16 / 8,19 = 0,51 \text{ 'dir.}$$

Hasar Sınırı Hesabı:

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho b} = 0,00$$

$$\frac{V_e}{b w d f_{ctd}} = 0,03$$

olarak bulunmuştur. Buna göre ‘Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.5. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 7$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 10$ değerleri elde edilmiştir.

Hesaplanan kiriş r (etki/kapasite) oranı (0,51) MN sınır değerinin altında bulunduğundan örnek olarak alınan K301 kirişinin i ucunun “Minimum Hasar Bölgesi” aralığında olduğu belirlenmiştir.

İlgili kirişin j ucu ve -X yüklemeleri Minimum Hasar Bölgesinde yer almasından ve diğer yükleme durumlarında Minimum Hasar durumundan daha kritik bir Hasar durumunun ortaya çıkmamasından dolayı K301 kiriş performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.6.6. Kolonların performans değerlendirmesi

Kolonlarda her bir yükleme durumu için (+/-X,+/-Y) ayrı ayrı deprem etkisi altında kesit momenti (M_E) ve kesit artık moment kapasitesi (M_A) hesaplanmıştır. Kesit momentinin (M_E) artık moment kapasitesine (M_A) bölünmesi ile kolonların

etki/kapasite oranı (r) hesaplanmıştır. DBYBHY’te (2007) de belirtildiği gibi Tablo 5.6. kullanılarak kolonların sınır etki/kapasite oranı (r_s) belirlenmiştir.

Elde edilen etki/kapasite oranı (r) ile kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranı (r_s) karşılaştırılarak kolonların hasar sınırları belirlenmiştir. Her bir kolon elemanı için 4 farklı hasar durumu belirlenmiş (+X,-X,+Y,-Y), en çok hasarın olduğu durum ilgili kolonun hasar durumu olarak tayin edilmiştir.

Örnek olarak,

3.Katta bulunan S301 kolonu incelenirse:

+X Yükleme Durumu:

$$M_E = 5,02 \text{ tfm}$$

$$M_A = 26,85 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 5,02/26,85 = 0,18 \text{ ‘dir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,01$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,01$$

olarak bulunmuştur.

-X Yükleme Durumu:

$$M_E = -5,02 \text{ tfm}$$

$$M_A = 26,85 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 5,02/26,85 = 0,18 \text{ ‘dir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc_m} = 0,01$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,01$$

olarak bulunmuştur.

+Y Yükleme Durumu:

$$M_E = 17,88 \text{ tfm}$$

$$M_A = 27,54 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 17,88/27,54 = 0,65 \text{ 'tir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,17$$

olarak bulunmuştur.

-Y Yükleme Durumu:

$$M_E = -17,88 \text{ tfm}$$

$$M_A = 27,54 \text{ tfm}$$

$$r = M_E/M_A = 17,88/27,54 = 0,65 \text{ 'tir.}$$

$$\frac{Nk}{Acfc m} = 0,02$$

$$\frac{Ve}{bwdfctd} = 0,19$$

olarak bulunmuştur. Buna göre tüm yükleme durumları için geçerli olan hasar sınır değerleri ‘Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)’ Tablo 5.6. kullanılarak:

Minimum hasar sınırı (MN) $r_{si} = 3$

Güvenlik sınırı (GV) $r_{si} = 6$

Göçme sınırı (GÇ) $r_{si} = 8$ değerleri elde edilmiştir.

+X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,18) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-X Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,18) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

+Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,65) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

-Y Yükleme durumu için hesaplanan kolon r (etki/kapasite) oranı (0,65) MN sınır değerinin altında bulunduğundan “Minimum Hasar Bölgesi” aralığındadır.

Ayrıca DBYBHY’te (2007) belirtildiği üzere ‘Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 5.8.’de verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 5.6.6’da yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır.’ görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmalıdır.

S301 kolonu için hesaplanan görelî kat ötelemeleri:

EX+ için	: 0,004 m
EX- için	: 0,004 m
EY+ için	: 0,004 m
EY- için	: 0,004 m’dir.

Tüm değerler Tablo 5.8.’e göre incelendiğinde 4 yükleme durumu içinde kolon performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak belirlenmektedir.

S301 kolonunda yapılan tüm kontroller sonucunda ‘Minimum Hasar Bölgesi’ durumundan daha kritik bir hasar durumunun ortaya çıkmadığı görülmüştür. Bu durumdan dolayı S301 kolonu performansı ‘Minimum Hasar Bölgesi’ olarak tayin edilmiştir.

5.6.7. Görelî kat ötelemeleri

Aşağıda belirtilmiş olan Tablo 5.77.’de statik ve dinamik analiz önerisine ait katlar içerisinde maksimum görelî kat ötelenme değerlerine sahip elemanlar kullanılmıştır.

Görelî Kat Ötelenmesi (δ_{ji}) Çatlamış Kesit Ataletleri kullanılarak hesaplanan yer değiştirmelerden (d_{ji}),

$$\delta_{ji} = d_{ji} - d_{j(i-1)}$$

bağıntısıyla elde edilmektedir.

Tablo 5.77.'de X ve Y yönleri için ayrı olacak şekilde, her bir kattaki maksimum görelî kat öteleme değerine sahip eleman değeri ile birlikte belirtilmiştir. Elde edilen değerler her bir eleman için ayrı ayrı Tablo 5.8.'deki sınır değerler ile karşılaştırılmış ve elemanların hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Tablo 5.77. Statik ve dinamik analiz önerisi görelî kat ötelemeleri

Kat Genel Ayarları		X Yönü				Y Yönü				
Kat	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi	Eleman	δ_{ji} (mm)	h_{ji} (m)	$\frac{\delta_{ji}}{h_{ji}}$	Hasar Bölgesi
3. Kat	S301	11,98	2,90	0,004	Minimum	S312	11,34	2,90	0,004	Minimum
2. Kat	S202	19,02	2,90	0,007	Minimum	S204	19,06	2,90	0,007	Minimum
1. Kat	S115	22,93	2,90	0,008	Minimum	S101	24,34	2,90	0,008	Minimum
Zemin Kat	SZ13	28,13	3,60	0,008	Minimum	SZ05	29,70	3,60	0,008	Minimum

5.6.8. A1 Burulma düzensizliği kontrolü

Tablo 5.78.'de statik ve dinamik analiz önerisinin X yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.79.'da statik ve dinamik analiz önerisinin Y yönü burulma düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.78. ve 5.79.'da görüldüğü üzere Statik ve dinamik analiz önerisi olarak isimlendirilen yapıda A1 düzensizliği (burulma düzensizliği) bulunmamaktadır.

Tablo 5.78. Statik ve dinamik analiz önerisi X yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi} > 1,2$
3.Kat	2,90	11,98 / S302	11,36 / S313	11,67	1,03	Yok
2.Kat	2,90	19,03 / S202	18,55 / S213	18,79	1,01	Yok
1.Kat	2,90	22,93 / S113	22,18 / S102	22,55	1,02	Yok
Zemin Kat	3,60	28,12 / SZ14	26,99 / SZ01	27,55	1,02	Yok

Tablo 5.79. Statik ve dinamik analiz önerisi Y yönü burulma düzensizliği kontrolü

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (mm)	$(\Delta_i)_{min}$ (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	η_{bi}	Düzensizlik $\eta_{bi}>1,2$
3.Kat	2,90	11,34 / S308	11,25 / S309	11,29	1,00	Yok
2.Kat	2,90	19,06 / S204	18,80 / S209	18,93	1,01	Yok
1.Kat	2,90	24,34 / S109	24,00 / S108	24,17	1,01	Yok
Zemin Kat	3,60	29,71 / SZ01	29,08 / SZ04	29,39	1,01	Yok

5.6.9. B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü (Yumuşak kat)

Tablo 5.80.'de statik ve dinamik analiz önerisinin X yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar, Tablo 5.81.'de statik ve dinamik analiz önerisinin Y yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolünde elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 5.80. ve 5.81.'de görüldüğü üzere Statik ve dinamik analiz önerisi olarak isimlendirilen yapıda B2 düzensizliği [komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)] bulunmamaktadır.

Tablo 5.80. Statik ve dinamik analiz önerisi X Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		X Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	11,67	0,00402		- / 0,62	Yok
2.Kat	2,90	18,79	0,00648	0,00402	1,61 / 0,83	Yok
1.Kat	2,90	22,55	0,00778	0,00648	1,20 / 1,02	Yok
Zemin Kat	3,60	27,55	0,00765	0,00778	0,98 / -	Yok

Tablo 5.81. Statik ve dinamik analiz önerisi Y Yönü komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Kat Genel Ayarları		Y Yönü				
Kat	h (m)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\frac{\Delta_i}{h_i}$	$\frac{\Delta_{(i+1)}}{h_{(i+1)}}$	$\eta_{ki}(+/-)$	Düzensizlik $\eta_{ki}>2$
3.Kat	2,90	11,29	0,00389		- / 0,60	Yok
2.Kat	2,90	18,93	0,00653	0,00389	1,68 / 0,78	Yok
1.Kat	2,90	24,17	0,00834	0,00653	1,28 / 1,02	Yok
Zemin Kat	3,60	29,39	0,00816	0,00834	0,98 / -	Yok

5.6.10. Yapı performansının belirlenmesi

Hazırlanan çalışma sonucunda elde edilen hesap raporlarına göre,

- Zemin katta yer alan KZ03, KZ05, KZ09, KZ12, KZ16, KZ20, KZ21, KZ27, KZ28 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 1.Normal katta yer alan K103, K105, K109, K112, K114, K116, K121, K127 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde yer aldığı,
- 2.Normal katta yer alan K203, K205, K209, K216 kirişlerinin Belirgin hasar bölgesinde, diğer kirişlerin ise Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.
- Ayrıca yapı sisteminde yer alan tüm kolon ve perdelerin Minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Tablo 5.82.'de statik ve dinamik analiz önerisinde +/- X ve +/-Y yönlü deprem yüklemeleri sonucunda oluşan hasar durumu sunulmuştur.

Tablo 5.82. Statik ve dinamik analiz önerisi yapı hasar tablosu

(+) EX Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	179,11 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	3 (23%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	320,15 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	9 (69%)	4 (31%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	420,77 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	12 (75%)	4 (25%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	488,24 tf (100%)			

Tablo 5.82. (Devamı)

(-) EX Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	13 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	179,11 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	10 (77%)	3 (23%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	320,15 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	9 (69%)	4 (31%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	420,77 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	12 (75%)	4 (25%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	488,24 tf (100%)			
(+) EY Yüklemesi					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	177,83 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	15 (94%)	1 (6%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	319,91 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	14 (88%)	2 (13%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	422,89 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	15 (88%)	2 (12%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	491,24 tf (100%)			

Tablo 5.82. (Devamı)

(-) EY Yükleme					
Kat	Eleman Tipi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	177,83 tf (100%)			
2.Kat					
	Kirişler	16 (100%)			
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	319,91 tf (100%)			
1.Kat					
	Kirişler	13 (81%)	3 (19%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	422,89 tf (100%)			
Zemin Kat					
	Kirişler	11 (65%)	6 (35%)		
	Kolonlar	15 (100%)			
	Kolon Kesme Kuvvetleri	491,24 tf (100%)			

Performans analiz sonuçları 4.2.'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilecek olursa:

+X yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 -X yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 +Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği,
 -Y yönü Deprem Yüklemesinin : Can Güvenliği Performans Düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Kocaeli ilinde 1987 yılında inşa edilmiş, 1999 Marmara depremi sonrası 2000 yılında güçlendirme uygulaması yapılmış mevcut bir betonarme konut yapısının performans analizleri ve güçlendirme tahkikleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan performans analizlerinde DBYBHY’te (2007) yer alan doğrusal elastik hesap yöntemlerinden mod birleştirme yöntemi kullanılmış, binanın kullanım amacı ve türüne göre deprem aşılma olasılığı, 50 yılda %10 olarak seçilmiş ve hedeflenen performans düzeyi can güvenliği (CG) olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ilk olarak, 1987 yılında inşa edilen mevcut bina ilk halinin (güçlendirilmemiş hali) İdecad Statik 8.62 programı yardımı ile statik hesap modeli oluşturulmuş ve performans analizi yapılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda binanın her iki yönde de Göçme Performansı sergilediği görülmüştür. Binanın göçme performansı sergilemesinin başlıca nedenleri, kolon ve kiriş kesit kapasitelerinin yetersiz olması, kullanılan malzeme dayanımlarının düşük olmasıdır. (BS14, BÇI)

Çalışmaya, mevcut yapıya uygulanmış olan güçlendirme çalışmasının statik hesap modelinin oluşturulması ve performans analizinin yapılması ile devam edilmiştir.

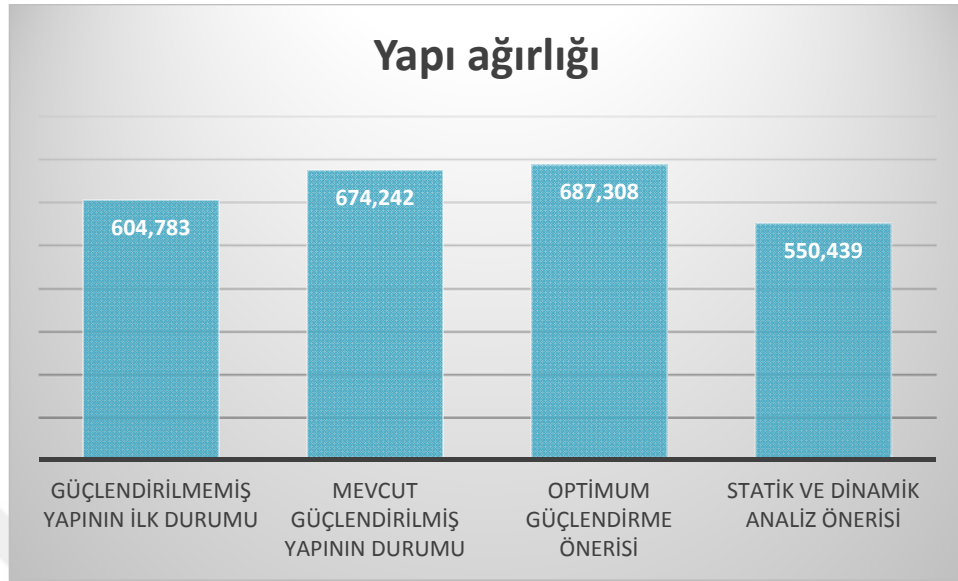
Yapılan analizler sonucunda binanın X yönünün deprem etkisi altında göçme performansı, Y yönünün deprem etkisi altında göçme öncesi performansı sergilediği görülmüştür. Binanın göçme ve göçme öncesi performansı sergilemesinin başlıca nedeni, mevcut yapıya ilave edilen güçlendirme perde yerlerinin ve boyutlarının yanlış seçilmesidir. Yapılan güçlendirme uygulaması sonucunda yapının zemin katı X

yönünde A1-Burulma düzensizliği olduğu, yapının 1.normal katı X ve Y yönlerinde ise B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) olduğu görülmüştür. Mevcut binanın ilk halinin ve güçlendirilmiş halinin DBYBHY’te (2007) yer alan konutlar için istenen can güvenliği performans seviyesini karşılamadığı görülmüştür. Bunun sonucu olarak çalışmaya DBYBHY (2007) kriterlerine uygun yeni bir güçlendirme önerisi sunulması ile devam edilmiştir.

Mevcut yapının ilk hali dikkate alınarak 5 farklı güçlendirme önerisi hazırlanmış ve performans analizleri yapılmıştır. Güçlendirme önerileri arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda optimum sonucun elde edildiği güçlendirme önerisi belirlenmiştir. Optimum sonucu veren güçlendirme önerisi üzerinde yapılan analizler sonucunda binanın her iki yönde de hemen kullanım performansını sergilediği görülmüştür. Bu öneride binaya güçlendirme perdeleri ve kolon mantoları ilave edilerek güçlendirme çalışması yapılmış olup güçlendirme perdelerinin yerleri belirlenirken düzensizliğin oluşmamasına ve binaya etkiyen toplam kesme kuvvetinin büyük çoğunluğunun güçlendirme perdeleri ile taşınmasına dikkat edilmiş, mevcut mimari durumu çok fazla değiştirmeden bir çözüme ulaşılmıştır.

Çalışmada son olarak DBYBHY (2007) kriterlerine uygun yeni bir statik ve dinamik analiz önerisi hazırlanmış ve performans analizi yapılmıştır. Yapılan yeni statik ve dinamik analiz önerisinde binanın mevcut oturum alanına ve mimari projesine bağlı kalınmıştır. Yeni statik ve dinamik analiz önerisinde binanın kolon ve kiriş boyutları, malzeme dayanımları, temel tipi değiştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda binanın her iki yönde de DBYBHY’te (2007) konutlar için istenen can güvenliği performansı sergilediği görülmüştür.

Şekil 6.1.'de incelenen binalara ait yapı ağırlıkları sunulmuştur.

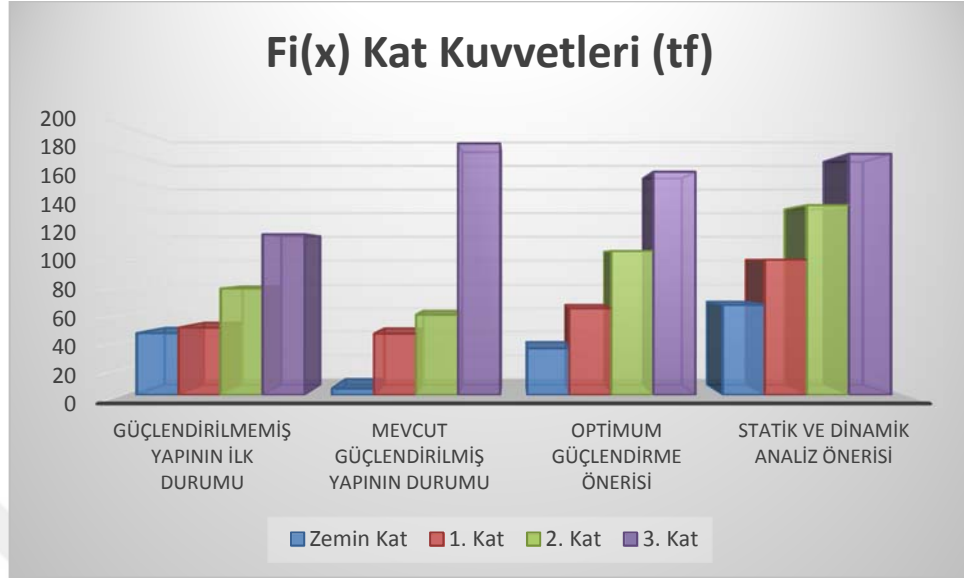


Şekil 6.1. Yapı ağırlıklarının karşılaştırılması

687,308 ton ile optimum güçlendirme önerisi en yüksek yapı ağırlığına sahip olurken, 550,439 ton ile statik ve dinamik analiz önerisi en düşük yapı ağırlığına sahip olmuştur. Şekil 7.1.'de görüldüğü üzere optimum güçlendirme önerisi'nin yapı ağırlığı mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun yapı ağırlığından daha fazladır. Bu durumun başlıca nedenleri, optimum güçlendirme önerisi'nde kullanılan güçlendirme perde genişliklerinin mevcut güçlendirilmiş yapı durumuna göre daha büyük olması ve optimum güçlendirme önerisi'nde kullanılan güçlendirme kolon manto sayısının mevcut güçlendirilmiş yapı durumundan daha fazla olmasıdır.

Ayrıca Şekil 6.1.'de görüldüğü üzere statik ve dinamik analiz önerisi'nin yapı ağırlığı güçlendirilmemiş yapının ilk durum yapı ağırlığından daha düşüktür. Bu durumun başlıca nedeni ise statik ve dinamik analiz önerisi'nde kullanılan kiriş donatı metrajlarının güçlendirilmemiş yapının ilk durumundan daha düşük olmasıdır.

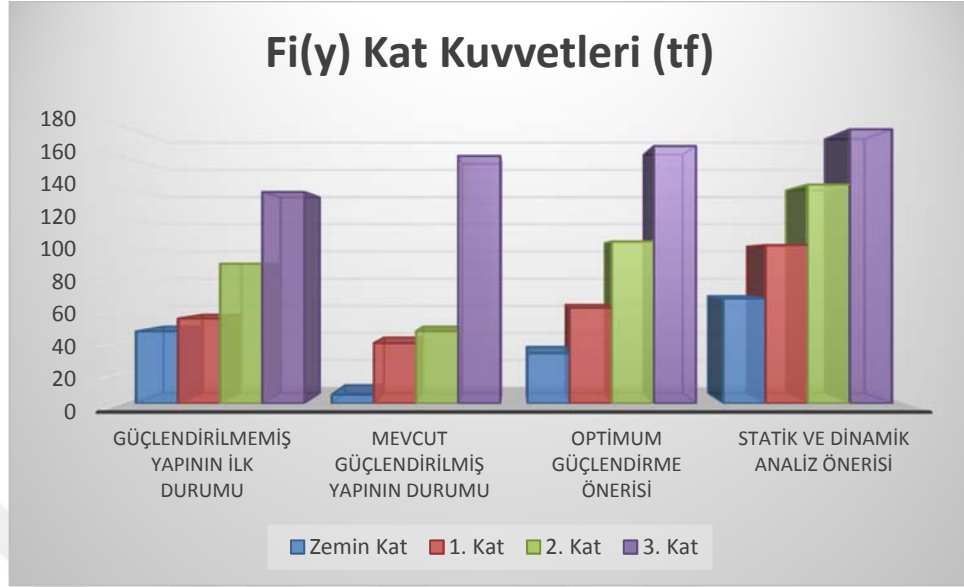
Şekil 6.2.'de X yönünde katlara etkiyen deprem kuvvetleri sunulmuştur.



Şekil 6.2. X Yönü kat kuvvetlerinin karşılaştırılması

X yönünde etkiyen maksimum kat kuvveti Şekil 6.2.'de görüldüğü üzere mevcut güçlendirilmiş yapının 3.Normal katında oluşurken, X yönünde etkiyen minimum kat kuvveti mevcut güçlendirilmiş yapının zemin katında oluşmuştur.

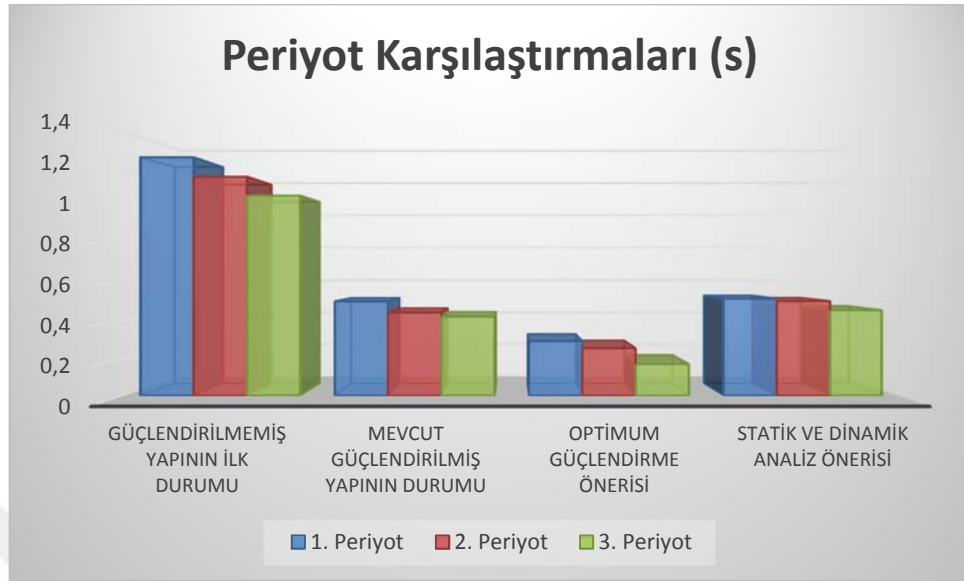
Şekil 6.3.'te Y yönünde katlara etkiyen deprem kuvvetleri sunulmuştur.



Şekil 6.3. Y Yönü kat kuvvetlerinin karşılaştırılması

Y yönünde etkiyen maksimum kat kuvveti Şekil 6.3.'te görüldüğü üzere statik ve dinamik analiz önerisinin 3.Normal katında oluşurken, Y yönünde etkiyen minimum kat kuvveti mevcut güçlendirilmiş yapının zemin katında oluşmuştur.

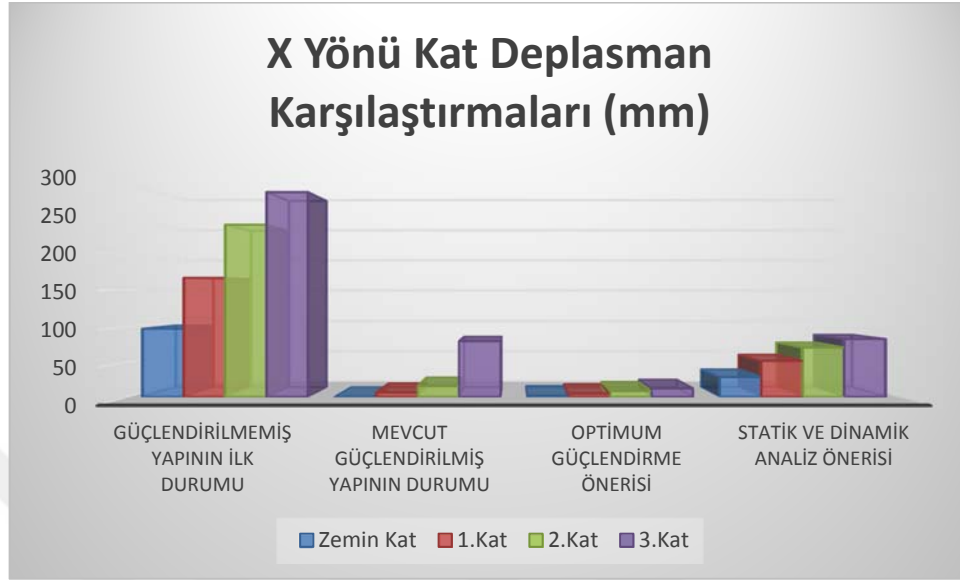
Şekil 6.4.'te incelenen binalara ait ilk üç periyot sunulmuştur.



Şekil 6.4. İlk üç hakim periyotların karşılaştırılması

Şekil 6.4.'te belirtildiği üzere en yüksek değere sahip hakim periyot güçlendirilmemiş yapının ilk durumunda, en düşük değere sahip hakim periyot ise optimum güçlendirme önerisi'nde oluşmuştur.

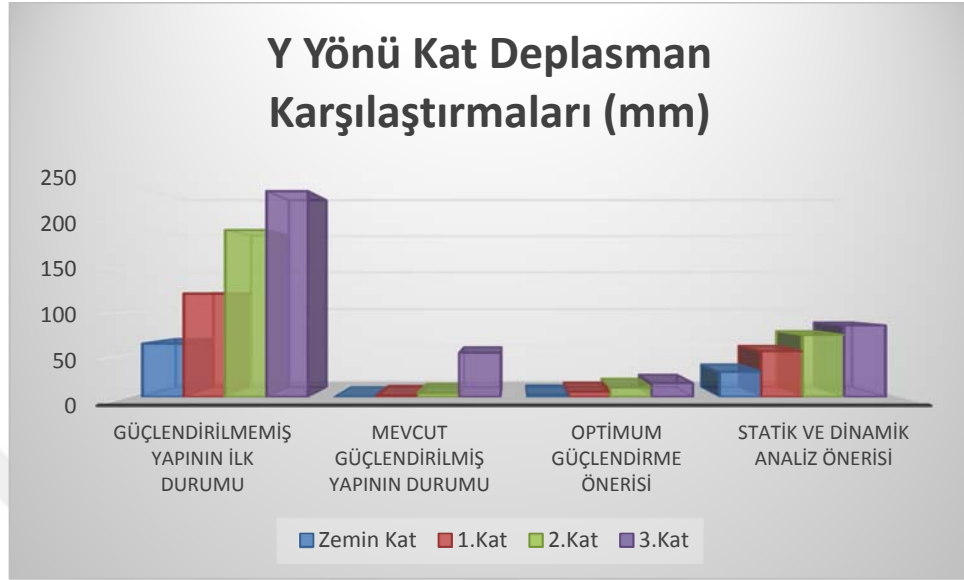
Şekil 6.5.'te incelenen binalar içerisindeki katlarda yer alan, en yüksek X yönü kat deplasman değerine sahip yapı elemanlarının, kat deplasman değerleri sunulmuştur.



Şekil 6.5. X Yönü kat deplasman karşılaştırmaları

Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu, her bir kat için en yüksek deplasman değerlerine sahip yapıdır. Mevcut güçlendirilmiş yapının durumunda ve optimum güçlendirme önerisi'nde yapılan güçlendirme çalışmaları yapının ilk halinde oluşan deplasmanları azaltmış, Şekil 6.5.'te belirtildiği seviyelere indirgemıştır. Ayrıca mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun 2.Normal katında yer alan maksimum kat deplasman değerinin 15,58 mm olmasına rağmen 3.Normal katında maksimum kat deplasman değerinin 78,96 mm olduğu görülmüştür. Bu durumun başlıca nedeni, yapı üzerine uygulanan güçlendirme çalışmalarının 3.Normal kata kadar devam ettirilmemesi (kolon mantoları, güçlendirme perdeleri) ve 3.Normal katta herhangi bir güçlendirme uygulamasının yapılmamasıdır.

Şekil 6.6.'da incelenen binalar içerisindeki katlarda yer alan, en yüksek Y yönü kat deplasman değerine sahip yapı elemanlarının, kat deplasman değerleri sunulmuştur.



Şekil 6.6. Y Yönü kat deplasman karşılaştırmaları

Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu, her bir kat için en yüksek deplasman değerlerine sahip yapıdır. Mevcut güçlendirilmiş yapı durumunda ve optimum güçlendirme önerisi'nde yapılan güçlendirme çalışmaları yapının ilk halinde oluşan deplasmanları azaltmış, Şekil 6.6.'da belirtildiği seviyelere indirgemiştir. Ayrıca mevcut güçlendirilmiş yapı durumunun 2.Normal katında yer alan maksimum kat deplasman değerinin 4,53 mm olmasına rağmen 3.Normal katında maksimum kat deplasman değerinin 52,14 mm olduğu görülmüştür. Bu durumun başlıca nedeni, yapı üzerine uygulanan güçlendirme çalışmalarının 3.Normal kata kadar devam ettirilmemesi (kolon mantoları, güçlendirme perdeleri) ve 3.Normal katta herhangi bir güçlendirme uygulamasının yapılmamasıdır.

X ve Y yönü deplasmanları karşılaştırıldığında ise güçlendirilmemiş yapının ilk durumunda ve mevcut güçlendirilmiş yapı durumunda X yönü kat deplasmanlarının Y yönü kat deplasmanlarına göre daha büyük değerlere sahip olduğu, optimum güçlendirme önerisi ve statik ve dinamik analiz önerisi'nde Y yönü kat deplasmanlarının X yönü kat deplasmanlarına göre daha büyük değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmada incelenen yapı ve lokasyonu, büyük can ve mal kayıplarının yaşandığı 1999 Marmara depreminin en çok etki ettiği bölgelerdeki yapılara örnek teşkil etmesi amacı ile özellikle seçilmiştir.

Ancak çalışmada görüldüğü üzere binanın günümüz Deprem Yönetmelik standartlarını karşılamadığı ve hatta yapılan güçlendirme çalışmalarının dahi yetersiz kaldığı görülmektedir. Büyük bir bölümünün 1.Deprem Bölgesi olduğu ülkemizde yapıların büyük bir çoğunluğunun 1975 Deprem Yönetmeliği standartlarına göre projelendirilip, inşa edildiği bilinmektedir. Ayrıca bu yapılarda dönemin imkan ve koşulları doğrultusunda C18'den düşük beton dayanımına sahip betonlar kullanıldığı ve S220 donatı sınıfı kullanıldığı bilinmektedir. Bu doğrultuda DBYBHY'ten (2007) önce inşa edilen yapıların büyük bir çoğunluğunun günümüz yönetmelik değerlerini sağlamayacağı görülmekle beraber can ve mal kayıplarının en aza indirilebilmesi için ilgili yapıların deprem performans seviyelerinin belirlenmesi, yetersiz olanların ise güçlendirilerek gerekli performans seviyesine getirilmesi son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- 1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.
- 2000, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Celep, Z., 2007. Mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin değerlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Mesleki Eğitim Kursu.
- Yılmaz, C., 2008. Statik itme analizi ile mevcut bir betonarme yapının performans değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Karakaya, M., 2013. Betonarme taşıyıcı sistemlerin doğrusal olmayan yöntemlerle performansının değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Dedeoğlu, F., 2014. Betonarme binanın doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile performans analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Şahin, H., 2014. Mevcut bir betonarme yapının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performansının değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Kıran, F., 2010. Binaların performans analizi için kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Turan, D., 2012. Betonarme bir yapının eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemine göre tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Murat, S., 2013. Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölüm binasının 2007 Deprem Yönetmeliğine göre güçlendirme önerisi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi.

- Demir, F., Erkan, K.T., Dilmaç, H., Tekeli, H., 2013. Mevcut betonarme binaların doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile incelenmesi üzerine bir değerlendirme. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.
- Uygun, G., Celep, Z., 2007. Betonarme bir binanın deprem güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007) deki doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle karşılaştırmalı incelenmesi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Uçar, T., Merter, O., 2012. Binaların deprem hesabında kullanılan doğrusal elastik hesap yöntemleriyle ilgili bir irdeleme. Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg., 2.Cilt, 15-31.
- Budak, E., Sucuoğlu, H., 2015. Yüksek yapıların performans esaslı tasarımı. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir.
- Arısoy, B., Arel, H.Ş., 2010. Yapısal özellikleri farklı ba binaların performansa dayalı analizi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Derg., 25.Cilt, 431-439.
- Gökalp, E., Bağcı, M., 2009. A2 Düzensizliği bulunan betonarme bir binanın, mod birleştirme yöntemi ile deprem performansının belirlenmesi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:5, No:1, 37-48.
- Taşan, Z.A., 2012. Türk Deprem Yönetmeliği - 1998 (TDY- 98) ile Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik - 2007 (DBYBHY-2007) karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- İşsever, M.A., 2012. Eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemlerinin çok katlı betonarme bir yapıda kıyaslanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Sayar, M., 2013. Doğrusal elastik deprem hesabı yöntemlerinin taban kesme kuvveti ve görelî kat ötelemesi açısından karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Turan, D., 2012. Betonarme bir yapının eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemine göre tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Kavşut, N., 2012. Depremde hasar gören yapıların güçlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.
- Duman, K.Ş., 2011. Burulma düzensizliği içeren betonarme yapıların doğrusal elastik yöntem ile deprem performansının değerlendirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.

Yılmaz, B., 2014. Eşdeğer deprem yükü ve zaman tanım alanında doğrusal elastik yöntemlerle performans analizinin mevcut betonarme bir bina örneğinde karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.

Yıldırım, C., 2008. 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre mevcut bir yapının performansının belirlenmesi ve bir güçlendirme önerisi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi.



EKLER

Ek 1: Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu donatı bilgileri

Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kolon bilgileri

Kolon	Malzeme	Boyut	Donatı		
			Majör	Minör	Etriye
3.Kat					
S301	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S302	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S303	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S304	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S305	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S306	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S307	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S308	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S309	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S310	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S311	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S312	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S313	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S314	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S315	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
2.Kat					
S201	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S202	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S203	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S204	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S205	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S206	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S207	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S208	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S209	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S210	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S211	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S212	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20

S213	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S214	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S215	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
1.Kat					
S101	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S102	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S103	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S104	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S105	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S106	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S107	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S108	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S109	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S110	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S111	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S112	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S113	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
S114	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
S115	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
Zemin Kat					
SZ01	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ02	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ03	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ04	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ05	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ06	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ07	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ08	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ09	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ10	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ11	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ12	C14 S220	25/40	6Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ13	C14 S220	25/30	4Ø14	2Ø14	Ø8/20
SZ14	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20
SZ15	C14 S220	25/50	6Ø16	2Ø16	Ø8/20

Güçlendirilmemiş yapının ilk durumu kiriş bilgileri

Kiriş	Malzeme	Boyut	Donatı			
			Düz	Montaj	Pilye	Etriye
3.Kat						
K301	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K302	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K303	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K304	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K305	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K306	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K307	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K308	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K309	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K310	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K311	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K312	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K313	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K314	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K315	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K316	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K317	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K318	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K319	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K320	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K321	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K322	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K323	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K324	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K325	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K326	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K327	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K328	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K329	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
2.Kat						
K201	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K202	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K203	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K204	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K205	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K206	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K207	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K208	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K209	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20

K210	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K211	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K212	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K213	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K214	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K215	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K216	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K217	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K218	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K219	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K220	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K221	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K222	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K223	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K224	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K225	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K226	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K227	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K228	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K229	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
1.Kat						
K101	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K102	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K103	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K104	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K105	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K106	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K107	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K108	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K109	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K110	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K111	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K112	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K113	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K114	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K115	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K116	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K117	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K118	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
K119	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K120	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K121	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K122	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20

K123	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
K124	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K125	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
K126	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K127	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
K128	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
K129	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
Zemin Kat						
KZ01	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ1'	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ02	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ2'	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ03	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ04	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ05	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ06	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ07	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
KZ08	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
KZ09	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ10	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ11	C14 S220	20/60	2Ø12	3Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ12	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ13	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
KZ13'	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
KZ14	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ15	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ16	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ17	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ18	C14 S220	20/60	2Ø16	2Ø12	2Ø16	Ø8/20
KZ19	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ20	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ21	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ22	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ23	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	3Ø14	Ø8/20
KZ24	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ25	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ26	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ27	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	2Ø12	Ø8/20
KZ28	C14 S220	20/60	2Ø12	2Ø12	1Ø12	Ø8/20
KZ29	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20
KZ29'	C14 S220	20/60	2Ø14	2Ø12	2Ø14	Ø8/20

Ek 2: Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu donatı bilgileri

Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ01	C20 S420	25/30	40/80	18Ø14	Ø8/10
SZ04	C20 S420	25/30	45/70	12Ø16	Ø8/10
SZ05	C20 S420	25/40	40/80	20Ø14	Ø8/10
SZ09	C20 S420	25/40	40/80	18Ø14	Ø8/10
SZ11	C20 S420	25/50	45/70	10Ø16	Ø8/10
SZ13	C20 S420	25/30	40/80	18Ø14	Ø8/10
SZ15	C20 S420	25/50	45/70	12Ø16	Ø8/10

Mevcut güçlendirilmiş yapının durumu güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ1	C20 S420	20/185	22Ø14	Ø12/25
PZ2	C20 S420	20/180	22Ø14	Ø12/25
PZ01	C20 S420	25/110	16Ø16	Ø12/25
PZ02	C20 S420	25/150	26Ø16	Ø12/25
PZ03	C20 S420	25/160	22Ø16	Ø12/25
PZ04	C20 S420	25/230	34Ø16	Ø12/25
PZ05	C20 S420	25/100	14Ø16	Ø12/25
PZ06	C20 S420	25/250	36Ø16	Ø12/25
1. Kat				
P101	C20 S420	25/125	16Ø16	Ø12/25
P102	C20 S420	25/160	26Ø16	Ø12/25
P103	C20 S420	25/170	22Ø16	Ø12/25
P104	C20 S420	25/280	34Ø16	Ø12/25
P105	C20 S420	25/110	16Ø16	Ø12/25
P106	C20 S420	25/270	38Ø16	Ø12/25
2. Kat				
P201	C20 S420	25/125	16Ø16	Ø12/25
P202	C20 S420	25/170	28Ø16	Ø12/25
P203	C20 S420	25/170	22Ø16	Ø12/25
P204	C20 S420	25/280	34Ø16	Ø12/25
P205	C20 S420	25/120	16Ø16	Ø12/25
P206	C20 S420	25/280	40Ø16	Ø12/25

Ek 3: Güçlendirme önerileri donatı bilgileri

Birinci güçlendirme önerisi kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ01	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
SZ04	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
SZ05	C30 S420	25/40	40/70	10Ø16	Ø8/19/10
SZ06	C30 S420	25/50	55/80	16Ø16	Ø8/19/10
SZ09	C30 S420	25/40	40/70	16Ø16	Ø8/19/10
SZ11	C30 S420	25/50	55/80	16Ø16	Ø8/19/10
SZ12	C30 S420	25/40	55/70	20Ø16	Ø8/19/10
SZ13	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
SZ15	C30 S420	25/50	55/80	20Ø16	Ø8/19/10
1. Kat					
S101	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S104	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S105	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S106	C30 S420	25/40	55/70	16Ø16	Ø8/19/10
S109	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S111	C30 S420	25/40	55/70	16Ø16	Ø8/19/10
S112	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
S113	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S115	C30 S420	25/40	55/70	20Ø16	Ø8/19/10
2. Kat					
S201	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S204	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S205	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S206	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S209	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S211	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S212	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
S213	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
S215	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
3. Kat					
S301	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S304	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S305	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S306	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S309	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10

S311	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S312	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10
S315	C30 S420	25/30	55/60	16Ø16	Ø8/19/10

Birinci güçlendirme önerisi güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ01	C30 S420	360/300/25	32Ø16	Ø8/16/10
PZ02	C30 S420	250/300/25	26Ø16	Ø8/16/10
PZ03	C30 S420	200/300/25	20Ø16	Ø8/16/10
PZ04	C30 S420	85/300/25	10Ø16	Ø8/16/10
PZ05	C30 S420	230/300/25	24Ø16	Ø8/16/10
PZ06	C30 S420	330/300/25	30Ø16	Ø8/16/10
1. Kat				
P101	C30 S420	370/230/25	34Ø16	Ø8/16/20
P102	C30 S420	250/230/25	26Ø16	Ø8/16/20
P103	C30 S420	200/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P104	C30 S420	95/230/25	10Ø16	Ø8/16/20
P105	C30 S420	240/230/25	24Ø16	Ø8/16/20
2. Kat				
P201	C30 S420	380/230/25	34Ø16	Ø8/16/20
P202	C30 S420	250/230/25	26Ø16	Ø8/16/20
P203	C30 S420	200/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P204	C30 S420	105/230/25	12Ø16	Ø8/16/20
P205	C30 S420	250/230/25	24Ø16	Ø8/16/20

İkinci güçlendirme önerisi kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ01	C30 S420	25/30	50/80	24Ø14	Ø8/19/10
SZ02	C30 S420	25/50	45/70	16Ø14	Ø8/19/10
SZ03	C30 S420	25/50	45/70	16Ø14	Ø8/19/10
SZ04	C30 S420	25/30	50/80	24Ø14	Ø8/19/10
SZ05	C30 S420	25/40	40/60	20Ø14	Ø8/19/10
SZ06	C30 S420	25/50	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
SZ08	C30 S420	25/50	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
SZ09	C30 S420	25/40	40/80	16Ø14	Ø8/19/10
SZ10	C30 S420	25/50	45/80	16Ø14	Ø8/19/10
SZ11	C30 S420	25/50	45/80	16Ø14	Ø8/19/10
SZ12	C30 S420	25/40	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
SZ13	C30 S420	25/30	50/80	24Ø14	Ø8/19/10
SZ14	C30 S420	25/50	45/80	16Ø14	Ø8/19/10
SZ15	C30 S420	25/50	50/80	20Ø14	Ø8/19/10
1. Kat					
S101	C30 S420	25/30	50/80	34Ø14	Ø8/19/10
S102	C30 S420	25/40	45/60	16Ø14	Ø8/19/10
S103	C30 S420	25/40	45/60	16Ø14	Ø8/19/10
S104	C30 S420	25/30	50/80	24Ø14	Ø8/19/10
S105	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S106	C30 S420	25/40	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
S108	C30 S420	25/40	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
S109	C30 S420	25/30	40/80	16Ø14	Ø8/19/10
S110	C30 S420	25/40	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
S111	C30 S420	25/40	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
S112	C30 S420	25/30	45/80	20Ø14	Ø8/19/10
S113	C30 S420	25/30	50/80	24Ø14	Ø8/19/10
S115	C30 S420	25/40	50/80	20Ø14	Ø8/19/10
2. Kat					
S201	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S202	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S203	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S204	C30 S420	25/30	50/60	16Ø14	Ø8/19/10
S205	C30 S420	25/30	35/50	10Ø14	Ø8/19/10
S208	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S209	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S210	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S212	C30 S420	25/30	45/50	24Ø14	Ø8/19/10

S213	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S215	C30 S420	25/30	50/60	16Ø14	Ø8/19/10
3. Kat					
S301	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S302	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S304	C30 S420	25/30	50/60	16Ø14	Ø8/19/10
S305	C30 S420	25/30	35/50	10Ø14	Ø8/19/10
S308	C30 S420	25/30	45/50	16Ø14	Ø8/19/10
S309	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S312	C30 S420	25/30	45/50	24Ø14	Ø8/19/10
S313	C30 S420	25/30	40/60	12Ø14	Ø8/19/10
S315	C30 S420	25/30	50/60	20Ø14	Ø8/19/10

İkinci güçlendirme önerisi güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ01	C30 S420	200/300/25	20Ø16	Ø8/13/10
PZ02	C30 S420	305/300/25	30Ø16	Ø8/10/10
PZ03	C30 S420	225/300/25	24Ø16	Ø8/10/10
PZ04	C30 S420	185/300/25	34Ø16	Ø8/10/10
PZ05	C30 S420	235/300/25	28Ø16	Ø8/10/10
PZ06	C30 S420	295/300/25	30Ø16	Ø8/10/10
1. Kat				
P101	C30 S420	200/230/25	20Ø16	Ø8/13/10
P102	C30 S420	305/230/25	34Ø16	Ø8/10/10
P103	C30 S420	225/230/25	24Ø16	Ø8/10/10
P104	C30 S420	185/230/25	32Ø16	Ø8/10/10
P105	C30 S420	235/230/25	28Ø16	Ø8/10/10
2. Kat				
P201	C30 S420	215/230/25	22Ø16	Ø8/16/20
P202	C30 S420	345/230/25	34Ø16	Ø8/16/20
P203	C30 S420	250/230/25	26Ø16	Ø8/13/20
P204	C30 S420	205/230/25	22Ø16	Ø8/13/20
P205	C30 S420	255/230/25	32Ø16	Ø8/13/20
3. Kat				
P301	C30 S420	215/230/25	22Ø16	Ø8/16/20
P302	C30 S420	345/230/25	34Ø16	Ø8/16/20
P303	C30 S420	250/230/25	26Ø16	Ø8/16/20
P304	C30 S420	205/230/25	22Ø16	Ø8/16/20
P305	C30 S420	255/230/25	28Ø16	Ø8/16/20

Üçüncü güçlendirme önerisi kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ01	C30 S420	25/30	50/80	20Ø16	Ø8/19/10
SZ02	C30 S420	25/50	45/70	16Ø16	Ø8/19/10
SZ05	C30 S420	25/40	40/70	10Ø16	Ø8/19/10
SZ11	C30 S420	25/50	45/80	16Ø16	Ø8/19/10
SZ12	C30 S420	25/40	45/60	16Ø16	Ø8/19/10
SZ13	C30 S420	25/30	50/80	20Ø16	Ø8/19/10
SZ14	C30 S420	25/50	45/80	16Ø16	Ø8/19/10
SZ15	C30 S420	25/50	50/80	16Ø16	Ø8/19/10
1. Kat					
S101	C30 S420	25/30	50/80	20Ø16	Ø8/19/10
S102	C30 S420	25/40	45/60	16Ø16	Ø8/19/10
S105	C30 S420	25/30	40/70	12Ø16	Ø8/19/10
S111	C30 S420	25/40	45/80	16Ø16	Ø8/19/10
S112	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S113	C30 S420	25/30	50/80	20Ø16	Ø8/19/10
S115	C30 S420	25/40	50/80	16Ø16	Ø8/19/10
2. Kat					
S201	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S202	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S205	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S211	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S212	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S213	C30 S420	25/30	50/80	22Ø16	Ø8/19/10
S215	C30 S420	25/30	50/60	16Ø16	Ø8/19/10
3. Kat					
S301	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S302	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S305	C30 S420	25/30	40/50	10Ø16	Ø8/19/10
S311	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S312	C30 S420	25/30	45/50	16Ø16	Ø8/19/10
S315	C30 S420	25/30	50/60	16Ø16	Ø8/19/10

Üçüncü güçlendirme önerisi güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ01	C30 S420	285/300/30	24Ø16	Ø8/13/10
PZ02	C30 S420	180/300/30	20Ø16	Ø8/13/10
1. Kat				
P101	C30 S420	245/230/25	26Ø16	Ø8/16/20
P102	C30 S420	180/230/25	22Ø16	Ø8/16/20
2. Kat				
P201	C30 S420	245/230/20	24Ø16	Ø8/20/20
P202	C30 S420	200/230/20	22Ø16	Ø8/20/20
3. Kat				
P302	C30 S420	200/230/20	22Ø16	Ø8/20/20

Dördüncü güçlendirme önerisi kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ11	C30 S420	25/50	45/70	20Ø16	Ø8/19/10
SZ14	C30 S420	25/50	45/70	16Ø16	Ø8/19/10
1. Kat					
S111	C30 S420	25/40	45/60	20Ø16	Ø8/19/10

Dördüncü güçlendirme önerisi güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ01	C30 S420	225/300/20	20Ø16	Ø8/20/10
PZ02	C30 S420	335/300/20	30Ø16	Ø8/20/10
PZ03	C30 S420	230/300/20	20Ø16	Ø8/20/10
PZ04	C30 S420	260/300/20	18Ø16	Ø8/20/10
1. Kat				
P101	C30 S420	225/230/20	22Ø16	Ø8/16/20
P102	C30 S420	345/230/20	32Ø16	Ø8/16/20
P103	C30 S420	230/230/20	22Ø16	Ø8/16/20
P104	C30 S420	270/230/20	26Ø16	Ø8/16/20
2. Kat				
P202	C30 S420	355/230/20	34Ø16	Ø8/20/20
P204	C30 S420	280/230/20	28Ø16	Ø8/20/20
3. Kat				
P302	C30 S420	355/230/20	30Ø16	Ø8/20/20
P304	C30 S420	280/230/20	28Ø16	Ø8/20/20

Optimum güçlendirme önerisi kolon manto bilgileri

Kolon Mantosu	Malzeme	Eski Boyut	Yeni Boyut	İlave Manto Donatısı	
				Donatı	Etriye
Zemin Kat					
SZ01	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
SZ05	C30 S420	25/40	35/60	14Ø16	Ø10/13/10
SZ11	C30 S420	25/50	45/70	20Ø16	Ø8/19/10
SZ14	C30 S420	25/50	45/70	24Ø16	Ø8/15/10
SZ15	C30 S420	25/50	55/80	20Ø16	Ø8/19/10
1. Kat					
S101	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S111	C30 S420	25/40	45/60	20Ø16	Ø8/17/10
S115	C30 S420	25/40	55/70	20Ø16	Ø8/19/10
2. Kat					
S201	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S211	C30 S420	25/30	45/50	20Ø16	Ø8/17/10
S215	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10
3. Kat					
S301	C30 S420	25/30	40/60	10Ø16	Ø8/19/10
S311	C30 S420	25/30	45/50	20Ø16	Ø8/19/10
S315	C30 S420	25/30	55/60	20Ø16	Ø8/19/10

Optimum güçlendirme önerisi güçlendirme perde bilgileri

Güçlendirme Perdesi	Malzeme	Boyut	Donatı	
			Donatı	Etriye
Zemin Kat				
PZ01	C30 S420	215/300/25	20Ø16	Ø8/16/10
PZ02	C30 S420	335/300/25	34Ø16	Ø8/16/10
PZ03	C30 S420	205/300/25	26Ø16	Ø8/16/10
PZ04	C30 S420	245/300/25	24Ø16	Ø8/16/10
1. Kat				
P101	C30 S420	225/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P102	C30 S420	345/230/25	30Ø16	Ø8/16/20
P103	C30 S420	215/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P104	C30 S420	255/230/25	24Ø16	Ø8/16/20
2. Kat				
P201	C30 S420	225/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P202	C30 S420	345/230/25	30Ø16	Ø8/16/20
P203	C30 S420	215/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P204	C30 S420	265/230/25	24Ø16	Ø8/16/20
3. Kat				
P301	C30 S420	225/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P302	C30 S420	345/230/25	30Ø16	Ø8/16/20
P303	C30 S420	215/230/25	20Ø16	Ø8/16/20
P304	C30 S420	265/230/25	24Ø16	Ø8/16/20

Ek 4: Statik ve dinamik analiz önerisi donatı bilgileri

Statik ve dinamik analiz önerisi kolon bilgileri

Kolon	Malzeme	Boyut	Donatı		
			Majör	Minör	Etriye
3.Kat					
S301	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S302	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S303	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S304	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S305	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S306	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S307	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S308	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S309	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S310	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S311	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S312	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S313	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S314	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S315	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
2.Kat					
S201	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S202	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S203	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S204	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S205	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S206	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S207	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S208	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S209	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S210	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S211	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S212	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S213	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S214	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S215	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
1.Kat					
S101	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S102	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S103	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S104	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10

S105	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S106	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S107	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S108	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
S109	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S110	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S111	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S112	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S113	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S114	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
S115	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
Zemin Kat					
SZ01	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
SZ02	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ03	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
SZ04	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ05	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
SZ06	C30 S420	50/50	10Ø16	4Ø16	Ø8/19/10/10
SZ07	C30 S420	50/50	12Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ08	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ09	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ10	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ11	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ12	C30 S420	50/50	12Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ13	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ14	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10
SZ15	C30 S420	50/50	10Ø16	6Ø16	Ø8/19/10/10

Statik ve dinamik analiz önerisi kiriş bilgileri

Kiriş	Malzeme	Boyut	Donatı				
			Düz	Montaj	Sol İlave	Sağ İlave	Etriye
3.Kat							
K301	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K302	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K303	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/10
K304	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/10
K305	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / 1Ø16	Ø8/10
K306	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16	1Ø16 / -	Ø8/20/10
K307	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / -	Ø8/20/10
K308	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -		Ø8/10
K309	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / 1Ø16	Ø8/10
K310	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16	1Ø18 / -	Ø8/20/10
K311	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø18 / -	1Ø16 / 1Ø16	Ø8/20/10
K312	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20/10
K313	C30 S420	25/50	2Ø18	2Ø16			Ø8/20
K314	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20/10
K315	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / -	Ø8/20/10
K316	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -		Ø8/10
K317	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/10
K318	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -	1Ø16 / -	Ø8/20/10
K319	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / -	Ø8/10
K320	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / -		Ø8/20/10
K321	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø18 / -	Ø8/10
K322	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø18 / -		Ø8/10
K323	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -	1Ø16 / -	Ø8/20/10
K324	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / -	Ø8/20/10
K325	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -		Ø8/10
K326	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / -	Ø8/10
K327	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / -	1Ø16 / -	Ø8/20/10
K328	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / -		Ø8/10
K329	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
2.Kat							
K201	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K202	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K203	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16	1Ø16 / 1Ø16	Ø8/10
K204	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16		Ø8/10
K205	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16	3Ø16 / 2Ø18	Ø8/10
K206	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø18	3Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
K207	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø18 / 1Ø16	Ø8/20/10
K208	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 1Ø16		Ø8/10
K209	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	/ 1Ø16	3Ø16 / 2Ø16	Ø8/10

K210	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø16	3Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
K211	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø16	2Ø18 / 3Ø16	Ø8/20/10
K212	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 1Ø16	1Ø18 / 1Ø16	Ø8/20/10
K213	C30 S420	25/50	2Ø18	2Ø16			Ø8/20
K214	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 2Ø16	2Ø16 / 1Ø16	Ø8/20/10
K215	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 1Ø16	1Ø18 / 1Ø16	Ø8/20/10
K216	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø18 / 1Ø16	/ 1Ø16	Ø8/10
K217	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	/ 1Ø16		Ø8/10
K218	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 1Ø18	2Ø16 / 1Ø18	Ø8/20/10
K219	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / 1Ø16	Ø8/10
K220	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 1Ø16		Ø8/20/10
K221	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø18 / 1Ø16	Ø8/10
K222	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø18 / 1Ø16		Ø8/10
K223	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 1Ø18	3Ø16 / 2Ø16	Ø8/20/10
K224	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		1Ø16 / 1Ø16	Ø8/20/10
K225	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø16 / 1Ø16		Ø8/10
K226	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / 1Ø18	Ø8/10
K227	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 1Ø18	2Ø18 / 1Ø16	Ø8/20/10
K228	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 1Ø16	2Ø16 / 2Ø16	Ø8/10
K229	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
1.Kat							
K101	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K102	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
K103	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø18	3Ø16 / 2Ø18	Ø8/10
K104	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø18		Ø8/10
K105	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 2Ø18	4Ø16 / 3Ø18	Ø8/10
K106	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø16 / 3Ø18	4Ø18 / 3Ø16	Ø8/20/10
K107	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		3Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
K108	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø16		Ø8/10
K109	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 2Ø16	3Ø18 / 3Ø16	Ø8/10
K110	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 3Ø16	4Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
K111	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 2Ø18	3Ø18 / 3Ø18	Ø8/20/10
K112	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø16	3Ø16 / 2Ø18	Ø8/20/10
K113	C30 S420	25/50	2Ø18	2Ø16			Ø8/20
K114	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 3Ø16	3Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
K115	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø16		Ø8/20/10
K116	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 2Ø16	1Ø18 / 2Ø16	Ø8/10
K117	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	1Ø18 / 2Ø16		Ø8/10
K118	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø18	3Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
K119	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø18 / 2Ø16	Ø8/10
K120	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 2Ø16		Ø8/20/10
K121	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / 2Ø16	Ø8/10
K122	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 2Ø16		Ø8/10

K123	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 2Ø18	4Ø18 / 3Ø16	Ø8/20/10
K124	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø16 / 1Ø16	Ø8/20/10
K125	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 1Ø16		Ø8/10
K126	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		3Ø16 / 2Ø18	Ø8/10
K127	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø18	4Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
K128	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 2Ø18	3Ø18 / 3Ø18	Ø8/10
K129	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
Zemin Kat							
KZ01	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
KZ1'	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 3Ø16	4Ø18 / 3Ø16	Ø8/20/10
KZ02	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
KZ2'	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø16	4Ø18 / 3Ø18	Ø8/20/10
KZ03	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø18	2Ø18 / 2Ø18	Ø8/10
KZ04	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 2Ø18		Ø8/10
KZ05	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 3Ø16	4Ø18 / 3Ø18	Ø8/10
KZ06	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø18	5Ø18 / 3Ø18	Ø8/20/10
KZ07	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		3Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
KZ08	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø18		Ø8/10
KZ09	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø16 / 2Ø18	4Ø18 / 3Ø18	Ø8/10
KZ10	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø18	5Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
KZ11	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	5Ø18 / 2Ø18	4Ø16 / 4Ø18	Ø8/20/10
KZ12	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 2Ø18	3Ø18 / 2Ø18	Ø8/20/10
KZ13	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
KZ13'	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø18	3Ø18 / 2Ø18	4Ø16 / 3Ø18	Ø8/20/10
KZ14	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 4Ø16	4Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
KZ15	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 2Ø16	3Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
KZ16	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 2Ø16	2Ø18 / 3Ø16	Ø8/10
KZ17	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 3Ø16		Ø8/10
KZ18	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø18	4Ø18 / 3Ø18	Ø8/20/10
KZ19	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		3Ø16 / 3Ø16	Ø8/10
KZ20	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø16 / 3Ø16		Ø8/20
KZ21	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø18 / 3Ø16	Ø8/10
KZ22	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 3Ø16		Ø8/10
KZ23	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	5Ø18 / 3Ø18	5Ø18 / 3Ø18	Ø8/20/10
KZ24	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		2Ø18 / 2Ø16	Ø8/20/10
KZ25	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	2Ø18 / 2Ø16		Ø8/10
KZ26	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16		3Ø18 / 3Ø18	Ø8/10
KZ27	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	3Ø18 / 3Ø18	4Ø18 / 3Ø16	Ø8/20/10
KZ28	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 3Ø16	4Ø18 / 2Ø16	Ø8/10
KZ29	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16			Ø8/20
KZ29'	C30 S420	25/50	2Ø16	2Ø16	4Ø18 / 2Ø16	3Ø18 / 4Ø18	Ø8/20/10

ÖZGEÇMİŞ

Selçuk Soydan, 11.12.1991’de İstanbul’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini İstanbul’da tamamladı. 2009 yılında Yahya Kemal Beyatlı Lisesi’nden mezun oldu. 2009 yılında başladığı Aksaray Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nü 2014 yılında bitirdi. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.