

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEK VE ÇİFT DOĞRULTUDA RİJİT ÇERÇEVE
SİSTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

İnşaat Müh. Murat KABİL

**FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. A.Zafer ÖZTÜRK (YTÜ)

İSTANBUL,2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çerçeve Sistemlerin Deprem Davranışı	1
1.1.1 Rijit Çerçeve Sistemlerin Deprem Davranışı	1
1.1.2 Merkezi Çelik Çaprazlı Çerçeveler	4
1.1.3 Dışmerkez Çelik Çaprazlı Çerçeveler	5
2. ABYYHY'ye GÖRE DEPREM HESABI	7
3. SİSTEMLERİN TANIMI	13
3.1 Her İki Doğrultuda Rijit Çerçeve Sistem	14
3.1.1 Plan	14
3.1.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve	15
3.1.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve	16
3.2 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem	17
3.2.1 Plan	17
3.2.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve	18
3.2.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve	19
3.3 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda X Çaprazlı Çerçeve Sistem	20
3.3.1 Plan	20
3.3.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve	21
3.3.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve	22
4. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ YÜK ANALİZİ	23
4.1 Düşey Yükler	23
4.1.1 Normal Katlar	23
4.1.2 Çatı Katı	23
4.2 Rüzgar Yüklerinin Hesabı	24
4.2.1 X-X Doğrultusunda Yapıya Etkiyen Rüzgar Yüklerinin Hesabı	24
4.2.2 Y-Y Doğrultusunda Yapıya Etkiyen Rüzgar Yüklerinin Hesabı	25
4.3 Sistemlere Etkiyen Yükler ve Kombinasyonları	25
4.3.1 Yükler	25
4.3.2 Yükleme Kombinasyonları	26
4.4 Her İki Doğrultuda Rijit Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi	27
4.4.1 X-X Doğrultusu	27

4.4.1.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	27
4.4.1.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	28
4.4.1.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	29
4.4.1.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	29
4.4.1.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	30
4.4.2	Y-Y Doğrultusu	31
4.4.2.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	31
4.4.2.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	33
4.4.2.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	33
4.4.2.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	34
4.4.2.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	34
4.5	Tek Yönde Rijit Diğer Yönde Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi	35
4.5.1	X-X Doğrultusu (Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem)	35
4.5.1.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	35
4.5.1.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	37
4.5.1.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	37
4.5.1.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	38
4.5.1.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	38
4.5.2	Y-Y Doğrultusu	39
4.5.2.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	39
4.5.2.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	41
4.5.2.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	41
4.5.2.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	42
4.5.2.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	42
4.6	Tek Yönde Rijit Diğer Yönde X Çaprazlı Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi	43
4.6.1	X-X Doğrultusu	43
4.6.1.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	43
4.6.1.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	45
4.6.1.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	45
4.6.1.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	46
4.6.1.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	46
4.6.2	Y-Y Doğrultusu	47
4.6.2.1	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı	47
4.6.2.2	Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı	49
4.6.2.3	Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı	49
4.6.2.4	Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	50
4.6.2.5	Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	50
5.	ABYYHY'YE GÖRE TASARIM İLKELERİ	52
5.1	Emniyet Gerilmeleri, Yük ve Malzeme Güvenlik Katsayıları	52
5.2	Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler	52
5.2.1	Enkesit Koşulları	52
5.2.2	Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu	53
5.2.3	Çerçevelerde Ek ve Birleşimler	53
5.2.4	Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler	53
5.2.5	Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler	54
6.	ÇELİK SİSTEMLERİN ÇÖZÜMÜ	55
6.1	Her İki Yönde Rijit Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri	55

6.2	Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri	60
6.3	Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda X Çaprazlı Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri	66
7.	SONUÇLAR	73
	KAYNAKLAR	75
	EKLER	76
Ek 1	Her iki yönde rijit çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.....	77
Ek 2	Tek yönde rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.	80
Ek 3	Tek yönde rijit diğer doğrultuda X çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.	85
	ÖZGEÇMİŞ	90

SİMGE LİSTESİ

A	Enkesit alanı
A_b	Basınç başlığının en kesit alanı
$A(T)$	Spektral ivme katsayısı
A_o	Etkin yer ivmesi katsayısı
B_B	Mod birleştirme yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_D	B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
b	Profil başlığının genişliği
C_b	Moment değişiminin burkulma üzerindeki etkisini belirleyen bir katsayı
C_m	Eksenel basınç ve eğilmenin burkulma üzerindeki etkisini belirleyen bir katsayı
d_i	Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
E	Deprem yükü simgesi
E	Çeliğin elastisite modülü
F_i	Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
F	Sehim
G	Sabit yük simgesi
G	Çerçevelerdeki kolonların burkulma burkulma boyu hesabında kullanılan bir katsayı
g_i	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
H_N	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
h	Profilin en kesit yüksekliği
h_1	Profil en kesit gövde yüksekliği
I	Bina önem katsayısı
I	En kesitin atalet momenti
I_{yb}	Basınç başlığının atalet momenti
i_x, i_y	Asal eksenlere göre atalet momentleri
i_{yb}	Basınç başlığı ve gövdenin basınç bölgesinin 1/3'ünün gövde eksenine göre atalet yarıçapı
K	Burkulma boyunu belirleyen bir katsayı
L	Açıklık mesafesi
M_{pa}	Kolonun alt ucunda hesaplanan plastikleşme momenti
M_{pi}	Kirişin sol ucu i'de hesaplanan pozitif veya negatif plastikleşme momenti
M_{pj}	Kirişin sağ ucu j'de hesaplanan negatif veya pozitif plastikleşme momenti
$M_{pü}$	Kolonun üst ucunda hesaplanan plastikleşme momenti
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	Hareketli yük katılım katsayısı
Q	Hareketli yük simgesi
q_i	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	Deprem yükü azaltma katsayısı
S_k	Çubuğun burkulma boyu

$S(T)$	Spektrum katsayısı
$S_{pa}(T_r)$	r 'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı [m/s^2]
T	Kesite gelen kesme kuvveti
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	Spektrum karakteristik periyotları [s]
t_w	Profil gövde kalınlığı
t_f	Profil başlık genişliği
t_b	Profil başlık genişliği
V_i	Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_{tB}	Mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	Profilin mukavemet momenti
W	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_i	Binanın i 'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
w	Basınç emniyet gerilmesinin hesabında kullanılan çubuğun narinliği ile bağlantılı burkulma katsayısı
β	Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δ_i	Binanın i 'inci katındaki görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{max}$	Binanın i 'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	Binanın i 'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
ΔF_N	Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
η_{ki}	i 'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
λ	Narinlik modülü
σ_a	Malzemenin akma sınırı
σ_b	Yalnız eğilme momenti etkisi altında hesaplanan basınç gerilmesi
σ_B	Yalnız eğilme momenti etkisi altında müsaade edilecek eğilme basınç gerilmesi
σ_{bem}	Yalnız eğilme momenti etkisi altında müsaade edilecek basınç gerilmesi
$\sigma_{\text{çem}}$	Çekme emniyet gerilmesi
σ_{eb}	Yalnız basınç kuvveti altında hesaplanan gerilme
σ_e^I	Euler gerilmesinden türetilen gerilmeler
τ	Hesaplanan kayma gerilmesi

KISALTMA LİSTESİ

ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (1998)
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2006)
TS498	Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (1997)
TS648	Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları (1980)
TS3357	Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları (1979)
TS4561	Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Yapım Kuralları (1985)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Süneklik düzeyi yüksek rijit çerçeve sistemler (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2003). ...	2
Şekil 1.2 Süneklik düzeyi yüksek rijit çerçeve sistemlerde düğüm noktası (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2003).	2
Şekil 2.1 İvme spektrumu eğrisi	10
Şekil 3.1 Her iki doğrultuda rijit sistemin planı	14
Şekil 3.2 Her iki doğrultuda rijit sistemin X-X kesiti	15
Şekil 3.3 Her iki doğrultuda rijit sistemin Y-Y kesiti.....	16
Şekil 3.4 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin planı.....	17
Şekil 3.5 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin X-X kesiti	18
Şekil 3.6 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin Y-Y kesiti	19
Şekil 3.7 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin planı.....	20
Şekil 3.8 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin X-X kesiti	21
Şekil 3.9 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin Y-Y kesiti	22
Şekil 6.1 350x350x15x15 kolon ve HEA340 kiriş kesitleri.....	55
Şekil 6.2 HEA500 kolon ve HEA 320 kiriş kesitleri.....	60
Şekil 6.3 HEA550 kolon ve HEA 320 kiriş kesitleri.....	66

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Hareketli yük katılım katsayısı (n) (ABYYHY)	8
Çizelge 2.2 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) (ABYYHY)	9
Çizelge 2.3 Bina önem katsayısı (I) (ABYYHY)	9
Çizelge 2.4 Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) (ABYYHY)	10
Çizelge 2.5 Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) (ABYYHY)	11
Çizelge 4.1 Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme (TS 498).....	24
Çizelge 4.2 Yükleme kombinasyonları	26
Çizelge 4.3 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	27
Çizelge 4.4 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	28
Çizelge 4.5 Katların deplasman değerleri	30
Çizelge 4.6 Yumuşak kat tahkiki	31
Çizelge 4.7 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	32
Çizelge 4.8 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	33
Çizelge 4.9 Katların deplasman değerleri	34
Çizelge 4.10 Yumuşak kat tahkiki	35
Çizelge 4.11 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	36
Çizelge 4.12 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	37
Çizelge 4.13 Katların deplasman değerleri	38
Çizelge 4.14 Yumuşak kat tahkiki	39
Çizelge 4.15 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	40
Çizelge 4.16 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	41
Çizelge 4.17 Katların deplasman değerleri	42
Çizelge 4.18 Yumuşak kat tahkiki	43
Çizelge 4.19 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	44
Çizelge 4.20 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	45
Çizelge 4.21 Katların deplasman değerleri	46
Çizelge 4.22 Yumuşak kat tahkiki	47
Çizelge 4.23 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	48
Çizelge 4.24 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri	49
Çizelge 4.25 Katların deplasman değerleri	50
Çizelge 4.26 Yumuşak kat tahkiki	51
Çizelge 6.1 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri	55
Çizelge 6.2 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri	60
Çizelge 6.3 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri	66
Çizelge 7.1 Taşıyıcı sistemlerin titreşim periyotları karşılaştırması	73
Çizelge 7.2 Taşıyıcı sistemlerin toplam dinamik analiz deprem yükleri karşılaştırması	74
Çizelge 7.3 Taşıyıcı sistemlerin birim ağırlık karşılaştırması	74

ÖNSÖZ

Ülkemizde konutların tamamına yakını betonarme taşıyıcı sistem olarak tasarlanmaktadır. Çelik yapılar genellikle sanayi yapılarında, büyük açıklıklı çatılarda tercih edilmektedir. Ancak 17 Ağustos 1999'daki Marmara Depreminden sonra toplumumuzda depreme karşı duyarlılık bilinci oluşmaya başlamıştır. Bu bağlamda deprem yüklerine karşı daha sünek davranış gösteren çelik yapılar önem kazanmıştır.

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı Yapı Mühendisliği programı dahilinde gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında çok katlı bir çelik yapının değişik taşıyıcı sistemlerle maruz kaldığı yatay, düşey ve dinamik yükler altındaki analizi ve davranış farklılıkları karşılaştırılması yapılmıştır.

Bu çalışma sırasında bana yardımcı olan tez danışmanı hocam sayın Prof.A.Zafer ÖZTÜRK'e ve bana yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaş ve arkadaşlarım Atahan TEKİN ve Mahmut KARATAŞ'a teşekkür ederim.

ÖZET

Her bir taşıyıcı sistemin yapısal davranışı diğerlerinden farklıdır. Rijit çerçeve sistemlerde, merkezi çaprazlı sistemlerde ve dışmerkez çaprazlı sistemlerde dinamik ve statik yüklemeler altında birbirlerinden farklı neticeler elde edilir. Buna bağlı olarak her bir sistem için ayrı optimum dizayn ilkeleri gelişmiştir. Bu çalışmamızda çok katlı çelik bir yapının, rijit çerçeve sistemler, ters V ve X şeklinde merkezi çaprazlı sistemlerle standartlara göre yapısal analizleri incelenmiştir. Taşıyıcı sistemlerin, statik ve deprem yüklerinin tanımlamaları yapıp ABYYHY'ye göre tasarım ilkeleri anlatılmıştır. Analizler neticesinde elde edilen sonuçlar belirtilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çok katlı çelik yapılar, rijit çerçeveler, merkezi çelik çaprazlı çevreler, çelik yapılarda deprem analizi.

ABSTRACT

Every structural system's behaviors are different from the others. Rigid frames, concentrically and eccentrically braced frames give different results under statical and earthquake loads. From this point of view, different optimum design principles are improved for every structural system. The purpose of this study is to examine structural analysis of the multi storey steel structures with rigid frames, inverse V and X shaped concentrically braced frames according to codes. Statical and earthquake loads of the structural systems are defined and design principles described according to the ABYYHY. The results of the analysis have been revealed and compared.

Key words: Multi storey steel structures, rigid frames, concentrically braced steel frames, earthquake analysis of steel structures.

1. GİRİŞ

Bu tezde tek doğrultuda rijit çerçeve ve iki doğrultuda rijit çerçeve sistemlerin düşey, yatay ve deprem yüklerine karşı davranışları incelenmiştir. Bu sistemlerin yüklemeler karşısında davranış farklılıkları, ağırlık ve ekonomiklik mukayeseleri yapılmıştır.

Tasarlanan yapı planda 35m x 30m, kat yüksekliği 3,5m olup 10 kattan meydana gelmektedir. Yapımızın kullanım amacı konuttur.

Yapı 3 farklı taşıyıcı sistem olarak tasarlanmıştır. Bunlar sırasıyla;

- Her iki doğrultuda rijit çerçeve sistem
- Tek doğrultuda rijit, diğer doğrultuda ters V şeklinde merkezi çaprazlı sistem
- Tek doğrultuda rijit, diğer doğrultuda X şeklinde merkezi çaprazlı sistemdir.

Tüm bu sistemlerde rijit çerçeve sistemlerin süneklik düzeyi yüksek, rijit olmayan çerçeve sistemlerinde ise süneklik düzeyi normaldir.

1.1 Çerçeve Sistemlerin Deprem Davranışı

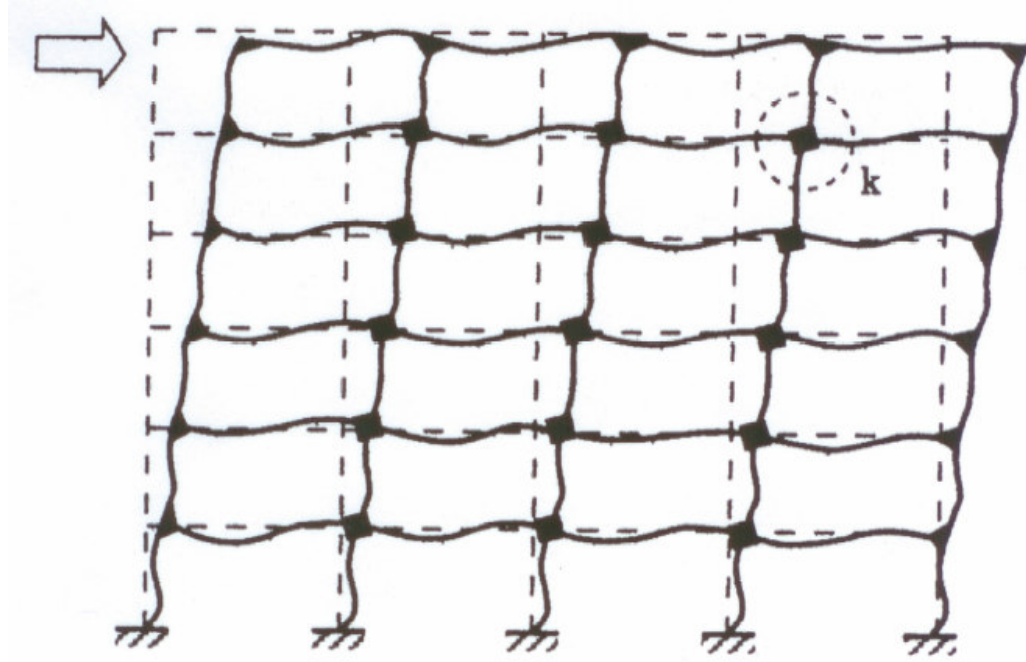
Depreme dayanıklı çelik taşıyıcı sistemin oluşturulmasında, taşıyıcı sistemde yeterli yatay rijitliğin bulunması ve sünekliğin yüksek olması önemlidir. Bir taşıyıcı sistemin deprem etkisi altında sünekliği, çevrimsel etki altında enerji tüketen bölgelerin bulunması ile artar. Bu tür sistemler kapasite kavramına göre boyutlandırılır. Buna göre, enerji tüketmeyen sünek olmayan kısımlar, sünek kısımların kapasiteleri esas alınarak boyutlandırılır. Deprem etkisi altında sünek olan yapılar, enerji tüketen bölgelerin türüne göre üç ana kısımda sınıflandırılır (Celep ve Kumbasar, 2004).

- Rijit çerçeve sistemler
- Merkezi çaprazlı çerçeve sistemler
- Dış merkez çaprazlı çerçeve sistemler

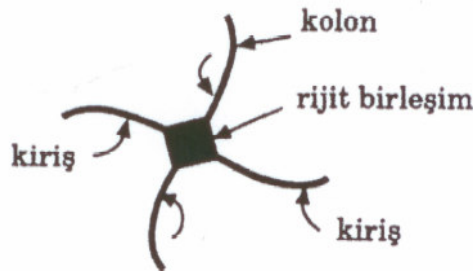
1.1.1 Rijit Çerçeve Sistemlerin Deprem Davranışı

Bu tür çerçeveler kolon ve kirişlerin birbirleri ile dik olarak birleştirilmesiyle ortaya çıkar. Bunlar kaynaklı veya yüksek mukavemetli bulonlu birleşimlere sahiptir. Yatay yüklere karşı mukavemet kolon ve kirişlerde meydana gelen kesme kuvveti ve eğilme momenti ile

sağlanır. Kolon ve kirişlerin birleşim bölgesindeki esneklik ihmal edilerek, rijit birleşim kabul edilir. Gerçekte birleşim bölgelerindeki elastik birleşim sonucu bu tür çerçevelerde yer değiştirmeler büyür. ABYYHY’de süneklik düzeyi normal ve yüksek olmak üzere iki tür rijit çerçeve tanımlanmıştır (Celep ve Kumbasar, 2004). Bu tip sistemler birbirine rijit olarak bağlanmış kolon ve kiriş elemanlarından oluşur (Şekil 1.1). Yanal yüklere direnç esas olarak çerçeve elemanlarında ve birleşimlerinde moment ve kesme kuvvetlerinin oluşumu ile gelişir (Şekil 1.2).



Şekil 1.1 Süneklik düzeyi yüksek rijit çerçeve sistemler (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2003).



Şekil 1.2 Süneklik düzeyi yüksek rijit çerçeve sistemlerde düğüm noktası (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2003).

Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler, süneklik özelliklerinden ve mimari taleplere cevap vermesi nedeniyle yaygın olarak kullanılır. Bunlarda deprem yükü azaltma katsayısı büyük olmasına karşılık; kiriş, kolon ve birleşim bölgelerinin boyutlandırılmasında daha katı ve ayrıntılı kurallar geçerlidir. Çerçevede, kiriş başlıklarıyla üstten ve alttan sınırlı olan kolon

gövdesi panel bölgesi olarak isimlendirilir. Bu bölgenin elemanlarda oluşan eğilme momenti sonucu meydana gelen kesme kuvvetini karşılayacak biçimde boyutlandırılması gerekir. Bu amaçla kolonda kiriş başlıklarının devamı şeklinde berkitme levhaları kullanılır. Bu çerçevelerin kapasite kavramına uygun boyutlandırılmasında, enerjinin çerçevenin kiriş kesitlerinde tüketilmesi esas alınır. Yüklerin karşılanması sırasında plastik mafsalların oluştuğunun kabul edildiği bu kesitlerin dışındaki diğer kiriş kesitleri, kolonların ve kiriş-kolon birleşim bölgelerinin elastik kaldığı kabul edilir. Buna karşılık süneklik düzeyi normal çerçeveler, daha az sünektir ve sınırlı elastik ötesi şekil değiştirmeleri desteklerler. Daha az sünek oldukları için süneklik düzeyi yüksek çerçevelere göre daha küçük deprem yükü azaltma katsayısı söz konusudur (Celep ve Kumbasar, 2004).

Çelik sünek rijit çerçeve sistemleri bir çok yüksek sismik aktiviteli bölgede yaygın şekilde kullanılmıştır. Bunun nedeni, bu çerçeve sistemlerinin yüksek süneklik kapasiteleridir. Ancak, çelik çerçeve sistemlerinin deprem etkisi altında gösterdikleri performansa duyulan güven, 1994'te meydana gelen Northridge (Los Angeles) ve 1995'te meydana Hyogo-Ken Nanbu (Kobe, Japonya) depremlerinden sonra bir miktar zedelenmiştir. Çelik çerçeve sistemleri, her iki depremde de beklenen performansı gösterememiş ve kolon kiriş birleşimlerinde gevrek kırılmalar oluşmuştur. Yüksek süneklik kapasitelerine rağmen gözlemlenen bu performans düşüklüğü, bu çerçeve sistemlerin davranışları hakkında bildiklerimizin yeterli olmadığı sonucunu doğurmuştur. İlerleyen yıllarda eksik bilgilerin tamamlanması doğrultusunda bir çok araştırma yapılmış ve neticesinde yeni tasarım ilkeleri ortaya çıkmıştır.

Çelik çerçeve sistemleri, aşırı deprem yükleri altında plastik mafsalların kolonlardan ziyade kirişlerde oluşması halinde daha çok enerji sarf ederler. Plastik mafsalların kirişlerde oluşması sonucu ortaya çıkan göçme mekanizması, yumuşak kat mekanizmasının oluşumunu önler. Plastik mafsalları kolonlardan ziyade kirişlerde oluşacak şekilde boyutlandırılan çerçeve sistemlerine kuvvetli kolon-zayıf kiriş sistemleri adı verilir.

Bir çok standardın yanı sıra ülkemizde kullanımı öngörülen ve 1997'de yayınlanan ABYYHY'de kuvvetli kolon-zayıf kiriş ilkesiyle çerçeve tasarımı için, bir çerçevede düğüm noktasında birleşen kolon plastik moment kapasitelerinin toplamının, kiriş plastik moment kapasitelerinin toplamından büyük olması koşulunu önermektedir (Deren, Uzgider ve Piroğlu, 2003).

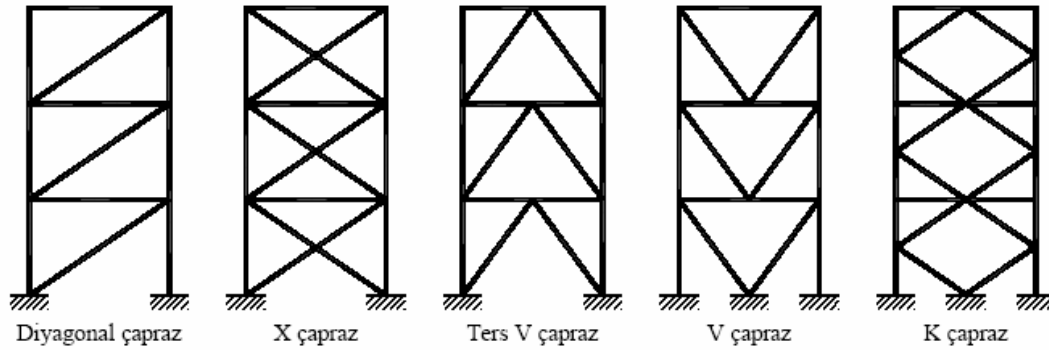
1.1.2 Merkezi Çelik Çaprazlı Çerçevesler

Çelik çaprazlı çerçeveler, mafsallı birleşimli veya moment aktaran çerçeveler ile bunlara merkezi ve dışmerkez olarak bağlanan çaprazlardan oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerin yatay yük taşıma kapasiteleri eğilme dayanımlarının yanında, daha çok veya tümüyle elemanların aksenal kuvvet dayanımları ile sağlanılmaktadır. Çelik çaprazlı çerçeveler, çaprazların düzenine bağlı olarak ikiye ayrılırlar (DBYBHY).

- Merkezi çelik çaprazlı çerçeveler
- Dışmerkez çelik çaprazlı çerçeveler

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı merkezi çelik çaprazlı çerçeveler süneklik düzeyi normal olarak boyutlandırılabilirler. Merkezi çelik çaprazlı çerçevelerin en tipik biçimleri

- Diyagonal çaprazlı çerçeveler
- X şeklindeki çaprazlı çerçeveler
- V şeklindeki çaprazlı çerçeveler
- Ters V şeklindeki çaprazlı çerçeveler
- K şeklindeki çaprazlı çerçeveler olarak tanımlanmaktadır ve Şekil 1.3’de verilmiştir.



Şekil 1.3 Merkezi çelik çaprazlı çerçeveler (DBYBHY).

Bu tip sistemlerin, çaprazsız çerçeve sistemlere göre oldukça büyük elastik yatay rijitliği vardır. Diyagonal çaprazlı elemanlar ve bunların birleşimleri, merkezi çelik çaprazlı sistemlerin ana unsurlarını oluştururlar (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2003).

Bu çerçevelerin özel düzenlenmiş çaprazları yön değiştiren büyük yatay etkilerde basınç

altında burkulup akmaya erişerek ve çekme altında akarak enerjinin tüketilmesini sağlar. Boyutlamada, kolonlar kirişler ve birleşim bölgelerinde hasara müsaade edilmez ve düşey yükler için gerekli olan taşıma kapasitesinde bir azalma olmadan, çaprazlarda plastik şekil değiştirmelerinin meydana gelmesini sağlar. Ancak geçmişte meydana gelen depremler bu isteğin çaprazlı çerçevenin ve birleşim bölgelerinin özenle düzenlenmesi durumunda ortaya çıkmadığını göstermiştir. Bazı durumlarda kontrolsüz elastik olmayan davranış sonucu bu tür çerçevelerde toptan göçmeye kadar varan hasarlar görülmüştür. Bu sakınca sebebiyle, ABYYHY’de bu tür sistemler süneklik düzeyi normal olarak kabul edilmiştir.

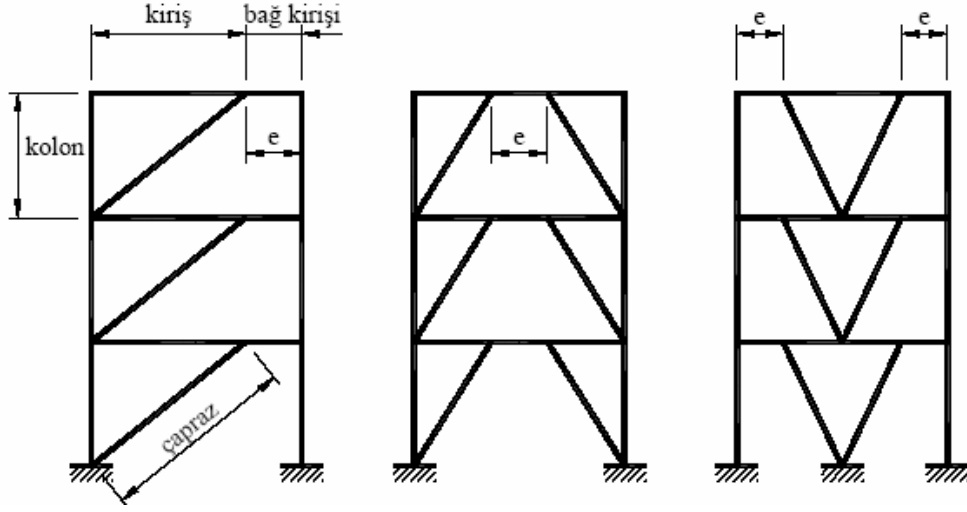
Ancak narin elemanlardan teşkil edilen çapraz elemanlarının basınç altındaki davranışından dolayı istenen kararlı enerji yutma kapasitesine ulaşmakta zorluk yaşanmaktadır (TMH sayı 436-2005/2).

Tek çaprazlı çerçeve sistemlerde çapraz elemanı hem basınç hem de çekme yüklerini taşıyabilecek şekilde tasarlanmalıdır. X şeklinde çaprazlı çerçevelerde çaprazlardan biri çekmeye diğeri basınca maruzdur. İsbet eden deprem enerjisi esas olarak çekme çaprazıyla karşılanır. V ve Ters V şeklindeki çaprazlı çerçeve her zaman çekme ve basınç etkisi vardır. Bu tip çaprazlı sistemle X şeklindeki çaprazlı çerçeveler arasındaki ana fark, çekme çaprazıyla basınç çaprazının davranışlarının farklı olmasından dolayı bağlı bulundukları yatay elemanda oluşan düşey etkidir. K şeklindeki çaprazlı çerçeveler de V şeklindeki çaprazlı çerçevelere benzer davranış gösterirler ama burada tehlike daha fazladır. Kolonun ortasındaki yatay deplasman kolonun yanal burkulmasına sebebiyet verebilmektedir.

1.1.3 Dışmerkez Çelik Çaprazlı Çerçeveler

Moment aktaran çelik çerçeveler iyi boyutlandırıldığı ve uygulandığı zaman sünek bir davranış gösterir. Çoğu zaman katlar arası yer değiştirmenin sınırlandırılması boyutlandırmada kritik şart olarak ortaya çıkar. Merkezi çaprazlı çerçeveler ise, yüksek yanal rijitliğe sahip olmakla beraber, enerji tüketimi çaprazların burkulmasından etkilenir. Dış merkez çaprazlı çerçeveler, her iki türdeki sakıncayı gidermek amacıyla oluşturulmuştur. Şekil 1.4’te değişik türleri gösterilmiştir. Boyu e ile gösterilen kısmı bağlantı elemanı olarak isimlendirilir. Bu eleman deprem etkisinde yapısal bir sigorta gibi davranarak, enerjinin kararlı bir biçimde tüketilmesini sağlar. Bunun için bu bölgenin ayrıntılı bir biçimde incelenmesi uygundur. Bunun dışındaki bütün kirişler, kolonlar, çaprazlar ve birleşim elemanlarının deprem etkisinde kalacak şekilde, kapasite kavramına uygun olarak boyutlandırılması gerekir. Sünekliği sebebiyle bu tür sistemler ABYYHY’de süneklik düzeyi

yüksek olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1.4 Dış merkez çelik çaprazlı çerçeveler (DBYBHY).

2. ABYYHY'ye GÖRE DEPREM HESABI

Deprem hesabında kullanılacak yöntemler ABYYHY'e göre

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

Bu çalışmamızda sistemlerimizi deprem hesabını mod birleştirme yöntemine göre SAP2000 analiz programı yardımıyla yapacağız.

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının, hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, mod birleştirme yöntemine göre elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, eşdeğer deprem yükü yönteminde denklem (2.2)'ye göre hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), mod birleştirme yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, denklem (2.1)'e göre büyütülecektir.

$$B_D = (\beta V_t / V_{tB}) B_B \quad (2.1)$$

ABYYHY'ye göre, görelî kat ötelemeleri tahkiki göz önüne alınan deprem doğrultusunda eşdeğer deprem yüküne göre tahkik edilecektir. Yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü V_t Denklem (2.2)'deki gibi belirlenecektir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_o I W \quad (2.2)$$

Bu denklemde;

V_t = Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda

binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)

W = Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı

T_1 = Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]

$A(T_1)$ = Spektral ivme katsayısı

$R_a(T_1)$ = Deprem yükü azaltma katsayısı

Denklem(2.2)'deki binanın deprem esnasındaki toplam ağırlığı (W), denklem(2.3) ve (2.4)'te verildiği gibi hesaplanacaktır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.3)$$

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.4)$$

Bu denklemlerde;

N : Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)

n : Hareketli yük katılım katsayısı

g_i : Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük

q_i : Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük

w_i : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı

denklem(2.4)'teki hareketli yük katılım katsayısı n, Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Kar yüklerinin %30'u sabit yük olarak göz önüne alınacaktır.

Çizelge 2.1 Hareketli yük katılım katsayısı (n) (ABYYHY)

Binanın Kullanım Amacı	N
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

Yapının 1.doğal titreşim periyodu Sap2000 analiz programında bulunacak değerlere göre alınacaktır.

Denklem(2.2)'de verilen $A(T_1)$ spektral ivme katsayısı, denklem(2.5)'teki gibi hesaplanacaktır.

$$A(T)=A_0 I S(T) \quad (2.5)$$

Bu denklemdeki;

A_0 = Etkin yer ivmesi katsayısıdır ve deprem bölgelerine bağlı olarak Çizelge 2.2’de verilmiştir.

I = Bina önem katsayısıdır ve binanın kullanım amacı ve türüne göre Çizelge 2.3’te verilmiştir.

$S(T)$ = Spektrum katsayısıdır.

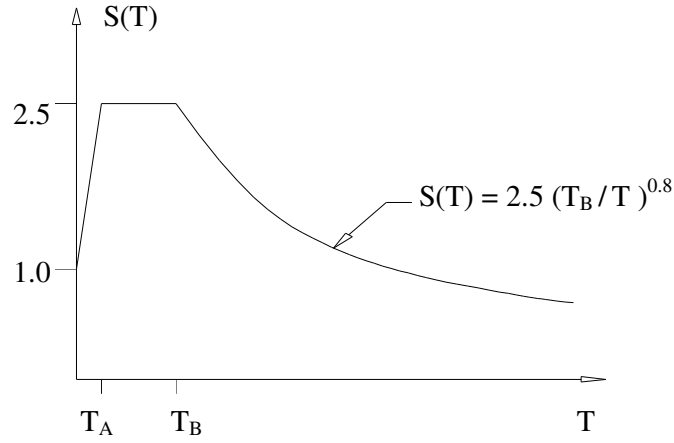
Çizelge 2.2 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) (ABYYHY)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Çizelge 2.3 Bina önem katsayısı (I) (ABYYHY)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksin, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Denklem(2.5)’de yer alan spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T ’ye bağlı olarak denklem(2.6) ile hesaplanacaktır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 İvme spektrumu eğrisi

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.6a)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (2.6b)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (2.6c)$$

Denklem(2.6)'deki spektrum karakteristik periyotları, T_A ve T_B spektrum karakteristik periyotlardır ve yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Çizelge 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.4 Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) (ABYYHY)

Yerel Zemin Sınıfı	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

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan deprem yükü azaltma katsayısına bölünecektir.

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki Çizelge 2.5'te tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R' 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak denklem (2.7) ile belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.7a)$$

$$R_a(T) = R$$

$$(T > T_A)$$

$$(2.7b)$$

Çizelge 2.5 Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) (ABYYHY)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar....	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	—	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	—	4
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	5
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	3	—
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perde durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	—
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perde durumu.....	4	7

Denklem(2.2) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak denklem(2.8) ile ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.8)$$

$H_N > 25$ m için yapının N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri, birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağlı olarak, denklem(2.9) ile belirlenecektir. $H_N \leq 25$ m için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (2.9)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına denklem(2.10) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (2.10)$$

3. SİSTEMLERİN TANIMI

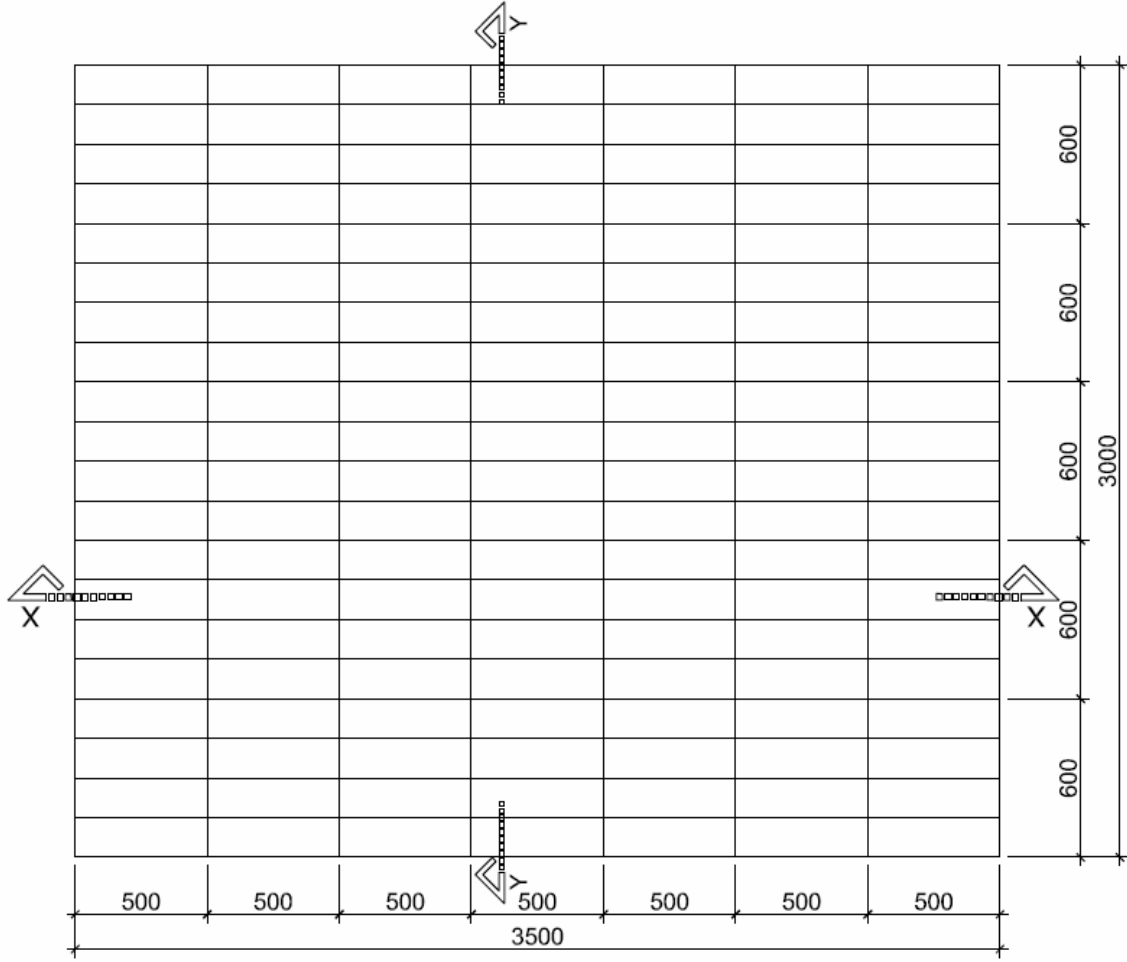
Üç farklı taşıyıcı sistem olarak tasarlanan yapı planda 35m x 30m, kat yüksekliği 3,5m olup 10 kattan meydana gelmektedir. Binamızın kullanım amacı konuttur. Döşemelerde gazbeton kullanılmıştır ve 1.5m aralıklarla tali kirişler uygulanmıştır. Bunlar sırasıyla;

- Her iki doğrultuda rijit çerçeve sistem
- Tek doğrultuda rijit, diğer doğrultuda Ters V şeklinde merkezi çaprazlı sistem
- Tek doğrultuda rijit, diğer doğrultuda X şeklinde merkezi çaprazlı sistemdir.

3.1 Her İki Doğrultuda Rijit Çerçeve Sistem

3.1.1 Plan

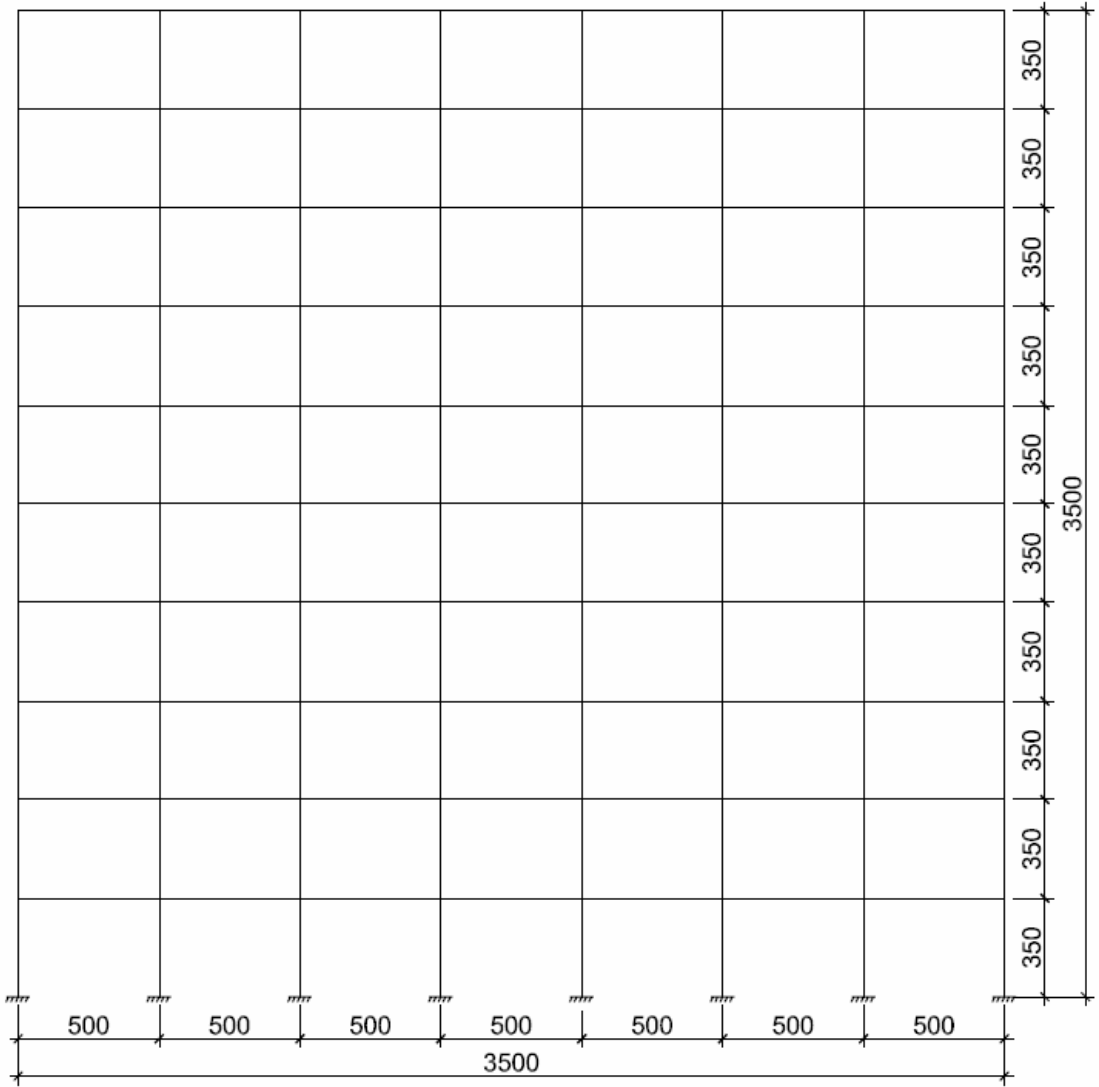
Yapı planda X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralık, Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6m ve 5 adet aralıktan oluşmuştur. Tali kirişler 1,5m arayla X-X doğrultusunda uygulanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Her iki doğrultuda rijit sistemin planı

3.1.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve

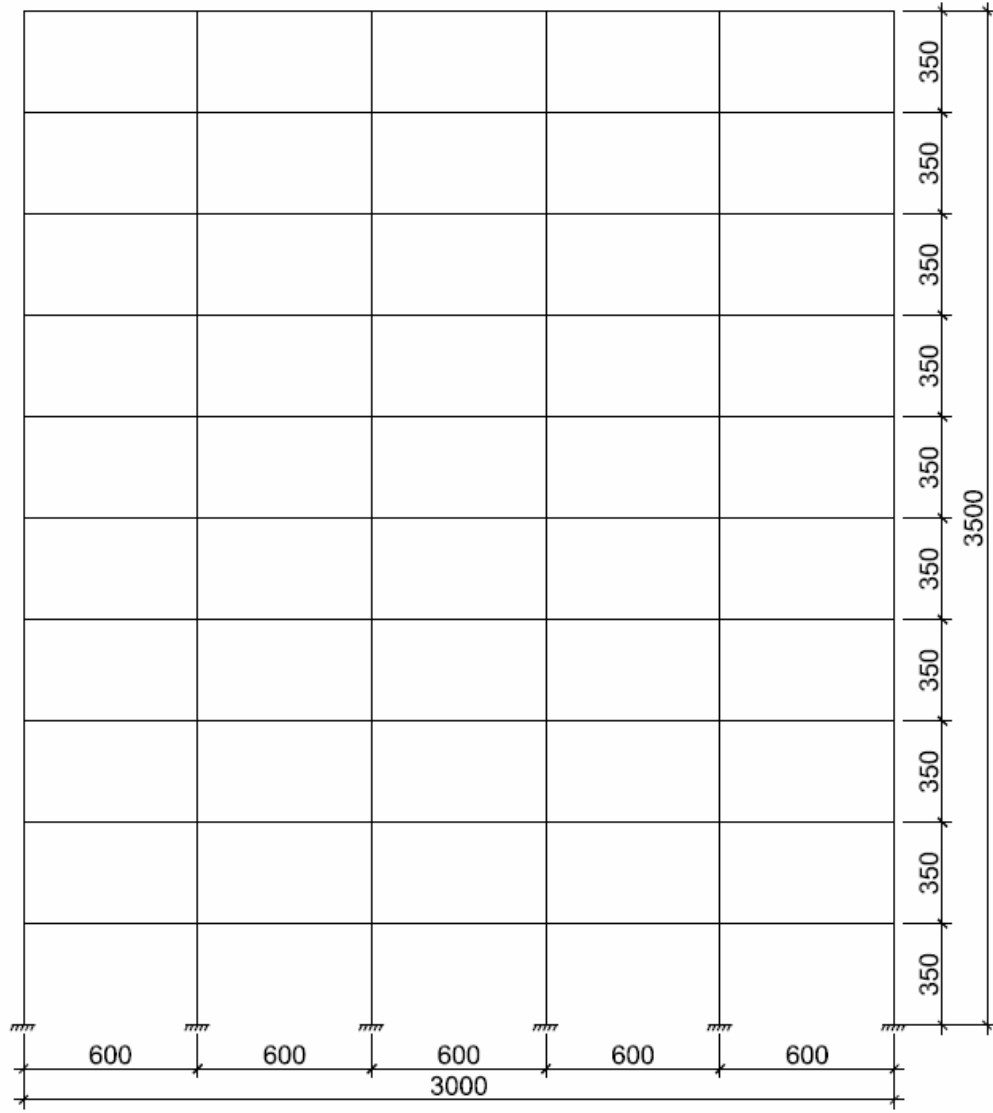
Yapı X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralıktır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Her iki doğrultuda rijit sistemin X-X kesiti

3.1.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve

Yapı Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6 m ve 5 aralıktır (Şekil 3.3).

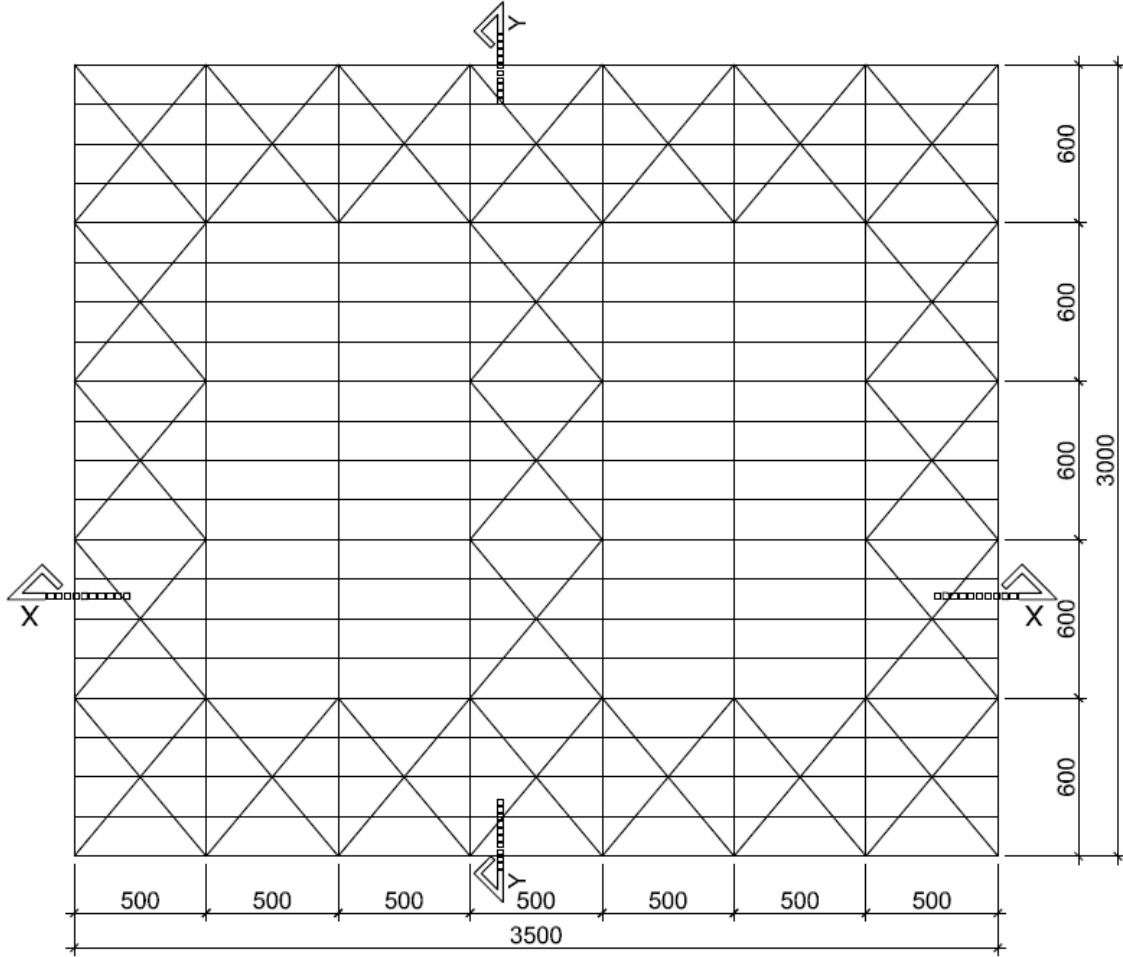


Şekil 3.3 Her iki doğrultuda rijit sistemin Y-Y kesiti

3.2 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem

3.2.1 Plan

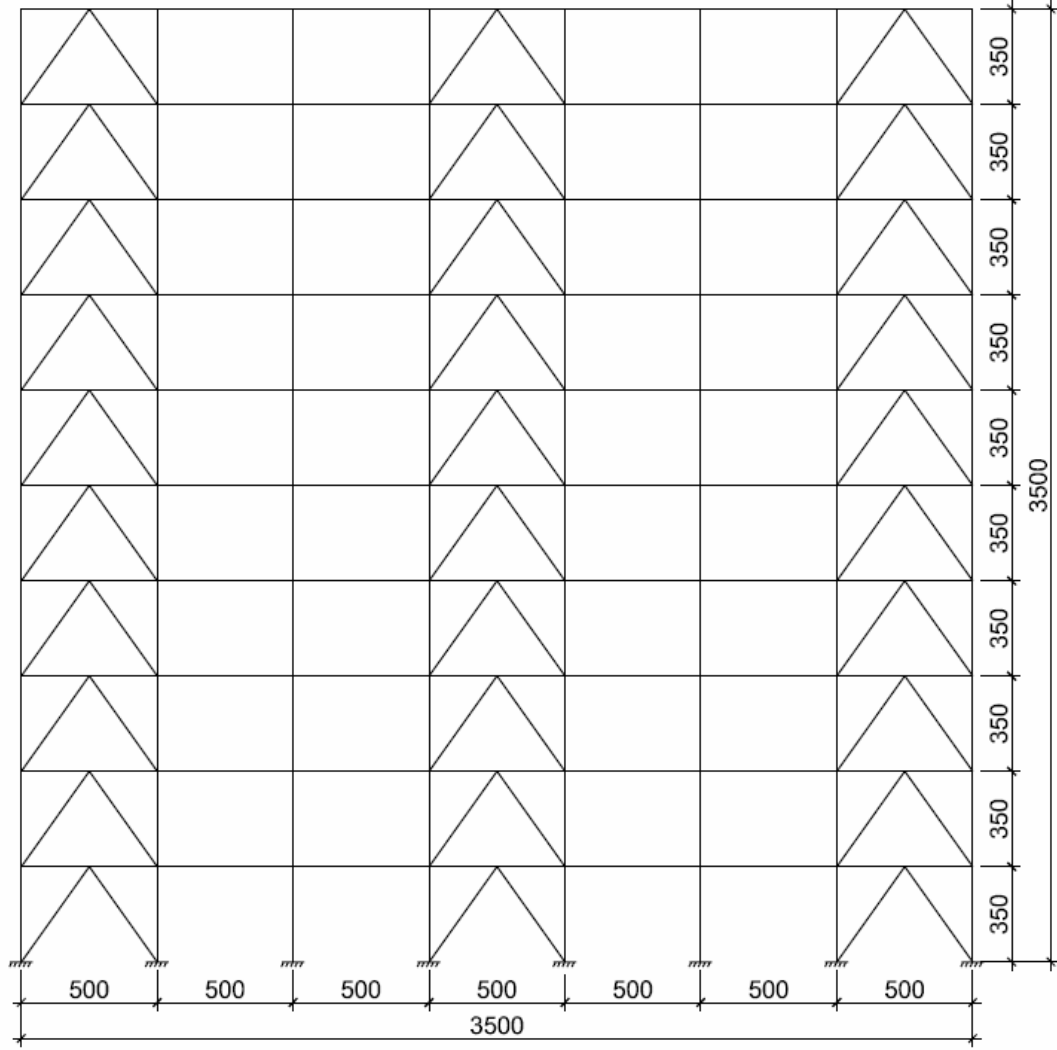
Yapı planda X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralık, Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6m ve 5 adet aralıktan oluşmuştur. Tali kirişler 1,5m arayla X-X doğrultusunda uygulanmıştır. Düşey çaprazların isabet ettiği aks aralıkları planda X örgü çaprazlarıyla bağlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin planı

3.2.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve

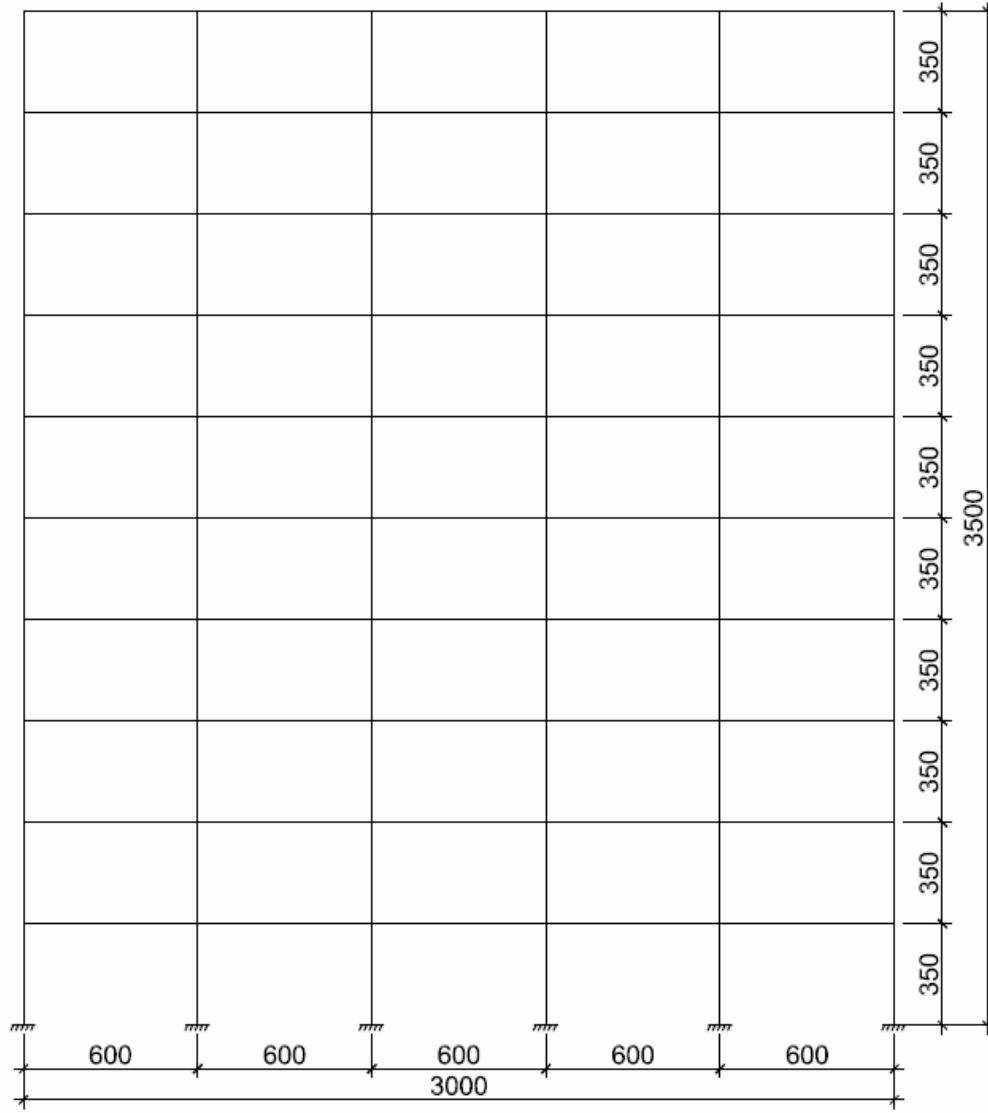
Yapı X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralıktır. Ters V biçimindeki düşey çaprazlar 1-4-7. aralıklarda yerleştirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin X-X kesiti

3.2.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve

Yapı Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6 m ve 5 aralıktır (Şekil 3.6).

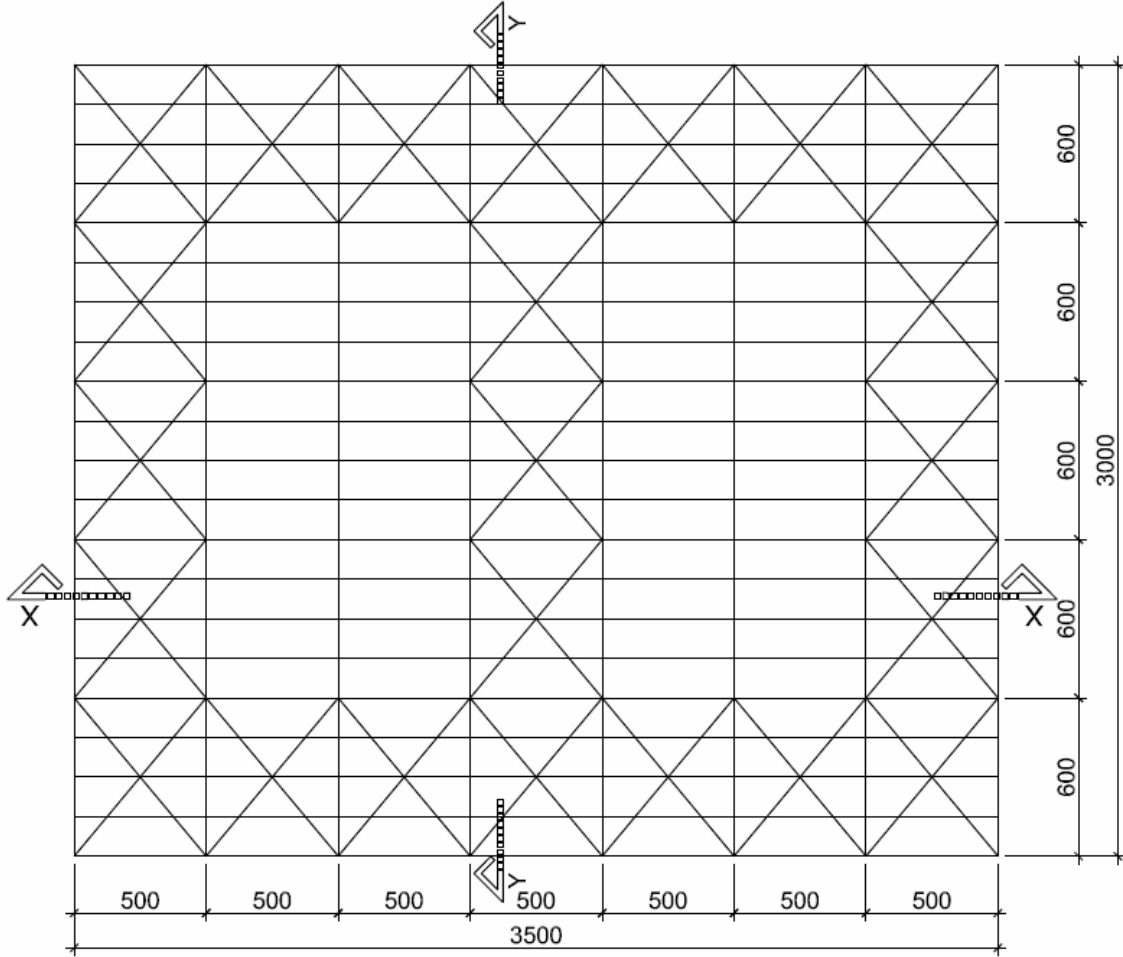


Şekil 3.6 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı sistemin Y-Y kesiti

3.3 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda X Çaprazlı Çerçeve Sistem

3.3.1 Plan

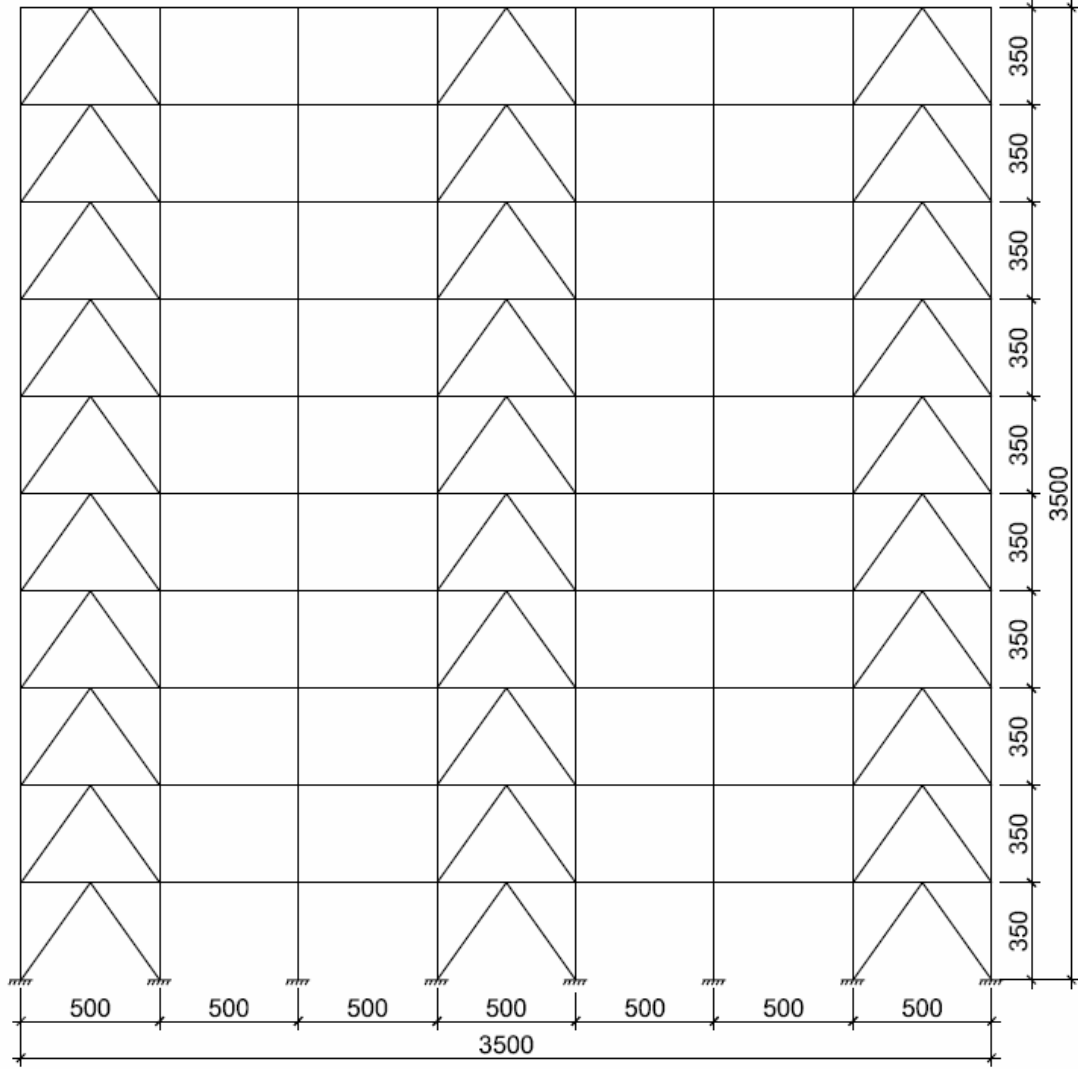
Yapı planda X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralık, Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6m ve 5 adet aralıktan oluşmuştur. Tali kirişler 1,5m arayla X-X doğrultusunda uygulanmıştır. Düşey çaprazların isabet ettiği aks aralıkları planda X örgü çaprazlarıyla bağlanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin planı

3.3.2 X-X Doğrultusundaki Çerçeve

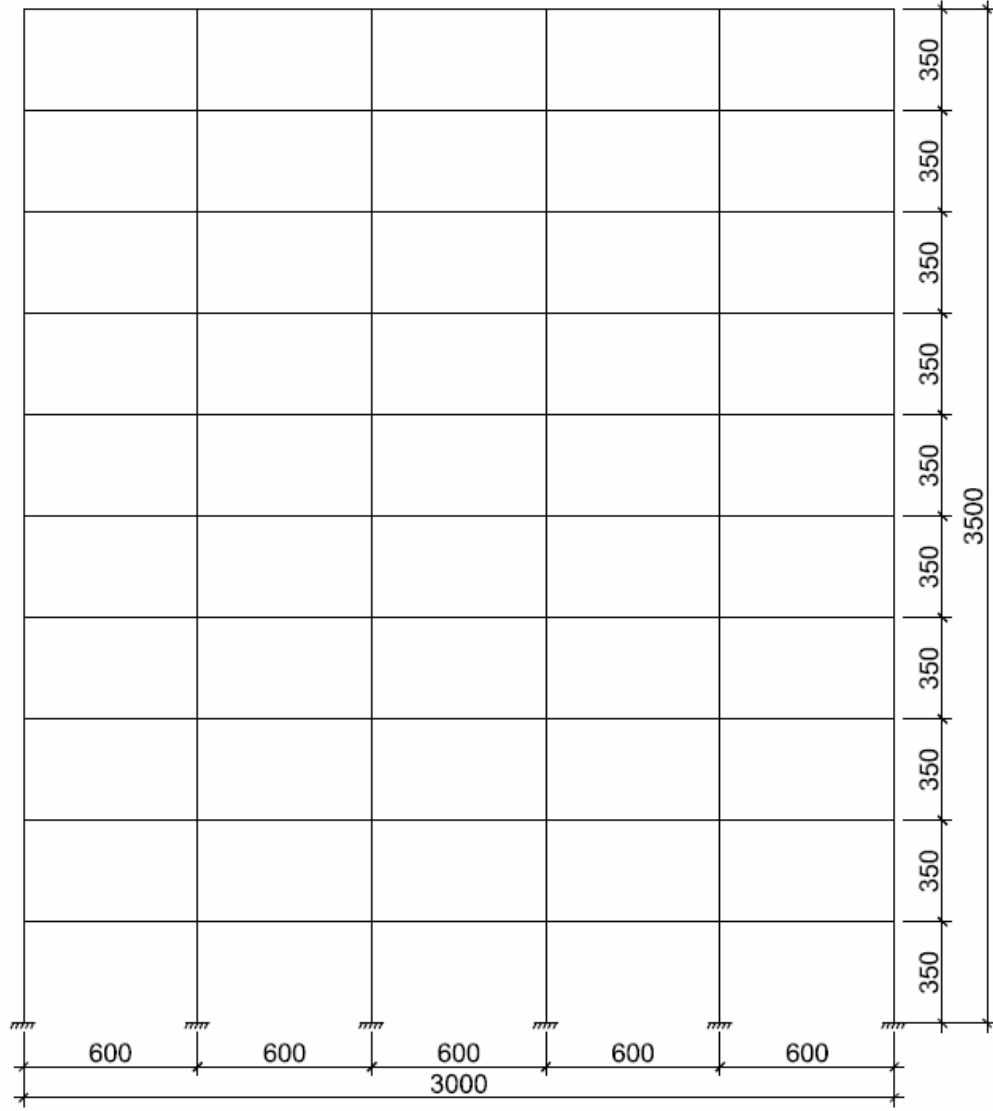
Yapı X-X doğrultusunda akslar arası mesafe 5 m ve 7 aralıktır. X biçimindeki düşey çaprazlar 1-4-7. aralıklarda uygulanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin X-X kesiti

3.3.3 Y-Y Doğrultusundaki Çerçeve

Yapı Y-Y doğrultusunda akslar arası mesafe 6 m ve 5 aralıktır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı sistemin Y-Y kesiti

4. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ YÜK ANALİZİ

Bu bölümde karşılaştırmaya esas olan değişik taşıyıcı düzenli çok katlı çelik yapıların, düşey ve yatay yük analizleri yapılmış, bu yükler altında taşıyıcı sistemi oluşturan kesitler ilgili standart ve yönetmeliklerde belirtilen kural ve koşullara uygun olarak boyutlandırılmıştır.

4.1 Düşey Yükler

Yapıda kullanılan malzemeler ve birim ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

4.1.1 Normal Katlar

$$\text{Gazbeton (h=10 cm)} = 0,1\text{m} \times 8,4 \text{ kN/m}^3 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap (h=3 cm)} = 0,03\text{m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Mozaik (h=2 cm)} = 0,02\text{m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Asma tavan ve tesisat} : 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Taşıyıcı sistemin zati ağırlığı} : 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Dış cephe kaplaması} : 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Hareketli yük} : 2 \text{ kN/m}^2$$

4.1.2 Çatı Katı

$$\text{Gazbeton (h=10 cm)} : 0,1\text{m} \times 8,4 \text{ kN/m}^3 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap (h=3 cm)} : 0,03\text{m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Mozaik (h=2 cm)} : 0,02\text{m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Asma tavan ve tesisat} : 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Taşıyıcı sistemin zati ağırlığı} : 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Dış cephe kaplaması} : 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kar yükü} : 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Hareketli yük} : 1,5 \text{ kN/m}^2$$

4.2 Rüzgar Yüklerinin Hesabı

Yapıya tesir eden rüzgar yükleri yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri TS 498'de aşağıdaki formüllerle hesaplanılmıştır.

$$W = C_r \cdot q \cdot A \text{ (kN)} \quad (4.1)$$

C_r = Aerodinamik yük katsayısı

q = Emme (hız basıncı) kN/m^2

A = Etkilenen yüzey alanı m^2

Çizelge 4.1 Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme (TS 498)

Zeminden Yükseklik (m)	Rüzgar Hızı V (m/s)	Emme Q (kN/m^2)
0-8	28	0,5
8-20	36	0,8
20-100	42	1,1
>100	46	1,3

4.2.1 X-X Doğrultusunda Yapıya Etkiyen Rüzgar Yüklerinin Hesabı

Akslar arası mesafe X – X doğrultusunda 6 m , Y- Y doğrultusunda 5 m'dir.

$$\begin{aligned}
 0 - 8 \text{ m arasında} \quad & : W_{x-x} = 0,8 \times 0,5 \times 6 = 2,4 \text{ kN/m (Basınç)} \\
 & : SW_{x-x} = 0,4 \times 0,5 \times 6 = 1,2 \text{ kN/m (Emme)} \\
 & : SW_{y-y} = 0,4 \times 0,5 \times 5 = 1,0 \text{ kN/m (Emme)} \\
 9 - 20 \text{ m arasında} \quad & : W_{x-x} = 0,8 \times 0,8 \times 6 = 3,84 \text{ kN/m (Basınç)} \\
 & : SW_{x-x} = 0,4 \times 0,8 \times 6 = 1,92 \text{ kN/m (Emme)} \\
 & : SW_{y-y} = 0,4 \times 0,8 \times 5 = 1,60 \text{ kN/m (Emme)} \\
 20 - 100 \text{ m arasında} \quad & : W_{x-x} = 0,8 \times 1,1 \times 6 = 5,28 \text{ kN/m (Basınç)} \\
 & : SW_{x-x} = 0,4 \times 1,1 \times 6 = 2,64 \text{ kN/m (Emme)} \\
 & : SW_{y-y} = 0,4 \times 1,1 \times 5 = 2,20 \text{ kN/m (Emme)}
 \end{aligned}$$

4.2.2 Y-Y Doğrultusunda Yapıya Etkiyen Rüzgar Yüklerinin Hesabı

Akslar arası mesafe X – X doğrultusunda 6 m , Y- Y doğrultusunda 5 m’dir.

0 – 8 m arasında	: $W_{y-y} = 0,8 \times 0,5 \times 5 = 2,0 \text{ kN/m}$ (Basınç)
	: $SW_{y-y} = 0,4 \times 0,5 \times 5 = 1,0 \text{ kN/m}$ (Emme)
	: $SW_{x-x} = 0,4 \times 0,5 \times 6 = 1,2 \text{ kN/m}$ (Emme)
8– 20 m arasında	: $W_{y-y} = 0,8 \times 0,8 \times 5 = 3,20 \text{ kN/m}$ (Basınç)
	: $SW_{y-y} = 0,4 \times 0,8 \times 5 = 1,60 \text{ kN/m}$ (Emme)
	: $SW_{x-x} = 0,4 \times 0,8 \times 6 = 1,92 \text{ kN/m}$ (Emme)
20 – 100 m arasında	: $W_{y-y} = 0,8 \times 1,1 \times 5 = 4,40 \text{ kN/m}$ (Basınç)
	: $SW_{y-y} = 0,4 \times 1,1 \times 5 = 2,20 \text{ kN/m}$ (Emme)
	: $SW_{x-x} = 0,4 \times 1,1 \times 6 = 2,64 \text{ kN/m}$ (Emme)

4.3 Sistemlere Etkiyen Yükler ve Kombinasyonları

4.3.1 Yükler

G :Sabit yük

Q :Hareketli yük

W :Rüzgar yükü

SpecX(EX):X-X doğrultusu dinamik analiz deprem yükü

SpecY(EY):Y-Y doğrultusu dinamik analiz deprem yükü

4.3.2 Yükleme Kombinasyonları

Sistemlere ait yükleme kombinasyonları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgede verilen “R” deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Çizelge 4.2 Yükleme kombinasyonları

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	LOAD TYPE	TITLE
GQ	ADD	G Q	1 1	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD)	G+Q
GQWX	ADD	G Q WX	1 1 1	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) STATIC (WIND)	G+Q+WX
GQWY	ADD	G Q WY	1 1 1	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) STATIC (WIND)	G+Q+WY
GQEX	ADD	G Q SPECX	1 1 1/R	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) QUAKE	G+Q+EX
GQEXE	ADD	G Q SPECX	1 1 -1/R	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) QUAKE	G+Q-EX
GQEY	ADD	G Q SPECY	1 1 1/R	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) QUAKE	G+Q+EY
GQEYE	ADD	G Q SPECY	1 1 -1/R	STATIC (DEAD) STATIC (DEAD) QUAKE	G+Q-EY
0,9GEX	ADD	G SPECX	1 1/R	STATIC (DEAD) QUAKE	0,9G+EX
0,9GEXE	ADD	G SPECX	1 -1/R	STATIC (DEAD) QUAKE	0,9G-EX
0,9GEY	ADD	G SPECY	1 1/R	STATIC (DEAD) QUAKE	0,9G+EY
0,9GEYE	ADD	G SPECY	1 -1/R	STATIC (DEAD) QUAKE	0,9G-EY

4.4 Her İki Doğrultuda Rijit Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi

4.4.1 X-X Doğrultusu

4.4.1.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

Bu bölümde katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabına esas olan değer ve katsayıların hesabı yapılmıştır.

- Bina 1. deprem bölgesinde zemini ise Z3 sınıfı zemin olarak belirlenmiştir.
- Bina önem katsayısı I, konutlar için 1,0 olarak alınmıştır.
- Etkin yer ivmesi katsayısı A_0 , 1. deprem bölgesi için 0,40 olarak alınmıştır.
- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre X-X doğrultusu için 1,075 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R, rijit çerçeve doğrultusunda $R=8$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,075=0,43$ bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,075
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,723 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,43

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak kat ağırlıkları aşağıda, katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Normal kat ağırlığı: $2,96 \text{ kN/m}^2 \cdot 30\text{m} \cdot 35\text{m} + 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,5\text{m} \cdot 130\text{m} + 0,3 \cdot 2 \text{ kN/m}^2 \cdot 30\text{m} \cdot 35\text{m}$
 $= 3965,5 \text{ kN}$

Çatı kat ağırlığı: $2,96 \text{ kN/m}^2 \cdot 30\text{m} \cdot 35\text{m} + 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,5\text{m} \cdot 130\text{m} + 0,3 \cdot 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 30\text{m} \cdot 35\text{m}$
 $= 3930 \text{ kN}$

Yapının toplam ağırlığı: $9 \cdot 3965,5 + 3930 = 39620 \text{ kN}$

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_o I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \cdot 0,43}{8} > 0,1 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 39620 \quad V_t = 2129,69 \text{ kN} > 1584,80 \text{ kN}$$

Çizelge 4.4 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i · H _i / Σ W · H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	594,91	-	12,39
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	306,96	594,91	6,39
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	272,85	901,87	5,68
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	238,74	1174,72	4,97
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	204,64	1413,46	4,26
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	170,53	1618,10	3,55
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	136,42	1788,63	2,84
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	102,32	1925,06	2,13
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	68,21	2027,38	1,42
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	34,11	2095,59	0,71
Σ	-	39620,00	762133,75	1,000	2129,69	2129,69	

4.4.1.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen

toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$2036,08 > 0,9 \cdot 2129,69 = 1916,72$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %98,58'dir. %98,58 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.4.1.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkitilen eşdeğer deprem yükleri altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.5'de verilmiştir.

4.4.1.4 Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesi Δ_i , denklem(4.2) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.2)$$

Denklem(4.2)'da d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, denklem (4.2) ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$, denklem(4.3)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02/8=0,0025 \quad (4.3b)$$

Denklem (4.3)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb), elde edilen göreli kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanmalıdır.

Çizelge 4.5 Katların deplasman değerleri

Kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	h_i (cm)	Δ_i / h_i	$\Delta_i / h_i \leq 0,0035$	$\Delta_i / h_i \leq 0,0025$
10	6,44	0,45	350	0,00129	<0,0035	<0,0025
9	5,99	0,65	350	0,00186	<0,0035	<0,0025
8	5,34	0,70	350	0,00200	<0,0035	<0,0025
7	4,64	0,72	350	0,00206	<0,0035	<0,0025
6	3,92	0,73	350	0,00209	<0,0035	<0,0025
5	3,19	0,69	350	0,00197	<0,0035	<0,0025
4	2,50	0,67	350	0,00191	<0,0035	<0,0025
3	1,83	0,70	350	0,00200	<0,0035	<0,0025
2	1,13	0,69	350	0,00197	<0,0035	<0,0025
1	0,44	0,44	350	0,00126	<0,0035	<0,0025

4.4.1.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 1.5'tan fazla olması durumu Çizelge 4.6'de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.6 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	6,44	0,93	<1,5
9	5,99	0,89	<1,5
8	5,34	0,87	<1,5
7	4,64	0,84	<1,5
6	3,92	0,81	<1,5
5	3,19	0,78	<1,5
4	2,50	0,73	<1,5
3	1,83	0,62	<1,5
2	1,13	0,39	<1,5
1	0,44	0,00	

4.4.2 Y-Y Doğrultusu

4.4.2.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

Bu bölümde katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabına esas olan değer ve katsayıların hesabı yapılmıştır.

- Bina 1. deprem bölgesinde zemini ise Z3 sınıfı zemin olarak belirlenmiştir.
- Bina önem katsayısı I, konutlar için 1,0 olarak alınmıştır.
- Etkin yer ivmesi katsayısı A_0 , 1. deprem bölgesi için 0,40 olarak alınmıştır.
- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre X-X doğrultusu için 1,023 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R, rijit çerçeve doğrultusunda $R=8$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,023=0,409$ bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,023
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,834 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,409

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Çizelge 4.8’de verilmiştir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \times 0,409}{8} = 2025,94 kN > 1584,80 kN$$

Çizelge 4.8 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i .H _i /ΣW.H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	578,83	-	12,06
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	289,42	578,83	6,03
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	257,26	868,25	5,36
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	225,11	1125,52	4,69
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	192,95	1350,62	4,02
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	160,79	1543,57	3,35
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	128,63	1704,36	2,68
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	96,47	1832,99	2,01
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	64,32	1929,46	1,34
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	32,16	1993,78	0,67
Σ		39620,00	762133,75	1,000	2025,94	2025,94	

4.4.2.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$1946,62 > 0,9 \cdot 2025,94 = 1823,35$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %98,37'dir. %98,37 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.4.2.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkitilen eşdeğer deprem yükleri

altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.9’de verilmiştir.

4.4.2.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02/8 = 0,0025 \quad (4.3b)$$

Çizelge 4.9 Katların deplasman değerleri

Kat	d _i (cm)	Δ _i (cm)	h _i (cm)	Δ _i /h _i	Δ _i /h _i ≤ 0,0035	Δ _i /h _i ≤ 0,02/R
10	7,03	0,51	350	0,00146	<0,0035	<0,0025
9	6,52	0,71	350	0,00203	<0,0035	<0,0025
8	5,81	0,77	350	0,00220	<0,0035	<0,0025
7	5,04	0,79	350	0,00226	<0,0035	<0,0025
6	4,25	0,80	350	0,00229	<0,0035	<0,0025
5	3,45	0,74	350	0,00211	<0,0035	<0,0025
4	2,71	0,74	350	0,00211	<0,0035	<0,0025
3	1,97	0,77	350	0,00220	<0,0035	<0,0025
2	1,20	0,74	350	0,00211	<0,0035	<0,0025
1	0,46	0,46	350	0,00131	<0,0035	<0,0025

4.4.2.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5’tan fazla olması durumu Çizelge 4.10’de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.10 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	7,03	0,93	<1,5
9	6,52	0,89	<1,5
8	5,81	0,87	<1,5
7	5,04	0,84	<1,5
6	4,25	0,81	<1,5
5	3,45	0,79	<1,5
4	2,71	0,73	<1,5
3	1,97	0,61	<1,5
2	1,20	0,38	<1,5
1	0,46	0,00	

4.5 Tek Yönde Rijit Diğer Yönde Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi

4.5.1 X-X Doğrultusu (Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistem)

4.5.1.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre X-X doğrultusu için 1,619 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R , rijit olmayan çerçeve doğrultusunda $R=3$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,619=0,648$ bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,619
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,033 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,648

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Çizelge 4.12’de verilmiştir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \times 0,648}{3} = 8551,34 kN > 1584,80 kN$$

Çizelge 4.12 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i .H _i /ΣW.H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	2050,28	-	42,71
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	1300,21	2050,28	27,09
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	1155,74	3350,49	24,08
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	1011,28	4506,23	21,07
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	866,81	5517,51	18,06
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	722,34	6384,32	15,05
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	577,87	7106,66	12,04
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	433,40	7684,53	9,03
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	288,94	8117,93	6,02
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	144,47	8406,87	3,01
Σ		39620,00	762133,75	1,000	8551,34	8551,34	

4.5.1.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$7789,01 > 0,9 \cdot 8551,34 = 7282,08$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %99,93'dir. %99,93 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.5.1.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkilene eşdeğer deprem yükleri

altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.13’de verilmiştir.

4.5.1.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02/3=0,0066 \quad (4.3b)$$

Çizelge 4.13 Katların deplasman değerleri

Kat	d _i (cm)	Δ _i (cm)	h _i (cm)	Δ _i /h _i	Δ _i /h _i ≤ 0,0035	Δ _i /h _i ≤ 0,02/R
10	9,88	1,10	350	0,00314	<0,0035	<0,0066
9	8,78	1,17	350	0,00334	<0,0035	<0,0066
8	7,61	1,19	350	0,00340	<0,0035	<0,0066
7	6,42	1,20	350	0,00343	<0,0035	<0,0066
6	5,22	1,17	350	0,00334	<0,0035	<0,0066
5	4,05	1,11	350	0,00317	<0,0035	<0,0066
4	2,94	1,00	350	0,00286	<0,0035	<0,0066
3	1,94	0,85	350	0,00243	<0,0035	<0,0066
2	1,09	0,66	350	0,00189	<0,0035	<0,0066
1	0,43	0,43	350	0,00123	<0,0035	<0,0066

4.5.1.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5’tan fazla olması durumu Çizelge 4.14’de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.14 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	9,88	0,89	<1,5
9	8,78	0,87	<1,5
8	7,61	0,84	<1,5
7	6,42	0,81	<1,5
6	5,22	0,78	<1,5
5	4,05	0,73	<1,5
4	2,94	0,66	<1,5
3	1,94	0,56	<1,5
2	1,09	0,39	<1,5
1	0,43	0,00	

4.5.2 Y-Y Doğrultusu

4.5.2.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre Y-Y doğrultusu için 1,066 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R , rijit çerçeve doğrultusunda $R=8$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,066=0,426$ bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,066
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,741 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,426

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı Çizelge 4.16’de verilmiştir.

$$V_t = W A(T_1) / R_d(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \times 0,426}{8} = 2112,06 kN > 1584,80 kN$$

Çizelge 4.16 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i .H _i /ΣW.H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	592,17	-	12,34
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	303,98	592,17	6,33
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	270,20	896,15	5,63
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	236,43	1166,35	4,93
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	202,65	1402,78	4,22
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	168,88	1605,43	3,52
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	135,10	1774,31	2,81
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	101,33	1909,41	2,11
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	67,55	2010,73	1,41
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	33,78	2078,29	0,70
Σ		39620,00	762133,75	1,000	2112,06	2112,06	

4.5.2.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$2053,70 > 0,9 \cdot 2112,06 = 1936,53$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %98,77'dir. %98,77 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.5.2.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkitilen eşdeğer deprem yükleri

altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir.

4.5.2.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02/8=0,0025 \quad (4.3b)$$

Çizelge 4.17 Katların deplasman değerleri

Kat	d _i (cm)	Δ _i (cm)	h _i (cm)	Δ _i /h _i	Δ _i /h _i ≤ 0,0035	Δ _i /h _i ≤ 0,02/R
10	6,43	0,45	350	0,00129	<0,0035	<0,0025
9	5,98	0,58	350	0,00166	<0,0035	<0,0025
8	5,40	0,64	350	0,00183	<0,0035	<0,0025
7	4,76	0,69	350	0,00197	<0,0035	<0,0025
6	4,07	0,73	350	0,00209	<0,0035	<0,0025
5	3,34	0,74	350	0,00211	<0,0035	<0,0025
4	2,60	0,77	350	0,00220	<0,0035	<0,0025
3	1,83	0,77	350	0,00220	<0,0035	<0,0025
2	1,06	0,69	350	0,00197	<0,0035	<0,0025
1	0,37	0,37	350	0,00106	<0,0035	<0,0025

4.5.2.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5’tan fazla olması durumu Çizelge 4.18’de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.18 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	6,43	0,93	<1,5
9	5,98	0,90	<1,5
8	5,40	0,88	<1,5
7	4,76	0,86	<1,5
6	4,07	0,82	<1,5
5	3,34	0,78	<1,5
4	2,60	0,70	<1,5
3	1,83	0,58	<1,5
2	1,06	0,35	<1,5
1	0,37	0,00	

4.6 Tek Yönde Rijit Diğer Yönde X Çaprazlı Çerçeve Sistem İçin Deprem Analizi

4.6.1 X-X Doğrultusu

4.6.1.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre X-X doğrultusu için 1,648 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R , rijit olmayan çerçeve doğrultusunda $R=3$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,648=0,659$ bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,648
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,010 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,659

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Çizelge 4.20’de verilmiştir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \times 0,659}{3} = 8091,20 kN > 1584,80 kN$$

Çizelge 4.20 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i .H _i /ΣW.H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	1460,49	-	30,43
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	1326,14	1460,49	27,63
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	1178,79	2786,63	24,56
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	1031,44	3965,42	21,49
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	884,10	4996,87	18,42
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	736,75	5880,96	15,35
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	589,40	6617,71	12,28
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	442,05	7207,11	9,21
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	294,70	7649,15	6,14
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	147,35	7943,85	3,07
Σ		39620,00	762133,75	1,000	8091,20	8091,20	

4.6.1.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$7895,20 > 0,9 \cdot 8091,20 = 7696,21$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %99,91'dir. %99,91 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.6.1.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkitilen eşdeğer deprem yükleri

altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.21’de verilmiştir.

4.6.1.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02/3=0,0066 \quad (4.3b)$$

Çizelge 4.21 Katların deplasman değerleri

Kat	d _i (cm)	Δ _i (cm)	h _i (cm)	Δ _i /h _i	Δ _i /h _i ≤ 0,0035	Δ _i /h _i ≤ 0,02/R
10	9,75	1,17	350	0,00334	<0,0035	<0,0066
9	8,58	1,18	350	0,00337	<0,0035	<0,0066
8	7,40	1,21	350	0,00346	<0,0035	<0,0066
7	6,19	1,19	350	0,00340	<0,0035	<0,0066
6	5,00	1,15	350	0,00329	<0,0035	<0,0066
5	3,85	1,07	350	0,00306	<0,0035	<0,0066
4	2,78	0,96	350	0,00274	<0,0035	<0,0066
3	1,82	0,81	350	0,00231	<0,0035	<0,0066
2	1,01	0,62	350	0,00177	<0,0035	<0,0066
1	0,39	0,39	350	0,00111	<0,0035	<0,0066

4.6.1.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5’tan fazla olması durumu Çizelge 4.22’de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.22 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	9,75	0,88	<1,5
9	8,58	0,86	<1,5
8	7,40	0,84	<1,5
7	6,19	0,81	<1,5
6	5,00	0,77	<1,5
5	3,85	0,72	<1,5
4	2,78	0,65	<1,5
3	1,82	0,55	<1,5
2	1,01	0,39	<1,5
1	0,39	0,00	

4.6.2 Y-Y Doğrultusu

4.6.2.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

- Binanın doğal titreşim periyodu Sap2000 programında yapılan dinamik analiz neticesinde çıkan değer alınmıştır.
- Spektrum katsayısı $S(T)$ $T_1 > T_B$ için denklem (2.6c)'ye göre Y-Y doğrultusu için 1,086 olarak hesaplanmıştır.
- Deprem yükü azaltma katsayısı R , rijit çerçeve doğrultusunda $R=8$ alınmıştır.

Buna göre spektral ivme katsayısı;

$A(T)=0,40 \times 1,0 \times 1,086=0,434$ bulunmuştur.

Çizelge 4.23 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Konut Binası
Deprem Bölgesi	1.
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40
Bina Önem Katsayısı	1,0
Spektrum Katsayısı	1,086
1.ci Doğal Titreşim Periyodu	1,701 sn
Spektral İvme Katsayısı	0,434

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı;

Yapının deprem hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Çizelge 4.24’de verilmiştir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.2)$$

$$V_t = \frac{39620 \times 0,434}{8} = 2151,70 kN > 1584,80 kN$$

Çizelge 4.24 Katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	H _i (m)	w _i (kN)	w _i H _i	w _i .H _i /ΣW.H	F _i (kN)	V _i (kN)	F _{kolon} (kN)
10	35,00	3930,5	137567,50	0,181	598,35	-	12,47
9	31,50	3965,5	124913,25	0,164	310,67	598,35	6,47
8	28,00	3965,5	111034,00	0,146	276,15	909,02	5,75
7	24,50	3965,5	97154,75	0,127	241,63	1185,17	5,03
6	21,00	3965,5	83275,50	0,109	207,11	1426,80	4,31
5	17,50	3965,5	69396,25	0,091	172,60	1633,92	3,60
4	14,00	3965,5	55517,00	0,073	138,08	1806,51	2,88
3	10,50	3965,5	41637,75	0,055	103,56	1944,59	2,16
2	7,00	3965,5	27758,50	0,036	69,04	2048,14	1,44
1	3,50	3965,5	13879,25	0,018	34,52	2117,18	0,72
Σ		39620,00	762133,75	1,000	2151,70	2151,70	

4.6.2.2 Dinamik Analiz Neticesinde Bulunan Toplam Yatay Yük ve Etkin Kütle Oranı

Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (V_t) ile mod birleştirme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) mukayesesi neticesinde elde edilen değerler aşağıdaki gibidir;

$$V_{tB} > \beta V_t$$

$$2087,80 > 0,9 \cdot 2151,70 = 1900,85$$

olduğundan dinamik analizde bulunan değerlerin büyütülmesine gerek yoktur.

Dinamik analiz sonucu bulunan sistemin etkin kütle oranı %99,47'dir. %99,47 > %90 olduğundan dinamik analizde alınan mod sayısı yeterlidir.

4.6.2.3 Deprem Yüklerine Karşı Gelen Deplasmanların Hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapıya etkitilen eşdeğer deprem yükleri

altında SAP2000 yapı analiz programı ile bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.25’de verilmiştir.

4.6.2.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,0035 \quad (4.3a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0,02 / R = 0,02 / 8 = 0,0025 \quad (4.3b)$$

Çizelge 4.25 Katların deplasman değerleri

Kat	d _i (cm)	Δ _i (cm)	h _i (cm)	Δ _i /h _i	Δ _i /h _i ≤ 0,0035	Δ _i /h _i ≤ 0,02/R
10	6,25	0,46	350	0,00129	<0,0035	<0,0025
9	5,79	0,56	350	0,00160	<0,0035	<0,0025
8	5,23	0,64	350	0,00183	<0,0035	<0,0025
7	4,59	0,68	350	0,00194	<0,0035	<0,0025
6	3,91	0,71	350	0,00203	<0,0035	<0,0025
5	3,20	0,73	350	0,00209	<0,0035	<0,0025
4	2,47	0,75	350	0,00214	<0,0035	<0,0025
3	1,72	0,74	350	0,00211	<0,0035	<0,0025
2	0,98	0,65	350	0,00186	<0,0035	<0,0025
1	0,33	0,33	350	0,00094	<0,0035	<0,0025

4.6.2.5 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5’tan fazla olması durumu Çizelge 4.26’de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.26 Yumuşak kat tahkiki

kat	d_i (cm)	Δ_i (cm)	$\Delta_i / \Delta_{i+1} \leq 1.5$
10	6,24	0,93	<1,5
9	5,79	0,90	<1,5
8	5,23	0,88	<1,5
7	4,59	0,85	<1,5
6	3,91	0,82	<1,5
5	3,20	0,77	<1,5
4	2,47	0,70	<1,5
3	1,72	0,57	<1,5
2	0,98	0,34	<1,5
1	0,33	0,00	

5. ABYYHY'YE GÖRE TASARIM İLKELERİ

Bu bölümün kapsamı içinde bulunan çelik taşıyıcı sistemlerin tasarımı; ABYYHY'de verilen deprem yükleri ve hesap kuralları, TS498'de öngörülen diğer yükler, emniyet gerilmeleri yöntemine ilişkin TS648 ve TS3357 veya taşıma gücü yöntemine ilişkin TS4561'deki kurallara göre yapılacaktır.

5.1 Emniyet Gerilmeleri, Yük ve Malzeme Güvenlik Katsayıları

Emniyet Gerilmeleri Yöntemine göre yapılan kesit hesaplarında, birleşim ve ekler dışında, emniyet gerilmeleri için TS648'deki EIY yükleme durumunda izin verilen %15 arttırım, deprem durumunda en fazla %33'e çıkarılabilir.

Taşıma Gücü Yöntemine göre yapılan kesit hesaplarında, deprem etkisini içeren yükleme durumları için TS4561'deki yük katsayıları aşağıdaki şekilde değiştirilecektir:

$$1.0 G + 1.0 Q \pm 1.0 E \quad (5.1a)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi durumunda,

$$0.9 G \pm 1.0 E \quad (5.1b)$$

Ayrıca, Taşıma Gücü Yöntemi ile TS4561'e göre yapılacak hesaplarda çelik akma sınırına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı 1.15, betonarme-çelik kompozit döşemelerde beton karakteristik basınç dayanımına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı ise 1.5 olarak alınacaktır.

Bütün deprem bölgelerinde kaynak emniyet gerilmesi veya taşıma gücü %25 oranında azaltılacaktır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, şantiyede kaynaklı birleşim ve eklerin sertifikalı kaynakçı tarafından yapılması zorunludur.

5.2 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

5.2.1 Enkesit Koşulları

Kesit hesapları TS648'e göre emniyet gerilmeleri yöntemi ile yapılsa bile, tüm çerçeve elemanlarında başlık genişliği / kalınlığı ve gövde derinliği / kalınlığı oranları için TS4561, Madde 2.5.4'de verilen koşullara uyulacaktır.

5.2.2 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların plastikleşme momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin plastikleşme momentleri toplamından daha büyük olacaktır.

$$(M_{pa} + M_{pi}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (5.2)$$

Denklem(5.2), depremin her iki doğrultusu için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır.

5.2.3 Çerçevelerde Ek ve Birleşimler

- Çerçevelerin kolon-kiriş birleşimlerinde kolon sürekli olacaktır. Kirişin kolon kesitinin başlığına bağlanması durumunda kolon gövdesi kiriş başlığı seviyesinde berkitme levhaları ile güçlendirilecektir.
- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, eğilme aktaran birleşim ve eklerde kaba bulon kullanılamaz. Ancak, öngermeli olarak kullanılan yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonları bu kısıtlamanın dışındadır. Yüksek dayanımlı bulonlar ISO 8.8 veya 10.9 kalitesinde olacaktır.
- Kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin 1/4'ü kadar uzakta yapılacaktır. Eklerin küt kaynakla yapılması durumunda, kaynak ağzı açılacak ve derin penetrasyonlu kaynak kullanılacaktır.
- Köşe kaynaklı ya da öngermesiz bulonlu kolon-kiriş birleşimlerinin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın taşıma gücünün 1.20 katından daha az olamaz. Diğer tür kolon-kiriş birleşimlerinde, birleşimin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın kendi taşıma gücünden hiçbir zaman daha az olamaz.
- Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kiriş yüksekliği kadar uzakta yapılacaktır.
- Birleşim ve ek hesaplarının proje hesap raporlarında ayrıntılı olarak verilmesi zorunludur.

5.2.4 Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlı perdeler; kolonlar, kirişler ve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük taşıyıcı sistem

elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- Örgü çubuklarının kolon-kiriş birleşim noktasına ya da iki örgü çubuğunun bir kiriş üzerindeki ortak birleşim noktasına göre dışmerkezliği, perde kolonları arasındaki açıklığın $1/5$ 'i ile $1/10$ 'u arasında seçilecektir. Dışmerkez örgü çubuklarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulmasının ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınacaktır.
- Örgü çubuklarının kolonlara bağlandığı çaprazlı perdelerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılacaktır. Kolon gövdesine bağlantı yapılamaz.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.
- Örgü çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

5.2.5 Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler; kolonlar, kirişler ve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- Çaprazların sadece çekmeye çalışmak üzere hesaplanması durumunda, çapraz örgü çubuklarının narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.
- Örgü çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

6. ÇELİK SİSTEMLERİN ÇÖZÜMÜ

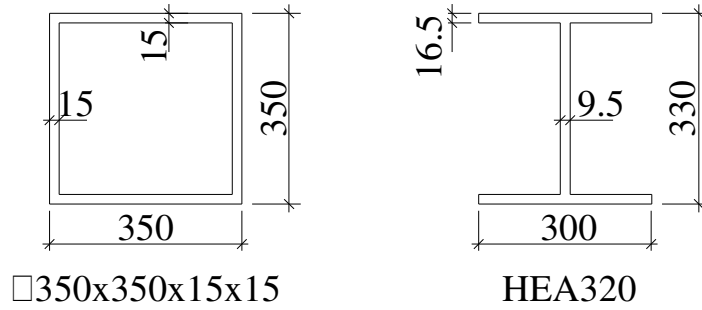
Çelik sistemlerin kesit tahkikleri, elastik hesap kurallarını içeren TS648'e göre yapılmıştır. Yatay deprem yükleri ve düşey yükler altında kullanılan değerle SAP2000 analiz programı yardımıyla bulunmuştur.

6.1 Her İki Yönde Rijit Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri

Zemin kat kolonun kesiti 350x350x15, kirişin kesiti HEA340'dür.

Çizelge 6.1 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri

Kesit	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t _b (mm)	F (cm ²)	J _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	i _x (cm)	i _y (cm)
□350x350x15x15	350	350	15	15	201	37670	2152	2152	13,69	13,69
HEA340	330	300	9,5	16,5	133,5	27690	1678	495,7	14,40	7,46



Şekil 6.1 □350x350x15x15 kolon ve HEA340 kiriş kesitleri

Kolon kesiti □350x350x15x15

N: 1420,17 kN

M_{x-x}: 11475,43 kNcm

M_{y-y}: 8,82 kNcm

$$A_b = b \times t_b + 2x \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 35 \times 1,5 + 2x \left(\left(\frac{35 - 2 \times 1,5}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 1,5 \right) = 68,50 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} + 2x A x d A^2 = 1,5 \times \frac{35^3}{12} + 2 \times 16 \times 16,75^2 = 9848 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{9848}{68,50}} = 11,99 \text{ cm}$$

$$G_A = \frac{\sum J_c / I_c}{\sum J_g / I_g} = \frac{\frac{37670}{350} + \frac{37670}{350}}{\frac{27690}{600} + \frac{27690}{600}} = 2,33$$

$G_B=1,0$ (Temelde ankastre bağlantı)

$$K_x=1,48$$

$$G_A = \frac{\sum J_c / I_c}{\sum J_g / I_g} = \frac{\frac{37670}{350} + \frac{37670}{350}}{\frac{27690}{500} + \frac{27690}{500}} = 1,94$$

$G_B=1,0$ (Temelde ankastre bağlantı)

Basınç tahkiki:

$$K_y=1,44$$

$$S_{kx}=K_x \times L = 1,48 \times 350 = 518$$

$$S_{ky}=K_y \times L = 1,44 \times 350 = 504$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{518}{13,69} = 37,84$$

$$w=1,18$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{1420,17}{201} = 7,07 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{cem}=14,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{cem}}{\varphi} = \frac{14,4}{1,18} = 12,20 \text{ kN / cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} = \frac{7,07}{12,20} = 0,58 > 0,15$$

eğilme tahkiki:

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{11475,43}{2152} = 5,33 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{8,82}{2152} = 0,004 \text{ kN / cm}^2$$

$$\lambda_{xb} = \frac{S_{kx}}{i_{yb}} = \frac{518}{11,99} = 43,20$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{504}{11,99} = 42,03$$

$$C_{bx} = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 + 1,05x \left(\frac{4999}{11476} \right) + 0,3x \left(\frac{4999}{11476} \right)^2 = 2,26 < 2,3$$

$$C_{by} = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 + 1,05x \left(\frac{6,43}{8,82} \right) + 0,3x \left(\frac{6,43}{8,82} \right)^2 = 2,67 > 2,3$$

$$\lambda_{xb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 2,26}{2400}} = 168,27 \Rightarrow \lambda_{xb} = 43,20 < 168,27$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{by}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 2,3}{2400}} = 169,56 \Rightarrow \lambda_{yb} = 42,03 < 169,56$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{xb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400x43,20^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 2,26} \right] x 2400 = 15,48 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_{bx}}{S_{kx} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 2,26}{518x \frac{35}{68,50}} = 73,00 > 14,40 \text{ kN / cm}^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14,40 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400x42,03^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 2,3} \right] x 2400 = 15,58 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_b}{S_{ky} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 2,3}{504x \frac{35}{68,50}} = 75,02 > 14,40 \text{ kN / cm}^2 \Rightarrow \sigma_{By} = 14,40 \text{ kN / cm}^2$$

$$C_{mx}=C_{my}=0,85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{1,48 \times 350 / 13,69} = 57,90 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{ey'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{1,44 \times 350 / 13,69} = 61,16 \text{ kN / cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{7,07}{12,20} + \frac{0,85 \times 5,33}{\left(1 - \frac{7,07}{57,90}\right) \times 14,40} + \frac{0,85 \times 0,0004}{\left(1 - \frac{7,07}{61,16}\right) \times 14,40} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,93 / 1,33 = 0,70 \leq 1,0$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0,6\sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} = \frac{7,15}{0,6 \times 24} + \frac{5,33}{14,40} + \frac{0,004}{14,40} = 0,86 / 1,33 = 0,65 \leq 1,0$$

TS4561'e göre kesit kontrolü:

$$\frac{b}{t_b} \leq 32 \quad \frac{30}{15} \leq 32 \Rightarrow 20 \leq 32$$

$$\frac{d_g}{t_g} \leq 43 * \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \quad \frac{300}{15} \leq 43 * \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \Rightarrow 20 \leq 44,16$$

Kiriş tahkiki kesit: HEA340

N: 15,38 kN

M_{x-x}: 11900,7 kNcm

M_{y-y}: 28,34 kNcm

$$A_b = b \times t_b + \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 30 \times 1,65 + \left(\left(\frac{33 - 2 \times 1,65}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 0,95 \right) = 54,20 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} = 0,95 \times \frac{30^3}{12} = 3712 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{3712}{54,20}} = 8,28 \text{ cm}$$

K_x=1,0

$$K_y=0,33$$

$$S_{kx}=K_x \cdot L = 1,0 \cdot 600 = 600$$

$$S_{ky}=K_y \cdot L = 0,33 \cdot 600 = 198$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{600}{14,4} = 41,67$$

$$w=1,22$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{15,38}{133,5} = 0,115 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\zeta em} = 14,4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{\zeta em}}{w} = \frac{14,4}{1,22} = 11,80 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{11900,7}{1678} = 7,09 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{28,34}{495,7} = 0,06 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{198}{8,15} = 23,92$$

$$C_{bx}=1,0$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 1,0}{2400}} = 111,80 \Rightarrow \lambda_{yb} = 23,92 < 111,80$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400 \cdot 23,92^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 1,0} \right] \cdot 2400 = 15,63 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_{bx}}{S_{kx} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 1,0}{198 \cdot \frac{33}{54,20}} = 69,68 > 14,40 \text{ kN} / \text{cm}^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14,40 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{By}=14,40 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$C_{mx}=C_{my}=0,85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29.10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29.10^4}{(1,0 \times 600 / 14,4)^2} = 47,75 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{ey'} = \frac{8,29.10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29.10^4}{(0,33 \times 600 / 7,46)^2} = 61,16 \text{ kN / cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{0,115}{11,80} + \frac{0,85 \times 7,09}{\left(1 - \frac{0,115}{47,75}\right) \times 14,40} + \frac{0,85 \times 0,06}{\left(1 - \frac{0,115}{117,68}\right) \times 14,40} \Rightarrow$$

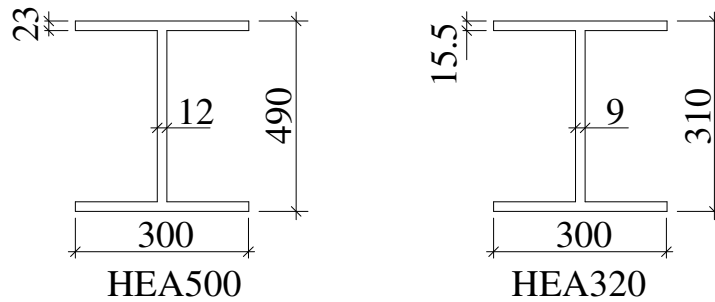
$$\Rightarrow 0,43 / 1,33 = 0,32 \leq 1,0$$

6.2 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda Ters V Çaprazlı Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri

Zemin kat kolonun kesiti HEA500, kirişin kesiti HEA320'dir.

Çizelge 6.2 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri

Kesit	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t _b (mm)	F (cm ²)	J _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	i _x (cm)	i _y (cm)
HEA500	490	300	12	23	197,5	86970	3550	691,1	20,98	7,24
HEA320	310	300	9	15,5	124,4	22930	1479	465,7	13,58	7,49



Şekil 6.2 HEA500 kolon ve HEA 320 kiriş kesitleri

Kolon kesiti: HEA500

N: 2065,14 kN

M_{x-x}: 124,44 kNcm

M_{y-y}: 219,89 kNcm

$$A_b = b \times t_b + \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 30 \times 2,3 + \left(\left(\frac{49 - 2 \times 2,3}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 1,2 \right) = 77,88 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} = 2,3 \times \frac{30^3}{12} = 5175 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{5175}{77,88}} = 8,15 \text{ cm}$$

$$G_A = \frac{\sum J_c / I_c}{\sum J_g / I_g} = \frac{\frac{86970}{350} + \frac{86970}{350}}{\frac{22930}{600} + \frac{22930}{600}} = 6,50$$

$G_B=1,0$ (Temelde ankastre bağlantı)

Basınç tahkiki:

$$K_x=1,82$$

$$K_y=1,0$$

$$S_{kx}=K_x \times L = 1,82 \times 350 = 637$$

$$S_{ky}=K_y \times L = 1,0 \times 350 = 350$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{637}{20,98} = 30,36$$

$$w=1,26$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{2065,11}{197,5} = 10,47 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{\zeta em}=14,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{\zeta em}}{w} = \frac{14,4}{1,26} = 11,43 \text{ kN / cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} = \frac{10,47}{11,43} = 0,915 > 0,15$$

eğilme tahkiki:

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{124,44}{3550} = 0,035 kN / cm^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{219,89}{691,1} = 0,318 kN / cm^2$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{350}{8,15} = 42,94$$

$$C_{bx} = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 + 1,05x \left(\frac{108,55}{124,44} \right) + 0,3x \left(\frac{108,55}{124,44} \right)^2 = 2,89 > 2,3$$

$$C_{by} = 1,75 + 1,05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1,75 + 1,05x \left(\frac{0}{219,89} \right) + 0,3x \left(\frac{0}{219,89} \right)^2 = 1,75$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 2,3}{2400}} = 169,56 \Rightarrow \lambda_{yb} = 42,94 < 169,56$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400x42,94^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 2,3} \right] x 2400 = 15,49 kN / cm^2$$

$$\sigma_{By} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400x42,94^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 1,75} \right] x 2400 = 15,33 kN / cm^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_b}{S_{ky} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 2,3}{350x \frac{49}{77,88}} = 87,73 > 14,40 kN / cm^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14,40 kN / cm^2$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_b}{S_{ky} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 2,3}{350x \frac{49}{77,88}} = 87,73 > 14,40 kN / cm^2 \Rightarrow \sigma_{By} = 14,40 kN / cm^2$$

$$C_{mx}=C_{my}=0,85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{1,82x350 / 20,98} = 89,93 kN / cm^2$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{1,0x350 / 7,24} = 35,47 kN / cm^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{10,47}{11,43} + \frac{0,85 \times 0,035}{\left(1 - \frac{10,47}{89,93}\right) \times 14,40} + \frac{0,85 \times 0,318}{\left(1 - \frac{10,47}{89,93}\right) \times 14,40} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,94 / 1,33 = 0,71 \leq 1,0$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0,6\sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} = \frac{10,47}{0,6 \times 24} + \frac{0,035}{14,40} + \frac{0,318}{14,40} = 0,75 / 1,33 = 0,56 \leq 1,0$$

Kiriş tahkiki kesit: HEA320

N: 11,01kN

M_{x-x}: 10493,41 kNcm

M_{y-y}: 1,38 kNcm

$$A_b = b \times t_b + \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 30 \times 1,55 + \left(\left(\frac{31 - 2 \times 1,55}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 0,90 \right) = 50,69 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} = 0,90 \times \frac{30^3}{12} = 3487 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{3487}{50,69}} = 8,30 \text{ cm}$$

$$K_x = 1,0$$

$$K_y = 0,33$$

$$S_{kx} = K_x \times L = 1,0 \times 600 = 600$$

$$S_{ky} = K_y \times L = 0,33 \times 600 = 198$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{600}{13,58} = 44$$

$$w = 1,24$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{11,01}{124,4} = 0,89 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{\text{çem}} = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{\zeta em}}{\varpi} = \frac{14,4}{1,24} = 11,61 kN / cm^2$$

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{10493,41}{1479} = 7,095 kN / cm^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{1,38}{465,7} = 0,003 kN / cm^2$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{198}{8,30} = 23,87$$

$$C_{bx}=1,0$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 1,0}{2400}} = 111,80 \Rightarrow \lambda_{yb} = 23,87 < 111,80$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400 \cdot 23,87^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 1,0} \right] \cdot 2400 = 15,64 kN / cm^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_{bx}}{S_{kx} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 1,0}{198 \cdot \frac{31}{50,69}} = 69,36 > 14,40 kN / cm^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14,40 kN / cm^2$$

$$\sigma_{By}=14,40 kN/cm^2$$

$$C_{mx}=C_{my}=0,85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(1,0 \times 600 / 13,58)^2} = 42,47 kN / cm^2$$

$$\sigma_{ey'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(0,33 \times 600 / 7,49)^2} = 118,63 kN / cm^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{0,089}{11,61} + \frac{0,85 \times 7,095}{\left(1 - \frac{0,089}{42,47}\right) \times 14,40} + \frac{0,85 \times 0,003}{\left(1 - \frac{0,089}{118,63}\right) \times 14,40} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,43 / 1,33 = 0,32 \leq 1,0$$

Düşey Çapraz Tahkiki:

Kesit: Boru 244,5x5,4

N=164,38 kN

F=40,56 cm²

i_x=i_y=8,46

L=430,11 cm

K_x=K_y=1,0

S_{kx}= S_{ky} =K_xxL = 1,0x430,11=430,11

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{430,11}{8,46} = 50,84 \quad w=1,27$$

$$\sigma = w \frac{N}{F} = 1,27 \times \frac{164,38}{40,56} = 5,15 / 1,33 = 3,87 \text{ kN} / \text{cm}^2 < 14,4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Çekme Tahkiki:

N=131,54 kN

F=40,56 cm²

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{131,54}{40,56} = 3,24 / 1,33 = 2,44 \text{ kN} / \text{cm}^2 < 14,4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Yatay Çapraz Tahkiki:

Kesit: 2L75x100x9

N=6,44 kN

F=29,97 cm²

i_x= 3,275 i_y=3,162

L=781cm

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{781}{3,162} = 247 < 250$$

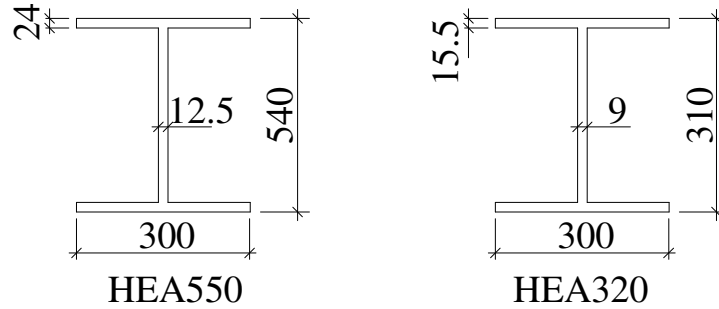
$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{6,44}{29,97} = 0,215 / 1,33 = 0,16 \text{ kN} / \text{cm}^2 < 14,4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

6.3 Tek Doğrultuda Rijit Diğer Doğrultuda X Çaprazlı Çerçeve Sistemin Kesit Tahkikleri

Zemin kat kolonun kesiti HEA550 kirişin kesiti HEA320'dir.

Çizelge 6.3 Zemin kata ait kolon ve kirişlerin kesit değerleri

Kesit	h (mm)	b (mm)	s (mm)	t _b (mm)	F (cm ²)	J _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	i _x (cm)	i _y (cm)
HEA550	540	300	12,5	24	211,80	111900	4166	721,30	22,99	7,15
HEA320	310	300	9	15,5	124,4	22930	1479	465,7	13,58	7,49



Şekil 6.3 HEA550 kolon ve HEA 320 kiriş kesitleri

N:2112,88 kN

M_{x-x}: 83,44kNcm

M_{y-y}:215,54 kNcm

$$A_b = b \times t_b + \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 30 \times 2,4 + \left(\left(\frac{54 - 2 \times 2,4}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 1,25 \right) = 82,25 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} = 2,4 \times \frac{30^3}{12} = 5400 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{5400}{82,25}} = 8,10 \text{ cm}$$

$$G_A = \frac{\sum J_c / I_c}{\sum J_g / I_g} = \frac{\frac{111900}{350} + \frac{111900}{350}}{\frac{22930}{600} + \frac{22930}{600}} = 8,37$$

$G_B=1,0$ (Temelde ankastre bağlantı)

Basınç tahkiki:

$$K_x=1,82$$

$$K_y=1,0$$

$$S_{kx}=K_x \times L = 1,82 \times 350 = 637$$

$$S_{ky}=K_y \times L = 1,0 \times 350 = 350$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{637}{22,99} = 27,21$$

$$w=1,24$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{2112,88}{211,80} = 9,98 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\zeta em}=14,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{\zeta em}}{\varpi} = \frac{14,4}{1,24} = 11,61 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} = \frac{9,98}{11,61} = 0,86 > 0,15$$

eğilme tahkiki:

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{83,44}{4146} = 0,02 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{215,54}{721,30} = 0,299 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{350}{8,10} = 43,20$$

$$C_{bx} = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1.75 + 1.05x \left(\frac{47.06}{83.44} \right) + 0.3x \left(\frac{47.06}{83.44} \right)^2 = 2.44 > 2.3$$

$$C_{by} = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 1.75 + 1.05x \left(\frac{0}{215.54} \right) + 0.3x \left(\frac{0}{215.54} \right)^2 = 1.75$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 2.3}{2400}} = 169.56 \Rightarrow \lambda_{yb} = 43.20 < 169.56$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400 \cdot 43.20^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 2.3} \right] \cdot 2400 = 15.48 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400 \cdot 43.20^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 1.75} \right] \cdot 2400 = 15.33 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_b}{S_{ky} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 2.3}{350x \frac{54}{82.25}} = 84.08 > 14.40 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_b}{S_{ky} \cdot \frac{d}{A_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 1.75}{350x \frac{54}{82.25}} = 63.97 > 14.40 \text{ kN/cm}^2 \Rightarrow \sigma_{By} = 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_{mx} = C_{my} = 0.85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8.29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8.29 \cdot 10^4}{1.82x350/22.99} = 107.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{ey'} = \frac{8.29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8.29 \cdot 10^4}{1.0x350/7.15} = 34.60 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{9.98}{11.61} + \frac{0.85x0.02}{\left(1 - \frac{9.98}{107.98}\right)x14.40} + \frac{0.85x0.299}{\left(1 - \frac{9.98}{34.60}\right)x14.40} = 0.88$$

$$\Rightarrow 0.88/1.33 = 0.66 \leq 1.0$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6\sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} = \frac{9.98}{0.6x24} + \frac{0.02}{14.40} + \frac{0.299}{14.40} = 0.71/1.33 = 0.54 \leq 1.0$$

Kiriş tahkiki kesit: HEA320

N: 6,36 kN

M_{x-x} : 10202,68 kNcm

M_{y-y} : 59,18 kNcm

$$F_b = b \times t_b + \left(\left(\frac{h - 2t_b}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times s \right) = 30 \times 1,55 + \left(\left(\frac{31 - 2 \times 1,55}{2} \times \frac{1}{3} \right) \times 0,90 \right) = 50,69 \text{ cm}^2$$

$$I_{yb} = t_b \frac{b^3}{12} = 0,90 \times \frac{30^3}{12} = 3487 \text{ cm}^4$$

$$i_{yb} = \sqrt{\frac{I_{yb}}{A_b}} = \sqrt{\frac{3487}{50,69}} = 8,30 \text{ cm}$$

$$K_x = 1,0$$

$$K_y = 0,33$$

$$S_{kx} = K_x \times L = 1,0 \times 600 = 600$$

$$S_{ky} = K_y \times L = 0,33 \times 600 = 198$$

$$\lambda_x = \frac{S_{kx}}{i_x} = \frac{600}{13,58} = 44$$

$$w = 1,24$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{F} = \frac{6,36}{124,4} = 0,051 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{\zeta em} = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{\zeta em}}{w} = \frac{14,4}{1,24} = 11,61 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{bx} = \frac{M_{x-x}}{W_x} = \frac{10202,68}{1479} = 6,90 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{M_{y-y}}{W_y} = \frac{59,18}{465,7} = 0,13 \text{ kN / cm}^2$$

$$\lambda_{yb} = \frac{S_{ky}}{i_{yb}} = \frac{198}{8,30} = 23,87$$

$$C_{bx}=1,0$$

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot C_{bx}}{\sigma_a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^7 \cdot 1,0}{2400}} = 111,80 \Rightarrow \lambda_{yb} = 23,87 < 111,80$$

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \cdot \lambda_{yb}^2}{9 \cdot 10^7 \cdot C_b} \right] \sigma_a = \left[\frac{2}{3} - \frac{2400 \cdot 23,87^2}{9 \cdot 10^7 \cdot 1,0} \right] \cdot 2400 = 15,64 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot C_{bx}}{S_{kx} \cdot \frac{d}{F_b}} = \frac{84 \cdot 10^2 \cdot 1,0}{198 \cdot \frac{31}{50,69}} = 69,36 > 14,40 \text{ kN / cm}^2 \Rightarrow \sigma_{Bx} = 14,40 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{By}=14,40 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_{mx}=C_{my}=0,85$$

$$\sigma_{ex'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(1,0 \times 600 / 13,58)^2} = 42,47 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sigma_{ey'} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(K \times l / i)^2} = \frac{8,29 \cdot 10^4}{(0,33 \times 600 / 7,49)^2} = 118,63 \text{ kN / cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \cdot \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex'}}\right) \cdot \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \cdot \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey'}}\right) \cdot \sigma_{By}} = \frac{0,051}{11,61} + \frac{0,85 \times 6,90}{\left(1 - \frac{0,051}{42,47}\right) \times 14,40} + \frac{0,85 \times 0,13}{\left(1 - \frac{0,051}{118,63}\right) \times 14,40} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,42 / 1,33 = 0,32 \leq 1,0$$

Düşey Çapraz Tahkiki:

Kesit: Boru 244,5x5,4

N=89,23 kN

F=40,56 cm²

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{89,23}{40,56} = 2,2 / 1,33 = 1,65 \text{ kN / cm}^2 < 14,4 \text{ kN / cm}^2$$

Yatay Çapraz Tahkiki:

Kesit: 2L75x100x9

N=17,78 kN

F=29,97 cm²

i_x= 3,275 i_y=3,162

L=781cm

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{781}{3,162} = 247 < 250$$

$$\sigma = \frac{N}{F} = \frac{17,78}{29,97} = 0,59 / 1,33 = 0,44 \text{ kN} / \text{cm}^2 < 14,4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

Tali Kiriş Tahkiki

Toplam sabit yük(G) = 2,28 kN/m² x 1,5m = 3,42 kN/m

Toplam hareketli yük(Q) = 2 kN/m² x 1,50m = 3 kN/m

P = G + Q = 3,42 + 3 = 6,42 kN/m

$$M_{\max} = \frac{Pl^2}{8} = \frac{642 \times 5^2}{8} = 20,06 \text{ kNm}$$

$$T = \frac{Pl}{2} = \frac{6,42 \times 5}{2} = 16,05 \text{ kN}$$

Seçilen kesit:

IPEA200 hadde profili seçilmiş olup kesit özellikleri aşağıda verilmiştir.

h:197mm I_x = 1591 cm⁴

b:100mm I_y = 117,2 cm⁴

t_w:4,5mm W_x = 161,6 cm³

t_f:7mm W_y = 23,43 cm³

h₁:183mm

$$\sigma = \frac{M \max}{W_x} = \frac{2006}{161,3} = 12,41 \text{ kN/cm}^2 \leq 14,40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{h_1 x t_w} = \frac{16,05}{18,3 x 0,45} = 1,95 \text{ kN/cm}^2 \leq 8,31 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim Tahkiki:

$$f = \frac{5 x P x l^2}{384 x E x I} = \frac{5 x 6,42 x 500^2}{384 x 2.10^6 x 1591} = 1,56 \text{ cm} \leq l/300 = 500/300 = 1,67 \text{ cm}$$

7. SONUÇLAR

Üç farklı taşıyıcı sistemin analiz sonuçları aşağıda karşılaştırılmıştır. Yapıların Sap2000 programıyla elde edilen doğal titreşim periyotları Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Taşıyıcı sistemlerin titreşim periyotları karşılaştırması

Taşıyıcı sistemler	Titreşim Periyodu X-X Doğrultusu (sn)	Titreşim Periyodu Y-Y Doğrultusu (sn)
İki doğrultuda rijit çerçeve	1,723	1,834
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı	1,033	1,741
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı	1,010	1,701

Bu sonuçlara göre iki doğrultuda rijit çerçeve sistemlerin 7 açıklıklı olan X-X doğrultusundaki periyodu 5 açıklıklı Y-Y doğrultusuna göre daha düşüktür. Aynı şekilde diğer iki sistemin düşey çaprazlı X-X doğrultularındaki titreşim periyotları Y-Y doğrultusundaki rijit çerçevelerden oldukça düşük değerdedir. Deprem yönetmeliğine göre hesaplanan dinamik analiz deprem yükleri yapıların titreşim periyotları ve süneklik düzeyi ile doğrudan ilgilidir. Buna bağlı olarak süneklik düzeyi yüksek ve titreşim periyodu büyük yapılara daha az deprem yükü etkimektedir. Çünkü yapının periyodu arttıkça spektrum katsayısı ve spektral ivme katsayısı azalmaktadır. Merkezi çaprazlı sistemlerin süneklik düzeyi normaldir ve titreşim periyodu rijit çerçeve sistemlere göre daha düşük değerdedir. Bu sebeple merkezi çaprazlı çerçeve doğrultusunda yapıya etkiyen deprem yükü, rijit çerçeve doğrultusunda yapıya etkiyen deprem yükünden yaklaşık 4 kat daha fazladır (Çizelge 7.2).

Çizelge 7.2 Taşıyıcı sistemlerin toplam dinamik analiz deprem yükleri karşılaştırması

Taşıyıcı sistemler	Deprem Yüğü (kN) X-X Doğrultusu	Deprem Yüğü (kN) Y-Y Doğrultusu
İki doğrultuda rijit çerçeve	2036,08	2129,69
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı	7789,01	2053,70
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı	7895,20	2087,80

6. bölümde yapılan kesit tahkikleri sonuçlarını inceleyecek olursak kesit zorlarından doğan gerilmelerin, emniyet gerilmelerinin çok altında kaldığı görülecektir. Dolayısıyla çelik yapıların boyutlandırılmasında, katlar arası yer değiştirmelerinin sınırlandırılması ana şart olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 7.3 Taşıyıcı sistemlerin birim ağırlık karşılaştırması

Taşıyıcı sistemler	Çelik Ağırlığı (kN)	Birim Ağırlığı (kN/m ²)
İki doğrultuda rijit çerçeve	7236,62	0,69
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı	7600,17	0,72
Tek doğrultuda rijit diğer doğrultuda X çaprazlı	8001,81	0,76

İncelediğimiz 3 farklı sisteme ait taşıyıcı sistemlerin toplam ve birim ağırlıkları Çizelge 7.3'te verilmiştir. İki doğrultuda rijit çerçeve sistemlerin toplam ve birim ağırlıkları merkezi çapraz sistemli yapılara göre daha azdır. Ters V merkezi çaprazlı çerçeve sistemli yapıların toplam ve birim ağırlıkları ise X merkezi çaprazlı çerçeve sistemli yapılara göre daha azdır.

KAYNAKLAR

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (1998), İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi

Celep,Z.,Kumbasar,N.(2004) Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı,Beta Dağıtım,İstanbul

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2006), İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.

Deren,H.,Uzgider,E.,Piroğlu,F.(2003) Çelik Yapılar, Çağlayan Kitabevi,İstanbul

T.S. 498 (1997) Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

T.S. 648 (1980) Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

T.S. 3357 (1979) Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

T.S. 4561 (1985) Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

Yazan,T.(2005) “Merkezi Güçlendirilmiş Çerçevelerde Sürtünmesiz Çelik Basınç Çubukları”, Türkiye Mühendislik Haberleri,436:47-52

EKLER

- Ek1 Her iki yönde rijit çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.
- Ek 2 Tek yönde rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.
- Ek 3 Tek yönde rijit diğer doğrultuda X çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.

Ek 1 Her iki yönde rijit çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.

Eklerde geçen kısaltma ve terimlerin açıklamaları aşağıda verilmiştir;

Frame: Çubuk eleman

Load: Yükleme durumu

Loc:Elemanın başlangıç,orta ve son noktaları

P:Eksenel yük

V2 : Kesitin Y-Y düzlemindeki kesme kuvveti

V3 : Kesitin X-X düzlemindeki kesme kuvveti

M2 : Kesitin Y-Y düzlemindeki moment değeri

M3 : Kesitin X-X düzlemindeki moment değeri

Tüm birimler kN ve cm cinsindedir.

Frame Kolon	LOAD	LOC	P	V2	V3	M2	M3
36	GQ	0,00	-1428,24	0,37	0,04	8,48	68,58
36	GQ	167,73	-1425,64	0,37	0,04	1,14	7,26
36	GQ	335,46	-1423,05	0,37	0,04	-6,20	-54,06
36	GQWX	0,00	-1428,31	0,50	-23,43	-5359,94	96,56
36	GQWX	167,73	-1425,72	0,50	-23,43	-1429,48	11,93
36	GQWX	335,46	-1423,12	0,50	-23,43	2500,99	-72,70
36	GQWY	0,00	-1423,57	29,66	0,09	17,07	6975,27
36	GQWY	167,73	-1420,98	29,66	0,09	2,57	2000,66
36	GQWY	335,46	-1418,38	29,66	0,09	-11,92	-2973,94
36	GQEX max	0,00	-1428,20	0,37	46,50	10600,35	68,60
36	GQEX max	167,73	-1425,60	0,37	46,50	2823,74	7,27
36	GQEX max	335,46	-1423,01	0,37	46,50	5013,36	-54,04
36	GQEX min	0,00	-1428,28	0,37	-46,42	-10583,39	68,56
36	GQEX min	167,73	-1425,68	0,37	-46,42	-2821,46	7,26
36	GQEX min	335,46	-1423,09	0,37	-46,42	-5025,76	-54,07
36	GQEXE max	0,00	-1428,20	0,37	46,50	10600,35	68,60
36	GQEXE max	167,73	-1425,60	0,37	46,50	2823,74	7,27
36	GQEXE max	335,46	-1423,01	0,37	46,50	5013,36	-54,04
36	GQEXE min	0,00	-1428,28	0,37	-46,42	-10583,39	68,56
36	GQEXE min	167,73	-1425,68	0,37	-46,42	-2821,46	7,26
36	GQEXE min	335,46	-1423,09	0,37	-46,42	-5025,76	-54,07
36	GQEY max	0,00	-1420,17	48,98	0,05	8,82	11475,43
36	GQEY max	167,73	-1417,58	48,98	0,05	1,20	3287,40
36	GQEY max	335,46	-1414,98	48,98	0,05	-5,97	4884,89
36	GQEY min	0,00	-1436,30	-48,25	0,04	8,14	-11338,27
36	GQEY min	167,73	-1433,71	-48,25	0,04	1,08	-3272,87
36	GQEY min	335,46	-1431,11	-48,25	0,04	-6,43	-4993,00
36	GQEYE max	0,00	-1420,17	48,98	0,05	8,82	11475,43
36	GQEYE max	167,73	-1417,58	48,98	0,05	1,20	3287,40

36	GQEYE max	335,46	-1414,98	48,98	0,05	-5,97	4884,89
36	GQEYE min	0,00	-1436,30	-48,25	0,04	8,14	-11338,27
36	GQEYE min	167,73	-1433,71	-48,25	0,04	1,08	-3272,87
36	GQEYE min	335,46	-1431,11	-48,25	0,04	-6,43	-4993,00
36	0,9GEX max	0,00	-736,14	0,14	46,48	10595,80	29,35
36	0,9GEX max	167,73	-733,81	0,14	46,48	2823,11	5,54
36	0,9GEX max	335,46	-731,47	0,14	46,48	5016,65	-18,26
36	0,9GEX min	0,00	-736,22	0,14	-46,44	-10587,95	29,31
36	0,9GEX min	167,73	-733,88	0,14	-46,44	-2822,09	5,52
36	0,9GEX min	335,46	-731,55	0,14	-46,44	-5022,47	-18,28
36	0,9GEXE max	0,00	-736,14	0,14	46,48	10595,80	29,35
36	0,9GEXE max	167,73	-733,81	0,14	46,48	2823,11	5,54
36	0,9GEXE max	335,46	-731,47	0,14	46,48	5016,65	-18,26
36	0,9GEXE min	0,00	-736,22	0,14	-46,44	-10587,95	29,31
36	0,9GEXE min	167,73	-733,88	0,14	-46,44	-2822,09	5,52
36	0,9GEXE min	335,46	-731,55	0,14	-46,44	-5022,47	-18,28
36	0,9GEY max	0,00	-728,12	48,76	0,02	4,27	11436,18
36	0,9GEY max	167,73	-725,78	48,76	0,02	0,56	3285,66
36	0,9GEY max	335,46	-723,45	48,76	0,02	-2,68	4920,67
36	0,9GEY min	0,00	-744,25	-48,47	0,02	3,59	-11377,52
36	0,9GEY min	167,73	-741,91	-48,47	0,02	0,45	-3274,60
36	0,9GEY min	335,46	-739,57	-48,47	0,02	-3,14	-4957,21
36	0,9GEYE max	0,00	-728,12	48,76	0,02	4,27	11436,18
36	0,9GEYE max	167,73	-725,78	48,76	0,02	0,56	3285,66
36	0,9GEYE max	335,46	-723,45	48,76	0,02	-2,68	4920,67
36	0,9GEYE min	0,00	-744,25	-48,47	0,02	3,59	-11377,52
36	0,9GEYE min	167,73	-741,91	-48,47	0,02	0,45	-3274,60
36	0,9GEYE min	335,46	-739,57	-48,47	0,02	-3,14	-4957,21
Kiriş							
60	GQ	24,50	7,28	-49,98	0,00	-0,67	-4519,56
60	GQ	300,00	7,28	-15,04	0,00	-0,04	4043,59
60	GQ	575,50	7,28	52,02	0,00	0,60	-5081,56
60	GQWX	24,50	10,44	-50,02	0,14	40,52	-4532,42
60	GQWX	300,00	10,44	-15,08	0,14	0,79	4042,23
60	GQWX	575,50	10,44	51,98	0,14	-38,94	-5071,42
60	GQWY	24,50	6,30	-34,32	-0,02	-6,29	-19,20
60	GQWY	300,00	6,30	0,63	-0,02	-0,38	4228,12
60	GQWY	575,50	6,30	67,69	-0,02	5,54	-9212,85
60	GQEX max	24,50	7,28	-49,98	0,37	105,11	-4519,54
60	GQEX max	300,00	7,28	-15,04	0,37	4,61	4043,59
60	GQEX max	575,50	7,28	52,02	0,37	100,79	-5081,55
60	GQEX min	24,50	7,28	-49,98	-0,38	-106,46	-4519,58
60	GQEX min	300,00	7,28	-15,04	-0,38	-4,68	4043,59
60	GQEX min	575,50	7,28	52,02	-0,38	-99,59	-5081,57
60	GQEXE max	24,50	7,28	-49,98	0,37	105,11	-4519,54
60	GQEXE max	300,00	7,28	-15,04	0,37	4,61	4043,59
60	GQEXE max	575,50	7,28	52,02	0,37	100,79	-5081,55
60	GQEXE min	24,50	7,28	-49,98	-0,38	-106,46	-4519,58
60	GQEXE min	300,00	7,28	-15,04	-0,38	-4,68	4043,59
60	GQEXE min	575,50	7,28	52,02	-0,38	-99,59	-5081,57
60	GQEY max	24,50	15,38	-24,28	0,09	26,99	2861,60

60	GQEY max	300,00	15,38	10,66	0,09	1,60	4343,93
60	GQEY max	575,50	15,38	77,72	0,09	24,99	1699,12
60	GQEY min	24,50	-0,82	-75,68	-0,10	-28,34	-11900,72
60	GQEY min	300,00	-0,82	-40,74	-0,10	-1,68	3743,24
60	GQEY min	575,50	-0,82	26,32	-0,10	-23,79	-11862,24
60	GQEYE max	24,50	15,38	-24,28	0,09	26,99	2861,60
60	GQEYE max	300,00	15,38	10,66	0,09	1,60	4343,93
60	GQEYE max	575,50	15,38	77,72	0,09	24,99	1699,12
60	GQEYE min	24,50	-0,82	-75,68	-0,10	-28,34	-11900,72
60	GQEYE min	300,00	-0,82	-40,74	-0,10	-1,68	3743,24
60	GQEYE min	575,50	-0,82	26,32	-0,10	-23,79	-11862,24
60	0,9GEX max	24,50	3,59	-25,06	0,37	105,41	-2232,69
60	0,9GEX max	300,00	3,59	-7,11	0,37	4,63	2009,89
60	0,9GEX max	575,50	3,59	26,24	0,37	100,53	-2559,21
60	0,9GEX min	24,50	3,58	-25,06	-0,37	-106,15	-2232,72
60	0,9GEX min	300,00	3,58	-7,11	-0,37	-4,66	2009,89
60	0,9GEX min	575,50	3,58	26,24	-0,37	-99,86	-2559,24
60	0,9GEXE max	24,50	3,59	-25,06	0,37	105,41	-2232,69
60	0,9GEXE max	300,00	3,59	-7,11	0,37	4,63	2009,89
60	0,9GEXE max	575,50	3,59	26,24	0,37	100,53	-2559,21
60	0,9GEXE min	24,50	3,58	-25,06	-0,37	-106,15	-2232,72
60	0,9GEXE min	300,00	3,58	-7,11	-0,37	-4,66	2009,89
60	0,9GEXE min	575,50	3,58	26,24	-0,37	-99,86	-2559,24
60	0,9GEY max	24,50	11,68	0,64	0,09	27,29	5148,46
60	0,9GEY max	300,00	11,68	18,59	0,09	1,62	2310,24
60	0,9GEY max	575,50	11,68	51,95	0,09	24,72	4221,45
60	0,9GEY min	24,50	-4,52	-50,76	-0,10	-28,03	-9613,87
60	0,9GEY min	300,00	-4,52	-32,81	-0,10	-1,66	1709,55
60	0,9GEY min	575,50	-4,52	0,54	-0,10	-24,06	-9339,91
60	0,9GEYE max	24,50	11,68	0,64	0,09	27,29	5148,46
60	0,9GEYE max	300,00	11,68	18,59	0,09	1,62	2310,24
60	0,9GEYE max	575,50	11,68	51,95	0,09	24,72	4221,45
60	0,9GEYE min	24,50	-4,52	-50,76	-0,10	-28,03	-9613,87
60	0,9GEYE min	300,00	-4,52	-32,81	-0,10	-1,66	1709,55
60	0,9GEYE min	575,50	-4,52	0,54	-0,10	-24,06	-9339,91

Ek 2 Tek yönde rijit diğer doğrultuda Ters V çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	M2	M3
D.Çapraz							
30	GQ	0,00	-22,62	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQ	215,06	-22,07	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQ	430,12	-21,52	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQWX	0,00	31,45	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQWX	215,06	32,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQWX	430,12	32,54	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQWY	0,00	-26,44	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQWY	215,06	-25,89	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQWY	430,12	-25,35	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEX max	0,00	119,15	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEX max	215,06	119,69	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEX max	430,12	120,24	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEX min	0,00	-164,38	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEX min	215,06	-163,83	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEX min	430,12	-163,29	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE max	0,00	119,15	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE max	215,06	119,69	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE max	430,12	120,24	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE min	0,00	-164,38	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE min	215,06	-163,83	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEXE min	430,12	-163,29	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEY max	0,00	-22,03	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEY max	215,06	-21,48	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEY max	430,12	-20,93	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEY min	0,00	-23,21	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEY min	215,06	-22,66	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEY min	430,12	-22,11	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE max	0,00	-22,03	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE max	215,06	-21,48	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE max	430,12	-20,93	0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE min	0,00	-23,21	-0,39	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE min	215,06	-22,66	0,00	0,00	0,00	0,00
30	GQEYE min	430,12	-22,11	0,39	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX max	0,00	130,55	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX max	215,06	131,04	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX max	430,12	131,54	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX min	0,00	-152,97	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX min	215,06	-152,48	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEX min	430,12	-151,99	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE max	0,00	130,55	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE max	215,06	131,04	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE max	430,12	131,54	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE min	0,00	-152,97	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE min	215,06	-152,48	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEXE min	430,12	-151,99	0,35	0,00	0,00	0,00

30	0,9GEY max	0,00	-10,62	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEY max	215,06	-10,13	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEY max	430,12	-9,64	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEY min	0,00	-11,80	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEY min	215,06	-11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEY min	430,12	-10,82	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE max	0,00	-10,62	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE max	215,06	-10,13	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE max	430,12	-9,64	0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE min	0,00	-11,80	-0,35	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE min	215,06	-11,31	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,9GEYE min	430,12	-10,82	0,35	0,00	0,00	0,00
Kolon							
65	GQ	0,00	-1424,92	0,62	0,16	0,00	90,48
65	GQ	167,73	-1422,36	0,62	0,16	-27,65	-13,05
65	GQ	335,46	-1419,80	0,62	0,16	-55,31	-116,57
65	GQWX	0,00	-1622,33	0,84	0,30	0,00	141,95
65	GQWX	167,73	-1619,77	0,84	0,30	-50,78	0,32
65	GQWX	335,46	-1617,22	0,84	0,30	-101,56	-141,30
65	GQWY	0,00	-1425,28	27,81	0,16	0,00	8709,85
65	GQWY	167,73	-1422,72	27,81	0,16	-27,38	4045,36
65	GQWY	335,46	-1420,16	27,81	0,16	-54,77	-619,14
65	GQEX max	0,00	-779,60	0,69	0,66	0,00	108,55
65	GQEX max	167,73	-777,05	0,69	0,66	54,64	-7,57
65	GQEX max	335,46	-774,49	0,69	0,66	109,27	-108,70
65	GQEX min	0,00	-2070,23	0,54	-0,33	0,00	72,40
65	GQEX min	167,73	-2067,67	0,54	-0,33	-109,94	-18,53
65	GQEX min	335,46	-2065,11	0,54	-0,33	-219,89	-124,44
65	GQEXE max	0,00	-779,60	0,69	0,66	0,00	108,55
65	GQEXE max	167,73	-777,05	0,69	0,66	54,64	-7,57
65	GQEXE max	335,46	-774,49	0,69	0,66	109,27	-108,70
65	GQEXE min	0,00	-2070,23	0,54	-0,33	0,00	72,40
65	GQEXE min	167,73	-2067,67	0,54	-0,33	-109,94	-18,53
65	GQEXE min	335,46	-2065,11	0,54	-0,33	-219,89	-124,44
65	GQEY max	0,00	-1418,03	47,23	0,17	0,00	14836,33
65	GQEY max	167,73	-1415,47	47,23	0,17	-26,84	6978,25
65	GQEY max	335,46	-1412,92	47,23	0,17	-53,67	1488,46
65	GQEY min	0,00	-1431,80	-46,00	0,16	0,00	-14655,38
65	GQEY min	167,73	-1429,24	-46,00	0,16	-28,47	-7004,34
65	GQEY min	335,46	-1426,69	-46,00	0,16	-56,94	-1721,60
65	GQEYE max	0,00	-1418,03	47,23	0,17	0,00	14836,33
65	GQEYE max	167,73	-1415,47	47,23	0,17	-26,84	6978,25
65	GQEYE max	335,46	-1412,92	47,23	0,17	-53,67	1488,46
65	GQEYE min	0,00	-1431,80	-46,00	0,16	0,00	-14655,38
65	GQEYE min	167,73	-1429,24	-46,00	0,16	-28,47	-7004,34
65	GQEYE min	335,46	-1426,69	-46,00	0,16	-56,94	-1721,60
65	0,9GEX max	0,00	-95,10	0,35	0,57	0,00	60,82
65	0,9GEX max	167,73	-92,80	0,35	0,57	68,61	1,60
65	0,9GEX max	335,46	-90,50	0,35	0,57	137,21	-42,64
65	0,9GEX min	0,00	-1385,72	0,20	-0,41	0,00	24,68
65	0,9GEX min	167,73	-1383,42	0,20	-0,41	-95,97	-9,36

65	0,9GEX min	335,46	-1381,12	0,20	-0,41	-191,95	-58,39
65	0,9GEXE max	0,00	-95,10	0,35	0,57	0,00	60,82
65	0,9GEXE max	167,73	-92,80	0,35	0,57	68,61	1,60
65	0,9GEXE max	335,46	-90,50	0,35	0,57	137,21	-42,64
65	0,9GEXE min	0,00	-1385,72	0,20	-0,41	0,00	24,68
65	0,9GEXE min	167,73	-1383,42	0,20	-0,41	-95,97	-9,36
65	0,9GEXE min	335,46	-1381,12	0,20	-0,41	-191,95	-58,39
65	0,9GEY max	0,00	-733,53	46,89	0,09	0,00	14788,60
65	0,9GEY max	167,73	-731,23	46,89	0,09	-12,87	6987,41
65	0,9GEY max	335,46	-728,92	46,89	0,09	-25,73	1554,52
65	0,9GEY min	0,00	-747,30	-46,34	0,08	0,00	-14703,11
65	0,9GEY min	167,73	-745,00	-46,34	0,08	-14,50	-6995,18
65	0,9GEY min	335,46	-742,69	-46,34	0,08	-29,00	-1655,55
65	0,9GEYE max	0,00	-733,53	46,89	0,09	0,00	14788,60
65	0,9GEYE max	167,73	-731,23	46,89	0,09	-12,87	6987,41
65	0,9GEYE max	335,46	-728,92	46,89	0,09	-25,73	1554,52
65	0,9GEYE min	0,00	-747,30	-46,34	0,08	0,00	-14703,11
65	0,9GEYE min	167,73	-745,00	-46,34	0,08	-14,50	-6995,18
65	0,9GEYE min	335,46	-742,69	-46,34	0,08	-29,00	-1655,55

Kiriş

104	GQ	24,50	4,43	-50,78	0,00	0,01	-4926,12
104	GQ	300,00	4,43	-16,03	0,00	-0,53	3883,71
104	GQ	575,50	4,43	50,84	0,00	-1,07	-4942,17
104	GQWX	24,50	7,54	-50,82	0,00	0,03	-4939,44
104	GQWX	300,00	7,54	-16,07	0,00	-0,33	3882,32
104	GQWX	575,50	7,54	50,80	0,00	-0,69	-4931,64
104	GQWY	24,50	2,96	-39,23	0,00	-0,10	-1678,21
104	GQWY	300,00	2,96	-4,48	0,00	-0,44	3949,09
104	GQWY	575,50	2,96	62,39	0,00	-0,77	-8059,32
104	GQEX max	24,50	4,96	-50,77	0,01	0,22	-4922,29
104	GQEX max	300,00	4,96	-16,02	0,01	0,57	3883,90
104	GQEX max	575,50	4,96	50,85	0,01	1,29	-4938,06
104	GQEX min	24,50	3,90	-50,80	0,00	-0,20	-4929,94
104	GQEX min	300,00	3,90	-16,05	0,00	-1,63	3883,53
104	GQEX min	575,50	3,90	50,82	0,00	-3,43	-4946,28
104	GQEXE max	24,50	4,96	-50,77	0,01	0,22	-4922,29
104	GQEXE max	300,00	4,96	-16,02	0,01	0,57	3883,90
104	GQEXE max	575,50	4,96	50,85	0,01	1,29	-4938,06
104	GQEXE min	24,50	3,90	-50,80	0,00	-0,20	-4929,94
104	GQEXE min	300,00	3,90	-16,05	0,00	-1,63	3883,53
104	GQEXE min	575,50	3,90	50,82	0,00	-3,43	-4946,28
104	GQEY max	24,50	-11,01	-30,97	0,01	1,38	641,18
104	GQEY max	300,00	-11,01	3,78	0,01	0,05	3992,69
104	GQEY max	575,50	-11,01	70,65	0,01	-0,14	407,19
104	GQEY min	24,50	2,15	-70,59	0,00	-1,36	-10493,41
104	GQEY min	300,00	2,15	-35,84	0,00	-1,12	3774,73
104	GQEY min	575,50	2,15	31,03	0,00	-2,01	-10291,53
104	GQEYE max	24,50	-11,01	-30,97	0,01	1,38	641,18
104	GQEYE max	300,00	-11,01	3,78	0,01	0,05	3992,69
104	GQEYE max	575,50	-11,01	70,65	0,01	-0,14	407,19
104	GQEYE min	24,50	2,15	-70,59	0,00	-1,36	-10493,41

104	GQEYE min	300,00	2,15	-35,84	0,00	-1,12	3774,73
104	GQEYE min	575,50	2,15	31,03	0,00	-2,01	-10291,53
104	0,9GEX max	24,50	2,75	-25,38	0,01	0,21	-2430,52
104	0,9GEX max	300,00	2,75	-7,61	0,01	0,80	1925,86
104	0,9GEX max	575,50	2,75	25,57	0,01	1,76	-2474,58
104	0,9GEX min	24,50	1,69	-25,41	0,00	-0,20	-2438,18
104	0,9GEX min	300,00	1,69	-7,64	0,00	-1,40	1925,49
104	0,9GEX min	575,50	1,69	25,54	0,00	-2,95	-2482,79
104	0,9GEXE max	24,50	2,75	-25,38	0,01	0,21	-2430,52
104	0,9GEXE max	300,00	2,75	-7,61	0,01	0,80	1925,86
104	0,9GEXE max	575,50	2,75	25,57	0,01	1,76	-2474,58
104	0,9GEXE min	24,50	1,69	-25,41	0,00	-0,20	-2438,18
104	0,9GEXE min	300,00	1,69	-7,64	0,00	-1,40	1925,49
104	0,9GEXE min	575,50	1,69	25,54	0,00	-2,95	-2482,79
104	0,9GEY max	24,50	8,80	-5,59	0,00	1,38	3132,94
104	0,9GEY max	300,00	8,80	12,19	0,00	0,29	2034,66
104	0,9GEY max	575,50	8,80	45,37	0,00	0,34	2870,68
104	0,9GEY min	24,50	-4,36	-45,21	0,00	-1,37	-8001,65
104	0,9GEY min	300,00	-4,36	-27,44	0,00	-0,88	1816,70
104	0,9GEY min	575,50	-4,36	5,75	0,00	-1,53	-7828,05
104	0,9GEYE max	24,50	8,80	-5,59	0,00	1,38	3132,94
104	0,9GEYE max	300,00	8,80	12,19	0,00	0,29	2034,66
104	0,9GEYE max	575,50	8,80	45,37	0,00	0,34	2870,68
104	0,9GEYE min	24,50	-4,36	-45,21	0,00	-1,37	-8001,65
104	0,9GEYE min	300,00	-4,36	-27,44	0,00	-0,88	1816,70
104	0,9GEYE min	575,50	-4,36	5,75	0,00	-1,53	-7828,05
Y.Çapraz							
364	GQ	0,00	3,35	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQ	390,51	3,35	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQ	781,03	3,35	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQWX	0,00	2,87	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQWX	390,51	2,87	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQWX	781,03	2,87	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQWY	0,00	3,79	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQWY	390,51	3,79	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQWY	781,03	3,79	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEX max	0,00	6,44	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEX max	390,51	6,44	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEX max	781,03	6,44	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEX min	0,00	0,26	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEX min	390,51	0,26	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEX min	781,03	0,26	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEXE max	0,00	6,44	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEXE max	390,51	6,44	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEXE max	781,03	6,44	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEXE min	0,00	0,26	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEXE min	390,51	0,26	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEXE min	781,03	0,26	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEY max	0,00	3,97	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEY max	390,51	3,97	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEY max	781,03	3,97	0,00	-0,90	0,00	0,00

364	GQEY min	0,00	2,73	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEY min	390,51	2,73	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEY min	781,03	2,73	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEYE max	0,00	3,97	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEYE max	390,51	3,97	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEYE max	781,03	3,97	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	GQEYE min	0,00	2,73	0,00	0,90	0,00	0,00
364	GQEYE min	390,51	2,73	0,00	0,00	-175,39	0,00
364	GQEYE min	781,03	2,73	0,00	-0,90	0,00	0,00
364	0,9GEX max	0,00	4,70	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEX max	390,51	4,70	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEX max	781,03	4,70	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEX min	0,00	-1,49	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEX min	390,51	-1,49	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEX min	781,03	-1,49	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEXE max	0,00	4,70	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEXE max	390,51	4,70	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEXE max	781,03	4,70	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEXE min	0,00	-1,49	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEXE min	390,51	-1,49	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEXE min	781,03	-1,49	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEY max	0,00	2,23	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEY max	390,51	2,23	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEY max	781,03	2,23	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEY min	0,00	0,98	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEY min	390,51	0,98	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEY min	781,03	0,98	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEYE max	0,00	2,23	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEYE max	390,51	2,23	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEYE max	781,03	2,23	0,00	-0,81	0,00	0,00
364	0,9GEYE min	0,00	0,98	0,00	0,81	0,00	0,00
364	0,9GEYE min	390,51	0,98	0,00	0,00	-157,85	0,00
364	0,9GEYE min	781,03	0,98	0,00	-0,81	0,00	0,00

Ek 3 Tek yönde rijit diğer doğrultuda X çaprazlı çerçeve sisteme ait kesit tahkikleri yapılan elemanların Sap2000 analiz programı yardımıyla bulunan içkuvvet değerleri.

Frame	LOAD	LOC	P	V2	V3	M2	M3
D.Çapraz							
13	GQ	0,00	-16,10	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQ	305,16	-15,55	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQ	610,33	-15,01	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQWX	0,00	18,33	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQWX	305,16	18,87	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQWX	610,33	19,42	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQWY	0,00	-11,41	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQWY	305,16	-10,87	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQWY	610,33	-10,32	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEX max	0,00	83,15	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEX max	305,16	83,70	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEX max	610,33	84,24	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEX min	0,00	-115,35	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEX min	305,16	-114,80	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEX min	610,33	-114,26	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE max	0,00	83,15	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE max	305,16	83,70	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE max	610,33	84,24	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE min	0,00	-115,35	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE min	305,16	-114,80	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEXE min	610,33	-114,26	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEY max	0,00	-10,38	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEY max	305,16	-9,83	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEY max	610,33	-9,28	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEY min	0,00	-21,82	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEY min	305,16	-21,28	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEY min	610,33	-20,73	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE max	0,00	-10,38	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE max	305,16	-9,83	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE max	610,33	-9,28	0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE min	0,00	-21,82	-0,78	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE min	305,16	-21,28	0,00	0,00	0,00	0,00
13	GQEYE min	610,33	-20,73	0,78	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX max	0,00	88,24	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX max	305,16	88,73	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX max	610,33	89,23	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX min	0,00	-110,26	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX min	305,16	-109,77	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEX min	610,33	-109,27	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE max	0,00	88,24	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE max	305,16	88,73	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE max	610,33	89,23	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE min	0,00	-110,26	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE min	305,16	-109,77	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEXE min	610,33	-109,27	0,70	0,00	0,00	0,00

13	0,9GEY max	0,00	-5,28	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEY max	305,16	-4,79	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEY max	610,33	-4,30	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEY min	0,00	-16,73	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEY min	305,16	-16,24	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEY min	610,33	-15,75	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE max	0,00	-5,28	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE max	305,16	-4,79	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE max	610,33	-4,30	0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE min	0,00	-16,73	-0,70	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE min	305,16	-16,24	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,9GEYE min	610,33	-15,75	0,70	0,00	0,00	0,00
Kolon							
65	GQ	0,00	-1407,33	-0,07	-0,15	0,00	-64,67
65	GQ	167,73	-1404,59	-0,07	-0,15	25,57	-52,45
65	GQ	335,46	-1401,85	-0,07	-0,15	51,14	-40,24
65	GQWX	0,00	-1624,39	0,18	-0,01	0,00	-5,45
65	GQWX	167,73	-1621,65	0,18	-0,01	1,84	-35,68
65	GQWX	335,46	-1618,91	0,18	-0,01	3,68	-65,91
65	GQWY	0,00	-1408,23	27,06	-0,15	0,00	9322,59
65	GQWY	167,73	-1405,49	27,06	-0,15	25,69	4783,63
65	GQWY	335,46	-1402,76	27,06	-0,15	51,38	244,67
65	GQEX max	0,00	-696,31	0,00	0,34	0,00	-45,89
65	GQEX max	167,73	-693,57	0,00	0,34	107,77	-46,29
65	GQEX max	335,46	-690,83	0,00	0,34	215,54	-33,43
65	GQEX min	0,00	-2118,34	-0,15	-0,64	0,00	-83,44
65	GQEX min	167,73	-2115,61	-0,15	-0,64	-56,63	-58,62
65	GQEX min	335,46	-2112,87	-0,15	-0,64	-113,25	-47,06
65	GQEXE max	0,00	-696,31	0,00	0,34	0,00	-45,89
65	GQEXE max	167,73	-693,57	0,00	0,34	107,77	-46,29
65	GQEXE max	335,46	-690,83	0,00	0,34	215,54	-33,43
65	GQEXE min	0,00	-2118,34	-0,15	-0,64	0,00	-83,44
65	GQEXE min	167,73	-2115,61	-0,15	-0,64	-56,63	-58,62
65	GQEXE min	335,46	-2112,87	-0,15	-0,64	-113,25	-47,06
65	GQEY max	0,00	-1405,20	46,80	-0,15	0,00	16283,48
65	GQEY max	167,73	-1402,46	46,80	-0,15	25,76	8462,24
65	GQEY max	335,46	-1399,72	46,80	-0,15	51,51	1123,06
65	GQEY min	0,00	-1409,46	-46,94	-0,15	0,00	-16412,81
65	GQEY min	167,73	-1406,72	-46,94	-0,15	25,39	-8567,15
65	GQEY min	335,46	-1403,98	-46,94	-0,15	50,77	-1203,54
65	GQEYE max	0,00	-1405,20	46,80	-0,15	0,00	16283,48
65	GQEYE max	167,73	-1402,46	46,80	-0,15	25,76	8462,24
65	GQEYE max	335,46	-1399,72	46,80	-0,15	51,51	1123,06
65	GQEYE min	0,00	-1409,46	-46,94	-0,15	0,00	-16412,81
65	GQEYE min	167,73	-1406,72	-46,94	-0,15	25,39	-8567,15
65	GQEYE min	335,46	-1403,98	-46,94	-0,15	50,77	-1203,54
65	0,9GEX max	0,00	-23,69	0,01	0,41	0,00	-16,55
65	0,9GEX max	167,73	-21,23	0,01	0,41	95,41	-17,56
65	0,9GEX max	335,46	-18,77	0,01	0,41	190,82	-5,32
65	0,9GEX min	0,00	-1445,73	-0,14	-0,57	0,00	-54,11
65	0,9GEX min	167,73	-1443,27	-0,14	-0,57	-68,98	-29,90

65	0,9GEX min	335,46	-1440,80	-0,14	-0,57	-137,97	-18,95
65	0,9GEXE max	0,00	-23,69	0,01	0,41	0,00	-16,55
65	0,9GEXE max	167,73	-21,23	0,01	0,41	95,41	-17,56
65	0,9GEXE max	335,46	-18,77	0,01	0,41	190,82	-5,32
65	0,9GEXE min	0,00	-1445,73	-0,14	-0,57	0,00	-54,11
65	0,9GEXE min	167,73	-1443,27	-0,14	-0,57	-68,98	-29,90
65	0,9GEXE min	335,46	-1440,80	-0,14	-0,57	-137,97	-18,95
65	0,9GEY max	0,00	-732,58	46,80	-0,08	0,00	16312,82
65	0,9GEY max	167,73	-730,12	46,80	-0,08	13,40	8490,96
65	0,9GEY max	335,46	-727,65	46,80	-0,08	26,79	1151,17
65	0,9GEY min	0,00	-736,84	-46,94	-0,08	0,00	-
65	0,9GEY min	167,73	-734,38	-46,94	-0,08	13,03	-8538,42
65	0,9GEY min	335,46	-731,91	-46,94	-0,08	26,05	-1175,44
65	0,9GEYE max	0,00	-732,58	46,80	-0,08	0,00	16312,82
65	0,9GEYE max	167,73	-730,12	46,80	-0,08	13,40	8490,96
65	0,9GEYE max	335,46	-727,65	46,80	-0,08	26,79	1151,17
65	0,9GEYE min	0,00	-736,84	-46,94	-0,08	0,00	-16383,48
65	0,9GEYE min	167,73	-734,38	-46,94	-0,08	13,03	-8538,42
65	0,9GEYE min	335,46	-731,91	-46,94	-0,08	26,05	-1175,44
Kiriş							
101	GQ	24,50	-0,20	-50,83	-0,02	-4,28	-4962,04
101	GQ	300,00	-0,20	-16,08	-0,02	0,25	3861,10
101	GQ	575,50	-0,20	50,79	-0,02	4,79	-4951,47
101	GQWX	24,50	2,74	-50,87	-0,02	-4,17	-4975,17
101	GQWX	300,00	2,74	-16,12	-0,02	0,43	3859,74
101	GQWX	575,50	2,74	50,75	-0,02	5,04	-4941,05
101	GQWY	24,50	-1,39	-40,14	-0,11	-35,02	-1969,48
101	GQWY	300,00	-1,39	-5,39	-0,11	-5,54	3910,09
101	GQWY	575,50	-1,39	61,48	-0,11	23,95	-7846,05
101	GQEX max	24,50	0,27	-50,81	-0,01	-4,19	-4957,77
101	GQEX max	300,00	0,27	-16,06	-0,01	1,06	3861,26
101	GQEX max	575,50	0,27	50,81	-0,01	6,39	-4946,95
101	GQEX min	24,50	-0,67	-50,85	-0,02	-4,37	-4966,32
101	GQEX min	300,00	-0,67	-16,10	-0,02	-0,56	3860,93
101	GQEX min	575,50	-0,67	50,77	-0,02	3,19	-4955,99
101	GQEXE max	24,50	0,27	-50,81	-0,01	-4,19	-4957,77
101	GQEXE max	300,00	0,27	-16,06	-0,01	1,06	3861,26
101	GQEXE max	575,50	0,27	50,81	-0,01	6,39	-4946,95
101	GQEXE min	24,50	-0,67	-50,85	-0,02	-4,37	-4966,32
101	GQEXE min	300,00	-0,67	-16,10	-0,02	-0,56	3860,93
101	GQEXE min	575,50	-0,67	50,77	-0,02	3,19	-4955,99
101	GQEY max	24,50	5,95	-32,11	0,15	50,62	278,60
101	GQEY max	300,00	5,95	2,64	0,15	10,59	3943,75
101	GQEY max	575,50	5,95	69,51	0,15	39,02	123,86
101	GQEY min	24,50	-6,36	-69,55	-0,18	-59,18	-10202,68
101	GQEY min	300,00	-6,36	-34,80	-0,18	-10,08	3778,44
101	GQEY min	575,50	-6,36	32,07	-0,18	-29,44	-10026,81
101	GQEYE max	24,50	5,95	-32,11	0,15	50,62	278,60
101	GQEYE max	300,00	5,95	2,64	0,15	10,59	3943,75
101	GQEYE max	575,50	5,95	69,51	0,15	39,02	123,86
101	GQEYE min	24,50	-6,36	-69,55	-0,18	-59,18	-10202,68

101	GQEYE min	300,00	-6,36	-34,80	-0,18	-10,08	3778,44
101	GQEYE min	575,50	-6,36	32,07	-0,18	-29,44	-10026,81
101	0,9GEX max	24,50	0,23	-25,41	0,00	-1,97	-2448,36
101	0,9GEX max	300,00	0,23	-7,63	0,00	0,84	1914,61
101	0,9GEX max	575,50	0,23	25,55	0,00	3,73	-2478,35
101	0,9GEX min	24,50	-0,70	-25,44	-0,01	-2,15	-2456,91
101	0,9GEX min	300,00	-0,70	-7,67	-0,01	-0,78	1914,28
101	0,9GEX min	575,50	-0,70	25,52	-0,01	0,52	-2487,38
101	0,9GEXE max	24,50	0,23	-25,41	0,00	-1,97	-2448,36
101	0,9GEXE max	300,00	0,23	-7,63	0,00	0,84	1914,61
101	0,9GEXE max	575,50	0,23	25,55	0,00	3,73	-2478,35
101	0,9GEXE min	24,50	-0,70	-25,44	-0,01	-2,15	-2456,91
101	0,9GEXE min	300,00	-0,70	-7,67	-0,01	-0,78	1914,28
101	0,9GEXE min	575,50	-0,70	25,52	-0,01	0,52	-2487,38
101	0,9GEY max	24,50	5,92	-6,70	0,15	52,84	2788,01
101	0,9GEY max	300,00	5,92	11,07	0,15	10,37	1997,10
101	0,9GEY max	575,50	5,92	44,26	0,15	36,36	2592,47
101	0,9GEY min	24,50	-6,39	-44,15	-0,17	-56,96	-7693,27
101	0,9GEY min	300,00	-6,39	-26,37	-0,17	-10,30	1831,79
101	0,9GEY min	575,50	-6,39	6,81	-0,17	-32,11	-7558,20
101	0,9GEYE max	24,50	5,92	-6,70	0,15	52,84	2788,01
101	0,9GEYE max	300,00	5,92	11,07	0,15	10,37	1997,10
101	0,9GEYE max	575,50	5,92	44,26	0,15	36,36	2592,47
101	0,9GEYE min	24,50	-6,39	-44,15	-0,17	-56,96	-7693,27
101	0,9GEYE min	300,00	-6,39	-26,37	-0,17	-10,30	1831,79
101	0,9GEYE min	575,50	-6,39	6,81	-0,17	-32,11	-7558,20
Y.Çapraz							
127	GQ	0,00	16,32	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQ	390,51	16,32	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQ	781,03	16,32	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQWX	0,00	16,27	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQWX	390,51	16,27	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQWX	781,03	16,27	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQWY	0,00	16,42	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQWY	390,51	16,42	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQWY	781,03	16,42	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEX max	0,00	17,78	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEX max	390,51	17,78	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEX max	781,03	17,78	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEX min	0,00	14,87	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEX min	390,51	14,87	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEX min	781,03	14,87	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEXE max	0,00	17,78	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEXE max	390,51	17,78	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEXE max	781,03	17,78	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEXE min	0,00	14,87	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEXE min	390,51	14,87	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEXE min	781,03	14,87	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEY max	0,00	16,73	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEY max	390,51	16,73	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEY max	781,03	16,73	0,00	-0,90	0,00	0,00

127	GQEY min	0,00	15,92	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEY min	390,51	15,92	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEY min	781,03	15,92	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEYE max	0,00	16,73	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEYE max	390,51	16,73	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEYE max	781,03	16,73	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	GQEYE min	0,00	15,92	0,00	0,90	0,00	0,00
127	GQEYE min	390,51	15,92	0,00	0,00	-175,92	0,00
127	GQEYE min	781,03	15,92	0,00	-0,90	0,00	0,00
127	0,9GEX max	0,00	9,84	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEX max	390,51	9,84	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEX max	781,03	9,84	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEX min	0,00	6,92	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEX min	390,51	6,92	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEX min	781,03	6,92	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEXE max	0,00	9,84	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEXE max	390,51	9,84	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEXE max	781,03	9,84	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEXE min	0,00	6,92	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEXE min	390,51	6,92	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEXE min	781,03	6,92	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEY max	0,00	8,79	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEY max	390,51	8,79	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEY max	781,03	8,79	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEY min	0,00	7,97	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEY min	390,51	7,97	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEY min	781,03	7,97	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEYE max	0,00	8,79	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEYE max	390,51	8,79	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEYE max	781,03	8,79	0,00	-0,81	0,00	0,00
127	0,9GEYE min	0,00	7,97	0,00	0,81	0,00	0,00
127	0,9GEYE min	390,51	7,97	0,00	0,00	-158,33	0,00
127	0,9GEYE min	781,03	7,97	0,00	-0,81	0,00	0,00

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	15.09.1974	
Doğum yeri	Üsküdar	
Lise	1988-1991	Üsküdar Halide Edip Adıvar Lisesi
Lisans	1992-1996	Yıldız Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1996-2006	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum(lar)

1997-1998	Altınyıldız Uzay Sistem Ltd Şti.
2000-2001	Uzay Sistem Ltd.Şti.
2001-2003	Almer Proje Ltd.Şti
2003-2005	Doralp Çelik Konstrüksiyon İmalat Ltd.Şti.
2005-Devam ediyor	Ümraniye Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü