

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

**ÇOK KATLI BETONARME BİNALARDA BİR VEYA İKİ  
ARA KAT BETONLARININ SINIF DÜŞÜKLÜĞÜNÜN  
YAPISAL PERFORMANSA ETKİSİNİN VE  
GEREKEBİLEN GÜÇLENDİRİLME YÖNTEMLERİNİN  
İRDELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Yener FİLİZ**

**Tezi Yöneten  
Prof .Dr. Tefaruk HAKTANIR**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2009  
KAYSERİ**



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

**ÇOK KATLI BETONARME BİNALARDA BİR VEYA İKİ  
ARA KAT BETONLARININ SINIF DÜŞÜKLÜĞÜNÜN  
YAPISAL PERFORMANSA ETKİSİNİN VE  
GEREKEBİLEN GÜÇLENDİRİLME YÖNTEMLERİNİN  
İRDELENMESİ**

**Tezi Hazırlayan  
Yener FİLİZ**

**Tezi Yöneten  
Prof .Dr. Tefaruk HAKTANIR**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2009  
KAYSERİ**

Prof .Dr. Tefaruk HAKTANIR danışmanlığında **Yener FİLİZ** tarafından hazırlanan “**Çok Katlı Betonarme Binalarda Bir Veya İki Ara Kat Betonlarının Sınıf Düşüklüğünün Yapısal Performansa Etkisinin Ve Gerekebilen Güçlendirilme Yöntemlerinin İrdelenmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

...../...../...

**JÜRİ:**

Danışman : Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR

.....

Üye : Doç. Dr. Fatih ALTUN

.....

Üye :Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA

.....

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 08/09/2009 tarih ve 2009/31...04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



**Prof.Dr. Nusret AYYILDIZ** 4.

**TESEKKÜR**

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen başta tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR'a, tezimde kullandığım Sta4cad hesaplamalarında büyük desteklerini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Fatih ALTUN'a, yüksek lisans boyunca bana emeği geçen bütün hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca, beni yalnız bırakmayan çok sevdiğim saygı değer aileme, tez çalışması ve hazırlanması süresince yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen hayat arkadaşım Dilay FİLİZ'e ve bu tez çalışmamda yaptığı yaramazlıklarla beni hep engelleyen biricik kızım Yazel Nira FİLİZ'e en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

**ÇOK KATLI BETONARME BİNALARDA BİR VEYA İKİ ARA KAT  
BETONLARININ SINIF DÜŞÜKLÜĞÜNÜN YAPISAL PERFORMANSA  
ETKİSİNİN VE GEREKEBİLEN GÜÇLENDİRİLME YÖNTEMLERİNİN  
İRDELENMESİ**

**Yener FİLİZ**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2009  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR**

**ÖZET**

Kayseri’de uygulanan, taşıyıcı beton sınıfı C20 olan bodrum dahil toplam 14 katlı tünel kalıp bir betonarme bina ile taşıyıcı beton sınıfı C35 olan toplam 15 katlı karma sistemli bir betonarme binanın, kanıtlanmış bir paket program ile statik ve deprem yüklerine karşı dinamik analiz ve tasarımları yapılmıştır. Her iki binanın taşıyıcı çerçevelerinde, 1. ve 2., 4. ve 5., 5. ve 13., ve 12. ve 13. katlarının taşıyıcı betonlarının projede belirtilenler yerine çok düşük C10 sınıfında olduğu kabulü ile, güncel TS-500 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) ışığında, Mod Birleştirme Yöntemiyle deprem analizleri tekrarlanmıştır. Tünel kalıp sistemli binada, belirtilen kombinezonların hepsinde, bina Göçme Durumunda değilken, karma sistem betonarme çerçeveli binada ciddi boyutta güçlendirmeler gerekmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** DBYBHY-2007’ye Uygun Betonarme Bina Tasarımı

**EXAMINATION ABOUT EFFECT OF LOW CONCRETE CLASS OF ONE OR TWO INTERMEDIATE STORY AT MULTI-STORY REINFORCED CONCRETE BUILDINGS TO STRUCTURAL PERFORMANCE AND NECESSARY REINFORCEMENT REQUIREMENT**

**Yener FİLİZ**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Science  
M. Sc. Thesis, September 2009  
Thesis Supervisor: Prof. Dr. Tefaruk HAKTANIR**

**ABSTRACT**

A 14-story, tunnel-form, reinforced-concrete building, whose concrete class is C20, and a 15-story, mixed-form, reinforced-concrete building, whose concrete class is C35, both constructed in Kayseri, are analyzed and designed by a verified package program, considering both the static and earthquake loads. The dynamic analyses of these buildings are repeated by the method of Mode Superposition in accordance with both the pertinent Turkish Standard, TS-500 and with Regulations for Buildings to be constructed at Earthquake-prone Zones (briefly known as DBYBHY-2007 in Turkey) by four different scenarios of the lower concrete class of C10, instead of the design concrete. The C10 concrete is assumed to exist first at 1st and 2nd floors, and next at 4th and 5th floors, and next at 5th and 13th floors, and finally at 12th and 13th floors. In all the four combinations of lower-class concrete in two floors, the tunnel-form building does not collapse, while the structural frame of the mixed-form building requires serious strengthening and retrofitting.

**Keywords:** Design Of Reinforced-Concrete Structures In Accordance With DBYBHY-2007

**İÇİNDEKİLER**

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
KISALTMALAR LİSTESİ .....	ix
SİMGELER LİSTESİ .....	x
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiv
1. BÖLÜM	
GİRİŞ .....	1
2. BÖLÜM	
MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ .....	4
2.1. Binalardan Bilgi Toplanması .....	5
2.1.1. Bilgi Düzeyleri ve Bilgi Düzeyi Katsayıları.....	5
2.2. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri.....	6
2.2.1. Kesit Hasar Sınırları .....	6
2.2.2. Kesit Hasar Bölgeleri.....	7
2.3. Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar .....	7
2.4. Depremde Bina Performansının Belirlenmesi Yöntemleri .....	9
2.4.1. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi .....	10
2.4.1.1. Betonarme Yapıların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Değerlendirilmesi .....	10
2.4.2. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemi .....	13
2.5. Bina Deprem Performansının Belirlenmesi .....	13
2.5.1. Performans Kavramı .....	13
2.5.2. Performans Seviyeleri Tanımları .....	14



2.5.2.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi.....	14
2.5.2.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi.....	15
2.5.2.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi.....	15
2.5.2.4. Göçme Durumu .....	15
2.5.3. Bina Performans Düzeyleri ve Koşulları .....	16
2.5.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri .....	17
2.5.4.1. İvme Spektrumu, Spektrum Karakteristik Periyotları ve Etkin Yer İvme Katsayısı .....	17
2.5.4.2. Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde ve Güçlendirme Tasarımında Kullanılacak İvme Spektrumu .....	19
2.6. Binaların Güçlendirilmesi.....	20
2.6.1. Güçlendirmenin Temel İlkeleri .....	20
2.6.2. Güçlendirme Türleri .....	20
2.6.2.1. Eleman Güçlendirmesi .....	20
2.6.2.2. Sistem Güçlendirmesi .....	20
2.7. Betonarme Binaların Güçlendirilmesi .....	21
2.7.1. Güçlendirilen Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi .....	21
2.7.2. Güçlendirme Türleri .....	21
2.7.2.1. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tekil Olarak Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi .....	22
2.7.2.2. Yapı Sisteminin Tümünün Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi .....	22
2.7.3. Eleman Düzeyindeki Güçlendirme Önlemleri .....	22
2.7.3.1. Kolonların Sargılanması .....	22
2.7.3.2. Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması .....	23
2.7.3.3. Kirişlerin Sarılması .....	23
2.7.3.4. Dolgu Duvarlarının Güçlendirilmesi .....	23
2.7.4. Yapı Sisteminin Tümünün Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi .....	24
2.7.4.1. Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi .....	24

2.7.4.2. Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi .....	25
2.7.4.3. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi .....	25
2.7.4.4. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması .....	25
<b>3. BÖLÜM</b>	
<b>ARA KATLARI DÜŞÜK BETON DAYANIMLI BİNALARIN YAPI</b>	
<b>PERFORMANSLARININ İRDELENMESİ.....</b>	
3.1. Giriş .....	27
3.2. Tünel Kalıp Sistem ve Karma Sistem Yapı Bilgileri .....	27
3.3. Mevcut Bina Performanslarının Belirlenmesi .....	37
3.4. Bir veya İki Ara Katlarda Beton Sınıf Değişikliği .....	48
3.4.1. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Yapı Mod	
Periyotları .....	49
3.4.1.1. Karma Taşıyıcılı Sistem Yapı Mod Periyotları Tablo ve Grafikleri .....	49
3.4.1.2. Tünel Kalıp Taşıyıcılı Sistem Yapı Mod Periyotları Tablo ve Grafikleri .....	54
3.4.2. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Deprem	
Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı .....	59
3.4.2.1. Karma Taşıyıcılı Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılım Tablo ve	
Grafikleri .....	59
3.4.2.2. Tünel Kalıp Taşıyıcılı Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılım Tablo	
ve Grafikleri.....	63
3.4.3. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Kat	
Deplasmanları .....	67
3.4.3.1. Karma Sistem Taşıyıcılı Deplasman Tablo ve Grafikleri .....	67
3.4.3.2. Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı Deplasman Tablo ve Grafikleri .....	74
3.5. Yorum .....	80
<b>4. BÖLÜM</b>	
<b>PERFORMANS KIYASLAMALARI .....</b>	
4.1. Karma Sistem Taşıyıcılı Bina Performansı .....	81

4.1.1. 1. ve 2. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	81
4.1.2 4. ve 5. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	84
4.1.3 5. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	86
4.1.4. 12. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	88
4.2. Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı Bina Performansı .....	90
4.2.1. 1. ve 2. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	90
4.2.2. 4. ve 5. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	92
4.2.3. 5. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	94
4.2.4. 12. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina	
Performansı Program Çıktıları .....	96
4.3 Yorum .....	98
5. BÖLÜM	
SEÇİLEN KOMBİNEZON GÜÇLENDİRME İRDELEMELERİ.....	99
6. BÖLÜM	
SONUÇ.....	106
KAYNAKLAR .....	108
ÖZGEÇMİŞ .....	109

## KISALTMALAR LİSTESİ

- ABYYHY'75: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1975  
ABYYHY'98: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998  
DBYBHY'06: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2006  
DBYBHY'07: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007  
CG: Can Güvenliği Performans Düzeyi  
GÇ: Göçme Sınırı  
GÖ: Göçme Öncesi Performans Düzeyi  
GV: Güvenlik Sınırı  
HK: Hemen Kullanım Performans Düzeyi  
MN: Minimum Hasar Sınırı  
TS500: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları

## SİMGELER LİSTESİ

$A_c$	Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
$A_{sw}$	Enine donatı alanı
$A_o$	Etkin Yer ivmesi Katsayısı
$A(T)$	Spektral ivme Katsayısı
$b_w$	Kirişin gövde genişliği
$f_{ck}$	Karakteristik beton dayanımı
$f_{cm}$	Mevcut beton dayanımı
$f_{ctd}$	Betonun tasarım çekme dayanımı
$f_{yd}$	Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
$f_{yk}$	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
$f_{ywd}$	Enine donatının tasarım akma dayanımı
$f_{ywk}$	Enine donatının karakteristik akma dayanımı
$f_{ctm}$	Karakteristik beton çekme dayanımı
$g$	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s <sup>2</sup> )
$H_i$	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
$h$	Çalışan doğrultudaki kesit boyutu
$h_{ji}$	Kat yüksekliği
$H_{cr}$	Kritik perde yüksekliği
$H_w$	Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde Yüksekliği
$I$	Bina Önem Katsayısı
$EI$	Rijitlik
$l_n$	Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği
$l_w$	Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
$m_i$	Binanın i'inci katının kütlesi ( $m = w / g$ )
$n$	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
$r$	Etki/kapasite oranı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$r_s$	Etki/kapasite oranının sınır değeri
$s$	Enine donatı aralığı
$S(T)$	Spektrum Katsayısı

$S_{ae}(T)$	Elastik spektral ivme
$S_{aR}(Tr)$	r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme
$T_A, T_B$	Spektrum Karakteristik Periyotlar
$T$	Bina doğal titreşim periyodu
$T_x$	X yönü bina Periyodu
$T_y$	Y yönü bina Periyodu
$V_c$	Betonun kesme dayanımına katkısı
$V_{cr}$	Beton eğik çatlama dayanımı
$V_{dy}$	Kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
$V_e$	Kolon, kiriş ve perdede esas alınan tasarım kesme kuvveti
$V_r$	Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
$V_t$	Binaya etkiyen toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$V_{tx}$	X deprem yönü toplam taban kesme kuvveti
$V_{ty}$	Y deprem yönü toplam taban kesme kuvveti
$V_w$	Etriyenin kesme dayanımına katkısı,
$W$	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
$\Delta_i$	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\Delta_{i(ort)}$	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\Delta F_N$	Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
$\eta_{bi}$	i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
$\lambda$	Eşdeğer Deprem Yükü Azaltma Katsayısı
$d$	Kirişin ve kolonun faydalı yüksekliği
$\rho$	Kesitteki çekme donatısı oranı
$\rho'$	Kesitteki basınç donatısı oranı
$\rho_b$	Mevcut malzeme dayanımlarını kullanarak hesaplanan kesit dengeli donatı oranı
$\emptyset$	Donatı çapı
$\delta_{ji}$	Kat ötelemesi

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları .....	6
Tablo 2.2. Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları .....	11
Tablo 2.3. Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları .....	11
Tablo 2.4. Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları .....	12
Tablo 2.5. Görelî Kat Ötelemesi Oranları .....	12
Tablo 2.6. Bina Yapı Elemanları Performanslarına Göre Bina Performans Düzeyleri ve Koşulları .....	17
Tablo 2.7. Spektrum Karakteristik Periyotları (TA , TB) .....	18
Tablo 2.8. Etkin Yer İvme Katsayısı (A0) .....	18
Tablo 2.9. Binalar İçin Hedeflenen Minimum Performans Düzeyleri .....	19
Tablo 3.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar.....	35
Tablo 3.2. Beton Sınıfının Düşük Olduğu Kat Kombinezonları.....	48
Tablo 3.3. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü .....	49
Tablo 3.4. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü .....	50
Tablo 3.5. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma .....	50
Tablo 3.6. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü .....	54
Tablo 3.7. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü .....	55
Tablo 3.8. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma .....	55
Tablo 3.9. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü .....	59
Tablo 3.10. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü .....	60
Tablo 3.11. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü .....	63
Tablo 3.12. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü .....	64
Tablo 3.13. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü .....	67
Tablo 3.14. Karma Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y yönü .....	68

Tablo 3.15. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. Yükleme X Yönü Burulma .....	68
Tablo 3.16. Karma Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X yönü ve 11 ve 12. Yükleme Y yönü .....	69
Tablo 3.17. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü.....	74
Tablo 3.18. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y Yönü.....	74
Tablo 3.19. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9.Yükleme X Yönü.....	75
Tablo 3.20. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X Yönü ve 11. ve 12. Yükleme Y Yönü .....	75
Tablo 3.21. Tünel Kalıp ve Karma Modal Analiz Taban Kesme Kuvvetleri .....	80
Tablo 5.1 Y Yönünde 1. ve 2. Kat Deplasmanları .....	100



## ŞEKİLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Elemanlarında Kesit Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri .....	7
Şekil 2.2. Bina performans düzeyleri .....	16
Şekil 2.3. İvme Spektrumu .....	18
Şekil 3.1. Tünel Kalıp Sistem Kat Planı .....	27
Şekil 3.2. Tünel Kalıp Sistem B-B Kesiti .....	28
Şekil 3.3. Karma Sistem Kat Planı .....	29
Şekil 3.4. Karma Sistem B-B Kesiti .....	30
Şekil 3.5. Tünel Kalıp Sistem Sta4Cad Üç Boyutlu Modeli .....	31
Şekil 3.6. Karma Sistem Sta4Cad Üç Boyutlu Modeli .....	32
Şekil 3.7. Karma Sistem Yapı Genel Bilgileri Giriş Sekmesi .....	33
Şekil 3.8. Karma Sistem Kat Bilgileri Giriş Sekmesi .....	33
Şekil 3.9. Tünel Kalıp Sistem Yapı Genel Bilgileri Giriş Sekmesi .....	34
Şekil 3.10. Tünel Kalıp Sistem Kat Bilgileri Giriş Sekmesi.....	34
Şekil 3.11. Proje Opsiyonları Analiz Sekmesi .....	35
Şekil 3.12. Proje Opsiyonları Spectrum Sekmesi .....	35
Şekil 3.13. Yapı Malzemesi Tanımlama Sekmesi .....	36
Şekil 3.14. Proje Opsiyonları Dizayn Standartları Sekmesi .....	36
Şekil 3.15. Proje Opsiyonları Deprem Standartları Sekmesi .....	37
Şekil 3.16. Güçlendirme Elastisite Modülü .....	38
Şekil 3.17. Takviye Projesi Opsiyonları .....	38
Şekil 3.18. Güçlendirme Proje Opsiyonları Yapı Performans Kontrolü.....	38
Şekil 3.19. Güçlendirme Proje Opsiyonları Eleman Kapasite Kontrolü .....	39
Şekil 3.20. Karma Sistem E2 Mevcut Elemanların Özellikleri .....	40
Şekil 3.21. Karma Sistem E2 Mevcut Elemanların 1.Kat Elemanlarına Atanmış Hali ...	40
Şekil 3.22. Tünel Kalıp Sistem E2 Mevcut Elemanların Özellikleri .....	41
Şekil 3.23. Tünel Kalıp Sistem E2 Mevcut Elemanların 1.Kat Elemanlarına Atanmış	

Hali.....	41
Şekil 3.24. Deprem Raporu.....	42
Şekil 3.25. Yapı Elemanları Donatısının Genel Düzenlemesi.....	42
Şekil 3.26. Tünel Kalıp Sistem Göreli Kat Öteleme Kontrolü.....	43
Şekil 3.27. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	43
Şekil 3.28. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı.....	44
Şekil 3.29. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu.....	44
Şekil 3.30. Karma Sistem Göreli Kat Öteleme Kontrolü.....	45
Şekil 3.31. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri.....	45
Şekil 3.32. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı.....	46
Şekil 3.33. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu.....	46
Şekil 3.34. Karma Sistemde Oluşan Gevrek Elemanlar.....	47
Şekil 3.35. Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar Program Çıktısı.....	48
Şekil 3.36. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.....	51
Şekil 3.37. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.....	52
Şekil 3.38. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.....	53
Şekil 3.39. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.....	56
Şekil 3.40. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.....	57
Şekil 3.41. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.....	58
Şekil 3.42. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü.....	61
Şekil 3.43. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.....	62
Şekil 3.44. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü.....	65
Şekil 3.45. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.....	66
Şekil 3.46. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü.....	70
Şekil 3.47. Karma Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y Yönü.....	71
Şekil 3.48. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. Yükleme X Yönü Burulma.....	72

Şekil 3.49. Karma Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X yönü ve 11 ve 12. Yükleme Y Yönü Burulma .....	73
Şekil 3.50. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X yönü .....	76
Şekil 3.51. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y Yönü .....	77
Şekil 3.52. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9. Yükleme X Yönü Burulma .....	78
Şekil 3.53. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X Yönü 11. ve 12. Yükleme Y Yönü Burulma... .....	79
Şekil 4.1. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü (1. ve 2. kat betonları C10).....	81
Şekil 4.2. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri (1. ve 2. kat betonları C10) .....	82
Şekil 4.3. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı (1. ve 2. kat betonları C10) ...	82
Şekil 4.4. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu (1. ve 2. kat betonları C10).....	83
Şekil 4.5. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü (4. ve 5. kat betonları C10).....	84
Şekil 4.6. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri (4. ve 5. kat betonları C10) .....	84
Şekil 4.7. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı (4. ve 5. kat betonları C10) ...	85
Şekil 4.8. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu (4. ve 5. kat betonları C10).....	85
Şekil 4.9. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü (5. ve 13. kat betonları C10).....	86
Şekil 4.10. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri (5. ve 13. kat betonları C10) .....	86
Şekil 4.11. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı (5. ve 13. kat betonları C10).....	87
Şekil 4.12. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu (5. ve 13. kat betonları C10).....	87
Şekil 4.13. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü (12. ve 13. kat betonları C10) .....	88

Şekil 4.14. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(12. ve 13. kat betonları C10) .....	88
Şekil 4.15. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(12. ve 13. kat betonları C10).....	89
Şekil 4.16. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu (12. ve ..... 13. kat betonları C10).....	89
Şekil 4.17. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(1. ve 2. kat betonları C10).....	90
Şekil 4.18. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(1. ve 2. kat betonları C10).....	90
Şekil 4.19. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(1. ve 2. kat betonları C10).....	91
Şekil 4.20. Tünel Kalıp Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu (1. ve 2. kat betonları C10) .....	91
Şekil 4.21. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(4. ve 5. kat betonları C10) .....	92
Şekil 4.22. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(4. ve 5. kat betonları C10) .....	92
Şekil 4.23. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(4. ve 5. kat betonları C10) .....	93
Şekil 4.24. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(4. ve 5. kat betonları C10).....	93
Şekil 4.25. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(5. ve 13. kat betonları C10) .....	94
Şekil 4.26. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(5. ve 13. kat betonları C10) .....	94
Şekil 4.27. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(5. ve 13. kat betonları C10).....	95
Şekil 4.28. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini	

Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(5. ve 13. kat betonları C10) .....	95
Şekil 4.29. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(12. ve 13. kat betonları C10).....	96
Şekil 4.30. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(12. ve 13. kat betonları C10).....	96
Şekil 4.31. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(12. ve 13. kat betonları C10).....	97
Şekil 4.32. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(12. ve 13. kat betonları C10) .....	97
Şekil 5.1. Karma Sistemin Güçlendirilmemiş Hali (Kombinezon 1).....	99
Şekil 5.2. Yetersiz Eleman Listesi .....	100
Şekil 5.3. Güçlendirme Panel ve Mantolama Elemanları (1. Aşama) .....	101
Şekil 5.4. Bina Performans Sonucu(1. Aşama).....	102
Şekil 5.5. Güçlendirilmesi Gereken Elemanlar(1. Aşama) .....	102
Şekil 5.6. Güçlendirme Panel Elemanları (2. Aşama) .....	103
Şekil 5.7. Güçlendirilmesi Gereken Elemanlar(2. Aşama) .....	103
Şekil 5.8. Güçlendirme Panel Elemanları (3. Aşama) .....	104
Şekil 5.9. Bina Performans Sonucu(3. Aşama).....	105

## 1. BÖLÜM

### GİRİŞ

Türkiye, dünyadaki en etkin deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde bulunmakta, topraklarının %92'si deprem bölgelerinde olup, nüfusunun %95'i deprem tehlikesi altındaki bölgelerde yaşamakta ve büyük sanayi merkezlerimizin %98'i deprem bölgelerinde bulunmaktadır. 1999 Kocaeli depremi, bir deprem ülkesi olduğumuz gerçeğini binlerce hasarlı bina ve can kaybı yaşatarak hatırlatmış, önceden haber alınamayan bu doğal afete karşı ne kadar hazırlıksız ve yetersiz olduğumuzu gözler önüne sermiştir. Son yıllardaki depremler sonucunda yaşadığımız can ve mal kayıplarından çıkarılacak sonuç yapılarımızın depreme dayanıklı yapılmadığıdır. Ülkemizde geçerli olan Deprem Yönetmeliği yapıların ekonomik ömürleri içerisinde en az bir kez olması beklenen yüksek şiddetteki depremlerde can kaybını önleyecek şekilde tasarımını öngörmektedir. Öngörülen tasarım ilkelerine uygun olarak imal edilen yapıların olması beklenen en şiddetli deprem etkisinde taşıyıcı olan ya da olmayan elemanlarında hasar olacaktır. Bu hasarın bina performansı ile belirlenen sınırlar içerisinde kalması gerekmektedir. Doğru tasarımdan ve statik çözümden sonra doğru uygulama ve işçilikle depreme dayanıklı yapı imalatı gerekmektedir. Önceki yıllardaki deprem yönetmeliklerinin tasarım ilkeleri ve işçilik-malzeme kalitesi düşünüldüğünde, mevcut yapıların büyük bir bölümünün inşa edildikleri tarihteki yönetmeliklere göre de yapılmadığı gerçeği ile eski yapılarımızın çoğunun olası bir depremde istenilen performansı gösteremeyeceği açıktır. Günümüzde de yürürlükte bulunan Deprem Yönetmeliğine uygun tasarlanan yapıların da kötü malzeme ve yanlış işçilikten dolayı deprem performanslarında aynı sıkıntıları yaşatacağı kanaati yaygındır. İnşa edildiği tarihin şartlarına uygun yapılmış yapılarda, yaşanan depremlere bağlı etkiler nedeni ile deprem yükü taşıma güçlerinde önemli azalmalar meydana gelebilmektedir.

Mevcut yapı stokumuz göz önüne alındığında, ülkemiz için performans değerlendirilmesi ve güçlendirme konularının son derece önemli olduğu aşikârdır. Son yıllarda özellikle kentsel alanlarda meydana gelen depremlerde yapılardaki hasarların büyük oluşu ve çok fazla can kaybına neden olması, depreme dayanıklı yapı tasarımında hasar kontrolünün de göz önüne alınması gerektiğini göstermiştir. Mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi ve gerekiyorsa çeşitli güçlendirme metotlarıyla istenilen performans düzeyine getirilmesi gerekmektedir. Deprem tehlikesi altında olan her ülkede olduğu gibi, yurdumuzda da deprem mühendisliği alanında yapılan çalışılmalar neticesinde ABYYHY'98'in mevcut bölümlerinde kapsamlı revizyonlar yapılarak, 'Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ' (DBYBHY'06) adı altında yeni bir deprem yönetmeliği hazırlanmıştır. Bu yönetmelik 2006 yılı Mart ayında yayınlanmıştır. 2007 yılında ise DBYBHY'07 olarak yürürlüğe girmiştir. Deprem bölgelerinde bulunan tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler DBYBHY'07'nin 7.Bölümünde (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi) yer almaktadır.

Bu çalışmada yapıların deprem etkileri altındaki davranışlarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkelerin belirlendiği DBYBHY'07 Bölüm.7 (Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi) ışığı altında gerek beton santral operatörü hatası gerekse beton döküm ve bakım kurallarına uyulmaması sonucunda istenilen beton sınıfının çok altında dayanıma sahip beton sınıfının farklı taşıyıcı sisteme sahip Çok Katlı Binaların bir katında veya değişik katlarında kullanıldığı kurgulanarak farklı deprem kombinezonları ile modellenen binaların statik analizleri, paket program Sta4Cad yardımı ile karşılaştırmalı olarak irdelenecek ve seçilen kurgulanmış kombinezon üzerinde güçlendirme yapılacaktır.

Altı bölümden oluşan bu çalışmanın; ikinci bölümünde DBYBHY'07 Mevcut Binaların Değerlendirilmesi Ve Güçlendirilmesi temel alınarak yönetmeliğimizde yer alan performans yöntemleri ile performansa dayalı tasarım ve güçlendirme yöntemleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde ise yapı sistemleri çerçeve-perde(karma) ve yalnız perde(tünel kalıp) olan mevcut yapıların modellenmesi Sta4Cad ile yapılmış ve ikinci bölümde bahsedilen esaslarla bina performansları, yapıların bir katında veya değişik katlarında dizayn beton sınıfından farklı beton sınıfının kullanıldığı kurgulanarak farklı deprem kombinezonları ile modellenen binaların Taban Kesme Kuvvetleri, X, Y yönlerinde ve Z ekseninde yapılan deplasmanlar, Deprem Kuvvetlerinin X, Y yönlerinde katlara göre dağılımı ve X, Y yönlerinde ve Z ekseninde Modal Analiz Bina Mod Periyotları paket program Sta4Cad yardımı ile karşılaştırmalı olarak irdelenmiş ve elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Dördüncü bölümde, üçüncü bölümde belirlenen kombinezonlar ile elde edilen analizlere göre Sta4Cad tarafından verilen binaların Deprem Performans Raporları ayrı ayrı olarak gösterilmiş ve hangi bina taşıyıcı sisteminin üstün olduğu vurgulanmıştır.

Beşinci bölümde, seçilen kurgulanmış kombinezon üzerinde paket program Sta4Cad yardımı ile güçlendirme yapılarak, seçilen kombinezonun Deprem Yönetmeliği can güvenliği kriterini sağladığı gösterilmiştir.

Son olarak çalışmanın altıncı bölümünde yapılan sayısal analizler sonucunda elde edilen sonuçlara ve yorumlara yer verilmiştir.



## 2. BÖLÜM

### MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

DBYBHY'07'nin bu bölümünde, deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri verilmiştir. Binada hasara neden olan bir deprem sonrasında hasarlı binanın deprem performansı bu bölümde verilen yöntemlerle belirlenemez. Binada hasara neden olan bir deprem sonrasında hasarlı binanın güçlendirilmesi ve daha sonra güçlendirilmiş binanın deprem performansının belirlenmesi için bu bölümde verilen esaslar uygulanacaktır. Hasarlı binanın güçlendirilmesinde mevcut elemanların dayanım ve rijitliklerinin hangi ölçüde göz önüne alınacağına projeden sorumlu inşaat mühendisi karar verecektir. Bölüm 7 'Mevcut Binaların Değerlendirilmesi Ve Güçlendirilmesi' ana konu başlıkları aşağıda sıralanmıştır.

- Binalardan Bilgi Toplanması
- Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları Ve Hasar Bölgeleri,
- Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke Ve Kurallar,
- Depremde Bina Performansının Belirlenmesi Yöntemleri
  1. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi
  2. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi
- Bina Deprem Performansının Belirlenmesi
- Binaların Güçlendirmesi
- Betonarme Binaların Güçlendirmesi

Bu konu başlıkları aşağıda özetle açıklmıştır.

## **2.1. Binalardan Bilgi Toplanması**

Mevcut binaların ve bina türü yapıların projelerinden ve raporlarından eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgileri, binalarda ve bina türü yapılarda yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden mevcut dayanım değerleri elde edilerek taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesi sağlanmaktadır.

Binalardan bilgi toplanması kapsamında inşaat mühendisi kontrolünde yapılacak işlemler maddeler halinde aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Yapısal Sistemin Tanımlanması,
- Bina Geometrisinin, Temel Sisteminin Ve Zemin Özelliklerinin Belirlenmesi,
- Varsa Hasarı Ve Evvelce Yapılmış Değişiklik Veya Onarımların Belirlenmesi,
- Eleman Boyutlarının Ölçülmesi,
- Malzeme Özelliklerinin Saptanması,
- Sahada Derlenen Tüm Bilgilerin Varsa Projesine Uygunluğunun Kontrolü.

### **2.1.1. Bilgi Düzeyleri ve Bilgi Düzeyi Katsayıları**

Deprem yönetmeliğinde binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bina geometrisi, eleman detayları ve malzeme özellikleri bakımından yapılan bilgi sınıflandırmasına göre bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları tanımlanmıştır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılmış ve her düzey için eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları aşağıdaki tablodaki şekilde belirlenmiştir.

Tablo 2.1. Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

## 2.2. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları Ve Hasar Bölgeleri

Yönetmelikte belirlenen yöntemlerle hesaplanan iç kuvvetlerin ve/veya şekil değiştirmelerin, aşağıda belirlenen kesit hasar sınırlarına karşı gelmek üzere tanımlanan sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucunda, kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilecektir. Elemanların en fazla hasar gören kesitine göre eleman hasarlarının belirlenmesi esastır.

### 2.2.1. Kesit Hasar Sınırları

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenebilmesi için öncelikle elemanların kapasitelerine ulaştığı kırılma türüne göre “sünek” veya “gevrek” kırılma türlerinden hangisi olduğu belirlenmelidir. Yönetmelikte betonarme elemanlar için kırılma türü eğilme ise “sünek”, kesme ise “gevrek” olarak belirtilmiştir.

Sünek elemanların kesit düzeyinde hasar sınırları için;

- Minimum Hasar Sınırı (MN) kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını,
- Güvenlik Sınırı (GV) kesitin dayanımını güvenli sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını,
- Göçme Sınırı (GÇ) ise kesitin göçme öncesi davranışını

tanımlayan üç durum belirlenmiştir.

Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir ve bu elemanlarda elastik ötesi davranışın oluşmasına izin verilmez. Kırılma türü kesme olan gevrek kiriş, kolon ve perdelerin etki/kapasite oranları, kritik kesitlerde hesaptan elde edilen kesme kuvvetinin TS-500'e göre hesaplanan kesme kuvveti dayanımına bölünmesi ve kırılma türü basınç olan gevrek kolonların etki/kapasite oranları, hesaptan

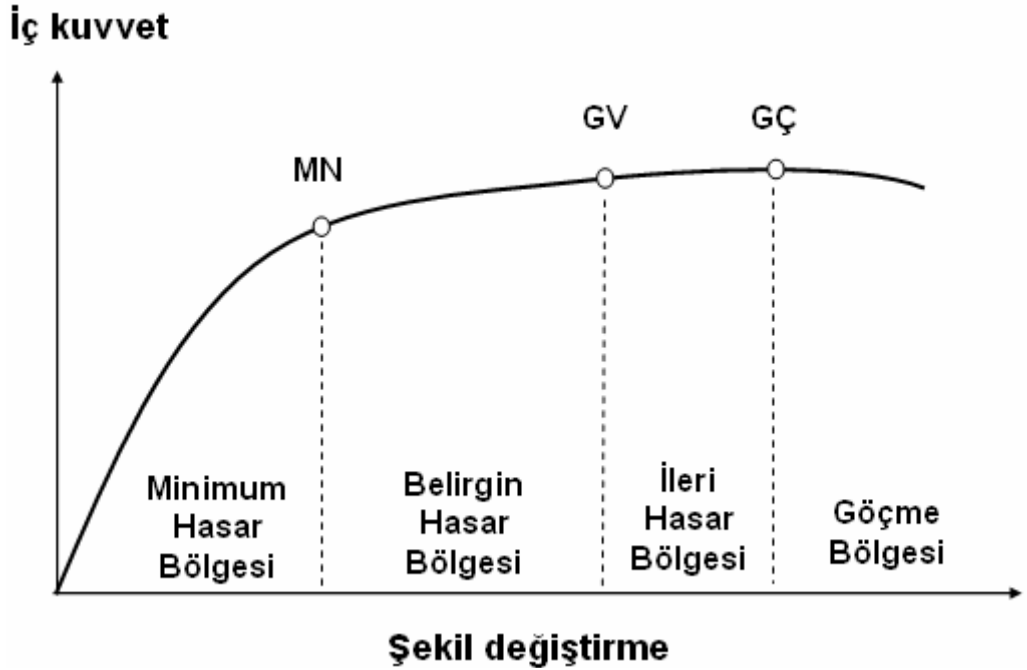
elde edilen basınç kuvvetinin TS-500'e göre hesaplanan basınç dayanımına bölünmesi ile elde edilir. Kesit kesme kuvveti dayanımı ve basınç dayanımı hesabında DBYBHY'07 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılmalıdır.

### 2.2.2. Kesit Hasar Bölgeleri

Yönetmeliğe göre taşıyıcı elemanların en hasarlı kesiti;

- MN' ye ulaşmayan elemanların minimum hasar bölgesinde,
- MN ile GV arasında kalan elemanların belirgin hasar bölgesinde,
- GV ve GÇ arasında kalan elemanların ileri hasar bölgesinde,
- GÇ' yi aşan elemanların ise göçme bölgesinde

olduğu kabul edilir.



Şekil 2.1 Yapı Elemanlarında Kesit Hasar Sınırları Ve Hasar Bölgeleri.

### 2.3. Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar

Yönetmeliğin Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi Bölümüne göre deprem hesabının amacı, mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performansını yönetmelikte tanımlanan doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden birini kullanarak belirlemektir. Teorik yaklaşımları farklı olan bu iki

yöntemle yapılacak performans değerlendirmelerinin sonucu birebir aynı olmayacaktır, fakat aşağıda tanımlanan genel ilke ve kurallar her iki türdeki yöntemler için de geçerlidir.

a- Deprem etkisinin tanımında, elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde yönetmeliğin bu bölümünde verilen değişiklikler göz önüne alınacaktır.

b- Deprem hesabında bina önem katsayısı uygulanmayacaktır. ( $I=1,0$ )

c- Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilecektir.

d- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.

e- Zemin özellikleri yönetmeliğin ilgili bölümüne göre belirlenecektir.

f- Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yerdeğiştirme ve şekil değiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanacaktır.

g- Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları Yönetmeliğin ilgili bölümüne göre hesaplanacak, kat kütleleri kat ağırlıkları ile uyumlu olarak tanımlanacaktır.

h- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmayacaktır.

ı- Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır.

i- Kısa kolon durumuna düşürülmüş olan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanacaktır.

k- Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- Analizde beton ve donatı çeliğinin DBYBHY'07 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınacaktır.

- Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0.01 alınabilir.
- Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu veya çok düzlemlili diyagramlar olarak modellenenebilir.

l- Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınacaktır.

m- Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri (EI)e kullanılacaktır. Daha kesin bir hesap yapılmadığça, etkin eğilme rijitlikleri ilgili bölümde verilen değerler kullanılacaktır:

n- Betonarme tablalı kirişlerin plastik moment kapasitelerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı da dikkate alınabilir.

j- Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatı akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksiklik oranında ve %30'dan fazla olmamak kaydıyla azaltılabilir. Bu oran %30'dan fazla ise bu eleman yönetmelikte tanımlanan gevrek eleman olarak nitelendirilir.

o- Zemindeki şekil değiştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılacaktır.

#### **2.4. Depremde Bina Performansının Belirlenmesi Yöntemleri**

Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin iki temel parametresi istem (talep) ve kapasitedir. İstem yapıya etkiyen deprem yer hareketini, kapasite ise yapının bu deprem etkisi altındaki davranışını temsil etmektedir.

Mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesi için uygulanan yöntemler doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleridir.

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında yapı elemanlarında oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve Bölüm 2.2.2 de anlatıldığı gibi yapı taşıyıcı elemanları için dört farklı hasar durumu tanımlanmıştır. Deprem etkilerine

maruz kalmış binaların hasar durumlarını taşıyıcı elemanların hasar durum oranları belirler.

Doğrusal elastik yöntemlerde; yapı davranışı doğrusal elastik kabul edilerek çözüm yapılır. Bulunacak etkiler binanın doğrusal elastik davranması durumunda oldukça gerçekçi kabul edilir. Ancak, taşıyıcı sistemde akmanın olması durumunda iç kuvvetler daha düşük ortaya çıkar. Aradaki fark davranış değiştirme katsayısı ile giderilir.

Doğrusal olmayan elastik yöntemlerde ise amaç verilen bir deprem etkisi altında sünek eğilme davranışına ait plastik şekildeğiştirmelerin ve gevrek davranış modlarındaki iç kuvvetlerin hesaplanmasıdır.

#### **2.4.1. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi**

Doğrusal (lineer) elastik yöntemlerde yapının tamamen elastik davrandığı kabul edilir ve sistem tamamen elastik çözülür. Daha sonra yapı elemanlarının kapasiteleri elemanın taşıma kapasitelerine ve süneklik özelliklerine bağlı olarak belirlenir ve kapasite oranları ilgili kesitlere ait kapasite sınır oranları ile kıyaslanarak elemanın hasar durumu belirlenir. Buna karşılık, deprem istemi için elastik deprem etkileri altında lineer teoriye göre hesap yapılır. Elastik hesap yöntemleri;

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- Mod Birleştirme Yöntemi
- Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

konu başlıkları altında yönetmelikte açıklanmıştır.

##### **2.4.1.1. Betonarme Yapıların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Değerlendirilmesi**

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanların kritik kesitlerinin etki/kapasite oranları ( $r$ ) cinsinden ifade edilen sayısal değerleri kullanılmaktadır. Kırılma türü eğilme olan sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin eğilme etki/kapasite oranı, sadece deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilmektedir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkı olarak

tanımlanmaktadır. Eğilme etki/kapasite oranının hesaplanmasında, uygulanan birbirine dik 2 deprem doğrultusu için her iki yönde de “r” sayıları hesaplanarak dikkate alınacaktır.

Tablo 2.2. Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları. [7]

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}^{(1)}$	MN	GV	GÇ
$\leq 0.0$	Var	$\leq 0.65$	3	7	10
$\leq 0.0$	Var	$\geq 1.30$	2.5	5	8
$\geq 0.5$	Var	$\leq 0.65$	3	5	7
$\geq 0.5$	Var	$\geq 1.30$	2.5	4	5
$\leq 0.0$	Yok	$\leq 0.65$	2.5	4	6
$\leq 0.0$	Yok	$\geq 1.30$	2	3	5
$\geq 0.5$	Yok	$\leq 0.65$	2	3	5
$\geq 0.5$	Yok	$\geq 1.30$	1.5	2.5	4

Tablo 2.3. Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları. [7]

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N}{A_c f_c}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}^{(1)}$	MN	GV	GÇ
$\leq 0.1$	Var	$\leq 0.65$	3	6	8
$\leq 0.1$	Var	$\geq 1.30$	2.5	5	6
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Var	$\leq 0.65$	2	4	6
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Var	$\geq 1.30$	1.5	2.5	3.5
$\leq 0.1$	Yok	$\leq 0.65$	2	3.5	5
$\leq 0.1$	Yok	$\geq 1.30$	1.5	2.5	3.5
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Yok	$\leq 0.65$	1.5	2	3
$\geq 0.4$ ve $\leq 0.7$	Yok	$\geq 1.30$	1	1.5	2
$\geq 0.7$	-	-	1	1	1



Tablo 2.4. Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite (rs) Oranları. [7]

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

Ayrıca yönetmelikte kolon ve perdelerin görelî kat ötelenmeleri de her bir hasar sınırı için sınırlandırılmış ve bu sınırlar Tablo 1.4.'te verilmiştir.

Tablo 2.5. Görelî Kat Ötelemesi Oranları. [7]

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

Kırılma türü kesme olan gevrek kiriş, kolon ve perdelerin etki/kapasite oranları, kritik kesitlerde hesaptan elde edilen kesme kuvvetinin TS-500'e göre hesaplanan kesme kuvveti dayanımına bölünmesi ile elde edilir. Kırılma türü basınç olan gevrek kolonların etki/kapasite oranları da, hesaptan elde edilen basınç kuvvetinin TS-500'e göre hesaplanan basınç dayanımına bölünmesi ile elde edilir. Kesit kesme kuvveti dayanımı ve basınç dayanımı hesabında, Tablo 2.1.'de verilen bilgi düzeyi katsayısı ile çarpılmış mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılmalıdır.

Etki/kapasite oranlarının sınır değerleri Tablo 2.2., 2.3. ve 2.4.'te sünek ve gevrek kiriş, kolon ve perde elemanlar için ayrı ayrı verilmektedir. Elemanların en fazla hasarlı kesitine göre hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları, Tablo 2.2-2.4.'te verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilir. Tablolarda bulunan değerler dışındaki ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanmalıdır.

## 2.4.2. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemi

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan davranışı doğrudan çözümlenmeye katılarak modellenir. Verilen artan yükler altında sünek davranışa ilişkin plastik şekildegistirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemleri hesaplanır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, yönetmeliğimizde tanımlanmış bulunan şekildegistirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır. Yönetmeliğimiz kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri;

- Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik İtme-Pushover Analizi)
- Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi
- Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

konu başlıkları altında açıklanmıştır.

## 2.5. Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

### 2.5.1. Performans Kavramı

Performansa dayalı sismik tasarımın temel amacı, depremlerde güvenilir performansa sahip binaları tasarlamak, binalar için belirlenen riskleri tahmin etme ve temel can güvenliğini sağlarken binaların ihtiyaçlarını karşılayan performans seviyesini seçme yeteneğini mühendislere kazandırmaktır. Belirli bir deprem hareketi altında, bina için öngörülen yapısal performans, performans hedefi olarak tanımlanır. Yapısal performans, bir yapıyı oluşturan taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların performans seviyeleri ile tanımlanmaktadır. Bir yapı için, birden fazla yer hareketi altında farklı performans hedefleri öngörülebilir. Buna çok seviyeli performans hedefi denir.

Performans seviyeleri; verilen bir yapı için meydana gelen bir deprem etkisi altında öngörülen hasar miktarının sınır durumlarıdır. İkinci bir tanım olarak performans seviyesi bir binanın depremden sonra kabul edilebilir hasar seviyesini tayin edilebilir olarak da ifade edilebilir. Hasar miktarındaki sınır durumlar, binadaki taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki hasarın miktarına, bu hasarın can güvenliği bakımından bir

tehlike oluşturup oluşturmamasına, deprem sonrasında binanın kullanılıp kullanılmamasına ve hasarın neden olduğu ekonomik kayıplara bağlı olarak belirlenir.

Performans seviyesi bina tasarımında mal sahibine ekonomik ve güvenlik amaçlarını gerçekleştirmesi için çeşitli seçenekler sunmaktadır. En büyük depremlerde bile binanın kullanıma hazır durumda kalmasını gerektiren tek performans hedefi son derece yüksek maliyetlere neden olacaktır. Can güvenliğini sağlayan bir tasarım ekonomik maliyeti açısından daha uygun bir seçenek olabilir.

Mevcut yönetmelikler depremlerde önce can güvenliği performansını sağlayan bina tasarımını belirleyerek minimum güvenlik şartını elde ederler, binanın performansını depremden hasar gördükten sonra değerlendiremezler.

### **2.5.2. Performans Seviyeleri Tanımları**

DBYBHY'07 Bölüm 7.5 ve 7.6'da tanımlanan hesap yöntemlerinin uygulanması ve eleman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi yukarıda da bahsedilen ve DBYBHY'07 Bölüm 7.7 te tanımlanan

- Hemen Kullanım Performans Düzeyi,
- Can Güvenliği Performans Düzeyi,
- Göçme Öncesi Performans Düzeyi
- Göçme Durumu

seviyelerinden biri olarak belirlenir. Bina deprem performans seviyeleri aşağıda sırasıyla kısaca açıklanmıştır.

#### **2.5.2.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi**

Yapıya uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda yapısal elemanlarda oluşan hasar minimum düzeyde kalmıştır ve elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamış ve yapısal olmayan elemanlarda çatlamlar oluşabilir. Az sayıda elemanda akma sınırı aşılmış olabilir ve eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri gerekmektedir.

### **2.5.2.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi**

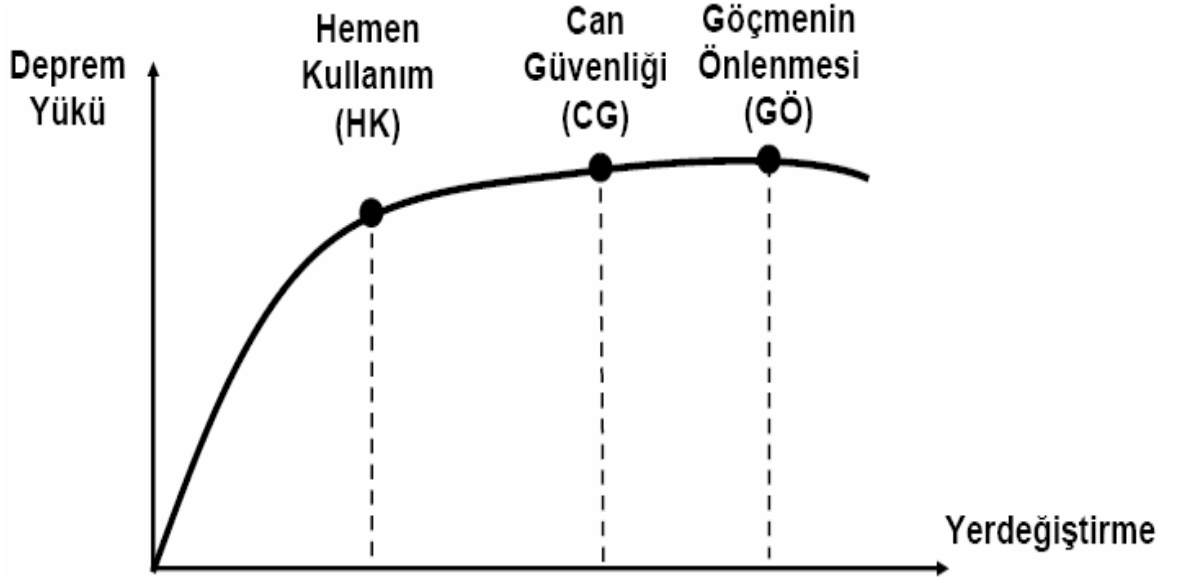
Yapıya uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda yapısal elemanların bir bölümünde hasar görülmüştür, ancak bu elemanlar yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının önemli bölümünü korumaktadırlar. Kolonlar düşey yüklerin taşınması için yeterlidir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri gerekmektedir. Yapısal olmayan elemanlar hasarlı olmakla birlikte dolgu duvarlar yıkılmamıştır. Yapıda az miktarda kalıcı ötelenmeler oluşabilir, ancak gözle fark edilebilir düzeyde değildir.

### **2.5.2.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi**

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile, Yapıya uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda yapısal elemanların önemli kısmında hasar görülür. Bu elemanların bazıları yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının önemli bölümünü yitirmişlerdir. Düşey elemanlar düşey yükleri taşımak için yeterlidir, ancak bazıları eksenel kapasitelerine ulaşmıştır. Yapısal olmayan elemanlar hasarlıdır, dolgu duvarların bir bölümü yıkılmıştır. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

### **2.5.2.4. Göçme Durumu**

Yapıya uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda yapısal elemanların büyük kısmı göçme durumuna ulaşır. Yapı tamamen göçmüştür veya yıkılmanın eşiğindedir. Yapı yıkılmadıysa, düşey elemanların bir bölümü göçmüş, göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilir durumda olabilir, fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur ve daha sonra meydana gelebilecek hafif şiddetteki bir yer hareketi ile yıkılma riski altındadır. Başka bir ifade ile Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi'ni sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır ve binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.



Şekil 2.2. Bina performans düzeyleri. [7]

### 2.5.3. Bina Performans Düzeyleri ve Koşulları

Bütün tasarım yönetmeliklerinde olduğu gibi, deprem yönetmeliğimizde de depreme dayanıklı tasarımın genel ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlardaki hasarın onarılabilir düzeyde olması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.

Deprem yönetmeliğine göre, bina yapı elemanlarının performanslarına göre bina performans düzeyleri ve koşullarını gösteren çizelge, Tablo 2.6.'da verilmiştir.

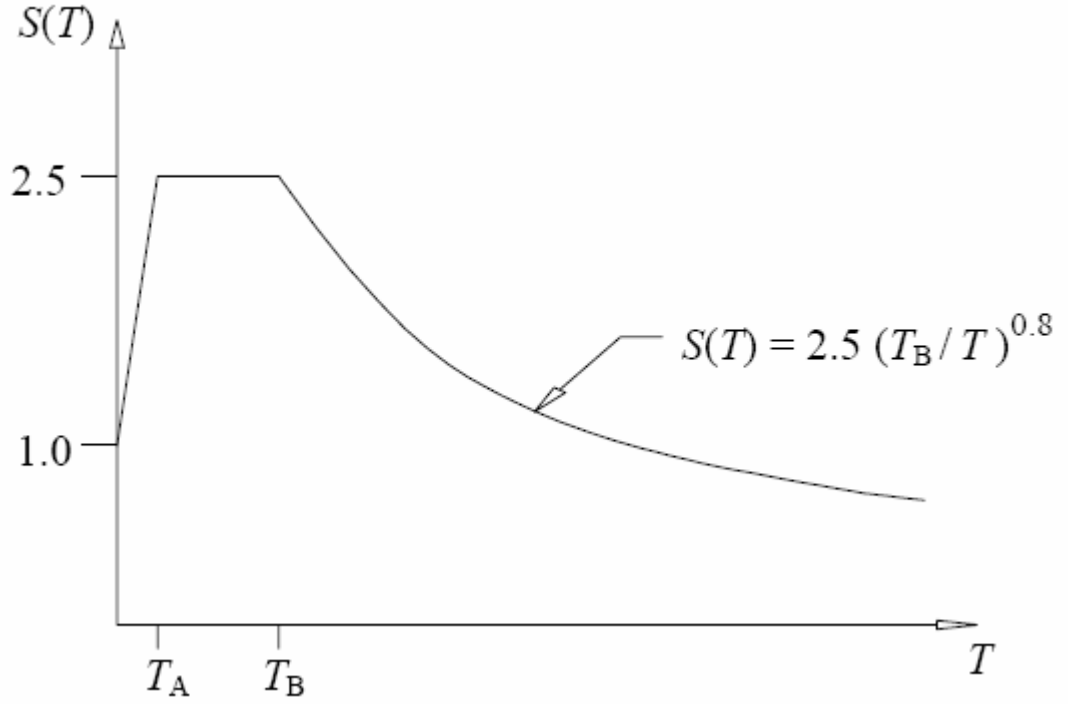
Tablo 2.6. Bina Yapı Elemanları Performanslarına Göre Bina Performans Düzeyleri Ve Koşulları. [7]

Performans Düzeyi	Performans Koşulları
<b>Hemen Kullanım (HK)</b>	1. Kirişlerin en fazla %10'u MN-GV arasında olmalıdır
	2. Hiçbir düşey taşıyıcı eleman MN seviyesini geçmemelidir.
	3. Hiçbir kiriş eleman GV seviyesini geçmemelidir.
	4. Görelî kat ötelenmesi % 1 değerini aşmamalıdır.
<b>Can Güvenliği (CG)</b>	1. Kirişlerin en fazla %20'si GV-GÇ arasında olmalıdır
	2. GV-GÇ aralığında düşey taşıyıcılar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki kat kesmesine oranı %20'yi aşmamalıdır. Bu oran en üst katta %40'ı geçmemelidir.
	3. Her iki ucu birden MN seviyesini aşmış düşey taşıyıcı elemanların taşıdığı kesme kuvveti, kat kesmesinin %30'unu aşmamalıdır.
	4. Görelî kat ötelenmesi % 3 değerini aşmamalıdır.
	5. Hiçbir düşey taşıyıcı eleman GÇ seviyesini geçmemelidir.
<b>Göçmenin Önlenmesi (GÖ)</b>	1. Kirişlerin en fazla %20'si GÇ seviyesini geçebilmektedir.
	2. GÇ'yi geçmiş düşey taşıyıcıların taşıdığı kesme kuvveti, kat kesmesinin %20'sini aşmamalıdır. Bu oran en üst katta %40'ı geçmemelidir.
	3. Her iki ucu birden GV seviyesini aşmış düşey taşıyıcı elemanların taşıdığı kesme kuvveti, kat kesmesinin %30'unu aşmamalıdır.
	4. Görelî kat ötelenmesi % 4 değerini aşmamalıdır.
<b>Göçme Durumu</b>	Göçmenin önlenmesi durumu sağlanmıyorsa, göçme durumundadır.

#### 2.5.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

##### 2.5.4.1. İvme Spektrumu, Spektrum Karakteristik Periyotları ve Etkin Yer İvme Katsayısı

DBYBHY–2007 yönetmeliğinde tasarıma esas yer hareketinin belirlenmesinde kullanılan, İvme Spektrum Fonksiyon eğrisi Şekil 2.3., ivme spektrumlarının TA ve TB karakteristik değerlerinin zemin sınıflarına göre dağılımı Tablo 2.7., deprem bölgelerine göre sınıflandırılan etkin yer ivmesi katsayıları Tablo 2.8.'de verilmiştir.



Şekil 2.3. İvme Spektrumu. [7]

Tablo 2.7. Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A$ ,  $T_B$ ). [7]

<i>Tablo 6.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı</i>	$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Tablo 2.8. Etkin Yer İvme Katsayısı ( $A_0$ ). [7]

<i>Deprem Bölgesi</i>	$A_0$
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

### 2.5.4.2. Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde ve Güçlendirme Tasarımında Kullanılacak İvme Spektrumu

Deprem Yönetmeliği'nde yeni yapılacak binalar için tanımlanan ivme spektrumu, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi esas almaktadır. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere ayrıca aşağıda belirtilen iki farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır:

(a) 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları, yeni yapılacak binalar için tanımlanan ivme spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınacaktır.

(b) 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları ise yeni yapılacak binalar için tanımlanan ivme spektrumunun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenecek performans düzeyleri Tablo 2.9.'de verilmiştir.

Tablo2.9. Binalar İçin Hedeflenen Minimum Performans Düzeyleri. [7]

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

**HK:** Hemen Kullanım; **CG:** Can Güvenliği; **GÖ:** Göçme Öncesi



## **2.6. Binaların Güçlendirmesi**

Binaların güçlendirilmesi, deprem hasarlarına neden olacak kusurlarının giderilmesi, deprem güvenliğini arttırmaya yönelik olarak yeni elemanlar eklenmesi, kütle azaltılması, mevcut elemanlarının deprem davranışlarının geliştirilmesi, kuvvet aktarımında sürekliliğin sağlanması türündeki işlemleri içermektedir.

### **2.6.1. Güçlendirmenin Temel İlkeleri**

Yeterli deprem güvenliğine sahip olmayan mevcut binalara uygulanacak güçlendirme işlemlerinin, deprem yönetmeliği çerçevesinde dayandığı temel ilkeler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

— Güçlendirme amacıyla mevcut binaya eklenecek olan betonarme ve çelik yapı elemanları, yönetmeliğin yeni inşa edilecek binaların tasarımı ile ilgili esaslarına uygun olarak boyutlandırılacaktır.

— Güçlendirilen yapı sistemi, yönetmeliğin mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesine ilişkin bölümü çerçevesinde değerlendirilerek güçlendirilmiş yapı sisteminin deprem performansı belirlenerek öngörülen hedef performansı sağlayıp sağlamadığı değerlendirilecektir.

### **2.6.2. Güçlendirme Türleri**

Güçlendirme uygulamaları, her taşıyıcı sistem türü için eleman ve bina sistemi düzeyinde olmak üzere iki farklı kapsamda değerlendirilecektir.

#### **2.6.2.1. Eleman Güçlendirmesi**

Binanın kolon, kiriş, perde, birleşim bölgesi gibi deprem yüklerini karşılayan elemanlarında dayanım ve şekildeğiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler, eleman güçlendirmesi olarak tanımlanır.

#### **2.6.2.2. Sistem Güçlendirmesi**

Binanın taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekildeğiştirme kapasitesinin arttırılması ve iç kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanması, binaya yeni elemanlar eklenmesi,

birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi, deprem etkilerinin azaltılması amacıyla binanın kütleinin azaltılması işlemleri sistem güçlendirmesi olarak tanımlanır.

## **2.7. Betonarme Binaların Güçlendirilmesi**

Öngörülen deprem performansını sağlamayan bir yapı sisteminin güçlendirilmesi, birbirini izleyen tasarım, analiz ve değerlendirme aşamalarını içeren bir ardışık yaklaşım yöntemidir. Bu yöntemde her tasarım aşamasında, bir önceki adımda boyutlandırılan yapının deprem performansı ve güvenliğindeki yetersizlikler göz önüne alınarak, gerekli güçlendirme önlemleri alınıp yapı sisteminin öngörülen deprem performansını göstermesini sağlamak esastır.

### **2.7.1. Güçlendirilen Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi**

Mevcut yapı sistemlerinin deprem performanslarının belirlenmesini amaçlayan yöntemler Deprem Yönetmeliğinde başlıca iki grupta anlatılmaktadır.

a) Dayanım Esaslı Doğrusal Yöntemler: Bu yöntemlerde sisteme verilen bir deprem etkisi altında, deprem yükü azaltma katsayısı  $R_a = 1$  değeri için hesaplanan etkiler ( $S_{ae}$ ) ile yapı elemanlarının artık kapasiteleri ( $S_r$ ) arasındaki ( $r$ ) etki/kapasite oranları yönetmelikte belirlenen sınır değerlerin karşılaştırılmasıyla yapı elemanlarının içinde bulunduğu kesit hasar bölgeleri belirlenir ve bina düzeyinde performans değerlendirmesi yapılır.

b) Şekil Değiştirme Esaslı Doğrusal Olmayan Yöntemler: Bu yöntemlerde sisteme verilen bir deprem etkisi için, sünek davranışa ait plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ait iç kuvvet istemleri hesaplanır ve kesitlerin şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirilmesi yapılır.

### **2.7.2. Güçlendirme Türleri**

Eleman ve bina düzeyinde olmak üzere iki grupta incelenebilir. Bu güçlendirme türleri yalnız başlarına kullanılabildikleri gibi birlikte de uygulanabilirler.

### **2.7.2.1. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tekil Olarak Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi:**

Bu güçlendirmede amaç, yapının genel dayanım ve rijitlik özelliklerinden bağımsız olarak, eleman düzeyindeki yetersizliklerin giderilmesidir. Binanın deprem yüklerini karşılayan elemanlarının ve birleşimlerinin, tekil olarak dayanımlarının ve şekil değiştirme kapasitelerinin (sünekliklerinin) artırılması şeklinde güçlendirme yapılır.

### **2.7.2.2. Yapı Sisteminin Tümünün Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi:**

Deprem etkileri altında yeterli bir dayanım kapasitesine sahip olmayan veya şekil değiştirmeleri öngörülen performans düzeyi için verilen sınır değerleri aşan yapı sistemleri için çerçeve düzlemi içinde veya çerçeve düzlemine bitişik olan betonarme perdeler, merkezi ve dışmerkez çelik çaprazlı çerçeveler veya eğilme çerçeveleri gibi mevcut yapı sistemine yeni elemanlar eklenerek ve betonarme sistemin kütlelerinde azaltma yapılarak güçlendirme yapılır.

### **2.7.3. Eleman Düzeyindeki Güçlendirme Önlemleri**

Tekil yapı elemanlarına uygulanan güçlendirme önlemleri arasında sık olarak kullanılanlar,

- a) Kolonların Sargılanması
- b) Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması
- c) Kirişlerin Sarılması
- d) Dolgu Duvarlarının Güçlendirilmesi

olarak sıralanabilir.

#### **2.7.3.1. Kolonların Sargılanması**

Kolonların aksenal taşıma kapasitesinin arttırılması, kesme kapasitesinin arttırılması, donatı ek bölgelerindeki bindirme boyu yetersizliklerinin giderilmesi ve süneklik düzeyinin arttırılması için kolon sargılanması yöntemi kullanılır. Sargılama uygulaması, sargılama uygulanan elemanın rijitliğini arttırmakta ve yapısal sistemde iç kuvvet dağılımının değişmesine neden olmaktadır. Fakat sargılama uygulanan elemanın eğilme kapasitesi artmamaktadır. Tasarımda bu husus göz önüne alınarak gerekli önlemler

alınmalıdır. Pratikte uygulanabilecek başlıca sargılama yöntemleri olan betonarme sargı, çelik sargı ve lifli polimer (LP) sargı yöntemlerinin uygulanmasına yönelik ayrıntılar Deprem Yönetmeliği'nin ilgili bölümlerinde yer almaktadır.

### **2.7.3.2. Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması**

Kolonların eğilme kapasitelerini arttırmak için kolon kesitleri büyütülür. Kolon kesitindeki büyütme aynı zamanda kolonun kesme kuvvetini ve eksenel yük taşıma kapasitelerini de artırır. Büyütülen kolona eklenen boyuna donatılar kat döşemelerinde açılan deliklerden geçirilerek katlar arasında süreklilik sağlanır. Büyütülmüş kolon kesitinin yeni eklenen boyuna donatıları, enine donatılar ile sarılır. Enine donatı birleşim bölgesinde kirişlerde açılan yatay deliklerden geçirilir. Büyütülen kolon kesitinin paspayı, eklenen düşey ve yatay donatıyı örtmek için yeterli kalınlıkta olmalıdır. Yeni ve eski betonun aderansının sağlanması için mevcut kolonun yüzeyindeki sıva kaldırılır ve eski beton yüzeylerinin pürüzlendirilmesi yapılır.

### **2.7.3.3. Kirişlerin Sarılması**

Kirişlerin kesme dayanımlarının arttırılması ve bazı durumlarda kirişlerin süneklik düzeylerinin yükseltilmesi amacıyla bu yöntem uygulanabilir. Kirişlere uygulanan başlıca sarma yöntemleri, dıştan etriye ile sarma ve lifli polimer (LP) ile sarma yöntemlerinin uygulanmasına yönelik ayrıntılar Deprem Yönetmeliği'nin ilgili bölümlerinde yer almaktadır.

### **2.7.3.4. Dolgu Duvarlarının Güçlendirilmesi**

Bodrum hariç en fazla üç katlı binalarda uygulanmak üzere, binada mevcut olan ve temelden itibaren yapı yüksekliği boyunca süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki dolgu bölme duvarları güçlendirilerek rijitliği ve kesme dayanımı arttırılarak yapı taşıyıcı sistemine katılabilir. Bu amaçla, söz konusu duvarın yüzüne hasır çelik donatılı harç tabakası veya benzeri amaçlı malzemeler uygulanır.

#### **2.7.4. Yapı Sisteminin Tümünün Güçlendirilmesi ve İyileştirilmesi**

Yapı sistemine yeni elemanlar ekleyerek veya yapı kat sayısını azaltarak tümsel güçlendirilmesinde uygulanan yöntemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

##### **2.7.4.1. Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi**

Betonarme sisteme eklenecek perdeler çerçeve aksının içinde düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Bu amaçla, perde uç bölgesindeki boyuna donatıların ve gereği durumunda perde gövdesindeki boyuna donatıların perde yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanacaktır. Perdeler, içinde buldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile eklenen betonarme perde elemanı arasındaki ara yüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ara yüzlerdeki kayma gerilmeleri çerçeve elemanları boyunca dağılımı bilinen mekanik prensiplerine uygun olarak hesaplanacaktır. Ankraj çubuklarının tasarımında TS-500'deki sürtünme kesmesi esasları kullanılacaktır. En küçük ankraj çubuğu çapı 16 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 40 cm olmalıdır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon büyütülerek veya mevcut kolona bitişik perde içinde gizli kolon düzenlenerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Her iki durumda da perde uç bölgesine eklenecek düşey donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Perdenin altına yönetmelik esaslarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

#### **2.7.4.2. Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi**

Betonarme sisteme eklenecek perdeler dış çerçeve aksının dışında, çerçeveye bitişik olarak düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Perdeler bitişik oldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile sisteme eklenen dışmerkezli perde elemanı arasındaki arayüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ankraj çubuklarının tasarımında yönetmelik esasları uyulacaktır.

Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon büyütülerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perdenin altına yönetmelik esaslarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksenal basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

#### **2.7.4.3. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi**

Betonarme sistemin dışına yeni çerçeveler eklenerek yatay kuvvetlerin paylaşımı sağlanabilir. Sisteme eklenecek çerçevelerin temelleri mevcut binanın temelleri ile birlikte düzenlenecektir. Yeni çerçevelerin mevcut binanın taşıyıcı sistemi ile birlikte çalışması için bu çerçeveler mevcut binanın döşemelerine gerekli yük aktarımını sağlayacak şekilde bağlanacaktır.

#### **2.7.4.4. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması**

Kütle azaltılması bir yapı güçlendirme yöntemi değildir. Ancak yapıya etki eden düşey yüklerin ve deprem kuvvetlerinin azalan kütle ile orantılı olarak azalacak olması yapı güvenliğini arttıracaktır. Azaltılacak veya kaldırılacak kütle ne kadar yapı üst kotlarına yakın ise, deprem güvenliğini arttırmadaki etkinliği de o kadar fazla olacaktır. En etkili

kütle azaltılması türleri binanın üst katının veya katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatının hafif bir çatı ile değiştirilmesi, çatıda bulunan su deposu vb tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi, ağır balkonların, parapetlerin, bölme duvarların, cephe kaplamalarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesidir.

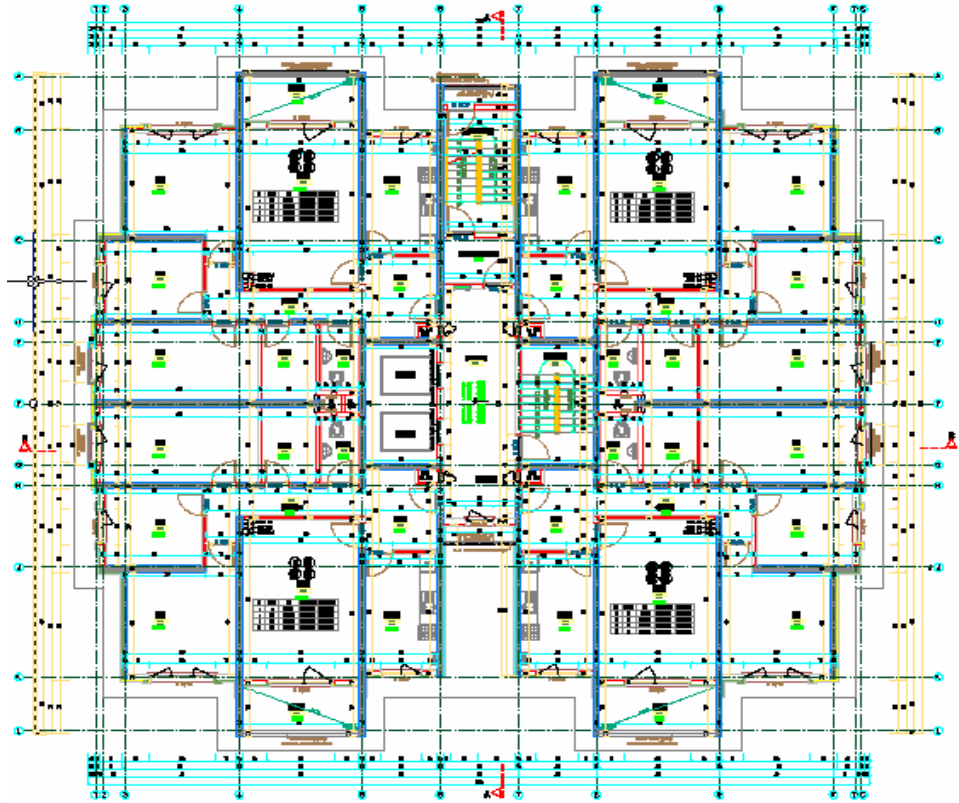
### 3.BÖLÜM

## ARA KATLARI DÜŞÜK BETON DAYANIMLI BİNALARIN YAPI PERFORMANSLARININ İRDELENMESİ

### 3.1. Giriş

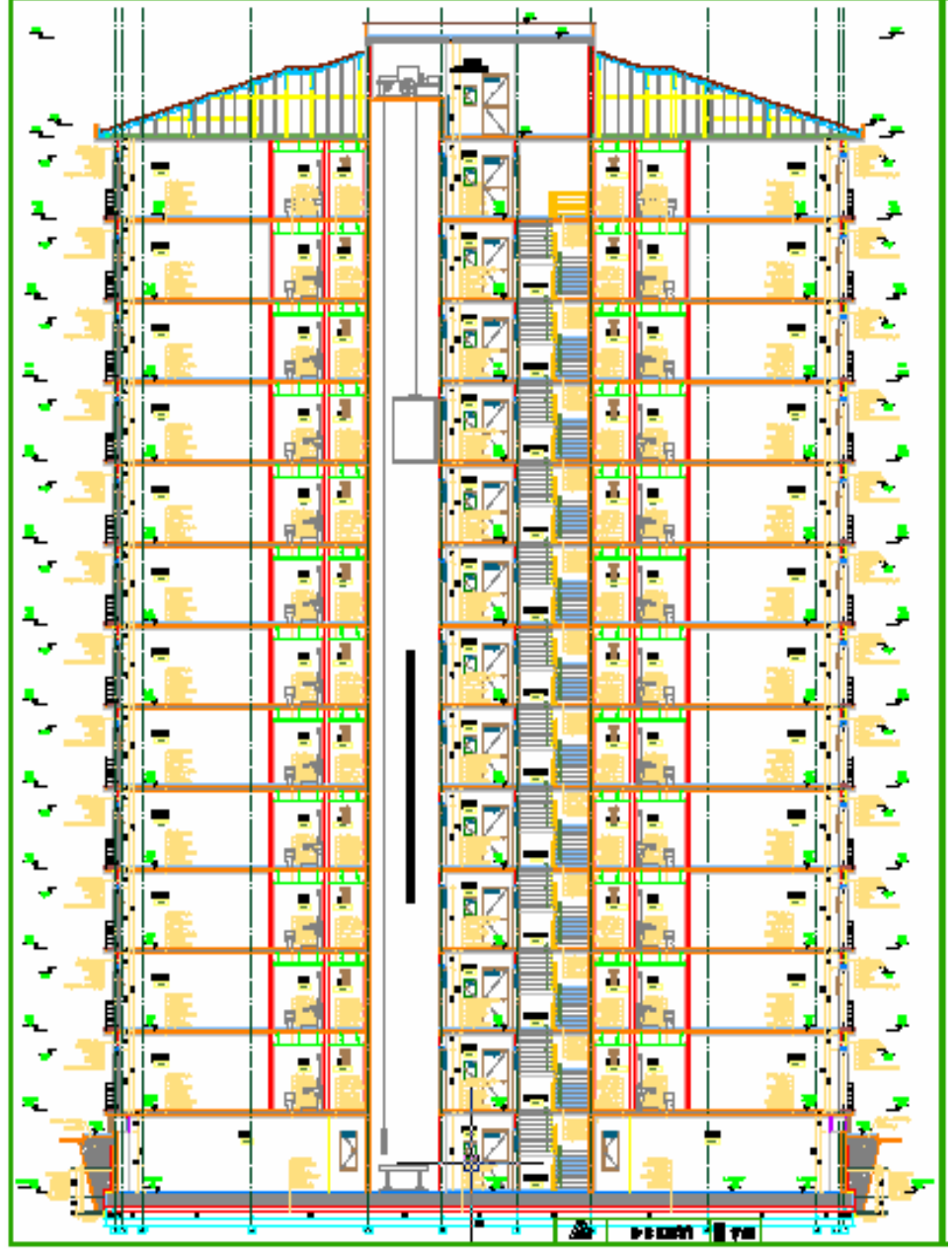
Bu bölümde, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre analiz edilerek projelendirilmiş Taşıyıcı Sistemleri Tünel Kalıp ve Karma olan iki yapı ele alınarak, bu binaların performansları değerlendirilmiş ve bu binaların bir veya iki ara kat beton düşüklüğünün yapı performansına etkisi irdelenmiştir.

### 3.2. Tünel Kalıp Sistem ve Karma Sistem Yapı Bilgileri



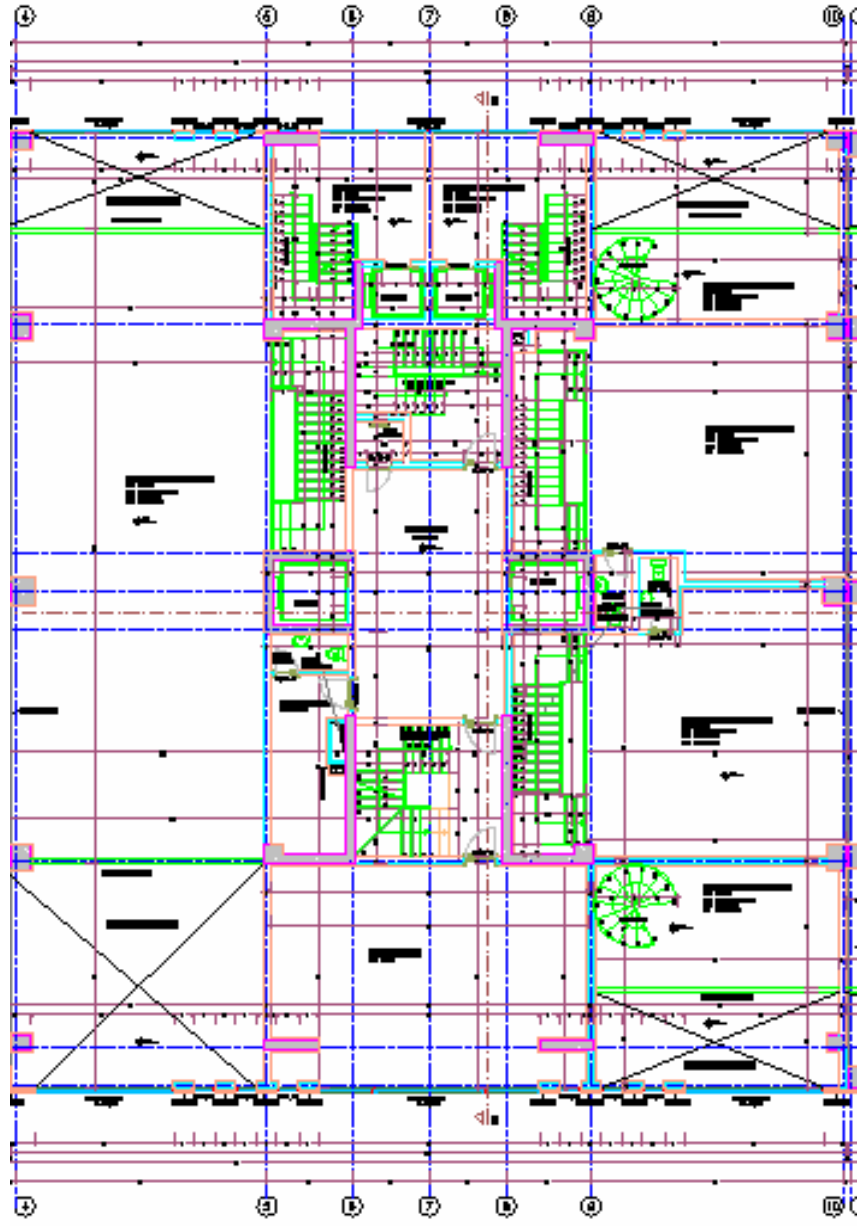
Şekil 3.1. Tünel Kalıp Sistem Kat Planı.



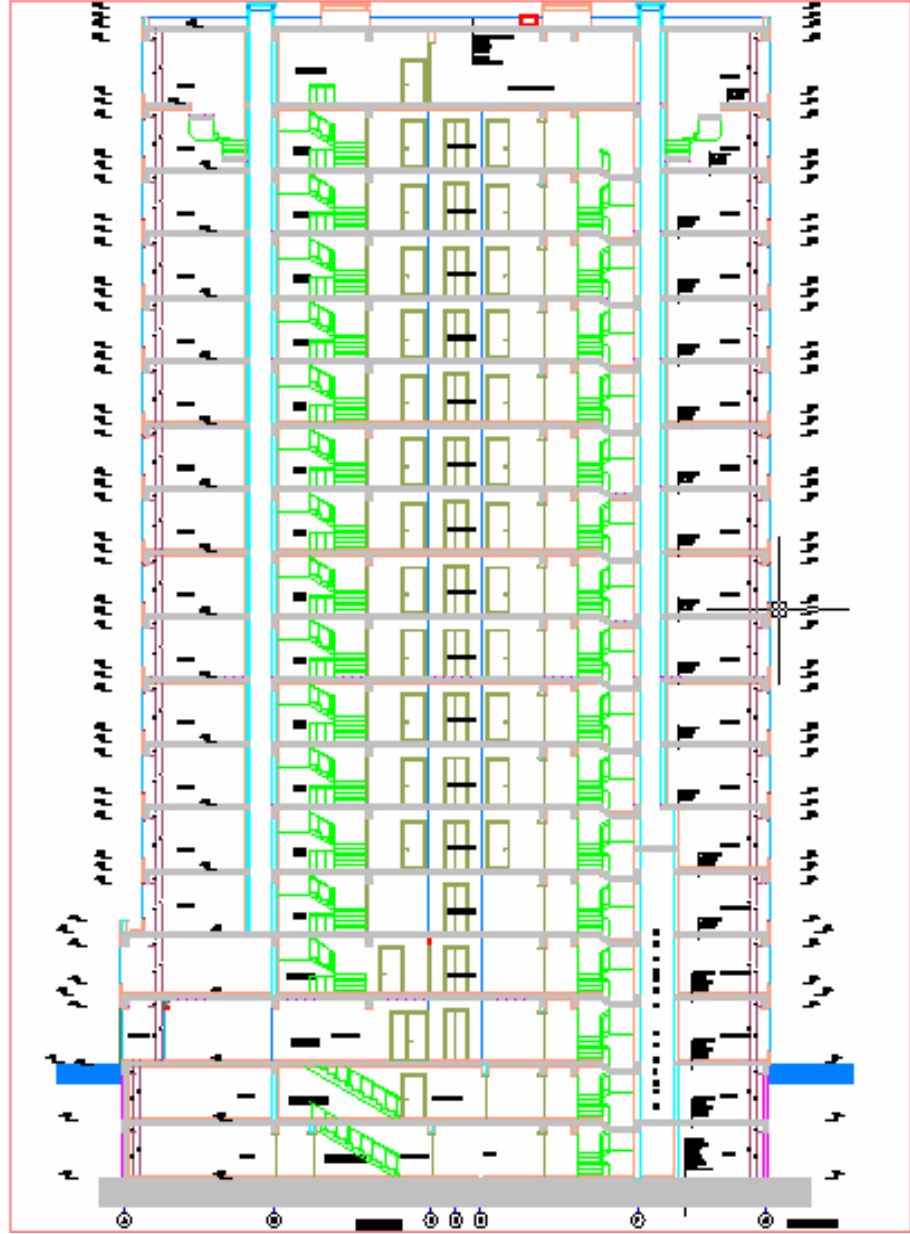


Şekil 3.2. Tünel Kalıp Sistem B-B Kesiti.

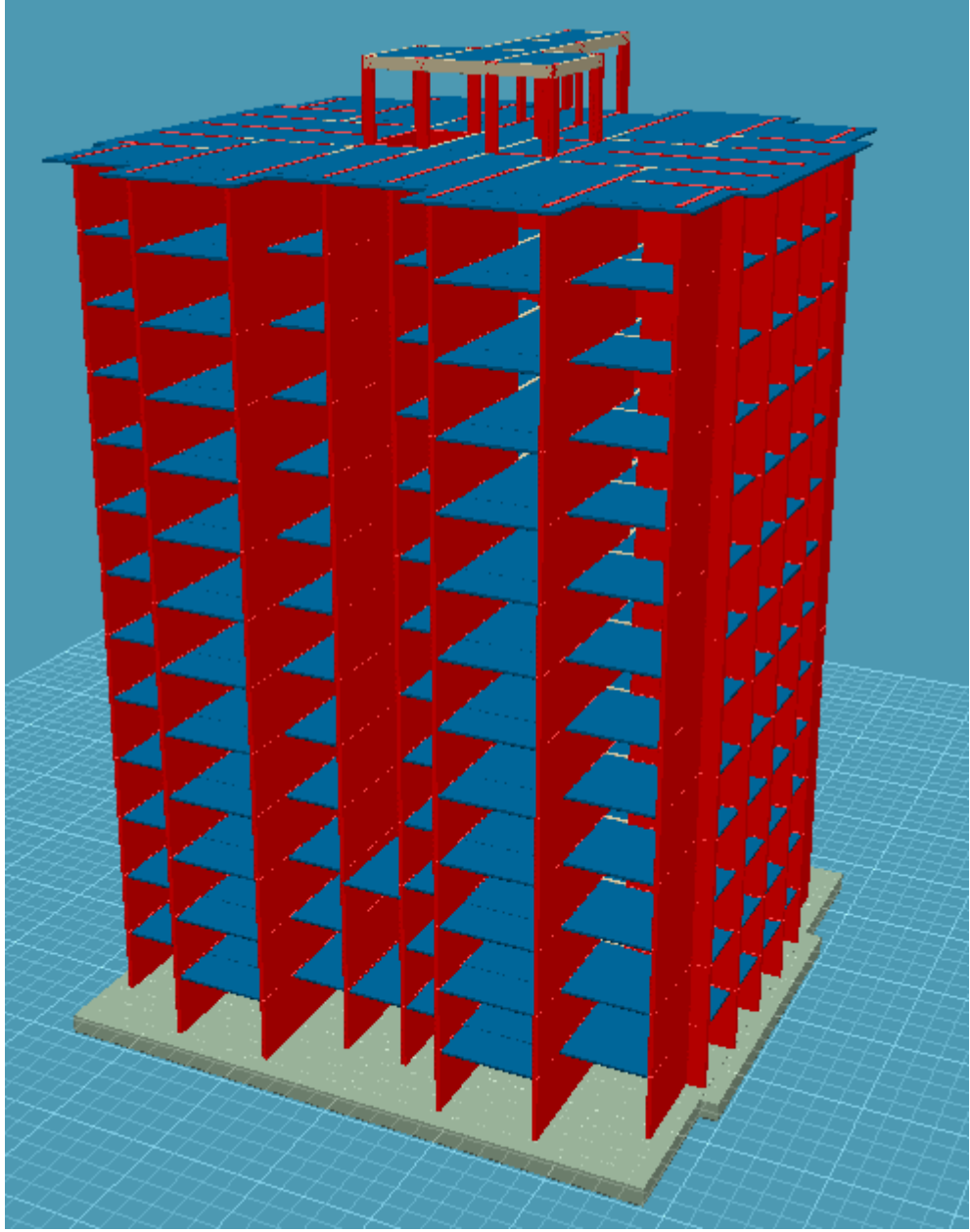
Mimari Kat Planları ve Kesitleri Şekil 3.1. , 3.2. , 3.3. ve 3.4. de gösterilen Karma ve Tünel Kalıp binaların Sta4Cad programı yardımı ile modellemeleri üç boyutlu Şekil 3.5. ve 3.6. da gösterildiği şekilde yapılmış, Yapı Genel Bilgileri ve Kat bilgileri aşağıda Şekil 3.7. , 3.8. , 3.9. , 3.10. , 3.11. ve 3.12. de gösterildiği gibi girilmiş ve 2007 Deprem Yönetmeliğine göre dizaynları yapılmıştır.



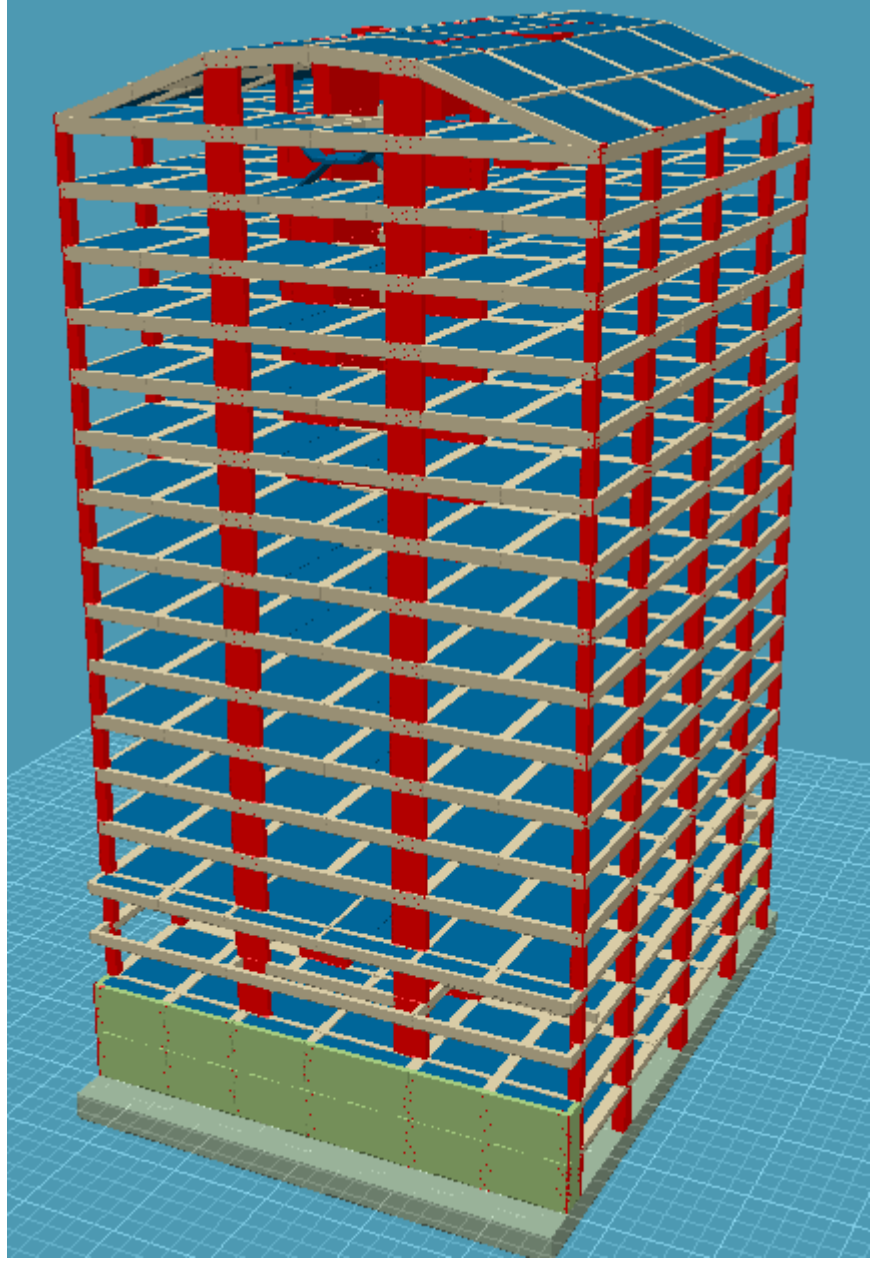
Şekil 3.3. Karma Sistem Kat Planı.



Şekil 3.4. Karma Sistem B-B Kesiti.



Şekil 3.5. Tünel Kalıp Sistem Sta4Cad Üç Boyutlu Modeli.



Şekil 3.6. Karma Sistem Sta4Cad Üç Boyutlu Modeli.

**YAPI GENEL BİLGİLERİ**

Yapı Proje İsmi	karma 4-10 aksları		
Kat Sayısı	18		
Deprem Bölge Katsayısı	$A_0$	. 2	
Deprem Yapı Davranış Katsayısı	$R_x/R_y$	4	
Deprem Yapı Önem Katsayısı	$I$	1	
Spektrum Karakteristik Periyodu	$T_a/T_b$	. 1/ . 3	
Hareketli Yük Katsayısı	$n$	. 3	
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği	$H_x/H_y$ (m)	5. 2/ . 1	
Zemin Yatak Katsayısı	$K_0$ (t/m <sup>2</sup> )	6500	
Zemin Emniyet Gerilmesi	(t/m <sup>2</sup> )	25	
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı	$C_z$	1	
Deprem Yüğü Eksantirisitesi		0	
Modal Analiz Min. Yük Oranı	$\beta$	0. 9	
Üst Kat no (TDY için)		18	
Aplikasyon Kot Farkı	(m)	- 5	
Zemin gerilmesi deprem artırım oranı		0. 5	

UserKey

GUCLENDİRME PROJESİ    DEPREM STANDARDI: TDY2007    DIZAYIN STANDARDI: TS500t

Şekil 3.7. Karma Sistem Yapı Genel Bilgileri Giriş Sekmesi.

**KAT BİLGİLERİ**

Kat	Kat koordinati (m)	Kiris benzer kat çizimi	Kat aplikasyon açıklaması
9. kat	5	9	5. NORMAL
10. kat	6	10	6. NORMAL
11. kat	7	11	7. NORMAL
12. kat	8	12	8. NORMAL
13. kat	9	13	9. NORMAL
14. kat	10	14	10. NORMAL
15. kat	11	15	11. NORMAL
16. kat	12	16	12. NORMAL
17. kat	13	17	13. NORMAL
18. kat	14	18	ÇATI ARASI

Kisaltılmış kat ismini girin,  
Z, B, B1, 1, 2 gibi

Şekil 3.8. Karma Sistem Kat Bilgileri Giriş Sekmesi.

YAPI GENEL BİLGİLERİ	
Yapı Proje İsmi	tunelkalıp
Kat Sayısı	14
Deprem Bölge Katsayısı $A_0$	.3
Deprem Yapı Davranış Katsayısı $R_x/R_y$	6
Deprem Yapı Önem Katsayısı $I$	1
Spektrum Karakteristik Periyodu $T_a/T_b$	.15 / .4
Hareketli Yük Katsayısı $n$	.3
Deprem Yüğü Alt Yüksekliği $H_x/H_y$ (m)	0
Zemin Yatak Katsayısı $K_0$ (t/m <sup>2</sup> )	2000
Zemin Emniyet Gerilmesi (t/m <sup>2</sup> )	23
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı $C_z$	1
Deprem Yüğü Eksantrisitesi	0
Modal Analiz Min. Yüğü Oranı $\beta$	0.9
Üst Kat no (TDY için)	13
Aplikasyon Kot Farkı (m)	-2.91
Zemin gerilmesi deprem artırım oranı	0.5

UserKey

GUCLENDİRME PROJESİ    DEPREM STANDARTI: TDY2007    DIZAYN STANDARTI: TS500t

Şekil 3.9. Tünel Kalıp Sistem Yapı Genel Bilgileri Giriş Sekmesi.

KAT BİLGİLERİ				
Kat	Kat koordinati	Kiris benzer	Kat aplikasyon	
sembol	(m)	kat çizimi	açıklaması	
5. kat	5	14.55	5	5. NORMAL
6. kat	6	17.46	6	6. NORMAL
7. kat	7	20.37	7	7. NORMAL
8. kat	8	23.28	8	8. NORMAL
9. kat	9	26.19	9	9. NORMAL
10. kat	10	29.1	10	10. NORMAL
11. kat	11	32.01	11	11. NORMAL
12. kat	12	34.92	12	12. NORMAL
13. kat	13	37.83	13	13. NORMAL
14. kat	14	41.38	14	14. NORMAL

Kısaltılmış kat ismini girin,  
Z, B, B1, 1, 2 gibi

Şekil3.10. Tünel Kalıp Sistem Kat Bilgileri Giriş Sekmesi.

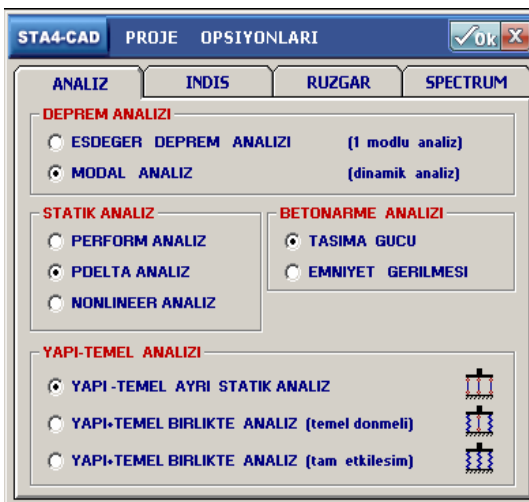
Binaların analizlerinden sonra irdelenen yükler, 9. ve 10. yüklemeler X yönü Deprem  $\pm$  %5 eksantirite ve 11. ve 12. yüklemeler Y yönü Deprem  $\pm$  %5 eksantirite sonucunda bulunan değerlerdir.

Seçmiş olduğumuz binalar Tablo 3.1. şartlarını sağlamadığı için dinamik analiz (mod birleştirme yöntemi) ile çözülmüştür.

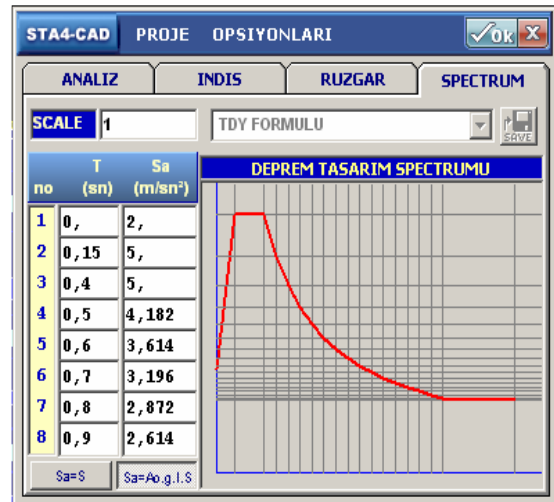
Tablo3.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar. [7]

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

Sta4Cad paket programı Proje Opsiyonları Şekil 3.11. ve 3.12. görüldüğü gibi Deprem Analizinde Modal Analiz sekmesi işaretlenmiş ve deprem tasarım spektrumu TDY (Türk Deprem Yönetmeliği) Formülü olarak seçilmiştir.



Şekil 3.11. Proje Ops.Anal.Sekmesi



Şekil 3.12. Proje Opsiyonları Spectr.Sekmesi



Programın Analizde kullanacağı Dizayn sınıfı malzemeleri Şekil 3.13. te gösterilen yapı malzemesi tanımlama sekmesi yardımı ile belirlenmiştir.

**STA4-CAD YAPI MALZEMESİ**

**PLAK - ASMOLEN**

BETON: C35 (fck=350 kg/cm<sup>2</sup>)

CELIK: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

**HAZIR NERVURLU PLAK**

BETON: C35 (fck=350 kg/cm<sup>2</sup>)

CELIK: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

**KIRIS - KOLON**

BETON: C35 (fck=350 kg/cm<sup>2</sup>)

CELIK: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

ETRIYE: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

**TEMELLER**

BETON: C40 (fck=400 kg/cm<sup>2</sup>)

CELIK: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

ETRIYE: fyk=4200 kg/cm<sup>2</sup>

Şekil 3.13. Yapı Malzemesi Tanımlama Sekmesi.

**BETONARME\_11-12AKS PROJESİ OPSİYONLARI**

PLOTTER SETUP | BETONARME OPSİYONLAR | ANALİZ OPSİYONLARI

DIZAYN STANDARTLARI | DEPREM STANDARTLARI | NONLINEER ANALİZ

**BETONARME HESAP STANDARTLARI**

TS500 (TASIMA GUCU)  TS500 (EMNİYET GERİLMESİ)

EUROCODE 1993 -Avrupa Birliği Standardı  ACI -American Concrete Institute

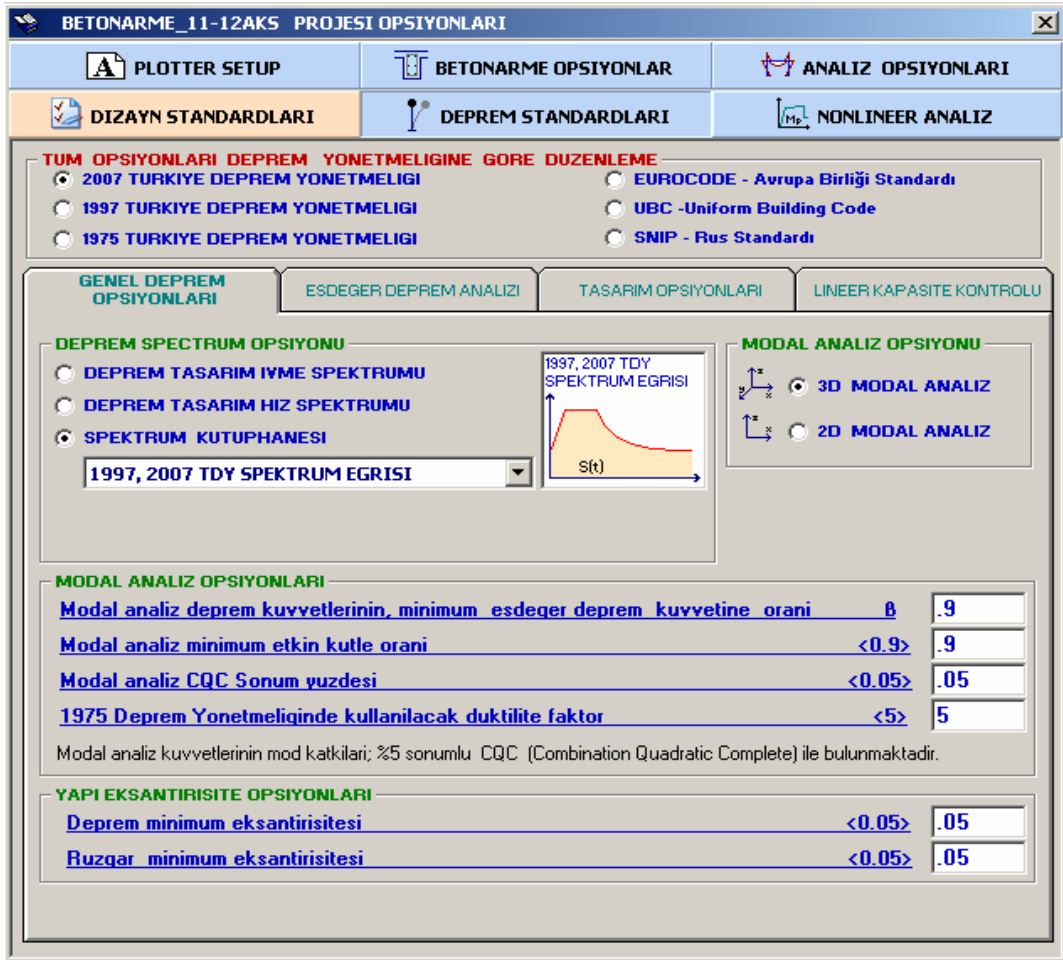
SNIP -Rus Standardı  BS -British Standard

**BETONARME YUK KOMBİNASYONLARI** | GUVENLİK FAKTORLERİ | TS500

Sıra no	OLU YUK Cg	HAREKETLİ YUK Cq	ZEMİN İTKİSİ ± Cs	DEPREM ± Ce	RUZGAR ± Cv
1	1.4	1.6	0	0	0
2	1.4	1.6	1.6	0	0
3	1.4	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0
5	1	1	1	1	0
6	.9	0	0	1	0
7	1	1.3	0	0	1.3
8	1	1.3	1	0	1.3
9	.9	0	0	0	1.3
10	.9	0	.9	0	1.3
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0

BETONARME\_11-12AKS.COD MEVCUT CODE

Şekil 3.14. Proje Opsiyonları Dizayn Standartları Sekmesi.



Şekil 3.15. Proje Opsiyonları Deprem Standartları Sekmesi.

Kullanılacak deprem standartları Şekil 3.15. te, Dizayn Standartları Şekil 3.14. de belirlenmiştir.

Projelerle ilgili genel bilgiler programa tanıtıldıktan sonra bina modellemeleri tamamlanmış, binalar analiz edilmiş, analiz sonucunda binaların yönetmelik şartlarını sağladığı ve bulunan donatıların uygulama projelerinde kullanılan donatılarla aynı olduğu görülmüştür.

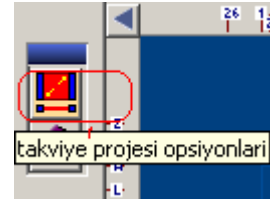
### 3.3. Mevcut Bina Performanslarının Belirlenmesi

Mevcut bina performanslarının belirlenebilmesi için doğrusal elastik hesap yöntemlerinden mod birleştirme yöntemi kullanılmıştır. Performans belirlenmesi için Sta4Cad paket programının Yapı Tasarımı altında bulunan Şekil 3.16. da gösterilen

Güçlendirme Elastisite Modülü butonu seçilerek açılan pencerede Şekil 3.17. de gösterilen Takviye Projesi Opsiyonları butonu seçilmiş, Şekil 3.18. de gösterilen Güçlendirme Proje Opsiyonları sekmesi yardımı ile Deprem Yapı Güçlendirme Projesi ve Yapı Performans Kontrolü opsiyonları işaretlenmiştir.



Şekil 3.16. Güçlendirme Elastisite Modülü



Şekil 3.17. Takviye Projesi Opsiyonları

**STA4-CAD** **GUCLENDIRME PROJE OPSIYONLARI** [Ok] [X]

**DEPREM YAPI GUCLENDIRME PROJESİ**

**YAPI PERFORMANSI KONTROLU**  **ELEMAN KAPASITE KONTROLU**

**YAPI PERFORMANSI KONTROLU GENEL OPSIYONLARI**

**BINA BILGI DUZEYI KATSAYISI**

Donatı kenetlenme boyu, kapasite azaltma oranı:   **Kolon uçlarında kuşatılmış kolon kontrolü**

Kiris dusey yuk moment carpani:   **Çatlamış kesite göre analiz**

Kiris  $M_g + C_q \times M_q$  Cq=:   **Kat, kat beton dökümüne göre ölü yük analizi**

**Panel Uç kolonları dönme serbestliği**

**PERDE OPSIYONLARI**

**BASLIK BOLGESI KENDI ICINDE OLAN PERDELER**

**BASLIK PERDELI, KIRISLERE ROT ile BAGLANTILI**  **BASLIK PERDELI, KIRISLERIN KIRILARAK PERDE TESKILI**

**PANEL ELEMAN OPSIYONLARI**

**BASLIK BOLGESI MEVCUT KOLONDA FAYDALANARAK PANEL ELEMANLA OLUSTURULAN PERDELER**

**KIRISLERE ROT ile BAGLANTILI**  **KIRISLERIN KIRILARAK PERDE TESKILI**

**MEVCUT KOLONLARIN OZELLIKLERI**

KOLON min. BOYUNA DONATI ORANI:   **STATIKCE GEREKLI KESITE gore betonarme hesap**

DONATI KORROZYON ORANI %:   **KOLON BURKULMASINDA sadece E1 gore hesap**

**MANTO DUSEY YUK OPSIYONU**

**KOLON AKTIF, MANTO PASIF**  **KOLON AKTIF, MANTO AKTIF**

**KOLON PASIF, MANTO AKTIF**  **KOLON-MANTO KAPASITE KONTROLU**

Şekil 3.18. Güçlendirme Proje Opsiyonları Yapı Performans Kontrolü.

**STA4-CAD** **GUCLENDIRME PROJE OPSIYONLARI**  Ok  X

**DEPREM YAPI GUCLENDIRME PROJESİ**

**YAPI PERFORMANSI KONTROLU**  **ELEMAN KAPASITE KONTROLU**

**MEVCUT ELEMANLARDA YETERLILIK KONTROLU**

MOMENT KAPASITE KONTROLU  $M_r > M_d$

DONATI KONTROLU  $A_{sr} > A_{sd}$

**MEVCUT MALZEME KAREKTERISTIGI**

Beton güvenlik faktörü

Çelik güvenlik faktörü

**PERDE OPSIYONLARI**

**BASLIK BOLGESI KENDI ICINDE OLAN PERDELER**

BASLIK PERDELI, KIRISLERE ROT ile BAGLANTILI  BASLIK PERDELI, KIRISLERIN KIRILARAK PERDE TESKILI

**PANEL ELEMAN OPSIYONLARI**

**BASLIK BOLGESI MEVCUT KOLON DAN FAYDALANARAK PANEL ELEMANLA OLUSTURULAN PERDELER**

KIRISLERE ROT ile BAGLANTILI  KIRISLERIN KIRILARAK PERDE TESKILI

**MEVCUT KOLONLARIN OZELLIKLERI**

KOLON min. BOYUNA DONATI ORANI

DONATI KOROZYON ORANI %

STATIKCE GEREKLI KESITE gore betonarme hesap

KOLON BURKULMASINDA sadece E1 gore hesap

**MANTO DUSEY YUK OPSIYONU**

KOLON AKTIF, MANTO PASIF

KOLON AKTIF, MANTO AKTIF

KOLON PASIF, MANTO AKTIF

KOLON+MANTO KAPASITE KONTROLU

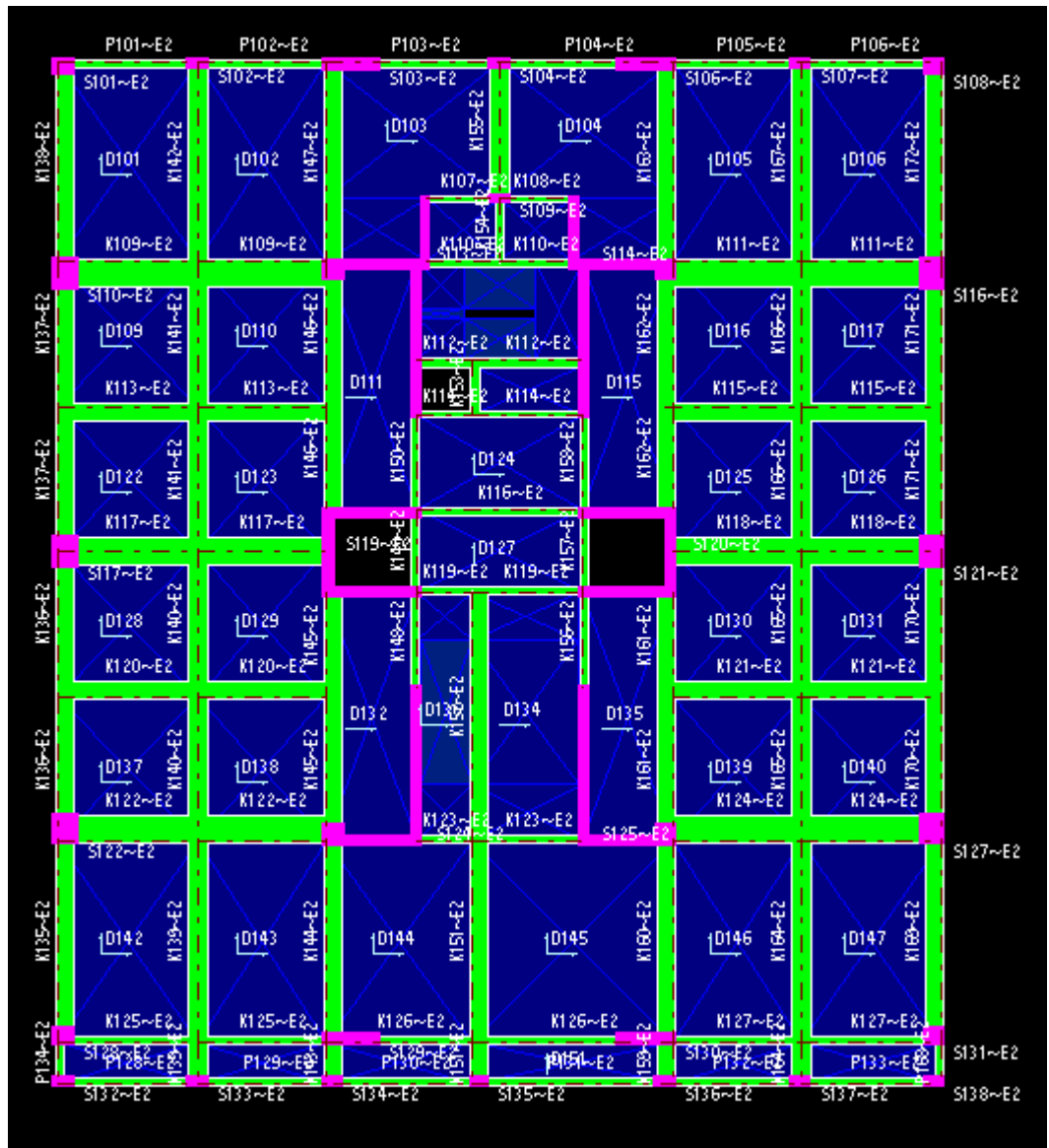
Şekil 3.19. Güçlendirme Proje Opsiyonları Eleman Kapasite Kontrolü.

Yapı performansı kontrolü genel opsiyonları altında bulunan Bina Bilgi Düzeyi Katsayısı binalarımız 2007 Deprem Yönetmeliğine uygun dizayn edildiği için 1 olarak alınmış, C<sub>q</sub>(canlı yük katılım kat sayısı) ana çözümde olduğu gibi 0.3 olarak alınmış ve kolon uçlarında kuşatılmış kolon kontrolü sekmesi işaretlenmiştir. Eleman Kapasite Kontrolü sekmesi altında yer alan mevcut malzeme karakteristiklerinden beton ve çelik güvenlik faktörleri dizayn kriterleri ile eş değer alınmış ve performans değerlemesi için bina dizayn sınıflarıyla aynı olmak şartı ile taşıyıcı sistem Elastisite Modülleri, Beton sınıfları ve Donatı Sınıfları tanımlaması Şekil 3.22. , 23. , 24. ve 25. te gösterildiği şekilde yapılmış ve çatlama kesite göre analiz yapıldıktan sonra analiz sonucunda Güçlü Kolon ve Tüm Yapıda Süneklik Kontrolü yapılmıştır. Daha sonra analiz sonucunda bulunan donatılar mevcut projeye Şekil 3.26. ve 27. de gösterildiği şekilde kopyalanmış ve bu donatıların uygulama proje donatıları ile birebir aynı olduğu

görülmüştür. Oluşturulan bu modeller bölüm 3.4. Bir veya İki Ara Katlarda Beton Sınıf Değişikliği altında yapılan kombinezonlarda kullanılmıştır.

KIRIS	E1 ( kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>3</sup> )	E2	KIRIS	E2 ( kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>3</sup> )	Celik (kg/cm <sup>2</sup> )	E1 = Yeni Takviye Emanları
KOLON	332000	350	E2	KOLON	332000	350	f <sub>yk</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup>	E2-E9 = Mevcut Emanlar

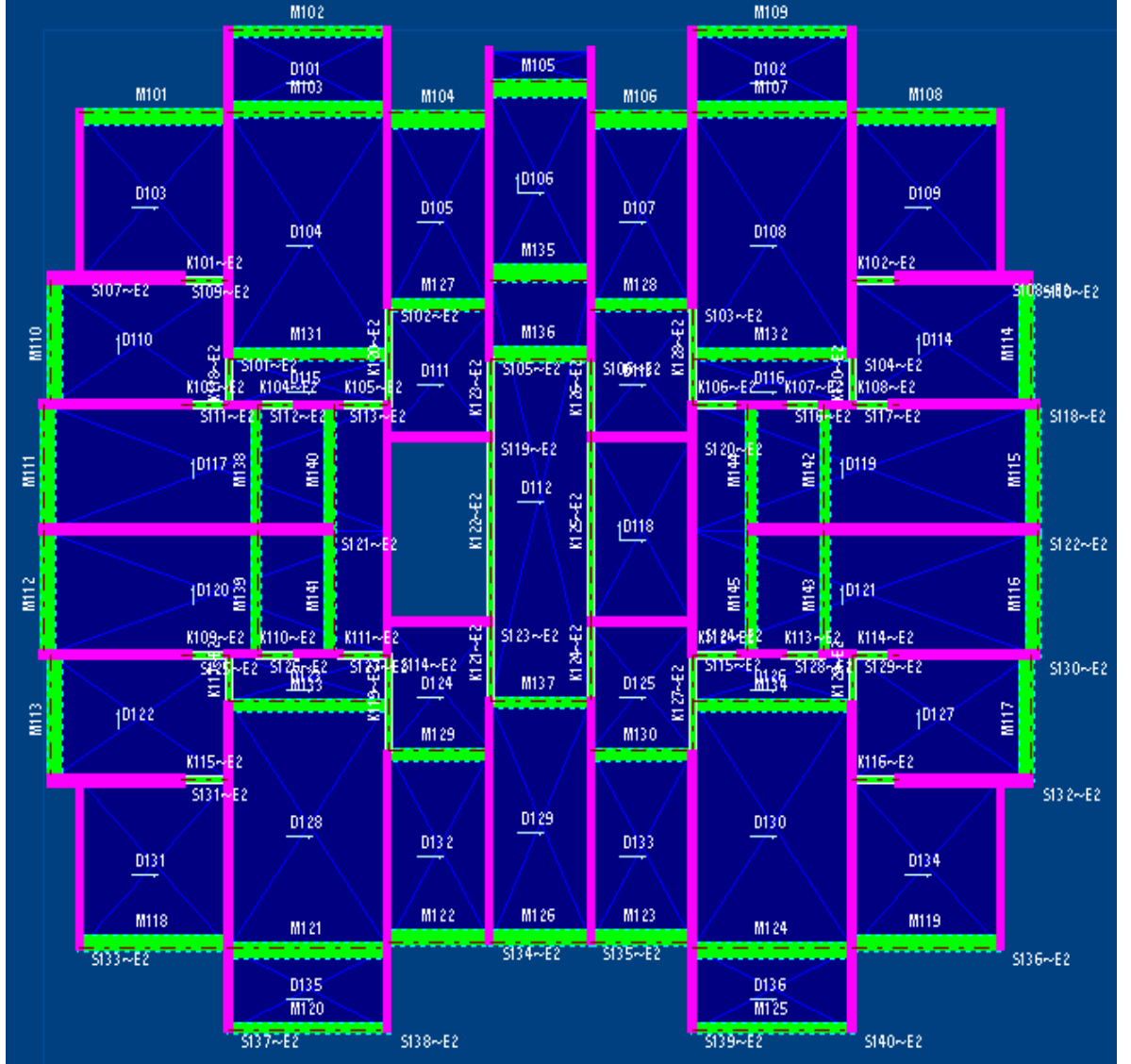
Şekil 3.20. Karma Sistem E2 Mevcut Elemanların Özellikleri.



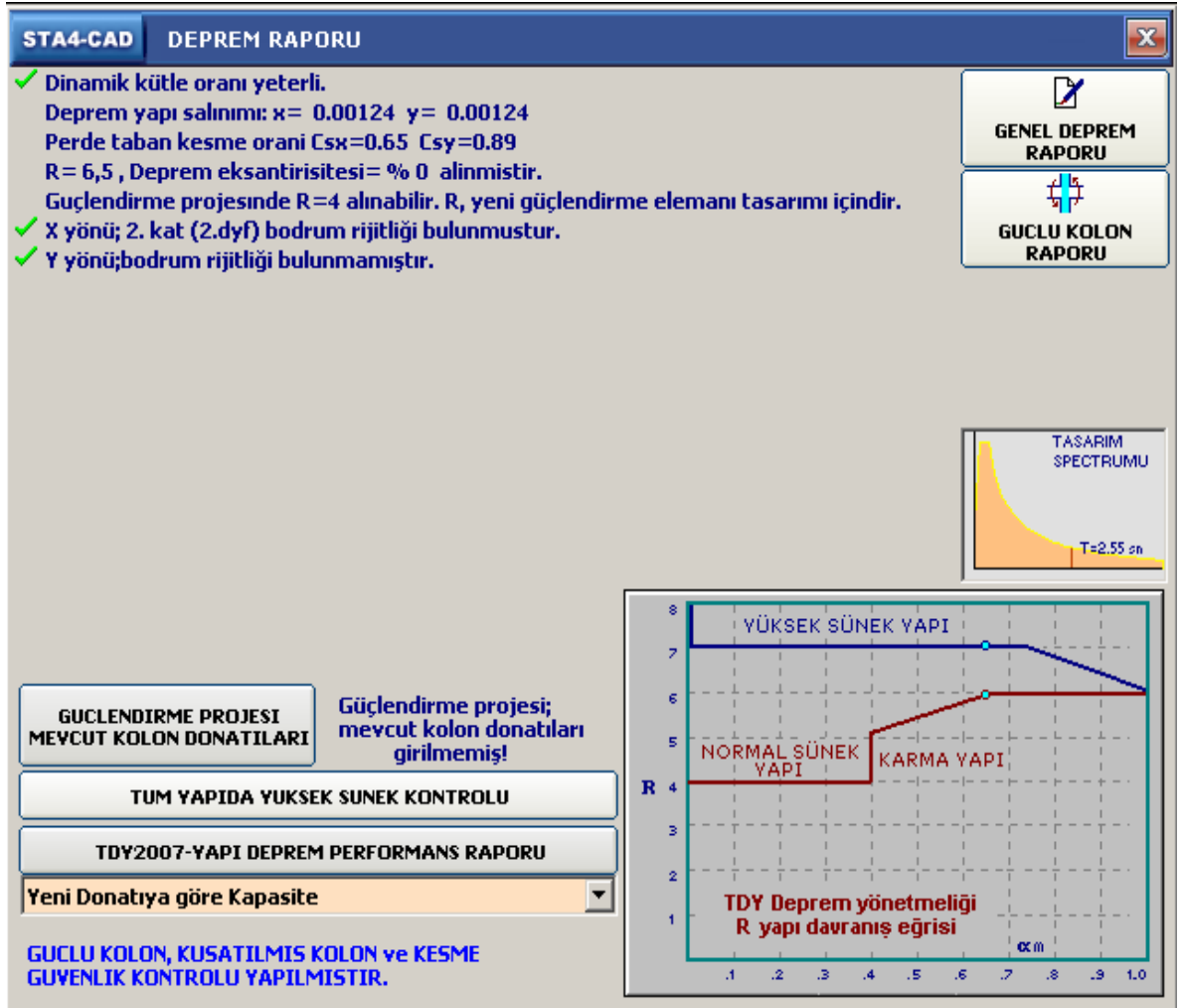
Şekil 3.21. Karma Sistem E2 Mevcut Elemanların 1.Kat Elemanlarına Atanmış Hali.

KIRIS	E1 ( kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>3</sup> )	E2	KIRIS	E2 ( kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>3</sup> )	Çelik (kg/cm <sup>3</sup> )	E1 = Yeni Takviye Bemanları
KOLON	285000	200	KOLON	285000	200	fyk=4200 kg/cm <sup>2</sup>		E2-E9 = Mevcut Bemanlar

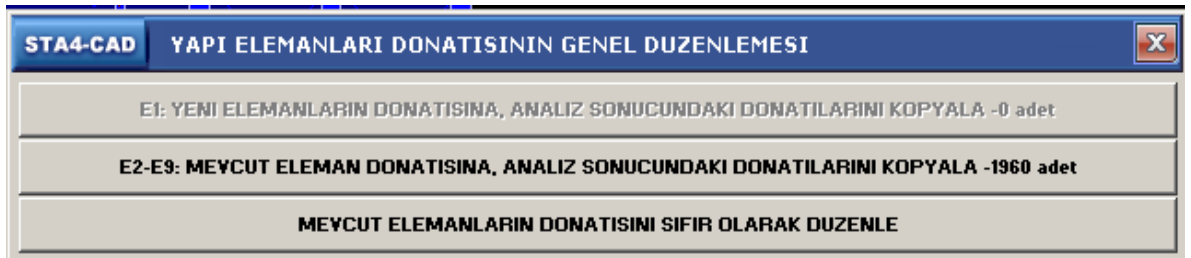
Şekil 3.22. Tünel Kalıp Sistem E2 Mevcut Elemanların Özellikleri.



Şekil 3.23. Tünel Kalıp Sistem E2 Mevcut Elemanların 1.Kat Elemanlarına Atanmış Hali.



Şekil 3.24. Deprem Raporu.



Şekil 3.25. Yapı Elemanları Donatısının Genel Düzenlemesi.

Şekil 3.24. da gösterilen TDY2007-YAPI PERFORMANS RAPORU düğmesine tıklanarak yapı performans raporları incelenmiştir. Mevcut binaların yapı performans rapor çıktıları aşağıda gösterilmiştir.

Tünel Kalıp Sisteme ait Bina Performansı için program çıktıları Şekil3.26. , 27. , 28. ve 29. da gösterilmiştir.

**GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLU**

[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]

Kat	hi	X yönü	R <sub>x</sub> ·Δ <sub>x</sub> /h	Y yönü	R <sub>y</sub> ·Δ <sub>y</sub> /h
14	3.55	0.0144745	BH	0.0135961	BH
13	2.91	0.0113961	BH	0.0063658	MH
12	2.91	0.0114138	BH	0.0063763	MH
11	2.91	0.0113216	BH	0.0063404	MH
10	2.91	0.0111083	BH	0.0062387	MH
9	2.91	0.0107654	BH	0.0060625	MH
8	2.91	0.0102891	BH	0.0058035	MH
7	2.91	0.0096693	MH	0.0054536	MH
6	2.91	0.0088875	MH	0.0050036	MH
5	2.91	0.0079174	MH	0.0044437	MH
4	2.91	0.0067265	MH	0.0037634	MH
3	2.91	0.0052792	MH	0.0029577	MH
2	2.91	0.0035335	MH	0.0019970	MH
1	2.91	0.0014387	MH	0.0008800	MH

Şekil 3.26. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü.

**KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	87.5	12.5	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	82.2	17.8	0.0	0.0	82.2	17.8	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0
12	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
11	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
10	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	73.3	26.7	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
9	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	83.3	16.7	0.0	0.0
8	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	93.3	6.7	0.0	0.0	86.7	13.3	0.0	0.0
7	88.6	11.4	0.0	0.0	88.6	11.4	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	86.7	13.3	0.0	0.0
6	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	93.3	6.7	0.0	0.0
5	97.7	2.3	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.					100.									36.7		

X yönü giriş sayısı=45,44,44,44,44,44,44,44,44,44,44,45,8

Y yönü giriş sayısı=30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,8

Şekil 3.27. Tünel Kalıp Sistem Giriş Hasar Yüzdeleri.



**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
13	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	85.5	14.5	0.0	0.0	84.9	15.1	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	80.9	19.1	0.0	0.0	80.4	19.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	82.6	17.4	0.0	0.0	82.1	17.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	80.3	19.7	0.0	0.0	74.1	25.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	91.9	8.1	0.0	0.0	91.3	8.7	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	89.1	10.9	0.0	0.0	88.4	11.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	94.5	5.5	0.0	0.0	94.1	5.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.							100.							

Şekil 3.28. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı.

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=889,9/419,95=2,119$ Belirgin Kiriş Hasar oranı= $36,7>10$  Hemen kullanım x

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir.

**Can güvenliği yeterlilik kontrolü:**Kiriş Hasar oranı=( $IH=0,0 \leq 30$  ✓), ( $GB=0$ , ✓)Kolon Hasar oranı=( $IH=0,0 \leq 20$  ✓), ( $GB=0$ , ✓)Üst kat  $V_c$  oranı=( $IH=0,0 \leq 40$  ✓), ( $GB=0$ , ✓)Plastiklesen kolon  $V_c$  oranı=( $BH+IH+GB=0,0 \leq 30$  ✓)

Şekil 3.29. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu.

Karma Sisteme ait Bina Performansı için program çıktıları Şekil 3.30. , 31. ,32. ve 33. te gösterilmiştir.

<b>GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ</b>					
<b>[max(R·Δ/h) : MH &lt;0.01&lt; BH &lt;0.03&lt; IH &lt;0.04&lt; GB ]</b>					
<b>Kat</b>	<b>hi</b>	<b>X yönü Rx·Δx/h</b>		<b>Y yönü Ry·Δy/h</b>	
18	3.45	0.0014440	MH	0.0011493	MH
17	2.85	0.0056308	MH	0.0034569	MH
16	2.85	0.0065142	MH	0.0039455	MH
15	2.85	0.0073196	MH	0.0044978	MH
14	2.85	0.0079579	MH	0.0049218	MH
13	2.85	0.0084574	MH	0.0052572	MH
12	2.85	0.0088015	MH	0.0054934	MH
11	2.85	0.0089902	MH	0.0056328	MH
10	2.85	0.0090073	MH	0.0056728	MH
9	2.85	0.0088350	MH	0.0056071	MH
8	2.85	0.0084679	MH	0.0054362	MH
7	2.85	0.0078849	MH	0.0051507	MH
6	2.85	0.0070382	MH	0.0047273	MH
5	2.85	0.0053702	MH	0.0038035	MH
4	2.75	0.0053141	MH	0.0040444	MH
3	3.00	0.0031348	MH	0.0028238	MH
2	2.60	0.0009975	MH	0.0018335	MH
1	2.60	0.0003735	MH	0.0007910	MH

Şekil 3.30. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü.

<b>***** BINA PERFORMANSI *****</b>																
<b>KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ</b>																
<b>KAT NO</b>	<b>(-X)</b>				<b>(+X)</b>				<b>(-Y)</b>				<b>(+Y)</b>			
	<b>MH</b>	<b>BH</b>	<b>IH</b>	<b>GB</b>	<b>MH</b>	<b>BH</b>	<b>IH</b>	<b>GB</b>	<b>MH</b>	<b>BH</b>	<b>IH</b>	<b>GB</b>	<b>MH</b>	<b>BH</b>	<b>IH</b>	<b>GB</b>
18	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
17	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
16	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.															

X yönü kırış sayısı=17,16,17,23,23,23,21,21,21,21,21,21,21,21,22,20  
Y yönü kırış sayısı=31,31,28,28,24,24,22,22,22,22,22,22,22,22,22,26,26,12

Şekil 3.31. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri.

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	51.4	45.2	2.9	0.5	50.9	45.2	3.2	0.7	94.9	4.8	0.0	0.3	93.2	6.5	0.0	0.3
17	68.9	31.1	0.0	0.0	68.7	31.3	0.0	0.0	69.3	30.7	0.0	0.0	68.6	31.4	0.0	0.0
16	99.1	0.9	0.0	0.0	99.0	1.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	98.7	1.3	0.0	0.0	98.4	1.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		45.2					3.2	0.7	100.							

Şekil 3.32. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı.

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
18	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
17	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
16	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
15	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=979,84/335,25=2,923$ 

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir. (Gevrek hasar gören elemanların güçlendirilmesi koşulu ile)

Can güvenliği yeterlilik kontrolü:

Kiriş Hasar oranı=(IH=%0,0&lt;=%30 ✓),(GB=%0, ✓)

Kolon Hasar oranı=(IH=%3,2&lt;=%20 ✓),(GB=%0,7 ✓)

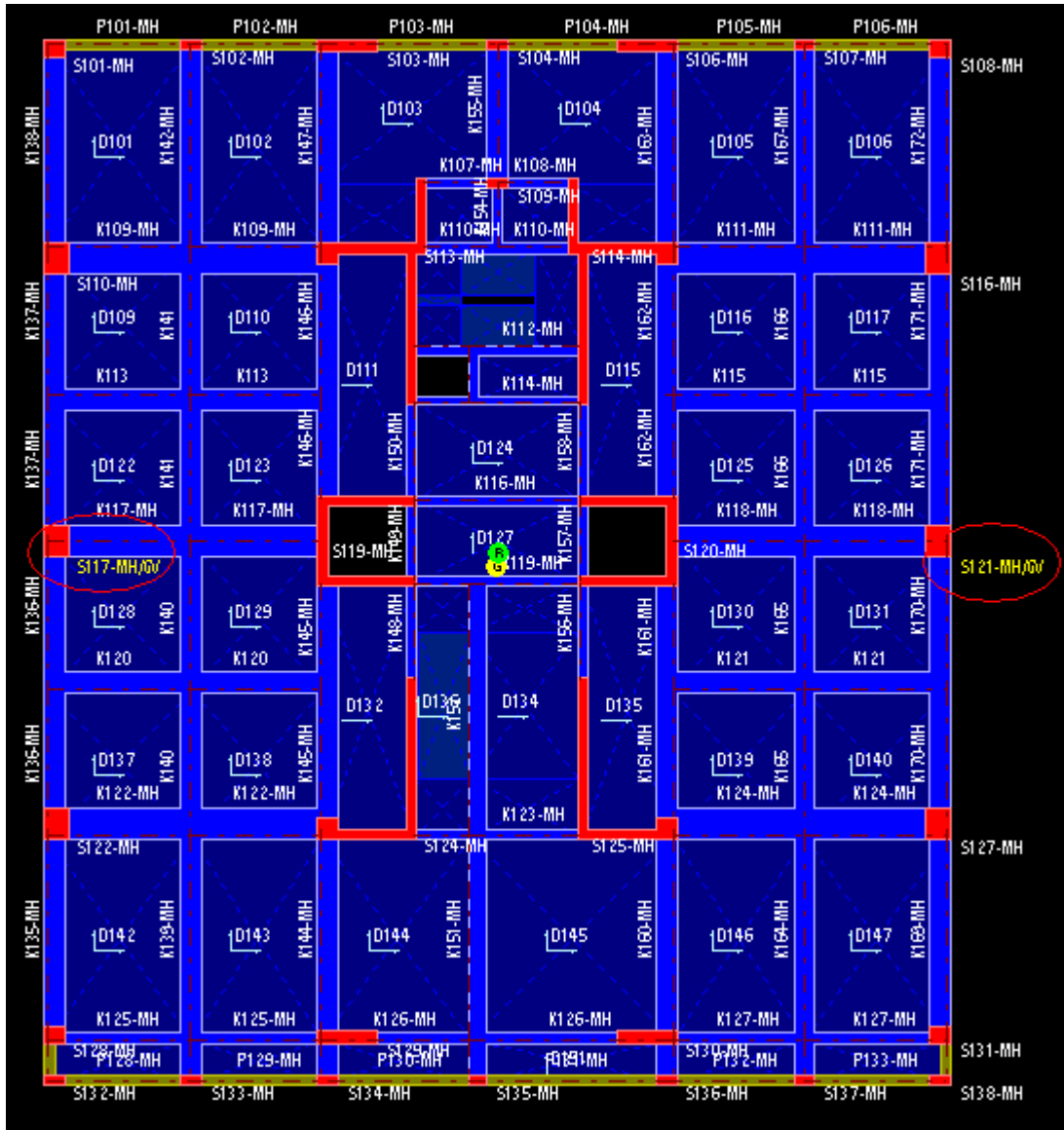
Üst kat Vc oranı=(IH=%3,2&lt;=%40 ✓),(GB=%0,7 ✓)

Plastikleşen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%0,0&lt;=%30 ✓)

Şekil 3.33. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu.

Bina Performans Değerlendirmeleri sonucunda her iki proje için de yönetmelik gereği öngörülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem altında can güvenliğini sağlama kriterini sağladığını gördük. Karma Sistem Proje can güvenliği şartı sağlanmasına

karşın, program tarafından Şekil3.34 da gösterilen gevrek hasar gören elemanların (Kolon S117 ve S121) güçlendirilmesi şartı uyarısı Şekil 3.35. de gösterildiği şekilde verilmiştir. Gevrek hasar gören elemanların yeni dizayn edilen sistemlerde olmamasına özen göstermek gerekmektedir. Bu bina yeni yapılan bir bina olsa da S117 ve S121 kolonlarının güçlendirilmesi gerektiği aşikârdır.



Şekil 3.34. Karma Sistemde Oluşan Gevrek Elemanlar.

Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar	
Kolon	SB217, SB221, S1418, S1420

Şekil 3.35. Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar Program Çıktısı.

### 3.4. Bir veya İki Ara Katlarda Beton Sınıf Değişikliği

Beton Basınç Dayanımının 10Mpa altında olması durumunda yapısal elemanlarda meydana gelen aderans kaybından dolayı söz konusu elemanlardan betonarme davranışın beklenilmemesi gerektiği daha önce yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. [9] Bundan dolayı bu tez çalışmasında mevcut beton dayanım sınıfı minimum C10 olarak seçilmiştir. Ayrıca C10 ve C35 Beton sınıfları aralığında, mevcut malzeme dayanımları dikkate alınarak yapılan kenetlenme boyu hesaplamalarında TS500-2000 de sunulan 9.1 nolu formül uyarınca elde edilen değerlerin, deprem yönetmeliğinde belirtilen ve projelerde uygulanan kenetlenme boyları minimum sınırlamaları olan kirişler için  $50\Phi$  ve kolonlar için  $75\Phi$  değerlerinden daha düşük olduğu görülmüş ve aderans kaybından dolayı eğilme elemanlarında kapasite kaybının oluşmayacağı kanaatine varılmış ve Şekil 3.18. de gösterilen Donatı Kenetlenme Boyu, Kapasite azaltma oranı 1 olarak hesaplara dâhil edilmiştir.

İrdelenecek olan Tünel Kalıp Ve Karma Sistem binalarda beton sınıfının düşük olduğu kat kombinezonları aşağıdaki Tablo 3.2. de gösterildiği gibi seçilmiştir.

Tablo 3.2. Beton Sınıfının Düşük Olduğu Kat Kombinezonları.

Tünel Kalıp Ve Karma Sistem Binalarda Beton Sınıfının Düşük Olduğu Kat Kombinezonları	
Kombinezon 1	1. ve 2. Kat C10
Kombinezon 2	4. ve 5. Kat C10
Kombinezon 3	5. ve 13. Kat C10
Kombinezon 4	12. ve 13. Kat C10

### 3.4.1. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Yapı Mod Periyotları

#### 3.4.1.1. Karma Taşıyıcılı Sistem Yapı Mod Periyotları Tablo ve Grafikleri

Tablo 3.3. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.

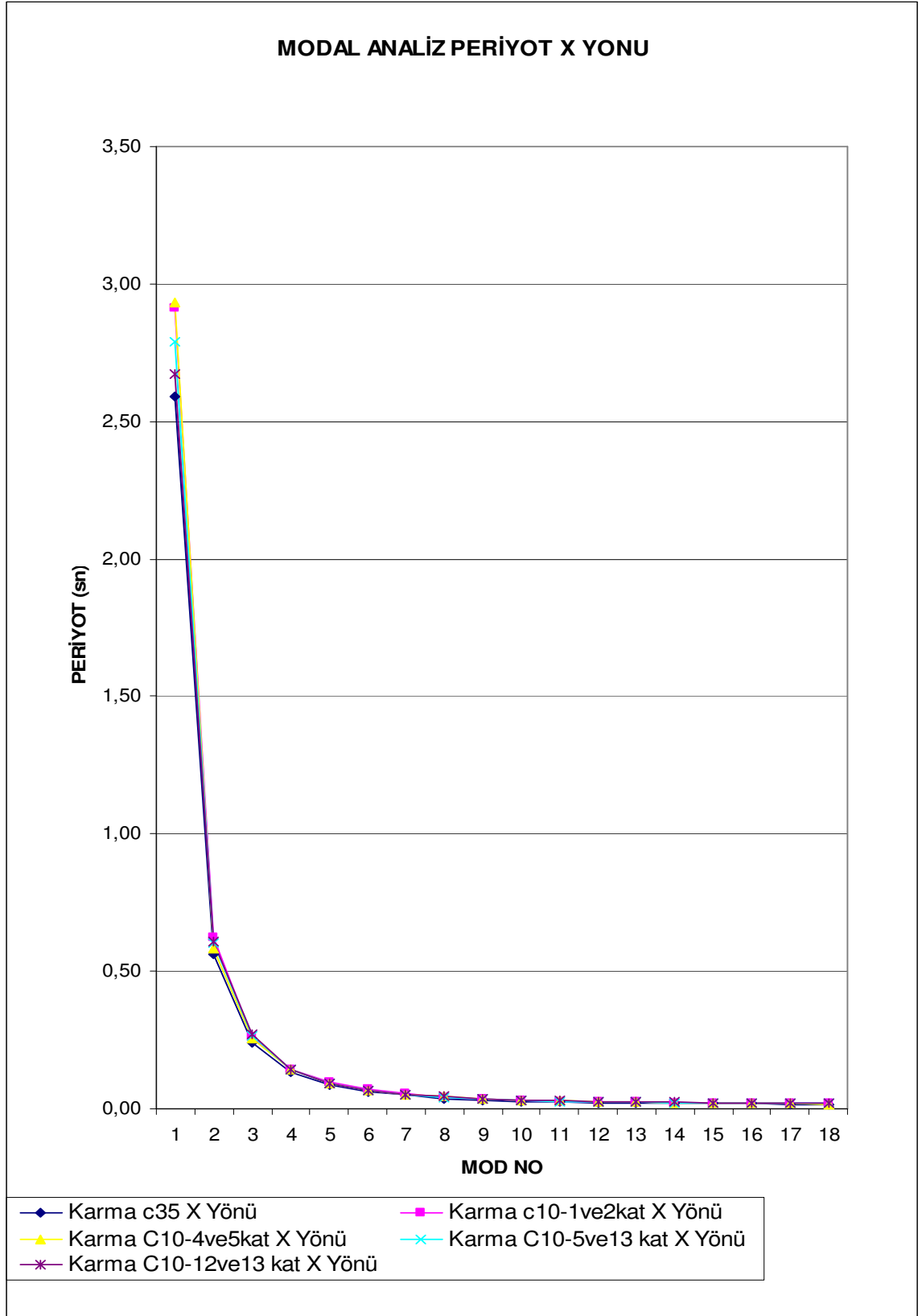
Modal Analiz Periyot					
X	Karma c35	Karma c10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
mod	X Yönü	X Yönü	X Yönü	X Yönü	X Yönü
1	2,592	2,910	2,931	2,791	2,674
2	0,564	0,624	0,584	0,601	0,610
3	0,238	0,261	0,254	0,267	0,271
4	0,132	0,145	0,144	0,143	0,141
5	0,085	0,096	0,091	0,094	0,093
6	0,062	0,071	0,067	0,067	0,067
7	0,049	0,054	0,053	0,053	0,053
8	0,034	0,043	0,044	0,043	0,044
9	0,029	0,035	0,037	0,038	0,038
10	0,026	0,031	0,031	0,033	0,031
11	0,023	0,028	0,029	0,028	0,030
12	0,021	0,025	0,027	0,026	0,025
13	0,020	0,023	0,023	0,023	0,025
14	0,019	0,021	0,021	0,022	0,024
15	0,018	0,020	0,019	0,020	0,021
16	0,018	0,019	0,018	0,019	0,019
17	0,017	0,018	0,018	0,018	0,019
18	0,016	0,018	0,017	0,018	0,018

Tablo 3.4. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.

Modal Analiz Periyot					
Y	Karma c35	Karma c10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
mod	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü
1	2,070	2,505	2,301	2,205	2,132
2	0,450	0,512	0,468	0,478	0,481
3	0,195	0,218	0,212	0,221	0,221
4	0,112	0,126	0,120	0,121	0,122
5	0,075	0,085	0,082	0,083	0,082
6	0,056	0,062	0,062	0,061	0,061
7	0,045	0,049	0,049	0,050	0,050
8	0,037	0,041	0,041	0,042	0,041
9	0,031	0,036	0,034	0,035	0,036
10	0,028	0,031	0,031	0,032	0,029
11	0,025	0,027	0,028	0,026	0,028
12	0,023	0,024	0,025	0,025	0,025
13	0,021	0,022	0,022	0,024	0,022
14	0,020	0,021	0,021	0,020	0,021
15	0,019	0,019	0,020	0,020	0,020
16	0,019	0,019	0,019	0,020	0,019
17	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
18	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018

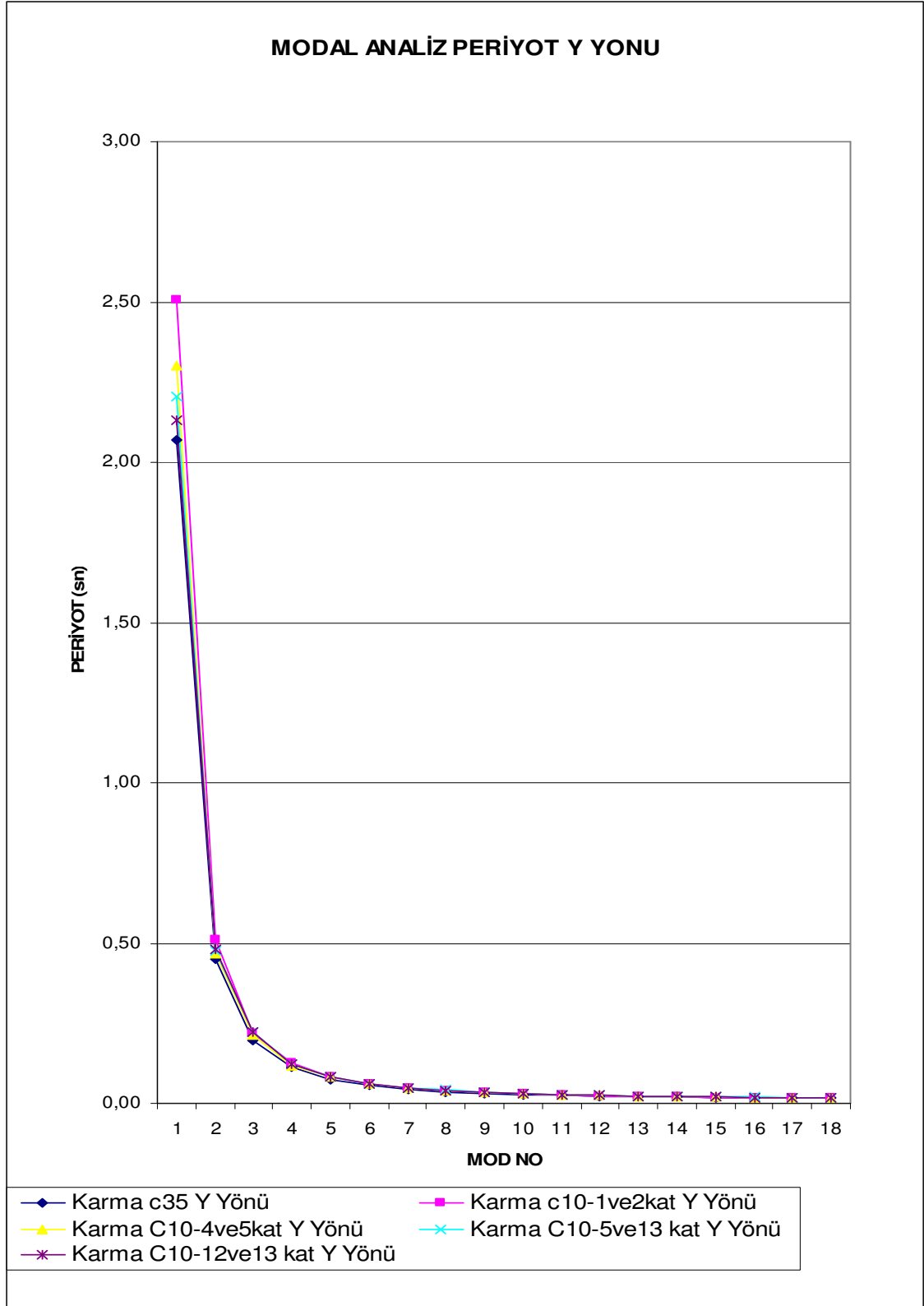
Tablo 3.5. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.

Modal Analiz Periyot					
Burulma	Karma c35	Karma c10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
mod	Burulma	Burulma	Burulma	Burulma	Burulma
1	1,419	1,487	1,553	1,513	1,494
2	0,441	0,464	0,470	0,471	0,481
3	0,229	0,242	0,243	0,245	0,246
4	0,141	0,149	0,151	0,152	0,154
5	0,096	0,103	0,102	0,105	0,105
6	0,070	0,080	0,076	0,077	0,077
7	0,055	0,064	0,060	0,061	0,060
8	0,046	0,051	0,051	0,049	0,051
9	0,040	0,042	0,044	0,044	0,044
10	0,040	0,036	0,037	0,040	0,037
11	0,034	0,032	0,032	0,032	0,034
12	0,030	0,029	0,031	0,030	0,030
13	0,027	0,026	0,027	0,026	0,026
14	0,025	0,024	0,024	0,025	0,023
15	0,023	0,023	0,022	0,023	0,021
16	0,022	0,022	0,021	0,022	0,016
17	0,021	0,021	0,016	0,016	
18	0,016				

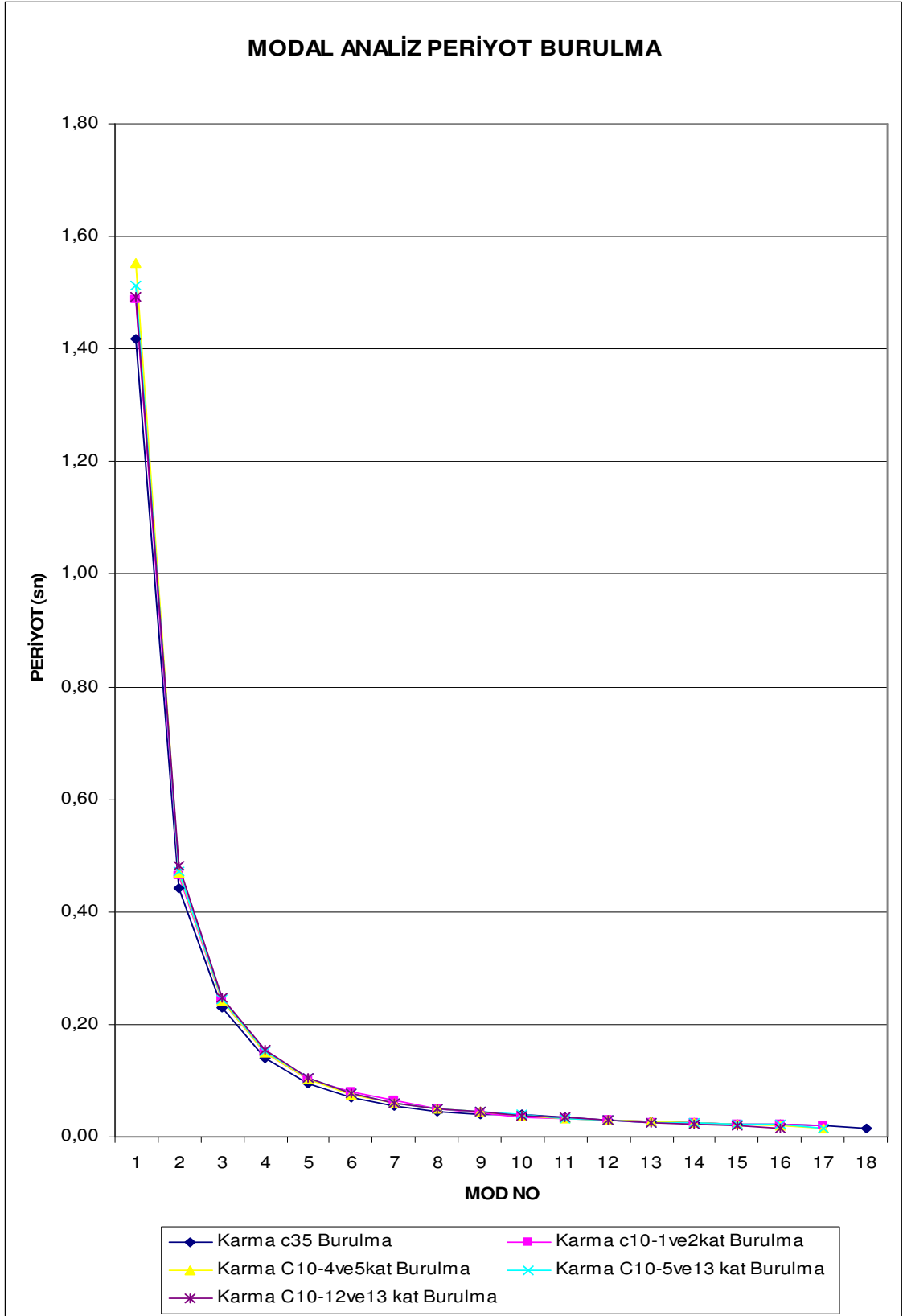


Şekil 3.36. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.





Şekil 3.37. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.



Şekil 3.38. Karma Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.

### 3.4.1.2. Tünel Kalıp Taşıyıcılı Sistem Yapı Mod Periyotları Tablo ve Grafikleri

Tablo 3.6. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.

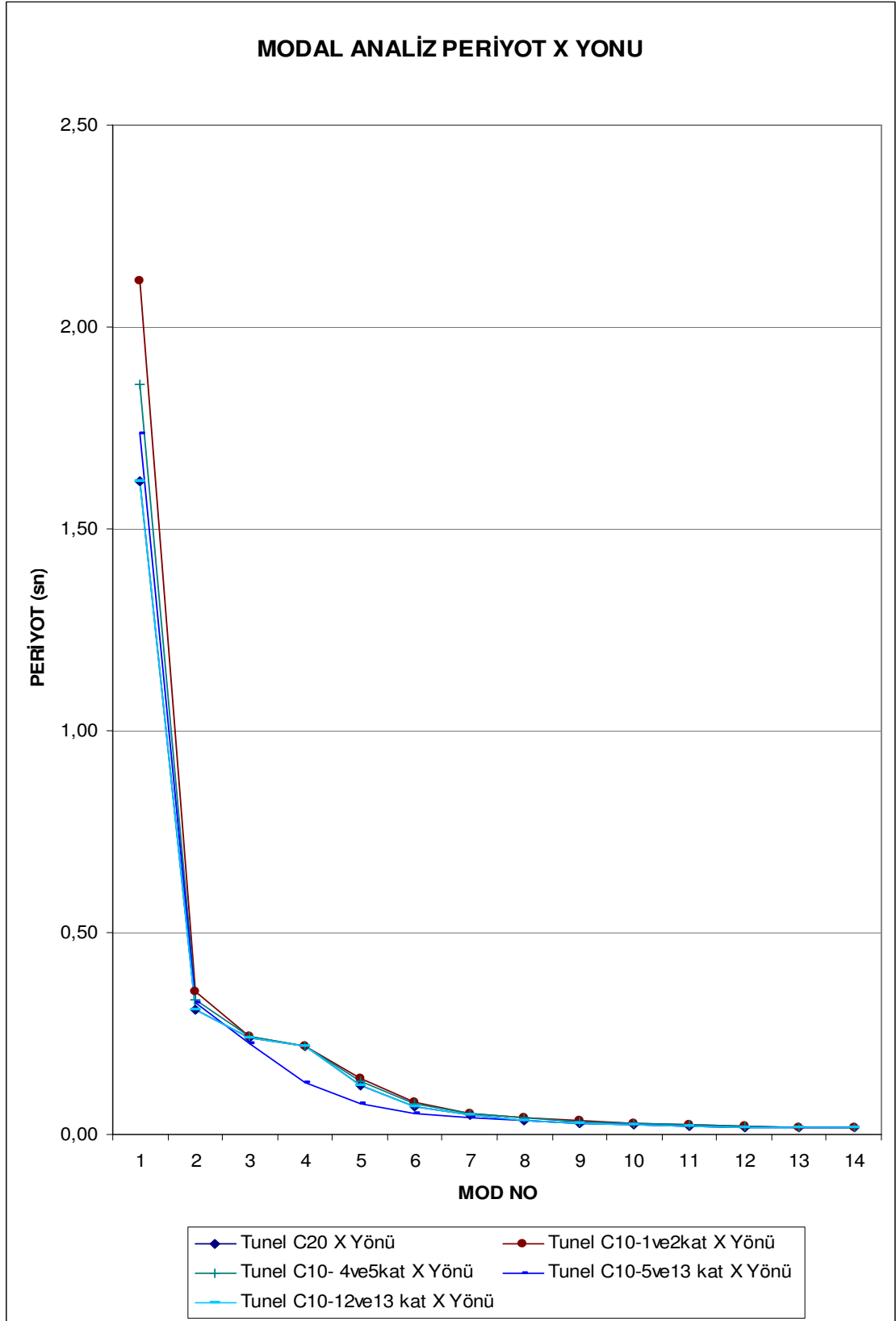
Modal Analiz Periyot					
X	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
mod	X Yönü	X Yönü	X Yönü	X Yönü	X Yönü
1	1,617	2,115	1,857	1,737	1,617
2	0,310	0,353	0,333	0,327	0,310
3	0,241	0,242	0,242	0,227	0,241
4	0,218	0,220	0,220	0,129	0,218
5	0,121	0,138	0,132	0,076	0,121
6	0,070	0,080	0,077	0,053	0,070
7	0,048	0,053	0,053	0,040	0,048
8	0,036	0,041	0,040	0,034	0,036
9	0,029	0,033	0,032	0,027	0,029
10	0,025	0,028	0,028	0,023	0,025
11	0,022	0,023	0,025	0,021	0,022
12	0,019	0,021	0,021	0,018	0,019
13	0,018	0,019	0,019	0,018	0,018
14	0,017	0,017	0,018	0,017	0,017

Tablo 3.7. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.

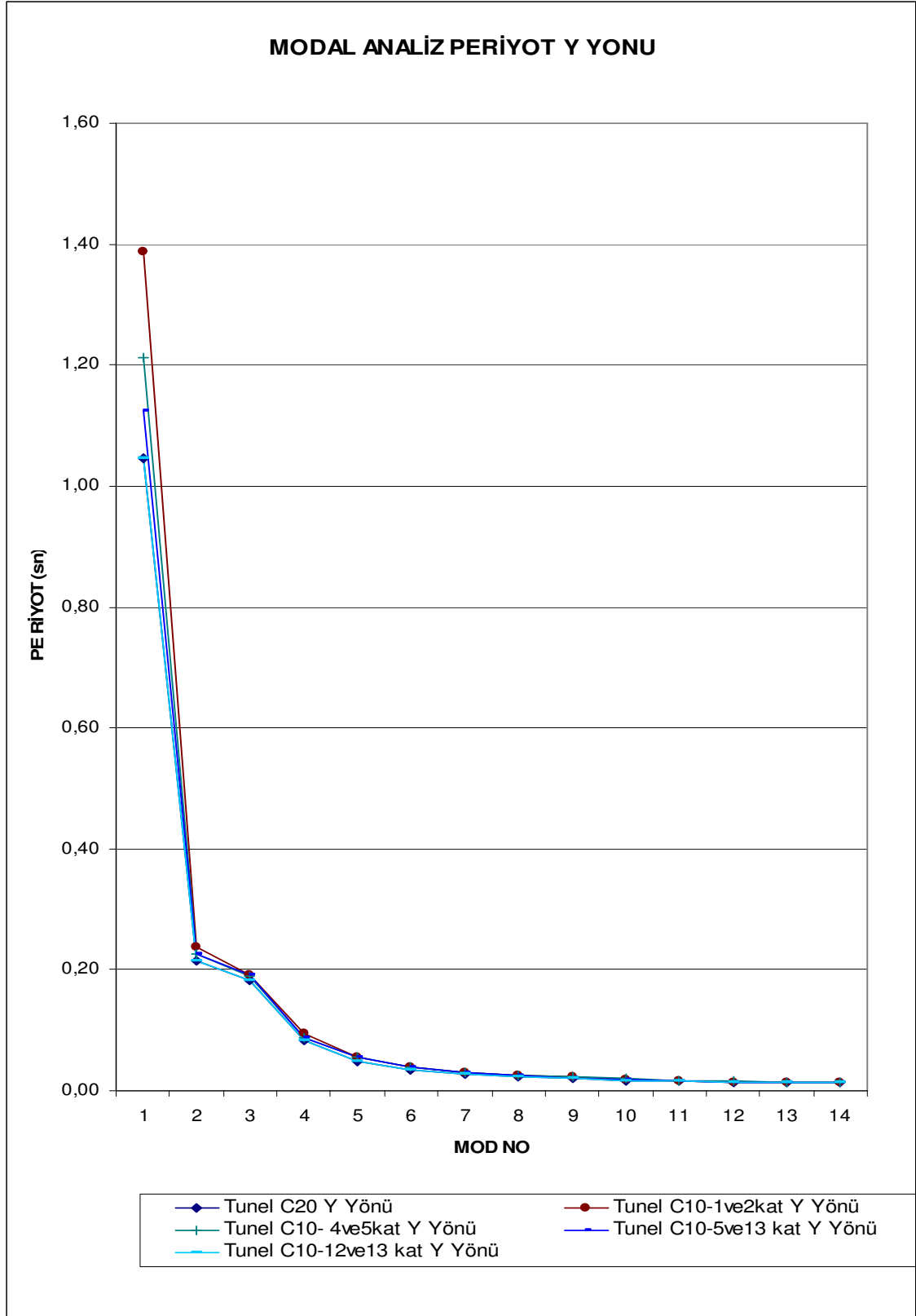
Modal Analiz Periyot					
Y	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
mod	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü	Y Yönü
1	1,045	1,387	1,212	1,125	1,045
2	0,214	0,238	0,226	0,226	0,214
3	0,182	0,191	0,189	0,192	0,182
4	0,082	0,095	0,088	0,087	0,082
5	0,049	0,056	0,055	0,055	0,049
6	0,035	0,039	0,039	0,039	0,035
7	0,027	0,031	0,031	0,031	0,027
8	0,023	0,026	0,025	0,026	0,023
9	0,020	0,022	0,023	0,021	0,020
10	0,017	0,019	0,020	0,019	0,017
11	0,016	0,017	0,017	0,017	0,016
12	0,015	0,015	0,016	0,015	0,015
13	0,014	0,015	0,015	0,015	0,014
14	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014

Tablo 3.8. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.

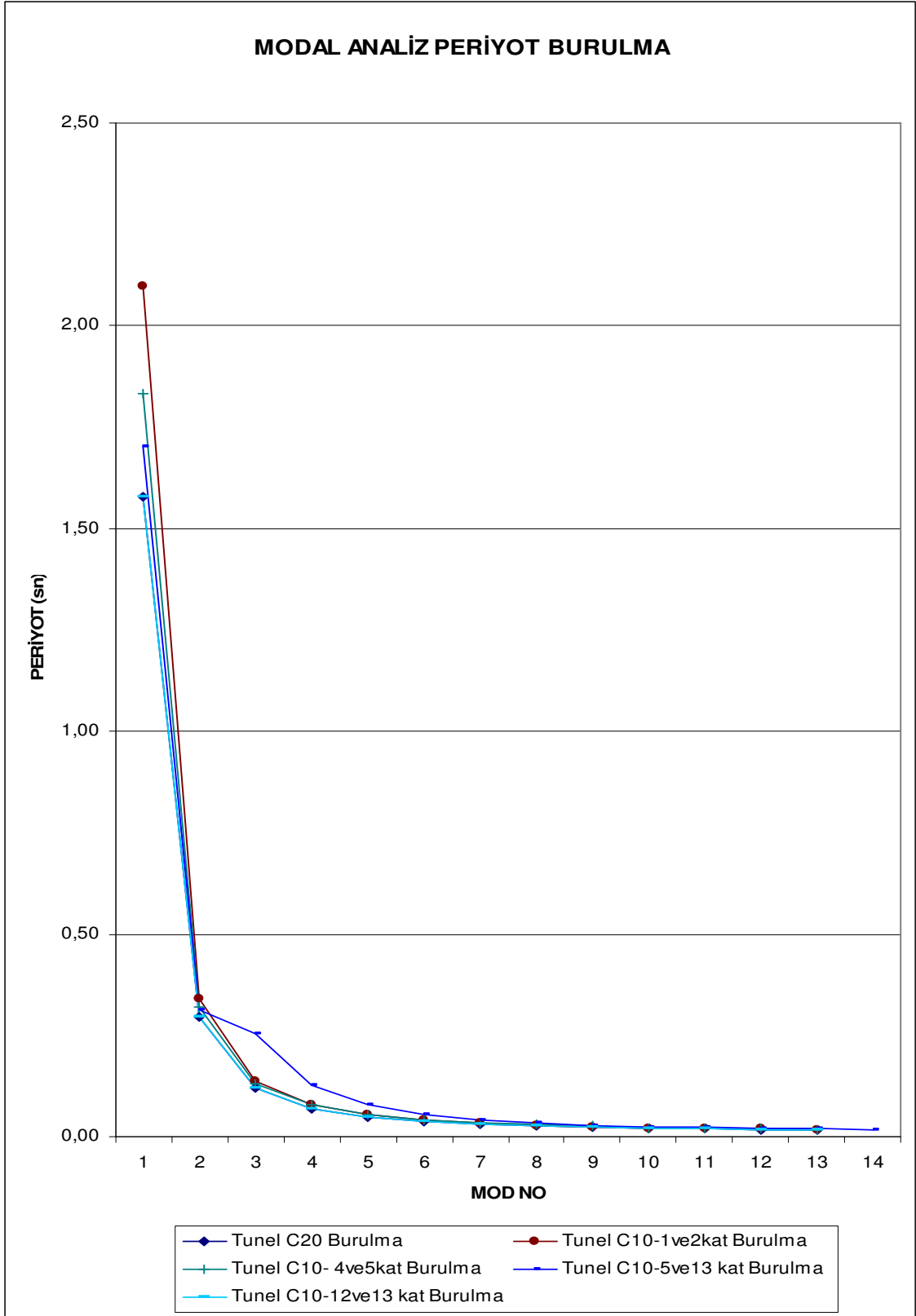
Modal Analiz Periyot					
Burulma	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
mod	Burulma	Burulma	Burulma	Burulma	Burulma
1	1,580	2,098	1,833	1,701	1,580
2	0,295	0,340	0,320	0,313	0,295
3	0,120	0,137	0,130	0,253	0,120
4	0,070	0,080	0,078	0,128	0,070
5	0,049	0,054	0,054	0,078	0,049
6	0,037	0,042	0,042	0,055	0,037
7	0,030	0,035	0,033	0,042	0,030
8	0,026	0,029	0,030	0,035	0,026
9	0,023	0,025	0,026	0,028	0,023
10	0,021	0,022	0,022	0,025	0,021
11	0,019	0,020	0,020	0,023	0,019
12	0,018	0,019	0,019	0,020	0,018
13	0,018	0,018	0,018	0,019	0,018
14				0,018	



Şekil 3.39. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları X Yönü.



Şekil 3.40. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Y Yönü.



Şekil 3.41. Tünel Kalıp Sistem Modal Analiz Periyotları Burulma.

### 3.4.2. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Deprem Kuvvetleri Ve Katlara Dağılımı

#### 3.4.2.1. Karma Taşıyıcılı Sistem Deprem Kuvvetleri Ve Katlara Dağılım Tablo ve Grafikleri

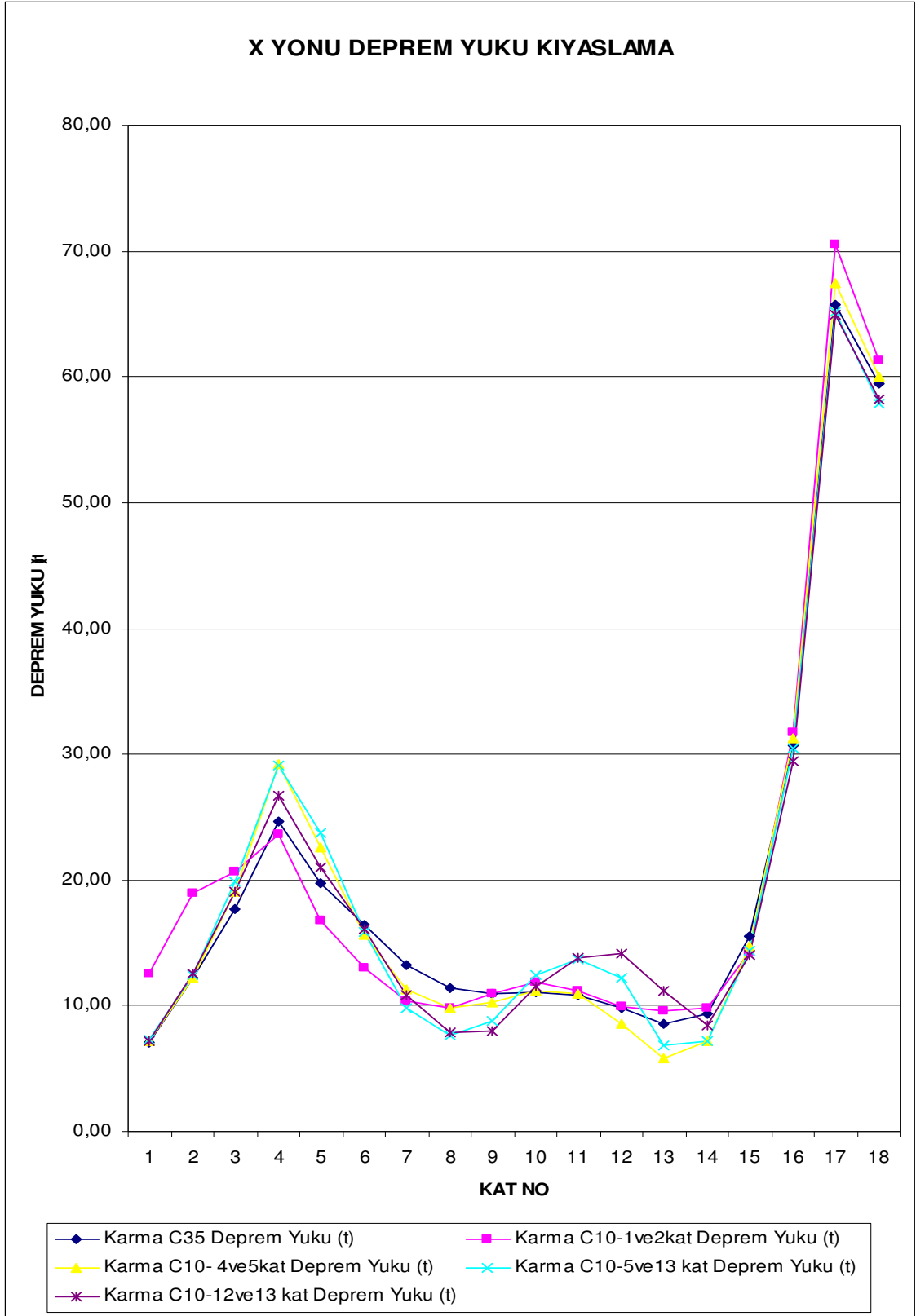
Tablo 3.9. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri Ve Katlara Dağılımı X Yönü.

DEPREM YÜKÜ					
X	Karma C35	Karma C10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)
1	7,11	12,58	7,23	7,32	7,19
2	12,21	18,99	12,24	12,39	12,53
3	17,73	20,60	19,08	19,89	19,11
4	24,60	23,62	29,23	29,13	26,67
5	19,73	16,80	22,57	23,77	21,00
6	16,45	12,96	15,65	15,83	16,04
7	13,28	10,33	11,34	9,83	10,88
8	11,40	9,85	9,77	7,67	7,82
9	10,94	11,01	10,24	8,84	8,03
10	11,08	11,88	11,24	12,46	11,56
11	10,86	11,15	11,00	13,72	13,83
12	9,87	9,90	8,54	12,22	14,19
13	8,60	9,62	5,80	6,84	11,13
14	9,36	9,83	7,20	7,15	8,40
15	15,50	14,22	14,75	14,42	14,05
16	30,66	31,74	31,27	30,46	29,40
17	65,77	70,49	67,49	65,11	64,94
18	59,41	61,34	60,06	57,91	58,20

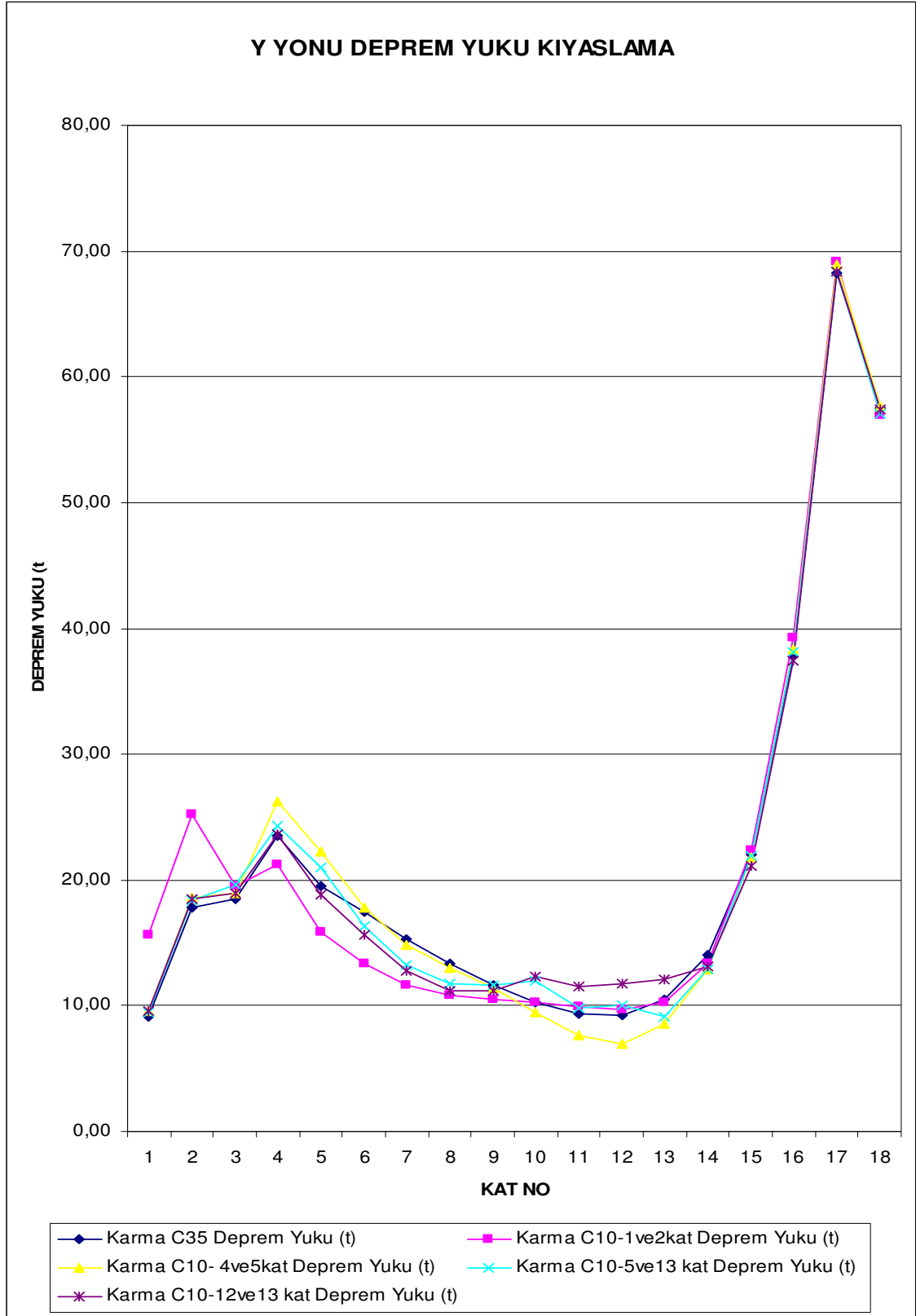


Tablo 3.10. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.

DEPREM YÜKÜ					
Y	Karma C35	Karma C10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)	Deprem Yuku (t)
1	9,16	15,66	9,59	9,46	9,53
2	17,83	25,25	18,61	18,38	18,47
3	18,45	19,46	18,91	19,65	18,93
4	23,53	21,19	26,30	24,29	23,61
5	19,55	15,84	22,28	21,01	18,79
6	17,47	13,34	17,84	16,33	15,66
7	15,29	11,66	14,84	13,19	12,79
8	13,36	10,87	12,96	11,80	11,14
9	11,62	10,53	11,37	11,67	11,18
10	10,24	10,25	9,51	11,96	12,29
11	9,40	9,94	7,70	9,77	11,53
12	9,24	9,73	6,98	10,07	11,71
13	10,45	10,27	8,54	9,18	12,07
14	13,99	13,39	12,91	12,89	13,08
15	22,06	22,33	21,83	21,86	21,15
16	37,74	39,27	38,29	38,09	37,43
17	68,20	69,11	68,96	68,38	68,32
18	57,48	56,98	57,62	57,10	57,37



Şekil 3.42. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü.



Şekil 3.43. Karma Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.

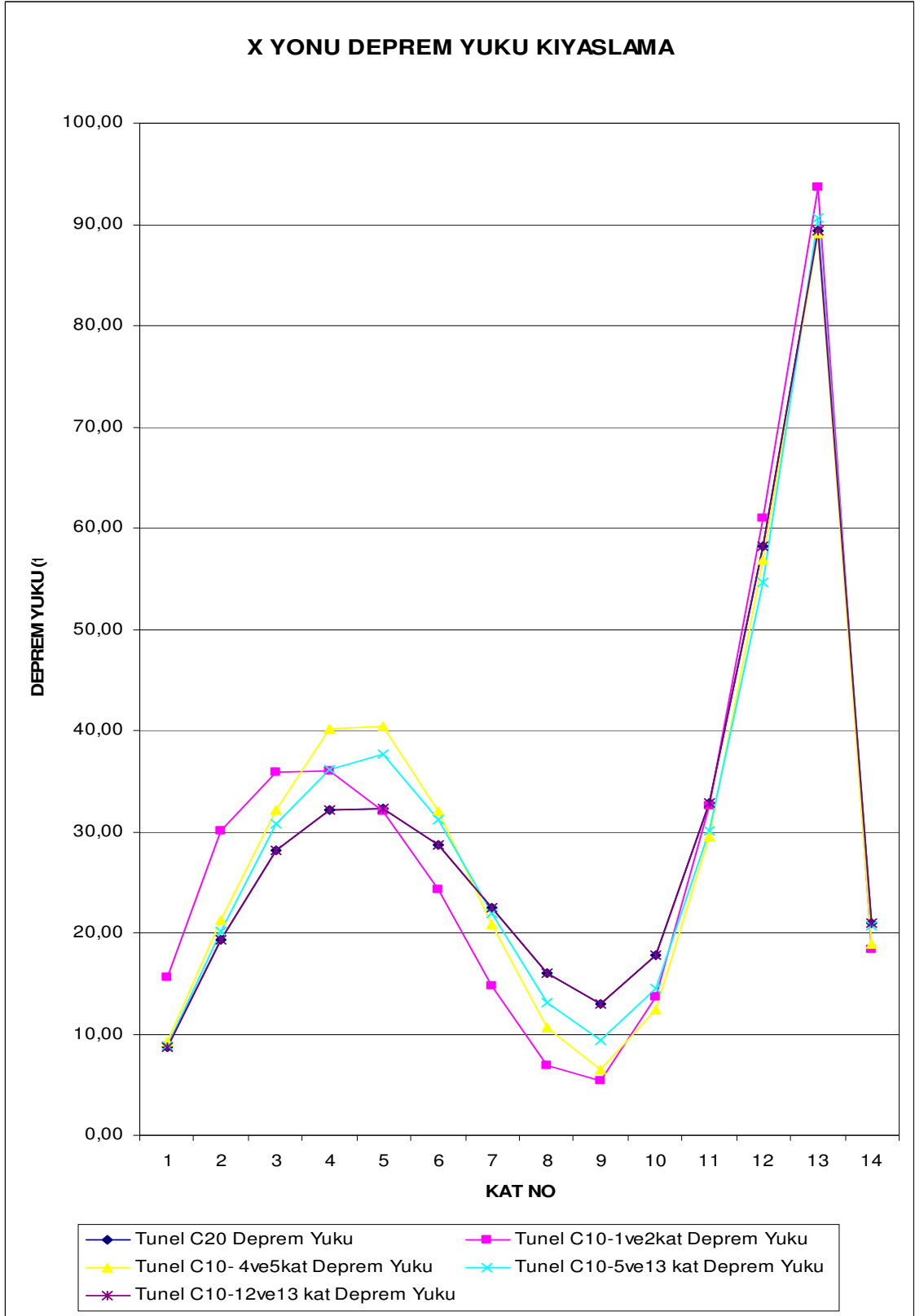
### 3.4.2.2. Tünel Kalıp Taşıyıcılı Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılım Tablo ve Grafikleri

Tablo 3.11. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü.

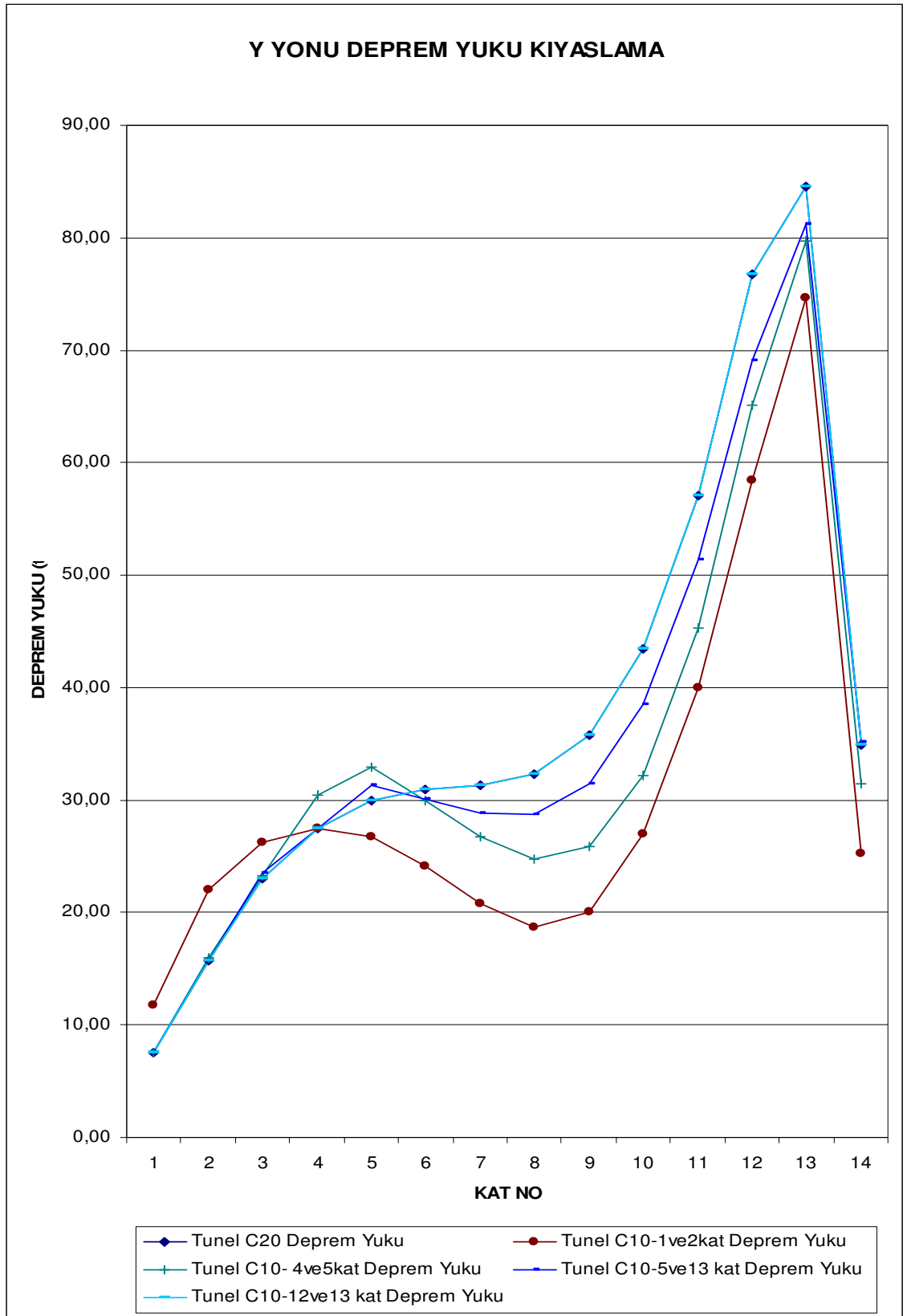
DEPREM YÜKÜ					
X	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku
1	8,69	15,60	9,20	8,82	8,69
2	19,26	30,12	21,22	20,20	19,26
3	28,10	35,86	32,10	30,80	28,10
4	32,18	35,94	40,18	36,17	32,18
5	32,34	32,02	40,46	37,72	32,34
6	28,73	24,31	31,95	31,12	28,73
7	22,48	14,70	20,87	21,92	22,48
8	15,96	6,83	10,64	13,16	15,96
9	13,03	5,32	6,53	9,42	13,03
10	17,80	13,64	12,46	14,50	17,80
11	32,78	32,58	29,57	30,12	32,78
12	58,20	61,00	56,79	54,66	58,20
13	89,37	93,72	89,15	90,60	89,37
14	21,03	18,33	18,85	20,74	21,03

Tablo 3.12. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.

DEPREM YÜKÜ					
Y	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku	Deprem Yuku
1	7,58	11,70	7,60	7,55	7,58
2	15,74	22,01	15,98	15,78	15,74
3	23,05	26,28	23,32	23,49	23,05
4	27,48	27,46	30,43	27,48	27,48
5	30,02	26,68	32,92	31,29	30,02
6	30,96	24,09	29,93	30,12	30,96
7	31,28	20,82	26,74	28,81	31,28
8	32,30	18,69	24,75	28,76	32,30
9	35,73	20,10	25,88	31,42	35,73
10	43,46	26,95	32,22	38,48	43,46
11	57,05	39,95	45,32	51,41	57,05
12	76,76	58,43	65,08	69,12	76,76
13	84,52	74,66	79,69	81,27	84,52
14	34,85	25,20	31,45	35,12	34,85



Şekil 3.44. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı X Yönü.



Şekil 3.45. Tünel Kalıp Sistem Deprem Kuvvetleri ve Katlara Dağılımı Y Yönü.

### 3.4.3. Doğrusal Elastik Hesap Mod Birleştirme Yöntemi İle Elde Edilen Kat Deplasmanları

#### 3.4.3.1. Karma Sistem Taşıyıcılı Deplasman Tablo ve Grafikleri

Tablo 3.13. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü.

9. ve 10. Yükleme X Yönü					
	Karma C35	Karma C10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)
1	0,0002428	0,0007195	0,0002280	0,0002389	0,0002475
2	0,0008912	0,0025317	0,0008224	0,0008728	0,0009131
3	0,0032422	0,0072674	0,0029359	0,0031588	0,0033389
4	0,0068957	0,0130893	0,0075581	0,0067002	0,0071239
5	0,0107220	0,0185467	0,0134719	0,0113091	0,0111054
6	0,0157367	0,0252572	0,0209481	0,0176379	0,0163523
7	0,0231548	0,0324497	0,0287554	0,0244605	0,0222683
8	0,0273882	0,0399371	0,0367445	0,0316225	0,0286752
9	0,0336831	0,0475736	0,0447829	0,0389835	0,0354235
10	0,0401008	0,0552238	0,0527510	0,0464180	0,0423791
11	0,0465063	0,0627554	0,0605305	0,0537977	0,0494050
12	0,0527774	0,0700498	0,0680164	0,0609456	0,0564575
13	0,0588033	0,0769990	0,0751130	0,0673960	0,0629118
14	0,0644733	0,0834935	0,0817227	0,0734209	0,0685546
15	0,0696884	0,0894363	0,0877552	0,0789385	0,0737346
16	0,0743298	0,0947078	0,0930951	0,0838335	0,0783433
17	0,0783418	0,0992564	0,0976963	0,0880566	0,0823260
18	0,0795872	0,1006667	0,0991194	0,0893642	0,0835634



Tablo 3.14. Karma Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y yönü.

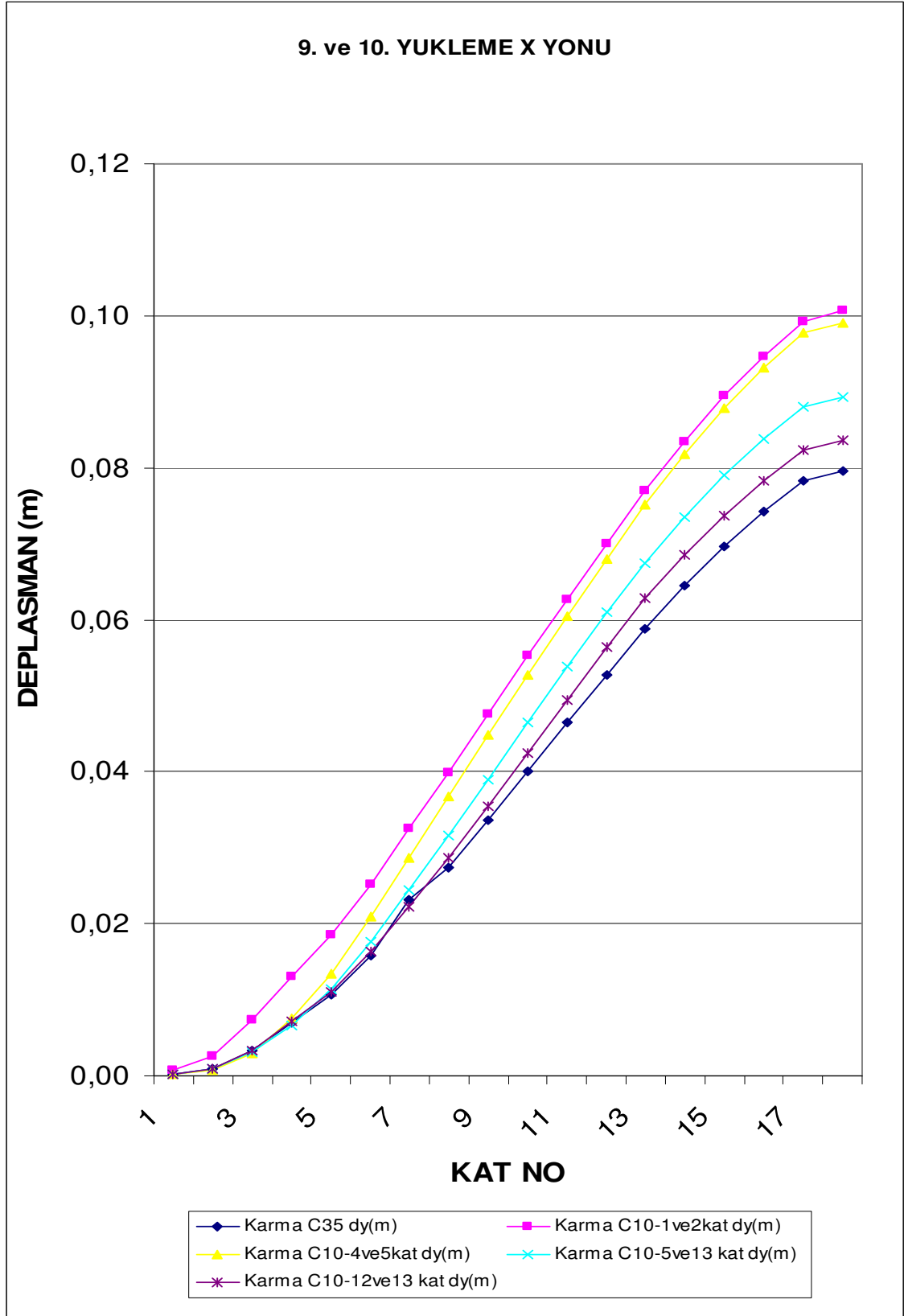
11. ve 12. Yükleme Y yönü					
	Karma c35	Karma c10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)
1	0,0005141	0,0014398	0,0004830	0,0005109	0,0005282
2	0,0017059	0,0045755	0,0015832	0,0016938	0,0017613
3	0,0038237	0,0089926	0,0035143	0,0037948	0,0039635
4	0,0066042	0,0138686	0,0069499	0,0065669	0,0068688
5	0,0093142	0,0181657	0,0109155	0,0099108	0,0097140
6	0,0126824	0,0231718	0,0155721	0,0140244	0,0132718
7	0,0163523	0,0283563	0,0203959	0,0183844	0,0171731
8	0,0202256	0,0336171	0,0253146	0,0229204	0,0213235
9	0,0242207	0,0388802	0,0302538	0,0275538	0,0256410
10	0,0282626	0,0440739	0,0351454	0,0322141	0,0300517
11	0,0322752	0,0491263	0,0399202	0,0368267	0,0344784
12	0,0361899	0,0539719	0,0445158	0,0413736	0,0389805
13	0,0399357	0,0585457	0,0488659	0,0453706	0,0430574
14	0,0434425	0,0627805	0,0529055	0,0490802	0,0465018
15	0,0466472	0,0666168	0,0565733	0,0524788	0,0496453
16	0,0494583	0,0699613	0,0597764	0,0554458	0,0524058
17	0,0519214	0,0728807	0,0625759	0,0580423	0,0548253
18	0,0529127	0,0740535	0,0637015	0,0590868	0,0557993

Tablo 3.15. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. Yükleme X Yönü Burulma.

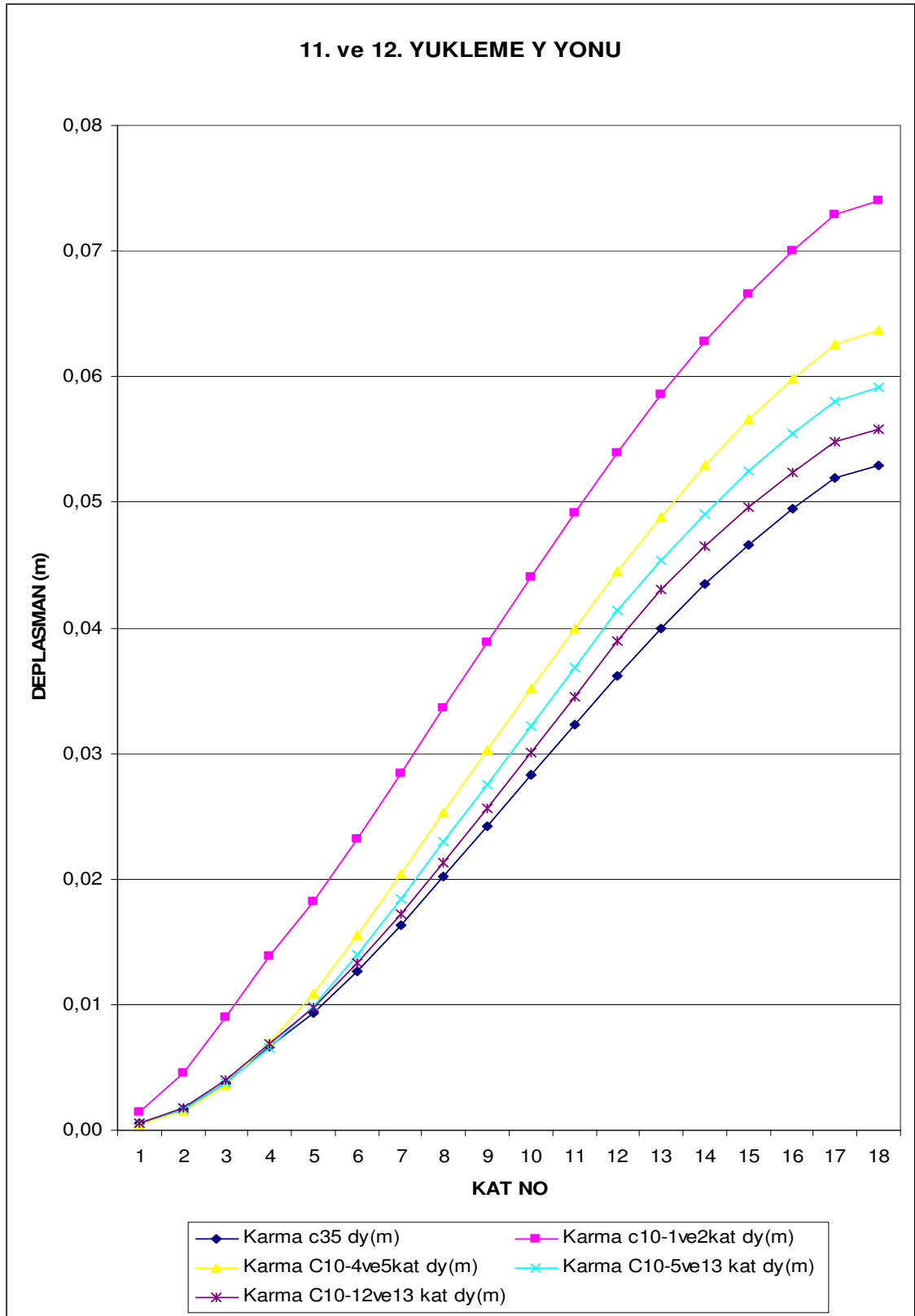
9. Yükleme X yönü					
Burulma	Karma C35	Karma C10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$
1	0,0000002	0,0000011	0,0000003	0,0000003	0,0000002
2	0,0000005	0,0000028	0,0000009	0,0000007	0,0000005
3	0,0000161	0,0000429	0,0000175	0,0000167	0,0000164
4	0,0000277	0,0000673	0,0000358	0,0000298	0,0000281
5	0,0000408	0,0000890	0,0000570	0,0000477	0,0000414
6	0,0000534	0,0001074	0,0000732	0,0000625	0,0000541
7	0,0000653	0,0001235	0,0000873	0,0000757	0,0000663
8	0,0000763	0,0001375	0,0001001	0,0000879	0,0000779
9	0,0000868	0,0001501	0,0001118	0,0000994	0,0000891
10	0,0000970	0,0001619	0,0001229	0,0001107	0,0001005
11	0,0001067	0,0001730	0,0001335	0,0001220	0,0001123
12	0,0001160	0,0001834	0,0001436	0,0001348	0,0001271
13	0,0001249	0,0001933	0,0001532	0,0001451	0,0001415
14	0,0001333	0,0002026	0,0001623	0,0001543	0,0001518
15	0,0001415	0,0002117	0,0001712	0,0001630	0,0001610
16	0,0001490	0,0002201	0,0001796	0,0001711	0,0001692
17	0,0001552	0,0002271	0,0001865	0,0001777	0,0001758
18	0,0001570	0,0002292	0,0001886	0,0001796	0,0001777

Tablo 3.16. Karma Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X yönü ve 11 ve 12. Yükleme Y yönü Burulma.

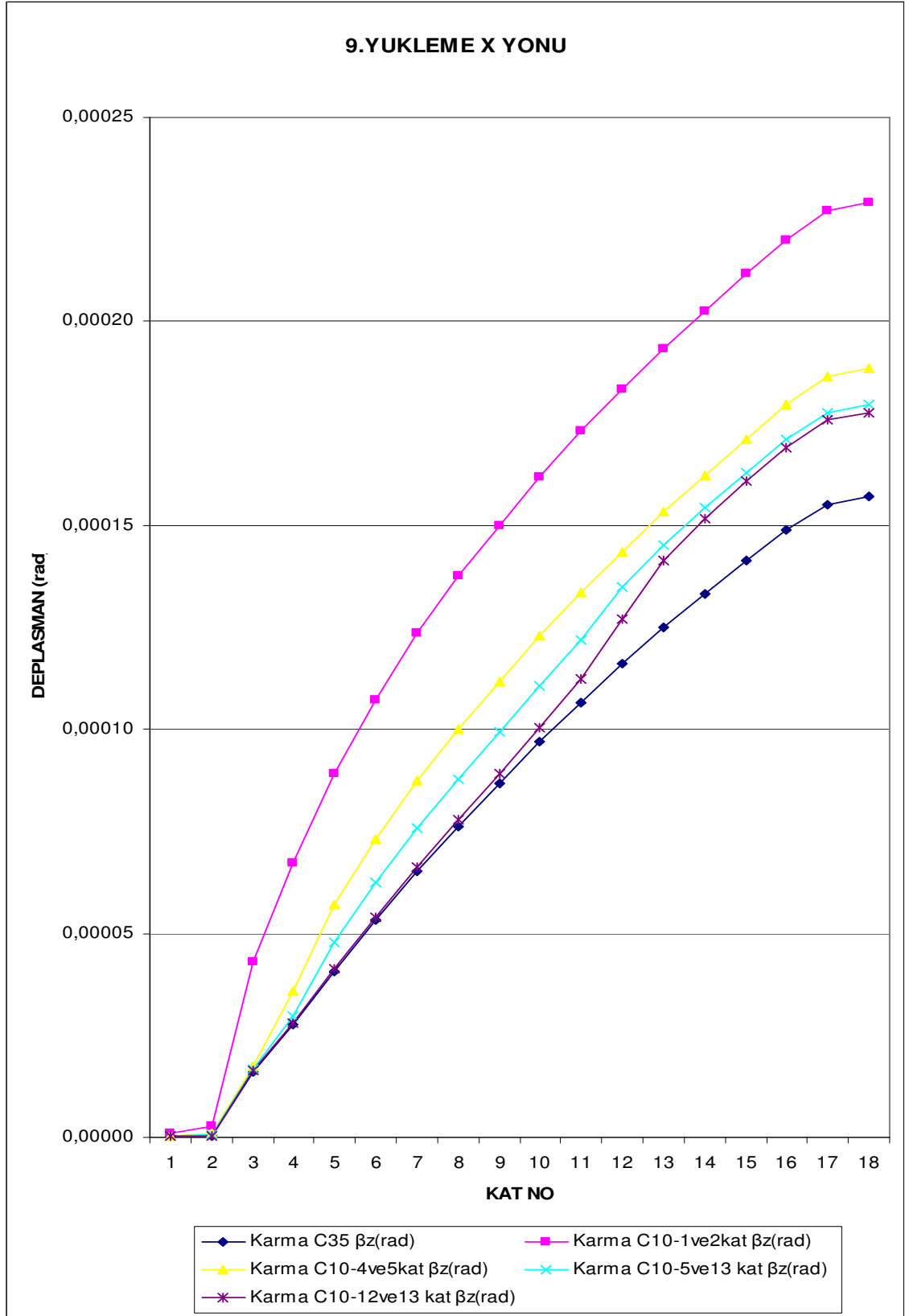
10. Yükleme X yönü ve 11 ve 12. Yükleme Y yönü					
Burulma	Karma c35	Karma c10-1ve2kat	Karma C10-4ve5kat	Karma C10-5ve13 kat	Karma C10-12ve13 kat
kat	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$	$\beta_z(\text{rad})$
1	0,0000000	0,0000001	0,0000000	0,0000000	0,0000000
2	0,0000001	0,0000003	0,0000001	0,0000001	0,0000001
3	0,0000003	0,0000005	0,0000003	0,0000003	0,0000003
4	0,0000006	0,0000007	0,0000008	0,0000006	0,0000006
5	0,0000009	0,0000010	0,0000013	0,0000010	0,0000009
6	0,0000012	0,0000014	0,0000018	0,0000015	0,0000012
7	0,0000017	0,0000018	0,0000023	0,0000020	0,0000017
8	0,0000021	0,0000022	0,0000028	0,0000024	0,0000021
9	0,0000026	0,0000027	0,0000033	0,0000029	0,0000026
10	0,0000031	0,0000032	0,0000038	0,0000035	0,0000032
11	0,0000035	0,0000037	0,0000043	0,0000040	0,0000037
12	0,0000040	0,0000041	0,0000048	0,0000046	0,0000045
13	0,0000045	0,0000046	0,0000053	0,0000052	0,0000052
14	0,0000050	0,0000051	0,0000058	0,0000057	0,0000058
15	0,0000054	0,0000055	0,0000062	0,0000061	0,0000063
16	0,0000058	0,0000059	0,0000066	0,0000065	0,0000067
17	0,0000061	0,0000062	0,0000069	0,0000068	0,0000070
18	0,0000064	0,0000066	0,0000073	0,0000072	0,0000074



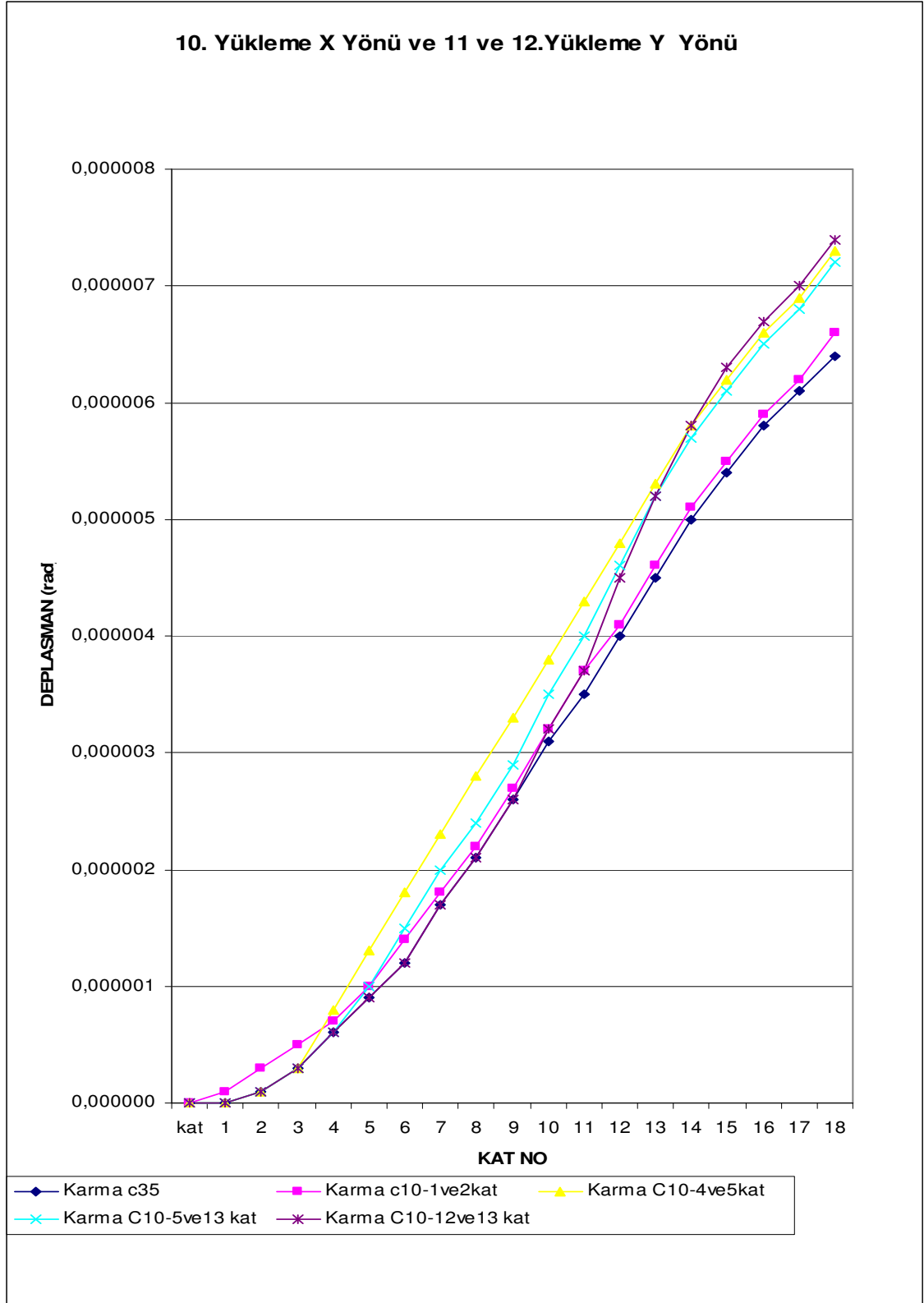
Şekil 3.46. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü.



Şekil 3.47. Karma Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y Yönü.



Şekil 3.48. Karma Sistem Kat Deplasmanları 9. Yükleme X Yönü Burulma.



Şekil 3.49. Karma Sistem Kat Deplasmanları 10.Yükleme X yönü ve 11ve12.Yükleme Y Yönü Burulma.

### 3.4.3.2. Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı Deplasman Tablo ve Grafikleri

Tablo 3.17. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X Yönü.

9. ve 10. Yükleme X Yönü					
	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)
1	0,0006978	0,0017887	0,0006652	0,0006846	0,0006978
2	0,0024115	0,0060450	0,0022827	0,0023589	0,0024115
3	0,0049720	0,0114340	0,0046899	0,0048550	0,0049720
4	0,0082343	0,0173806	0,0085371	0,0080328	0,0082343
5	0,0120743	0,0237959	0,0138355	0,0124571	0,0120743
6	0,0163847	0,0305958	0,0197163	0,0175773	0,0163847
7	0,0210743	0,0377102	0,0258929	0,0230371	0,0210743
8	0,0260645	0,0450783	0,0323156	0,0287779	0,0260645
9	0,0312857	0,0526443	0,038931	0,0347399	0,0312857
10	0,0366732	0,0603525	0,0456880	0,0408666	0,0366732
11	0,0421642	0,0681451	0,0525309	0,0470123	0,0421642
12	0,0476999	0,0759669	0,0594070	0,0533919	0,0476999
13	0,0532270	0,0837647	0,0662652	0,0597884	0,0532278
14	0,0617911	0,0936943	0,0755159	0,0691278	0,0617911

Tablo 3.18. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 11. ve 12. Yükleme Y Yönü.

11. ve 12. Yükleme Y Yönü					
	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)	dy(m)
1	0,0004268	0,0008990	0,0003686	0,0003996	0,0004268
2	0,0013954	0,0028791	0,0011979	0,0013044	0,0013954
3	0,0028299	0,0053044	0,0024222	0,0026434	0,0028299
4	0,0046551	0,0079916	0,0044618	0,0043476	0,0046551
5	0,0068103	0,0109011	0,0072730	0,0068224	0,0068101
6	0,0092371	0,0139935	0,0103417	0,0096105	0,0092371
7	0,0118821	0,0172338	0,0137540	0,0125955	0,0118821
8	0,0146968	0,0205903	0,0169540	0,0157373	0,0146968
9	0,0176371	0,0240342	0,0204287	0,0189964	0,0176371
10	0,0206629	0,0275384	0,0239731	0,0223373	0,0206629
11	0,0237380	0,0310773	0,0275581	0,0257278	0,0237300
12	0,0268305	0,0346274	0,0311572	0,0291393	0,0268305
13	0,0299179	0,0381712	0,0347509	0,0326188	0,0299179
14	0,0379622	0,0452075	0,0427623	0,0416156	0,0379622

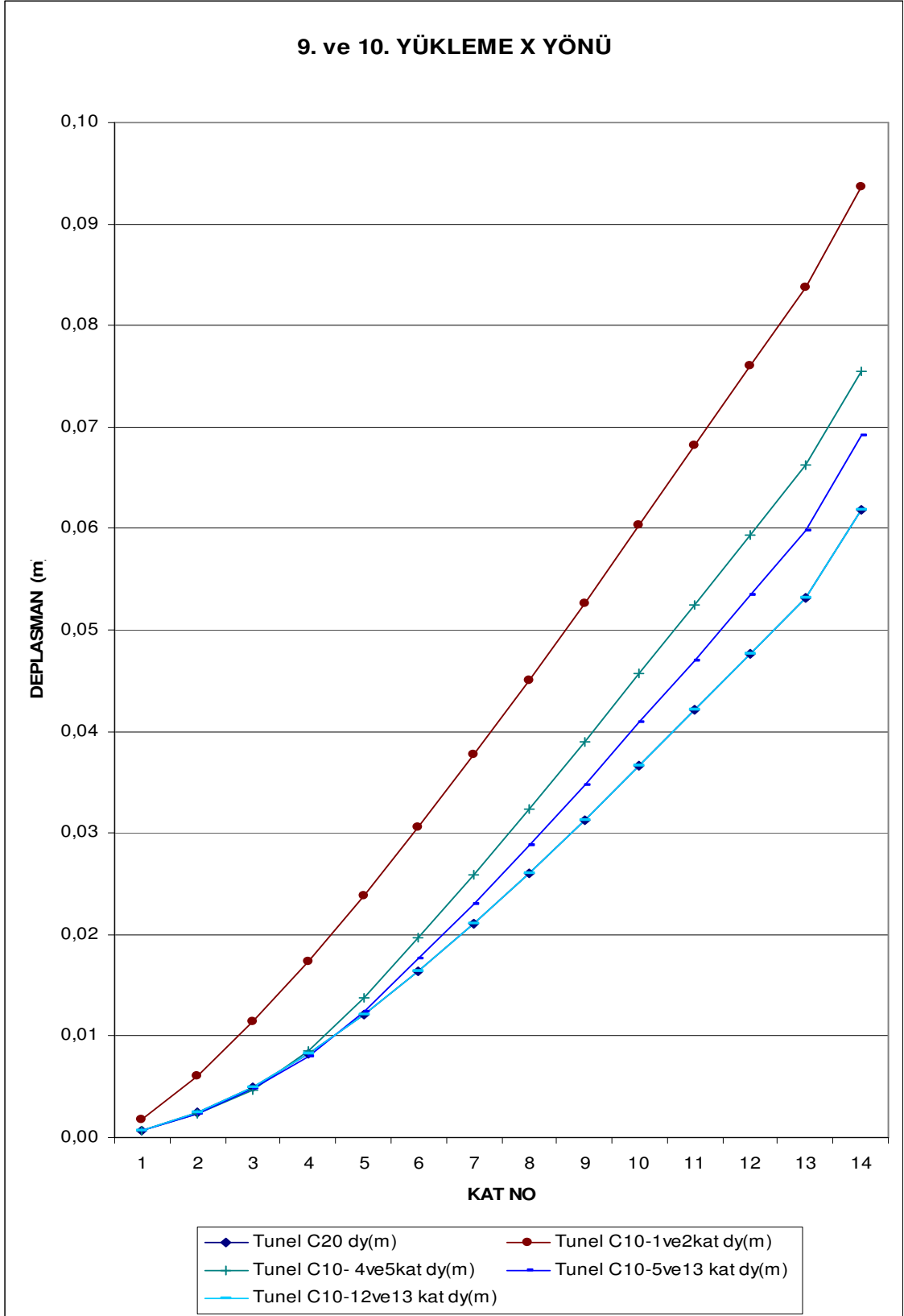
Tablo 3.19. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9.Yükleme X Yönü.

9.Yükleme X Yönü					
	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$
1	0,0000026	0,0000065	0,0000024	0,0000025	0,0000026
2	0,0000089	0,0000221	0,0000083	0,0000087	0,0000089
3	0,0000185	0,0000418	0,0000170	0,0000180	0,0000185
4	0,0000307	0,0000638	0,0000314	0,0000299	0,0000307
5	0,0000452	0,0000876	0,0000514	0,0000468	0,0000452
6	0,0000616	0,0001130	0,0000738	0,0000665	0,0000616
7	0,0000797	0,0001398	0,0000975	0,0000877	0,0000797
8	0,0000991	0,0001677	0,0001223	0,0001102	0,0000991
9	0,0001195	0,0001965	0,0001481	0,0001370	0,0001195
10	0,0001408	0,0002260	0,0001745	0,0001580	0,0001408
11	0,0001627	0,0002560	0,0002015	0,0001829	0,0001627
12	0,0001849	0,0002863	0,0002287	0,0002081	0,0001849
13	0,0002073	0,0003167	0,0002562	0,0002345	0,0002073
14	0,0004568	0,0005122	0,0004660	0,0005264	0,0004568

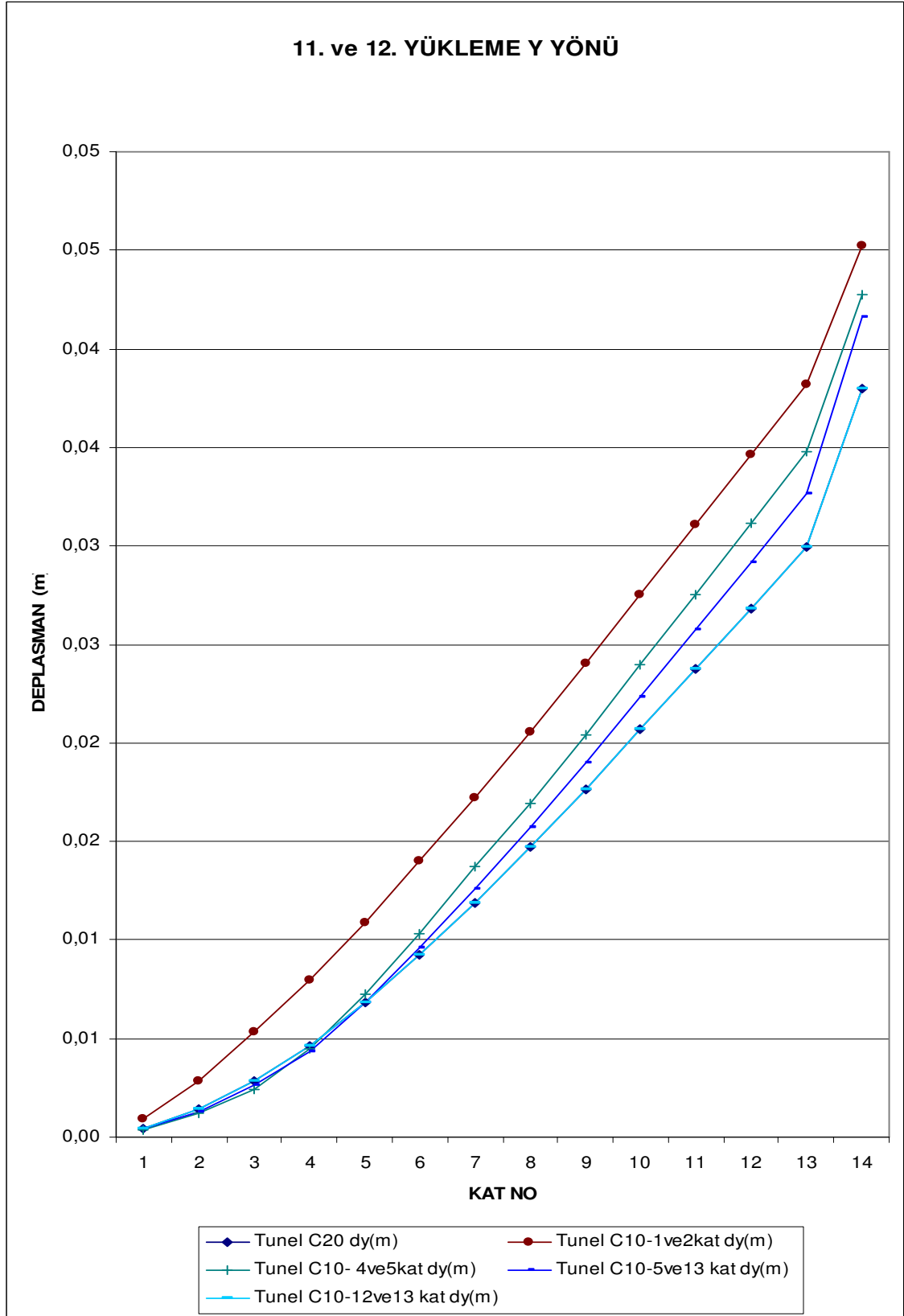
Tablo 3.20. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 10. Yüklemeye X Yönü ve 11. ve 12. Yüklemeye Y Yönü.

10. Yüklemeye X Yönü ve 11. ve 12. Yüklemeye Y Yönü					
	Tünel C20	Tünel C10-1ve2kat	Tünel C10-4ve5kat	Tünel C10-5ve13 kat	Tünel C10-12ve13 kat
kat	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$	$\beta z(\text{rad})$
1	0,0000002	0,0000004	0,0000001	0,0000002	0,0000002
2	0,0000006	0,0000012	0,0000005	0,0000005	0,0000006
3	0,0000012	0,0000021	0,0000010	0,0000010	0,0000012
4	0,0000019	0,0000032	0,0000017	0,0000017	0,0000019
5	0,0000027	0,0000043	0,0000027	0,0000026	0,0000027
6	0,0000037	0,0000054	0,0000038	0,0000035	0,0000037
7	0,0000046	0,0000066	0,0000049	0,0000046	0,0000046
8	0,0000057	0,0000079	0,0000060	0,0000056	0,0000057
9	0,0000067	0,0000091	0,0000071	0,0000066	0,0000067
10	0,0000077	0,0000103	0,0000082	0,0000077	0,0000077
11	0,0000087	0,0000115	0,0000093	0,0000087	0,0000087
12	0,0000097	0,0000127	0,0000104	0,0000097	0,0000097
13	0,0000107	0,0000139	0,0000114	0,0000107	0,0000107
14	0,0000144	0,0000047	0,0000116	0,0000176	0,0000144

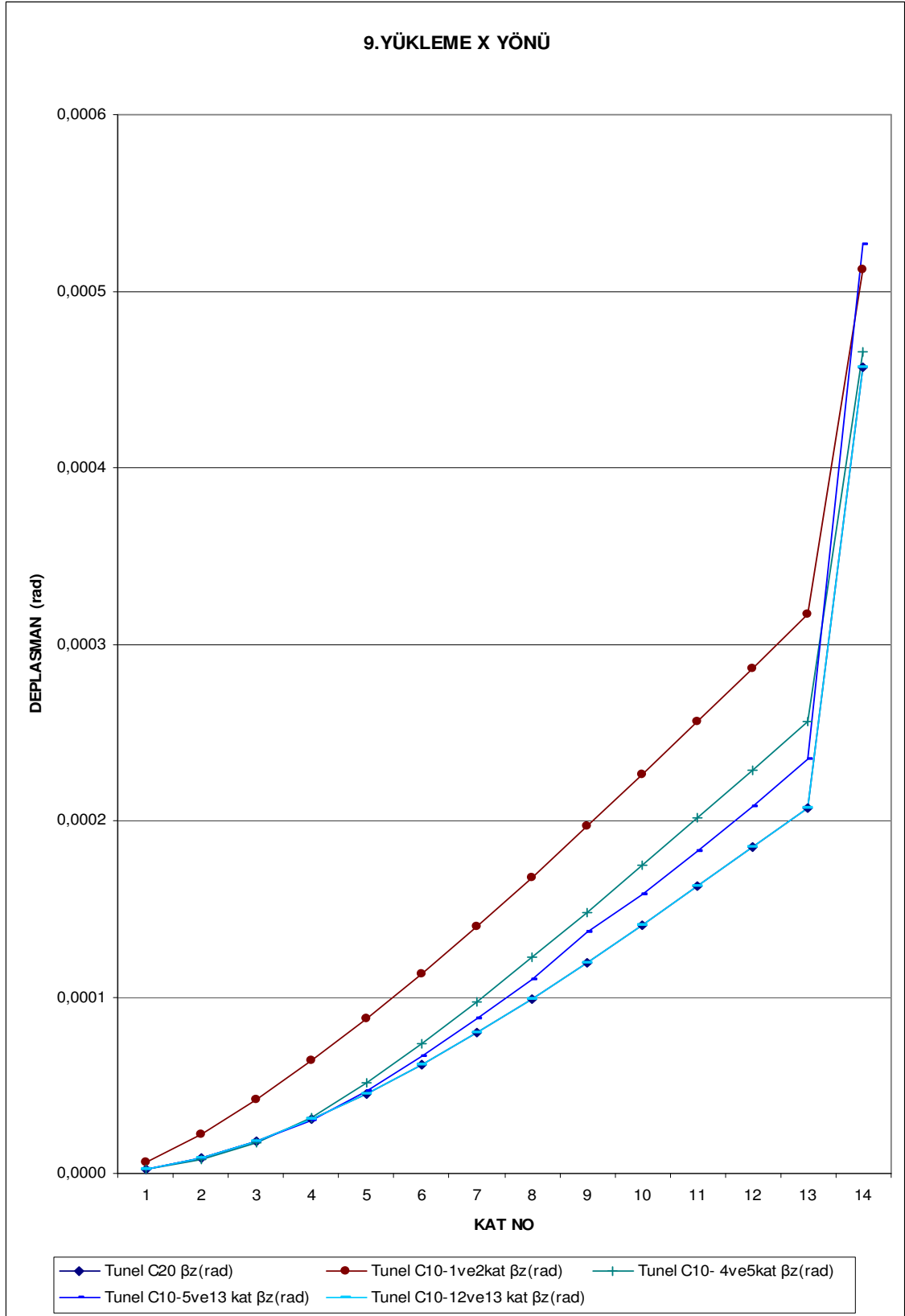




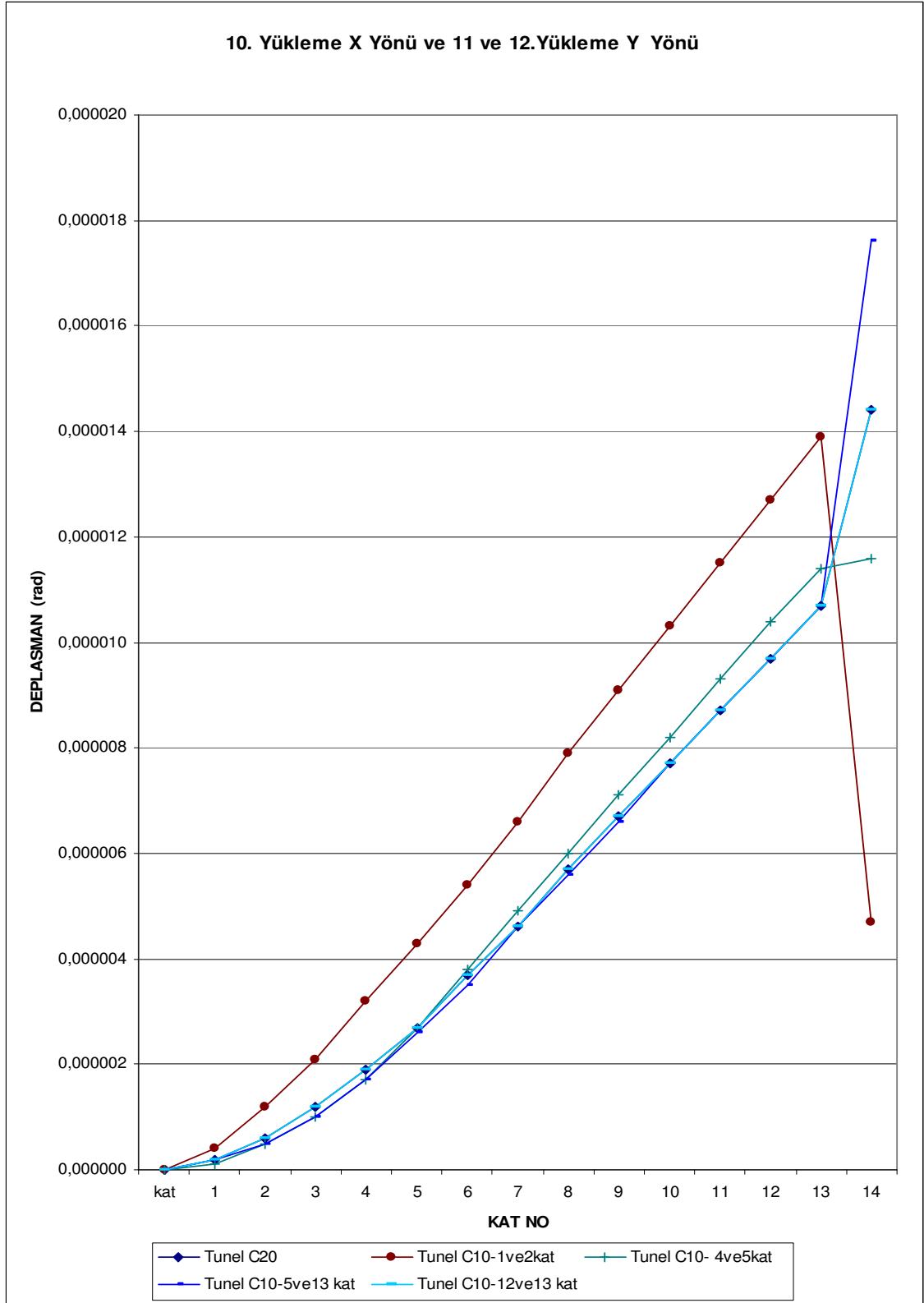
Şekil 3.50. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9. ve 10. Yükleme X yönü.



Şekil 3.51. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 11.ve12.Yükleme Y Yönü.



Şekil 3.52. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 9.Yüklemeye X Yönü Burulma.



Şekil 3.53. Tünel Kalıp Sistem Kat Deplasmanları 10. Yükleme X Yönü 11. ve 12. Yükleme Y Yönü Burulma.

### 3.5. Yorum

Mevcut yapılarda kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edildiğinden dolayı her katta X ve Y yönlerinde olmak üzere iki ötelenme ve Z ekseninde de bir adet dönme serbestlik derecesi söz konusudur.

Yapılan analizler sonucunda ara katlarda düşük dayanımlı betonun kullanıldığı bütün binalarda ötelenme serbestlik derecelerine bağlı olarak hesaplanan periyotlarda artış gözlenmiştir. Bu artışların düşük dayanımlı betonun elastisite modülünün küçük olması ve buna bağlı olarak yapı rijitliğinin azalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Düşük dayanımlı betonun kullanıldığı katlarda taşıyıcı elemanların rijitliğinin azalmasından dolayı yapı rijitliği azalmış ve deplasmanlar artmıştır. Bununla birlikte beton dayanımı zayıf katlara gelen deprem kuvvetlerinin arttığı ve bina periyotlarının artmasından dolayı bina taban kesme kuvvetlerinde Tablo 3.21. de gösterildiği şekilde azalmalar olduğu gözlenmiştir.

Tablo 3.21. Tünel Kalıp ve Karma Modal Analiz Taban Kesme Kuvvetleri.

Tünel Kalıp Taban Kesme Kuvveti (t)			Karma Taban Kesme Kuvveti (t)		
	X Yönü	Y yönü		X Yönü	Y yönü
	Moodal Analiz	Moodal Analiz		Moodal Analiz	Moodal Analiz
Tünel Kalıp C20	371,679	445,239	Karma C35	302,020	358,847
Tünel Kalıp 01-02_C10	341,980	406,770	Karma 01-02_C10	290,785	322,351
Tünel Kalıp 04-05_C10	366,067	416,332	Karma 04-05_C10	285,766	340,473
Tünel Kalıp 05-13_C10	370,351	425,849	Karma 05-13_C10	294,449	343,438
Tünel Kalıp 12-13_C10	371,679	445,239	Karma 12-13_C10	295,753	345,684

## 4. BÖLÜM

### PERFORMANS KIYASLAMALARI

#### 4.1. Karma Sistem Taşıyıcı Bina Performansı

Seçilen kombinezonlar için Karma Sistem Taşıyıcı Bina Performansı Sta4Cad program çıktıları aşağıdaki başlıklar altında gösterilmiştir.

#### 4.1.1. 1. ve 2. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü	R <sub>x</sub> ·Δ <sub>x</sub> /h	Y yönü	R <sub>y</sub> ·Δ <sub>y</sub> /h
18	3.45	0.0016352	MH	0.0013598	MH
17	2.85	0.0063840	MH	0.0040975	MH
16	2.85	0.0073986	MH	0.0046940	MH
15	2.85	0.0083408	MH	0.0053842	MH
14	2.85	0.0091150	MH	0.0059436	MH
13	2.85	0.0097533	MH	0.0064193	MH
12	2.85	0.0102378	BH	0.0068009	MH
11	2.85	0.0105706	BH	0.0070911	MH
10	2.85	0.0107371	BH	0.0072894	MH
9	2.85	0.0107178	BH	0.0073867	MH
8	2.85	0.0105086	BH	0.0073836	MH
7	2.85	0.0100948	BH	0.0072776	MH
6	2.85	0.0094183	MH	0.0070251	MH
5	2.85	0.0076595	MH	0.0060309	MH
4	2.75	0.0084681	MH	0.0070924	MH
3	3.00	0.0063143	MH	0.0058895	MH
2	2.60	0.0027880	MH	0.0048241	MH
1	2.60	0.0011070	MH	0.0022150	MH

Şekil 4.1. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(1. ve 2. kat betonları C10).

**KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ**

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
17	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
16	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	91.7	8.3	0.0	0.0	91.7	8.3	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.									9.1						

X yönü kiriş sayısı=17,16,17,23,23,23,21,21,21,21,21,21,21,21,21,21,21,22,20

Y yönü kiriş sayısı=31,31,28,28,24,24,22,22,22,22,22,22,22,22,22,22,26,26,12

Şekil 4.2. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(1. ve 2. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	45.9	47.9	0.0	6.2	46.4	49.0	0.0	4.6	5.5	94.1	0.0	0.3	22.1	77.5	0.0	0.3
17	82.1	17.9	0.0	0.0	82.1	17.9	0.0	0.0	72.0	28.0	0.0	0.0	75.2	24.8	0.0	0.0
16	98.8	1.2	0.0	0.0	98.7	1.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	98.2	1.8	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	99.5	0.5	0.0	0.0	98.7	1.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	98.9	1.1	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.	0.0	6.2					100.							

Şekil 4.3. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(1. ve 2. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
18	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
17	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
16	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
15	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=982,89/335,25=2,553$

Göçmenin önlenmesi durumu, Güçlendirme gerekli olabilir. Can güvenliği ✗

**Can güvenliği yeterlilik kontrolü:**

Kiriş Hasar oranı=(IH=%0,0<=%20 ✓),(GB=%0, ✓)

Kolon Hasar oranı=(IH=%0,0<=%20 ✓),(GB=%6,2>%0 ✗)

Üst kat Vc oranı=(IH=%0,0<=%40 ✓),(GB=%6,2>%0 ✗)

Plastiklesen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%0,0<=%30 ✓)

Şekil 4.4. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(1. ve 2. kat betonları C10).



#### 4.1.2. 4. ve 5. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü Rx·Δx/h		Y yönü Ry·Δy/h	
18	3.45	0.0016500	MH	0.0013051	MH
17	2.85	0.0064579	MH	0.0039291	MH
16	2.85	0.0074946	MH	0.0044955	MH
15	2.85	0.0084667	MH	0.0051478	MH
14	2.85	0.0092767	MH	0.0056697	MH
13	2.85	0.0099603	MH	0.0061065	MH
12	2.85	0.0105065	BH	0.0064488	MH
11	2.85	0.0109186	BH	0.0067015	MH
10	2.85	0.0111833	BH	0.0068654	MH
9	2.85	0.0112820	BH	0.0069322	MH
8	2.85	0.0112128	BH	0.0069034	MH
7	2.85	0.0109576	BH	0.0067703	MH
6	2.85	0.0104929	BH	0.0065355	MH
5	2.85	0.0083001	MH	0.0055658	MH
4	2.75	0.0067232	MH	0.0049971	MH
3	3.00	0.0028179	MH	0.0025749	MH
2	2.60	0.0009144	MH	0.0016925	MH
1	2.60	0.0003508	MH	0.0007431	MH

Şekil 4.5. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(4. ve 5. kat betonları C10).

#### KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
17	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
16	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.															

X yönü kiriş sayısı=17,16,17,23,23,23,21,21,21,21,21,21,21,21,21,22,20

Y yönü kiriş sayısı=31,31,28,28,24,24,22,22,22,22,22,22,22,22,26,26,12

Şekil 4.6. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(4. ve 5. kat betonları C10).

KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI																
KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	27.3	48.7	0.0	24.0	36.6	38.7	0.0	24.6	4.4	92.7	0.0	2.9	17.3	78.7	0.0	4.1
17	68.3	31.7	0.0	0.0	68.1	31.9	0.0	0.0	66.5	33.5	0.0	0.0	80.9	19.1	0.0	0.0
16	99.1	0.9	0.0	0.0	99.0	1.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	98.8	1.2	0.0	0.0	98.5	1.5	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	99.6	0.4	0.0	0.0	99.1	0.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.						24.6	100.							

Şekil 4.7. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(4. ve 5. kat betonları C10).

ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI								
KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
18	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
17	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
16	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
15	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BİNA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 4. kat :  $V_r/V_e=965,56/316,17=2,857$ 

Göçmenin önlenmesi durumu, Güçlendirme gerekli olabilir. Can güvenliği ×

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü:

Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=%0,0&lt;%20 ✓

Kolon Vc oranı=%24,6&lt;%40 ✓

Üst kat Vc oranı=%24,6&lt;%40 ✓

Plastiklesen kolon Vc oranı=%0,0&lt;%30 ✓

Şekil 4.8. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(4. ve 5. kat betonları C10).

#### 4.1.3. 5. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinasyon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü	R <sub>x</sub> ·Δ <sub>x</sub> /h	Y yönü	R <sub>y</sub> ·Δ <sub>y</sub> /h
18	3.45	0.0015171	MH	0.0012110	MH
17	2.85	0.0059273	MH	0.0036443	MH
16	2.85	0.0068701	MH	0.0041641	MH
15	2.85	0.0077440	MH	0.0047573	MH
14	2.85	0.0084560	MH	0.0052192	MH
13	2.85	0.0090533	MH	0.0056098	MH
12	2.85	0.0100320	BH	0.0063816	MH
11	2.85	0.0103575	BH	0.0064738	MH
10	2.85	0.0104345	BH	0.0065408	MH
9	2.85	0.0103312	BH	0.0065030	MH
8	2.85	0.0100519	BH	0.0063664	MH
7	2.85	0.0095756	MH	0.0061192	MH
6	2.85	0.0088825	MH	0.0057736	MH
5	2.85	0.0064687	MH	0.0046931	MH
4	2.75	0.0051511	MH	0.0040333	MH
3	3.00	0.0030480	MH	0.0028004	MH
2	2.60	0.0009752	MH	0.0018198	MH
1	2.60	0.0003675	MH	0.0007860	MH

Şekil 4.9. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü (5. ve 13. kat betonları C10).

#### KIRIŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
17	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
16	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.															

X yönü kiriş sayısı=17,16,17,23,23,23,21,21,21,21,21,21,21,21,21,22,20

Y yönü kiriş sayısı=31,31,28,28,24,24,22,22,22,22,22,22,22,22,22,22,22,26,26,12

Şekil 4.10. Karma Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(5. ve 13. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	42.4	44.2	0.0	13.4	42.0	44.3	0.0	13.7	90.4	9.3	0.0	0.3	88.5	11.2	0.0	0.3
17	68.9	31.1	0.0	0.0	68.8	31.2	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	66.0	34.0	0.0	0.0
16	99.1	0.9	0.0	0.0	99.0	1.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	98.8	1.2	0.0	0.0	98.4	1.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	99.1	0.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.						13.7	100.							

Şekil 4.11. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(5. ve 13. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
18	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
17	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
16	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
15	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BİNA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=993,37/335,25=2,963$ 

Göçmenin önlenmesi durumu, Güçlendirme gerekli olabilir. Can güvenliği ×

Can güvenliği yeterlilik kontrolü:

Kiriş Hasar oranı=(IH=%0,0&lt;=%20 ✓),(GB=%0, ✓)

Kolon Hasar oranı=(IH=%0,0&lt;=%20 ✓),(GB=%13,7&gt;%0 ×)

Üst kat Vc oranı=(IH=%0,0&lt;=%40 ✓),(GB=%13,7&gt;%0 ×)

Plastiklesen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%0,0&lt;=%30 ✓)

Şekil 4.12. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(5. ve 13. kat betonları C10).

#### 4.1.4. 12. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü Rx·Δx/h		Y yönü Ry·Δy/h	
18	3.45	0.0014346	MH	0.0011293	MH
17	2.85	0.0055898	MH	0.0033958	MH
16	2.85	0.0064684	MH	0.0038743	MH
15	2.85	0.0072701	MH	0.0044119	MH
14	2.85	0.0079198	MH	0.0048342	MH
13	2.85	0.0090586	MH	0.0057220	MH
12	2.85	0.0098983	MH	0.0063187	MH
11	2.85	0.0098610	MH	0.0062129	MH
10	2.85	0.0097621	MH	0.0061905	MH
9	2.85	0.0094714	MH	0.0060596	MH
8	2.85	0.0089922	MH	0.0058252	MH
7	2.85	0.0083045	MH	0.0054765	MH
6	2.85	0.0073627	MH	0.0049923	MH
5	2.85	0.0055880	MH	0.0039933	MH
4	2.75	0.0055054	MH	0.0042259	MH
3	3.00	0.0032344	MH	0.0029363	MH
2	2.60	0.0010239	MH	0.0018971	MH
1	2.60	0.0003808	MH	0.0008126	MH

Şekil 4.13. Karma Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(12. ve 13. kat betonları C10).

#### KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
17	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
16	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.	100.															

X yönü kırış sayısı=17,16,17,23,23,23,21,21,21,21,21,21,21,21,22,20

Y yönü kırış sayısı=31,31,28,28,24,24,22,22,22,22,22,22,22,22,26,26,12

Şekil 4.14. Karma Sistem Kırış Hasar Yüzdeleri(12. ve 13. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
18	51.4	45.2	2.9	0.5	55.4	40.6	3.2	0.7	94.1	2.9	0.0	3.0	93.2	6.5	0.0	0.3
17	69.1	30.9	0.0	0.0	69.0	31.0	0.0	0.0	74.2	25.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0
16	99.1	0.9	0.0	0.0	99.0	1.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
15	98.8	1.2	0.0	0.0	98.5	1.5	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
14	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		45.2					3.2		100.			3.0				

Şekil 4.15. Karma Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(12. ve 13. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
18	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
17	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
16	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
15	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=982,18/335,25=2,93$ 

Göçmenin önlenmesi durumu, Güçlendirme gerekli olabilir. Can güvenliği ✗

Can güvenliği yeterlilik kontrolü:

Kiriş Hasar oranı=(IH=%0,0&lt;=%20 ✓),(GB=%0, ✓)

Kolon Hasar oranı=(IH=%3,2&lt;=%20 ✓),(GB=%3,&gt;%0 ✗)

Üst kat Vc oranı=(IH=%3,2&lt;=%40 ✓),(GB=%3,&gt;%0 ✗)

Plastiklesen kolon Vc oranı=(BH+IH+GB=%0,0&lt;=%30 ✓)

Şekil 4.16. Karma Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(12. ve 13. kat betonları C10).

## 4.2. Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı Bina Performansı

Seçilen kombinezonlar için Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı Bina Performansı Sta4Cad program çıktıları aşağıdaki başlıklar altında gösterilmiştir.

### 4.2.1. 1. ve 2. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü	R <sub>x</sub> ·Δ <sub>x</sub> /h	Y yönü	R <sub>y</sub> ·Δ <sub>y</sub> /h
14	3.55	0.0167823	BH	0.0118925	BH
13	2.91	0.0160779	BH	0.0073067	MH
12	2.91	0.0161274	BH	0.0073198	MH
11	2.91	0.0160672	BH	0.0072967	MH
10	2.91	0.0158932	BH	0.0072252	MH
9	2.91	0.0156000	BH	0.0071009	MH
8	2.91	0.0151920	BH	0.0069206	MH
7	2.91	0.0146688	BH	0.0066809	MH
6	2.91	0.0140204	BH	0.0063761	MH
5	2.91	0.0132275	BH	0.0059990	MH
4	2.91	0.0122610	BH	0.0055407	MH
3	2.91	0.0111113	BH	0.0050005	MH
2	2.91	0.0087758	MH	0.0040828	MH
1	2.91	0.0036881	MH	0.0018536	MH

Şekil 4.17. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(1. ve 2. kat betonları C10).

### KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	87.5	12.5	0.0	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	64.4	35.6	0.0	0.0	64.4	35.6	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
12	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
11	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
10	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
9	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
8	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
7	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
6	68.2	31.8	0.0	0.0	68.2	31.8	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
5	72.7	27.3	0.0	0.0	72.7	27.3	0.0	0.0	73.3	26.7	0.0	0.0	70.0	30.0	0.0	0.0
4	75.0	25.0	0.0	0.0	77.3	22.7	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0
3	77.3	22.7	0.0	0.0	77.3	22.7	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	86.7	13.3	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.									100.	40.0						

X yönü kiriş sayısı=45,44,44,44,44,44,44,44,44,44,44,45,8  
Y yönü kiriş sayısı=30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,8

Şekil 4.18. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(1. ve 2. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
13	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	76.8	23.2	0.0	0.0	76.8	23.2	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	97.9	2.1	0.0	0.0	97.2	2.8	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.							100.							

Şekil 4.19. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(1. ve 2. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BİNA PERFORMANS SONUCU:**

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=823,62/419,95=1,961$

Belirgin Kiriş Hasar oranı= $\%40,0>\%10$  Hemen kullanım ✗

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir.

Can güvenliği yeterlilik kontrolü:

Kiriş Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%30$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Kolon Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%20$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Üst kat  $V_c$  oranı=( $IH=\%0,0\leq\%40$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Plastiklesen kolon  $V_c$  oranı=( $BH+IH+GB=\%0,0\leq\%30$  ✓)

Şekil 4.20 Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(1. ve 2. kat betonları C10).



#### 4.2.2. 4. ve 5. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinasyon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü Rx·Δx/h		Y yönü Ry·Δy/h	
14	3.55	0.0156350	BH	0.0135405	BH
13	2.91	0.0141405	BH	0.0074095	MH
12	2.91	0.0141776	BH	0.0074209	MH
11	2.91	0.0141091	BH	0.0073919	MH
10	2.91	0.0139312	BH	0.0073081	MH
9	2.91	0.0136407	BH	0.0071642	MH
8	2.91	0.0132426	BH	0.0069559	MH
7	2.91	0.0127353	BH	0.0066776	MH
6	2.91	0.0121254	BH	0.0063273	MH
5	2.91	0.0109245	BH	0.0057963	MH
4	2.91	0.0079326	MH	0.0042053	MH
3	2.91	0.0049633	MH	0.0025245	MH
2	2.91	0.0033349	MH	0.0017097	MH
1	2.91	0.0013716	MH	0.0007601	MH

Şekil 4.21. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(4. ve 5. kat betonları C10).

#### KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	87.5	12.5	0.0	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	73.3	26.7	0.0	0.0	71.1	28.9	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
12	72.7	27.3	0.0	0.0	70.5	29.5	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
11	77.3	22.7	0.0	0.0	72.7	27.3	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
10	77.3	22.7	0.0	0.0	72.7	27.3	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
9	77.3	22.7	0.0	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
8	79.5	20.5	0.0	0.0	77.3	22.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
7	84.1	15.9	0.0	0.0	84.1	15.9	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
6	86.4	13.6	0.0	0.0	84.1	15.9	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.									100.	40.0						

X yönü kiriş sayısı=45,44,44,44,44,44,44,44,44,44,44,45,8

Y yönü kiriş sayısı=30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,8

Şekil 4.22. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(4. ve 5. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)				
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	
14	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
4	83.1	16.9	0.0	0.0	76.1	23.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
2	89.5	10.5	0.0	0.0	88.7	11.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
1	94.6	5.4	0.0	0.0	94.2	5.8	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
Max.		100.							100.								

Şekil 4.23. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(4. ve 5. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BINA PERFORMANS SONUCU:**

Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=924,83/419,95=2,202$

Belirgin Kiriş Hasar oranı= $\%40,0>\%10$  Hemen kullanım ×

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir.

Can güvenliği yeterlilik kontrolü:

Kiriş Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%30$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Kolon Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%20$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Üst kat  $V_c$  oranı=( $IH=\%0,0\leq\%40$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)

Plastiklesen kolon  $V_c$  oranı=( $BH+IH+GB=\%0,0\leq\%30$  ✓)

Şekil 4.24. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(4. ve 5. kat betonları C10).

#### 4.2.3. 5. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinasyon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h): MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü Rx·Δx/h		Y yönü Ry·Δy/h	
14	3.55	0.0157850	BH	0.0152057	BH
13	2.91	0.0131888	BH	0.0071744	MH
12	2.91	0.0129681	BH	0.0070339	MH
11	2.91	0.0128572	BH	0.0069908	MH
10	2.91	0.0126324	BH	0.0068884	MH
9	2.91	0.0122928	BH	0.0067198	MH
8	2.91	0.0118366	BH	0.0064778	MH
7	2.91	0.0112574	BH	0.0061548	MH
6	2.91	0.0105572	BH	0.0057485	MH
5	2.91	0.0091222	MH	0.0051027	MH
4	2.91	0.0065522	MH	0.0035139	MH
3	2.91	0.0051465	MH	0.0027607	MH
2	2.91	0.0034523	MH	0.0018657	MH
1	2.91	0.0014115	MH	0.0008238	MH

Şekil 4.25. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(5. ve 13. kat betonları C10).

KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ																
KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	87.5	12.5	0.0	0.0	75.0	25.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	81.8	18.2	0.0	0.0	84.1	15.9	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
11	81.8	18.2	0.0	0.0	81.8	18.2	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
10	84.1	15.9	0.0	0.0	84.1	15.9	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
9	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0
8	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	60.0	40.0	0.0	0.0
7	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	76.7	23.3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
6	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0
5	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.									100.					40.0		

X yönü kiriş sayısı=45,44,44,44,44,44,44,44,44,44,44,45,8  
Y yönü kiriş sayısı=30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,8

Şekil 4.26. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(5. ve 13. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0
13	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
7	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
6	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
5	99.0	1.0	0.0	0.0	98.1	1.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	71.5	28.5	0.0	0.0	71.1	28.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	92.0	8.0	0.0	0.0	91.4	8.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	89.3	10.7	0.0	0.0	88.6	11.4	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	94.5	5.5	0.0	0.0	94.1	5.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.		100.							100.							

Şekil 4.27. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(5. ve 13. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BİNA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=909,4/419,95=2,165$ Belirgin Kiriş Hasar oranı= $\%40,0>\%10$  Hemen kullanım  $\times$ 

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir.

**Can güvenliği yeterlilik kontrolü:**Kiriş Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%30$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)Kolon Hasar oranı=( $IH=\%0,0\leq\%20$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)Üst kat Vc oranı=( $IH=\%0,0\leq\%40$  ✓),( $GB=\%0$ , ✓)Plastiklesen kolon Vc oranı=( $BH+IH+GB=\%0,0\leq\%30$  ✓)

Şekil 4.28. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(5. ve 13. kat betonları C10).

#### 4.2.4. 12. ve 13. Kat Betonları C10 Olarak Döküldüğü Varsayılan Kombinezon Bina Performansı Program Çıktıları

GORELİ KAT ÖTELEME KONTROLÜ					
[max(R·Δ/h) : MH <0.01< BH <0.03< IH <0.04< GB ]					
Kat	hi	X yönü Rx·Δx/h		Y yönü Ry·Δy/h	
14	3.55	0.0144745	BH	0.0135961	BH
13	2.91	0.0113961	BH	0.0063658	MH
12	2.91	0.0114138	BH	0.0063763	MH
11	2.91	0.0113216	BH	0.0063404	MH
10	2.91	0.0111083	BH	0.0062387	MH
9	2.91	0.0107654	BH	0.0060625	MH
8	2.91	0.0102891	BH	0.0058035	MH
7	2.91	0.0096693	MH	0.0054536	MH
6	2.91	0.0088875	MH	0.0050036	MH
5	2.91	0.0079174	MH	0.0044437	MH
4	2.91	0.0067265	MH	0.0037634	MH
3	2.91	0.0052792	MH	0.0029577	MH
2	2.91	0.0035335	MH	0.0019970	MH
1	2.91	0.0014387	MH	0.0008800	MH

Şekil 4.29. Tünel Kalıp Sistem Görelî Kat Öteleme Kontrolü(12. ve 13. kat betonları C10).

#### KİRİŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB
14	87.5	12.5	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	82.2	17.8	0.0	0.0	82.2	17.8	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	63.3	36.7	0.0	0.0
12	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
11	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
10	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	73.3	26.7	0.0	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
9	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	80.0	20.0	0.0	0.0	83.3	16.7	0.0	0.0
8	86.4	13.6	0.0	0.0	86.4	13.6	0.0	0.0	93.3	6.7	0.0	0.0	86.7	13.3	0.0	0.0
7	88.6	11.4	0.0	0.0	88.6	11.4	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	86.7	13.3	0.0	0.0
6	90.9	9.1	0.0	0.0	90.9	9.1	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	93.3	6.7	0.0	0.0
5	97.7	2.3	0.0	0.0	97.7	2.3	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
4	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
3	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
2	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
1	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
Max.					100.									36.7		

X yönü kiriş sayısı=45,44,44,44,44,44,44,44,44,44,44,45,8  
Y yönü kiriş sayısı=30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,30,8

Şekil 4.30. Tünel Kalıp Sistem Kiriş Hasar Yüzdeleri(12. ve 13. kat betonları C10).

**KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)				(+X)				(-Y)				(+Y)				
	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	MH	BH	IH	GB	
14	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0
13	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
7	85.5	14.5	0.0	0.0	84.9	15.1	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
6	80.9	19.1	0.0	0.0	80.4	19.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
5	82.6	17.4	0.0	0.0	82.1	17.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
4	80.3	19.7	0.0	0.0	74.1	25.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
3	91.9	8.1	0.0	0.0	91.3	8.7	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
2	89.1	10.9	0.0	0.0	88.4	11.6	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
1	94.5	5.5	0.0	0.0	94.1	5.9	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	100.	0.0	0.0	0.0	0.0
Max.		100.							100.								

Şekil 4.31. Tünel Kalıp Sistem Kolon Kesme Kuvveti Dağılımı(12. ve 13. kat betonları C10).

**ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI**

KAT NO	(-X)		(+X)		(-Y)		(+Y)	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
14	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
13	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
12	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
11	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
10	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
9	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
8	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
7	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
6	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
5	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
4	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
3	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
2	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
1	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0	100.	0.0
Max.	100.							

**BİNA PERFORMANS SONUCU:**Bina yatay yük kapasite oranı 1. kat :  $V_r/V_e=889,9/419,95=2,119$ Belirgin Kiriş Hasar oranı= $36,7>10$  Hemen kullanım ✗

Can güvenliği durumu, Güçlendirme gerekli değildir.

**Can güvenliği yeterlilik kontrolü:**Kiriş Hasar oranı=( $IH=0,0\leq 30$  ✓),( $GB=0$ , ✓)Kolon Hasar oranı=( $IH=0,0\leq 20$  ✓),( $GB=0$ , ✓)Üst kat  $V_c$  oranı=( $IH=0,0\leq 40$  ✓),( $GB=0$ , ✓)Plastiklesen kolon  $V_c$  oranı=( $BH+IH+GB=0,0\leq 30$  ✓)

Şekil 4.32. Tünel Kalıp Sistem Alt ve Üst Kesitlerinde Minimum Hasar Bölgesini Aşan Kolonların Kesme Kuvveti Dağılımı ve Bina Performans Sonucu(12. ve 13. kat betonları C10).

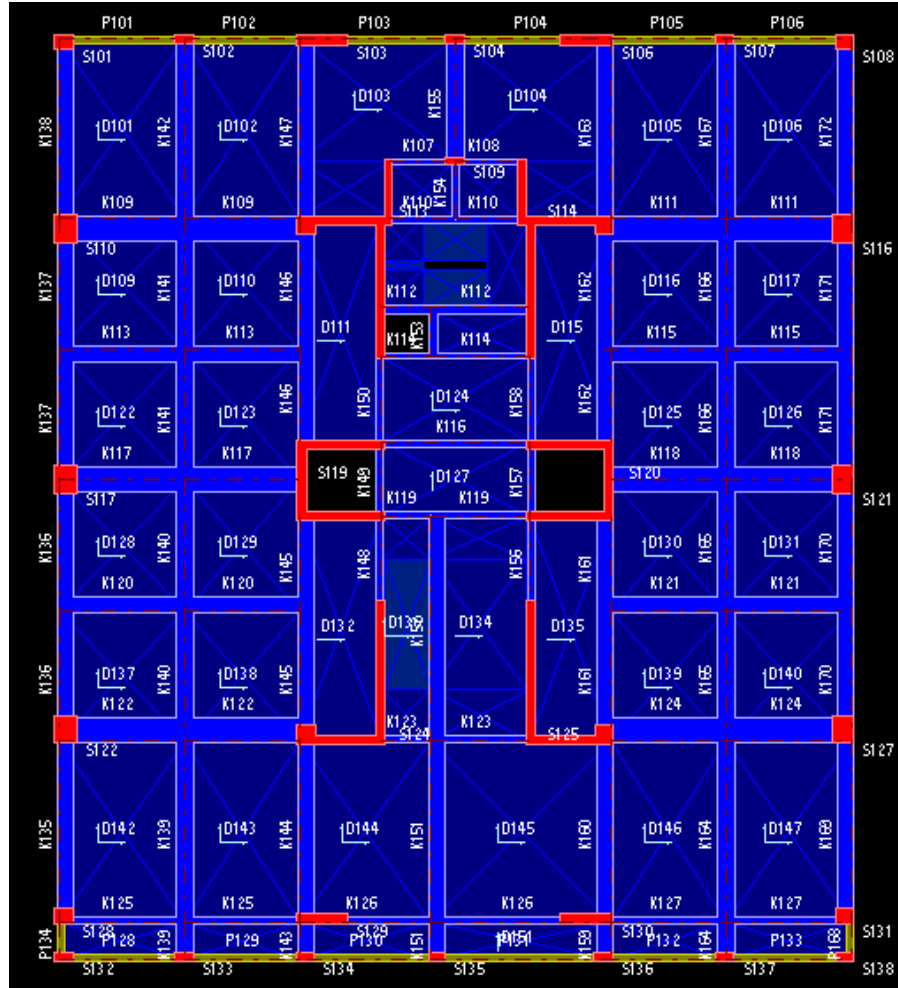
### 4.3. Yorum

Yukarıdaki şekillerde gösterilen Sta4Cad Bina Performans Rapor çıktıları incelendiğinde Karma Sistem Taşıyıcılı binanın bütün kombinezonlarda Deprem Yönetmeliği can güvenliği performansını sağlamadığı, buna karşın Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı binanın bütün kombinezonlar için Deprem Yönetmeliği can güvenliği performansını sağladığı gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonucunda Tünel Kalıp Sistem Taşıyıcılı binanın Karma Sistem Taşıyıcılı binaya karşı üstünlüğünün tartışılmaz bir gerçek olduğu saptanmıştır.

## 5.BÖLÜM

### SEÇİLEN KOMBİNEZON GÜÇLENDİRME İRDELEMELERİ

Güçlendirmek için Bölüm 4 de performansları irdelenen kombinezonlardan bina deplasmanlarının en fazla olduğu 1. kombinezon seçilmiştir.



Şekil 5.1. Karama Sistemin Güçlendirilmemiş Hali (Kombinezon 1).



Mevcut projede Y yönünde rijit bodrum perdelerin olmaması ve beton sınıfının C10 olmasından dolayı Y yönünde yumuşak kat oluştuğundan Tablo 5.1. den de görüldüğü gibi Y yönünde çok ciddi rijitlik kaybı söz konusudur.

Tablo 5.1. Y Yönünde 1. ve 2. Kat Deplasmanları.

Y Yönü	Karma c35	Karma c10- 1ve2kat
kat	dy(m)	dy(m)
1	0,0005141	0,0014398
2	0,0017059	0,0045755

Şekil 5.2. de analiz sonucunda bulunan yetersiz elemanlar gösterilmektedir. Bu şekilde S indisi ile gösterilen elemanlar kolonları simgelemektedir. Şekil incelendiğinde süneklik alanı yetersizliğinin 1. ve 2. kat düşey taşıyıcı elemanlarında oluştuğu görülmektedir. Bunun beton basınç dayanımı kaybından kaynaklandığı açıktır.

STA4-CAD YETERSİZ ELEMAN LİSTESİ		
■ K113	■ S127	■ S224
■ K113	■ S129	■ S225
■ K115	■ S130	■ S1812
■ K115	■ S209	■ S1814
■ K120	■ S210	■ S1824
■ K120	■ S216	■ S1825
■ K121	■ S217	
■ K121	■ S221	
■ K215	■ S222	
■ K215	■ S227	
■ K217	■ S229	
■ K217	■ S230	
■ K221	■ S113	
■ K221	■ S114	
■ K222	■ S119	
■ K222	■ S120	
■ S109	■ S124	
■ S110	■ S125	
■ S116	■ S212	
■ S117	■ S214	
■ S121	■ S219	
■ S122	■ S220	

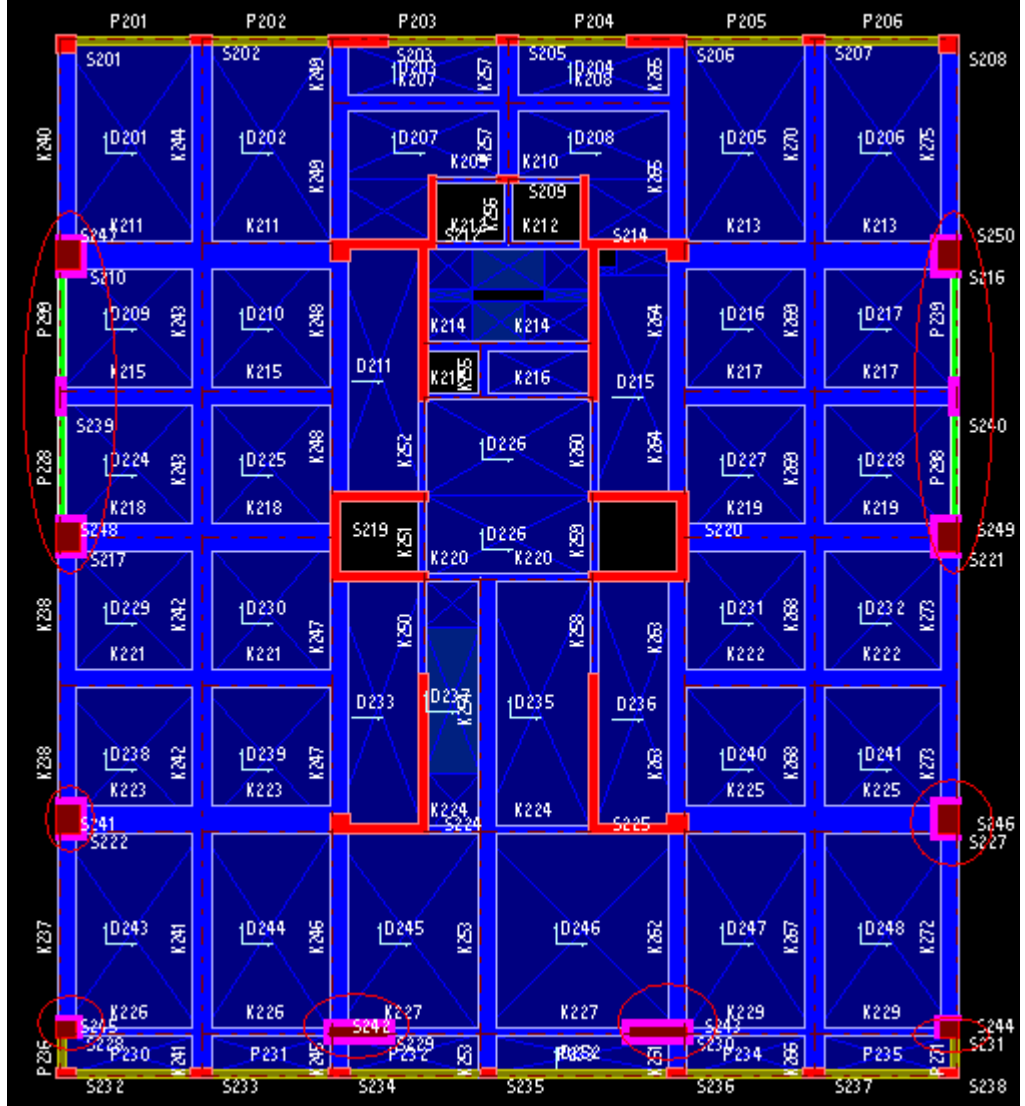
  

■ KESİTİ YETERSİZ	■ SÜNEKLİLİK ALANI YETERSİZ
■ KUSATILMIŞ KOLON YETERSİZ	■ KESME GÜVENLİĞİ YETERSİZ
■ ZEMİN GERİLMESİ YETERSİZ	■ ZİMBALAMA YETERSİZ
■ SEHİM YETERSİZ	■ GÜÇLÜ KOLON YETERSİZ

**GÜÇLENDİRME PROJESİ : MEVCUT KOLON DONATILARINA GÖRE KONTROL EDİLMİŞTİR.**

Şekil 5.2. Yetersiz Eleman Listesi.

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı 1. aşamada güçlendirmeye başlangıç noktası olarak Y yönünde bodrum katlar rijitliğini arttırmak için yapının kullanım amacı da göz önünde bulundurularak Şekil 5.3. de gösterildiği gibi panel elemanlar yerleştirilmiştir. Ayrıca kolonların da sünekliğini arttırmak için kritik noktalarda mantolama yapılmıştır.



Şekil 5.3. Güçlendirme Panel ve Mantolama Elemanları (1. Aşama).

Sadece zayıf betonlu katlarda yapılan bu güçlendirme çalışması sonucunda hedeflenen performans seviyesi olan can güvenliğine Şekil 5.4. de gösterildiği üzere gevrek elemanların güçlendirilmesi koşulu (Şekil 5.5.) ile ulaşılmıştır.

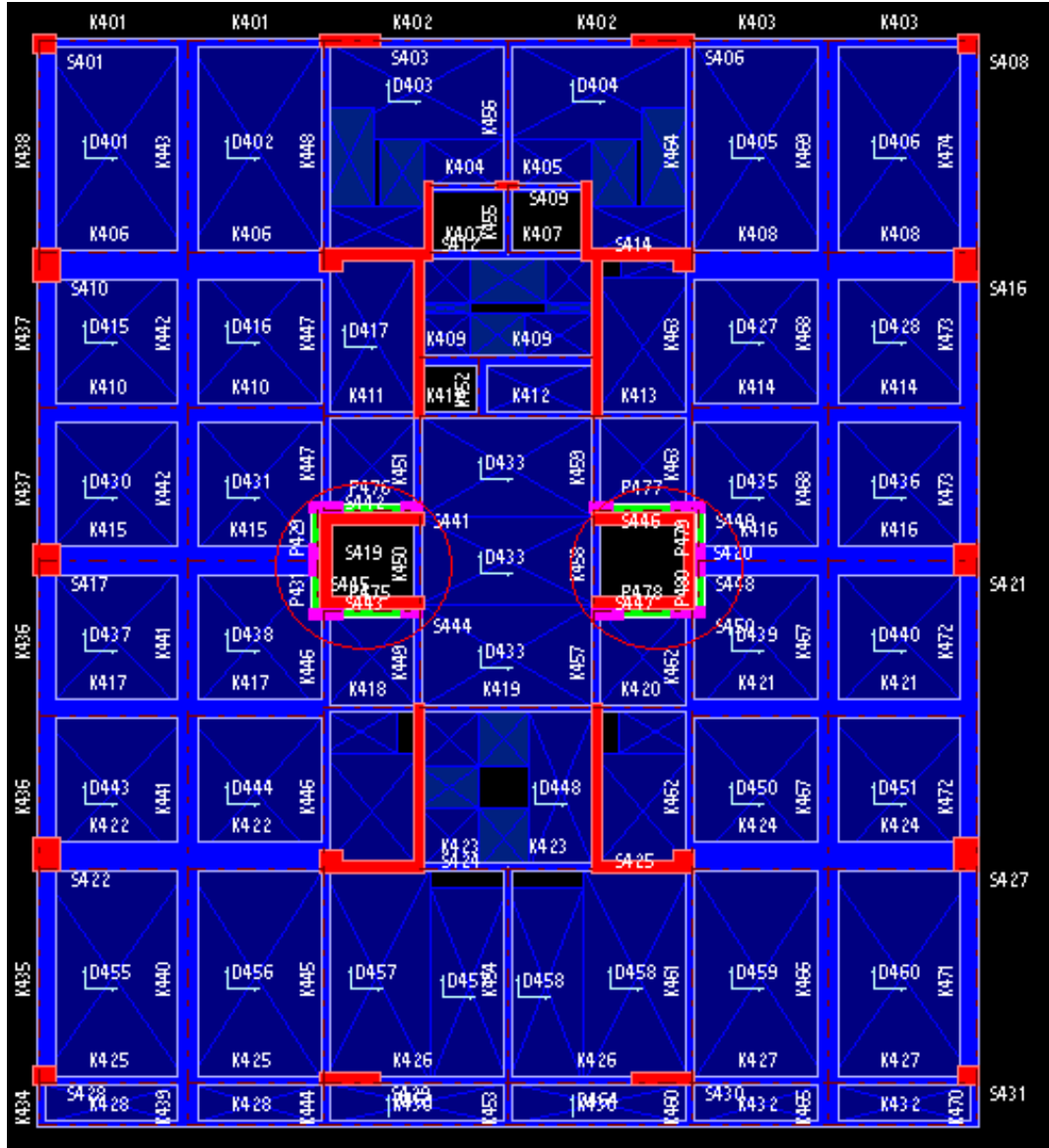
**BINA PERFORMANS SONUCU:**  
 Bina yatay yük kapasite oranı 3. kat :  $V_r/V_e=1140,8/367,17=3,107$   
 Belirgin Kiriş Hasar oranı= $33,3>10$  Hemen kullanım  $\times$   
 Can güvenliği durumu, Güçlendirme yeterlidir.  
 (Gevrek hasar gören elemanların güçlendirilmesi koşulu ile)  
 Can güvenliği yeterlilik kontrolü:  
 Kiriş Hasar oranı=( $IH=0,0\leq 30$  ✓),(GB= $0$ , ✓)  
 Kolon Hasar oranı=( $IH=0,0\leq 20$  ✓),(GB= $0$ , ✓)  
 Ust kat Vc oranı=( $IH=0,0\leq 40$  ✓),(GB= $0$ , ✓)  
 Plastiklesen kolon Vc oranı=( $BH+IH+GB=0,0\leq 30$  ✓)

Şekil 5.4. Bina Performans Sonucu(1. Aşama).

Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar	
Kolon	SB124, SB125, SA19, SA20, S112, S114, S119, S120, S124, S125

Şekil 5.5. Güçlendirilmesi Gereken Elemanlar(1. Aşama).

Şekil 5.5 te listelenen elemanlar gevrek hasar gören elemanlar olup taşıyıcı sistemdeki bina merkezindeki Poligon perdelerdir. Bahsedilen elemanlardaki kusurun giderilebilmesi için bu elemanlara gelen kesme kuvvetinin azaltılması uygun bir çözüm olarak benimsenmiştir. Dolayısıyla sadece 1. ve 2. katlara yerleştirilen güçlendirme perdelerinin binamızı istenilen performans seviyesine ulaştırabilse de yeterli olduğu söylenemez. S112, S114, S119, S120, S124 ve S125 Perdeleri 5. kat elemanlarıdır. Bu elemanların da gevrek hasar görmesi bu katta da yüksek kesme kuvvetlerinin açığa çıktığının göstergesidir. Bu elemanları rahatlatabilmek ve yapı taşıyıcı sisteminde düşeyde düzensizlik oluşturmamak için yapının tüm yüksekliği boyunca devam eden güçlendirme perdelerinin sisteme ilave edilmesi gerekliliği doğmuştur. 2. aşama olarak güçlendirme perdeleri Şekil 5.6. da gösterildiği gibi teşkil edilmiştir. Bu yerleştirme yapılırken binada burulma düzensizliği oluşmamasına ve bina kullanımına engel olunmamasına dikkat edilmiştir.



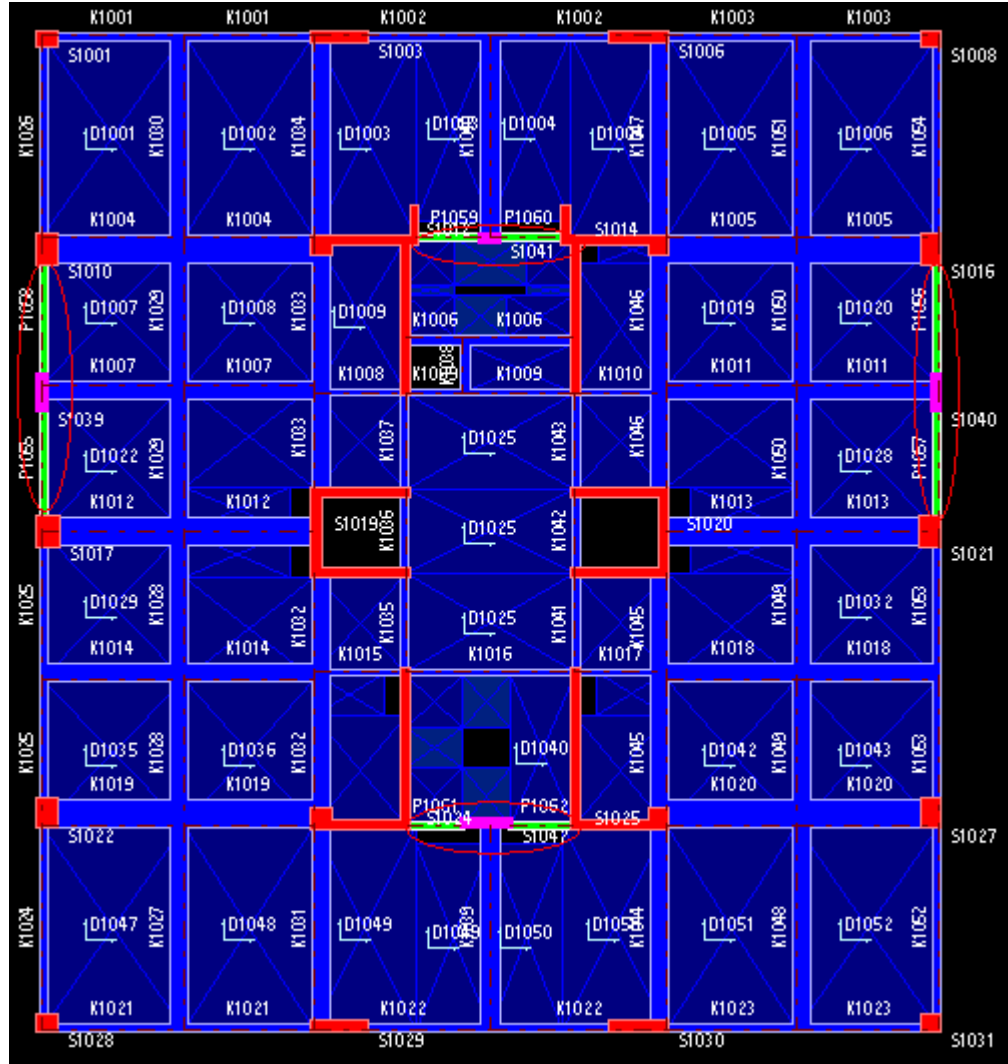
Şekil 5.6. Güçlendirme Panel Elemanları (2. Aşama).

Güçlendirilmesi Gereken Gevrek Elemanlar	
Kolon	SA19, SA20, S112, S114, S124, S125

Şekil 5.7. Güçlendirilmesi Gereken Elemanlar(2. Aşama).

2. Aşama analiz sonuçlarında beklenen performans seviyesini sağlamamış ve Şekil 5.7. de görüldüğü üzere gevrek elemanların sayısında azalma olmasına karşın varlığı da söz konusudur.

1. ve 2. Aşamalarda yapılan çalışmalar yapı içi sirkülasyon dikkate alınarak yapılabilecek azami güçlendirmelerdir. 3. Aşamada yapı içi sirkülasyon kısıtlanarak, bazı mahallerin kullanım amacından ve dış cephe estetiğinden feragat ederek Şekil 5.8 deki güçlendirme elemanları yerleştirilerek güçlendirme yoluna gidilmiştir.



Şekil 5.8. Güçlendirme Panel Elemanları (3. Aşama).

Yapılan analiz sonucunda bina performansı Şekil 5.9. da gösterildiği gibi hemen kullanım olmuştur.

**BINA PERFORMANS SONUCU:****Bina yatay yük kapasite oranı 3. kat :  $V_r/V_e=2376,73/455,09=5,223$** **Belirgin Kiriş Hasar oranı= $0,0 \leq 10$  Hemen kullanım ✓**

Şekil 5.9. Bina Performans Sonucu(3. Aşama).

Bu güçlendirme çalışmaları neticesinde her ne kadar arzu edilen performans seviyelerine erişilmiş olsa da, yapı taşıyıcı sisteminin imalatında yapılabilecek böyle bir hatanın karma taşıyıcı sistemlerde telafi edilemez kusurlara yol açabildiği görülmüştür.

## 6.BÖLÜM

### SONUÇ

Tablo 3.2. de gösterildiği gibi seçilen kombinezonlar sonucunda yapılan bina performans değerlendirmeleri Bölüm 4 te irdelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda tünel kalıp sistemle çözülmüş binanın tüm kombinezonlar sonucunda yönetmelik gereği öngörülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem altında can güvenliği kriterlerini sağladığını buna karşın karma sistem bina için tüm kombinezonlar sonucunda yönetmelik gereği öngörülen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem altında can güvenliği kriterlerini sağlamadığı görülmüştür.

Betonarme kolonlarda sünek davranışta eksenel yükün rolü büyüktür. Çok katlı binalarda Alt katlara yaklaştıkça eksenel yükün çok büyük değerlere ulaşması bu katlarda beton basınç dayanımının yüksek olmasını gerektirir. Ayrıca alt katlara doğru deprem kuvvetinin kümülatif etkisi de artış göstermektedir. Bu sebepten kesme kuvvetinin boyutu da yüksek değerlere ulaşmaktadır. Düşey taşıyıcı elemanların bu katlarda hasar görme olasılığı daha yüksektir.

Her iki taşıyıcı sistemli binada da zayıf betonlu katlarda bazı kiriş elemanlarında sehim sorunlarıyla karşılaşmıştır.

Karma Taşıyıcılı Sistem binalarda beton dayanımı zayıf katlarda, görelî kat ötelemesi ve moment kapasite oranlarına göre belirlenen eleman performansı Minimum Hasar olarak gösterilen kolonlarda narinlik neticesinde burkulmaların oluştuğu gözlenmiş; program binanın göçmenin önlenmesi kriterini sağladığını göstermesine rağmen, bina kolonlarında meydana gelen burkulma sonucunda binanın göçme ihtimalinin de göz önünde tutulması ve programın gevrek elemanlar için verdiği güçlendirme uyarısını narin kolonlar için de vermesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Söz konusu kombinezonlarda karma ve tünel kalıp sistem taşıyıcılı binalarda yapı burulma kütle atalet momentinde ve kat kütle rijitlik merkezinde bir değişme olmadığı gözlenmiştir.

Tünel kalıp taşıyıcı sistemli binanın yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı karma taşıyıcılı sistem binaya üstün olduğu gözlemlenmiştir.

Ülkemiz şartlarında imal edilen binalarda yeterli denetimden söz etmek mümkün değildir. Bu tez çalışmasında ön görülen olumsuz durumun imal edilen çok katlı binaların her hangi katında gerçekleşmesi ihtimal dâhilindedir. Ülkemizin deprem kuşağında bulunduğu göz önüne alınarak mevcut binaların taşıyıcı sistemlerinde olumsuz durumun kötü sonuçlar doğurduğu karma sistem taşıyıcılı bina ağırlığının tünel kalıp sisteme göre çok fazla olduğu düşünüldüğünde, mevcut karma sistem taşıyıcılı binaların bu ihtimal dahilinde olup olmadığının irdelenmesi gerekliliği aşikardır. Bu tez çalışması saptaması sonucunda bina denetim ve kalite kontrolünün ve yeni yapılacak binalarda beton kalitesinin ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır.



## KAYNAKLAR

1. Ergin, A., Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Cilt 1-2, Ankara, 2000.
2. Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.
3. Celep, Z., Kumbasar, N., Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul, 2001
4. Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 2004
5. Çelik, U., Deprem Yönetmeliği'ne Göre Mevcut Bir Betonarme Yapının Performansının Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007
6. Deprem Yönetmeliği, 'Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik', Bayındırlık ve İskan Bakanlığı,, Ankara, 2006
7. Deprem Yönetmeliği, Mart, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007
8. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Bina Yönetmelik Örnekler Kitabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2006
9. Demir, F., A.K. Korkmaz, M. Gençoğlu, H. Tekeli, Beton Basınç Dayanımının Yapısal Davranışa Etkisi , 7. Ulusal Beton Kongresi, 323-332, İstanbul, 2007
10. Mermer, S., Mevcut Bir Yapının Yeni Deprem Yönetmeliğine (DBYBHY-2007) Göre Performans Değerlendirmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2007
11. Yıldırım, C. , 2007 Deprem Yönetmeliği'ne Göre Mevcut Bir Yapının Performansının Belirlenmesi ve Bir Güçlendirme Önerisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008
12. TS-500, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
13. TS-498, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

## ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Ürgüp'te doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1996 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2001 yılında mezun oldu. 2001-2002 yıllarında İsrail'de çalıştı. 2003 yılında askerlik görevini tamamladı. 2004-2005 yıllarında Hava Lojistik Komutanlığında Sivil İnşaat Mühendisi olarak çalıştı. 2005 yılının sonunda buradan ayrılıp Şeker Fabrikası İnşaat Servisinde İnşaat Şefliği pozisyonunda göreve başladı. 2008 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Kayseri Şeker Fabrikası İnşaat Servisinde İnşaat Şefliği pozisyonunda halen çalışmaktadır.

Adres:

Kayseri Şeker Fabrikası Lojmanları No: 1/20  
Kocasinan / Kayseri

Tel:0 533 565 47 67

e-posta: yenerfiliz@hotmail.com