

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇELİK YAPI
SİSTEMLERİNDE DOĞRUSAL OLMAYAN
DAVRANIŞIN İNCELENMESİ VE SÜNEKLİK
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Zafer YURDASEV

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI
Tez Danışmanı : PROF. Salih Zeki BULUT

Ağustos 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇELİK YAPI
SİSTEMLERİNDE DOĞRUSAL OLMAYAN
DAVRANIŞIN İNCELENMESİ VE SÜNEKLİK
DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Zafer YURDASEV

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez 28 / 08 /2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Salih Zeki BULUT

Jüri Başkanı


Doç. Dr A. Necati YELGİN

Üye


Prof. Dr. Ahmet APAY

Üye

TEŞEKKÜR

Benim için önemli bir hayat tecrübesi olan ve önümde yeni ufuklar açılmasına sebep olan bu çalışmada, beni bu konuya yönlendiren, çalışma azmi aşıl原因 ve engin tecrübesi ile her zaman yanımda olan öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli hocam sayın Prof. Salih Zeki BULUT' A şükranlarımı sunarım.

Çalışmam süresince maddi ve manevi desteğimi esirgemeyen annem Nevbahar YURDASEV'E çalışmamı bitirmemde bana destek olan babam Hulki YURDASEV'E ve dedem Hilmi YURDASEV'E, sabırla katlandıkları için teşekkür ederim.

Tez çalışmamda dostluğunu esirgemeyen değerli arkadaşım Emrah KAÇMAZ'A teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xiv

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Konunun Genel Tanımı.....	1
1.2. Çalışmanın Konusu.....	2
1.2.1 Yapı malzemesi olarak çeliğin yapısal özellikleri	2
1.3.Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Genel İlkeler.....	3
1.3.1. Kullanılabilirlik sınır durumu.....	4
1.3.2. Hasar kontrolü sınır durumu.....	4
1.3.3. Göçme kontrolü sınır durumu.....	5

BÖLÜM 2.

DEPREME DAYANIKLI YAPILARIN ÖZELLİKLERİ.....	6
2.1. Depreme Dayanıklı Yapıların Özellikleri.....	6
2.1.1. Süneklilik.....	6
2.1.2. Rijitlik.....	8
2.1.3. Dayanım.....	8
2.1.4. Süreklilik ve simetri.....	8
2.1.5. Döşemelerin yatay düzlem içinde rijit diyafram etkisi.....	8

2.1.6. Taşıyıcı sistemin basitliği.....	9
2.1.7. Yeterli temel.....	9
BÖLÜM 3.	
ÇELİK YAPILAR DA KULLANILAN MERKEZİ VE DIŞ MERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI ÇERÇEVELERİN TANIMI.....	
	10
3.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler.....	10
3.2. Dışmerkez Çaprazlı Sistemler.....	13
BÖLÜM 4.	
DBYBHY 2007 YÖNETMELİĞİNDE MERKEZİ VE DIŞ MERKEZİ SİSTEMLERİN HESAP METOTLARI.....	
	17
4.1. Giriş.....	17
4.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler...	17
4.3. Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler...	22
4.4. Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler...	23
BÖLÜM 5.	
ÇELİK YAPILARDA KULLANILAN MOMENT AKTARAN ÇERÇEVELER HAKKINDA BİLGİLER VE HESAP KURALLARI.....	
	31
5.1. Moment Aktaran Çerçevesel Hakkında Genel Bilgiler.....	31
BÖLÜM 6.	
11 KATLI ÇELİK KONSTRÜKSİYON OFİS YAPISININ MERKEZİ VE DIŞ MERKEZ ÇAPRAZLI OLARAK DÜZENLENİP KARŞILAŞTIRILMASI.....	
	39
6.1. Sistemin Tanımı	39
6.2. Kullanılan Malzeme Ve Eleman Özellikleri.....	39
BÖLÜM 7.	
PROJEDE KULLANILAN YÜKLER.....	
	44
7.1. Sabit Yükler.....	44
7.2. Hareketli Yükler.....	44
7.3. Kar Yükü.....	45

7.4. Rüzgâr Yüğü.....	45
7.5. Bina Zati Ağırlığı.....	46
7.6. Deprem Yüğü	46
7.6.1. Mod birleştirme yöntemi.....	46
7.6.2. Zaman tanım alanında hesap yöntemleri.....	47
7.6.3. Eşdeğer deprem yüğü yöntemi.....	50
BÖLÜM 8.....	51
SAP 2000 PROGRAMINDA SİSTEM ANALİZİ.....	51
8.1. SAP 2000 Programına Sistemin Tanıtılması.....	51
8.2. Kesit Özellikleri Ve Malzemenin Girilmesi.....	54
8.3. Yüğülerin Atanması.....	57
8.4. Deprem Yüğüünün Sap 2000 De Tanımlanması Ve Etkittirilmesi.....	58
8.5. Yüğü Kombinasyonlarının Oluşturulması Ve Etkittirilmesi.....	67
8.6. SAP 2000 Programında Doğrusal Olmayan Analiz.....	70
8.6.1. Doğrusal olmayan davranış	71
BÖLÜM 9.....	
SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI.....	76
9.1. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	76
9.2. Düzensizliklerin Kontrolü.....	78
9.3. Dışmerkez Çaprazlarda Bağ Kirişi Boyu Kontrolü.....	81
9.4. BağKirişi Dönme Açıkları Kontrolü.....	73
BÖLÜM 10.....	
SONUÇLARIN YORUMLANMASI.....	85
10.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler.....	85
10.2. Dışmerkez Çaprazlı Sistemler.....	90
10.3. Moment Aktaran Çerçeve.....	94
10.4. Sonuç.....	96
KAYNAKLAR.....	98
EKLER.....	99

ÖZGEÇMİŞ.....	108
---------------	-----

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Enkesit alanı
Ak	: Kesme alanı
An	: Faydalı enkesit alanı
b	: Genişlik
A(T)	: Spektral İvme Katsayısı
Ao	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
b	: Genişlik
D	: Dairesel halka kesitlerde dış çap
Da	: Akma gerilmesi arttırma katsayısı
db	: Kiriş enkesit yüksekliği
dc	: Kolon enkesit yüksekliği
E	: Deprem yükü simgesi
Es	: Yapı çeliği elastisite modülü
e	: Bağ kirişi boyu
G	: Sabit yük simgesi
g	: Yer çekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
gi	: Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
Hort	: Düşü.m noktasının üstündeki ve altındaki kat yüksekliklerinin ortalaması
h	: Gövde levhası yüksekliği
Hi	: 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)
HN	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
hi	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği

I	: Bina Önem Katsayısı
I_x	: Kesit X eksenine Atalet Momenti
I_y	: Kesit Y eksenine Atalet Momenti
ℓ_b	: Kirişin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık
ℓ_n	: Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsalları arasındaki uzaklık
L	: Kiriş Açıklığı
M_p	: Eğilme momenti kapasitesi
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
N_{bp}	: Eksenel basınç kapasitesi
N_p	: Eksenel çekme kapasitesi
N_d	: Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r_y	: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç gerilmeleri etkisindeki bölümünün 1/3'ünün yanal doğrultudaki atalet yarıçapı
Q	: Hareketli yük simgesi
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$: Deprem Yük. Azaltma Katsayısı
$S(T)$: Spektrum Katsayısı
$S_{ae}(T)$: Elastik spektral ivme [m / s^2]
$S_{aR}(T_r)$: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m / s^2]
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_m, T_n	: Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
t	: Kalınlık
t_f	: I profil başlık kalınlığı
t_w	: I profil gövde kalınlığı
t_p	: Takviye levhaları dahil olmak üzere, kayma bölgesindeki toplam levha kalınlığı
t_t	: Takviye levhası kalınlığı
t_{bf}	: Kiriş kesitinin başlık kalınlığı

tcf	: Kolon kesitinin başlık kalınlığı
VtB	: Mod Birleştirme Yöntemi'nde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
Ve	: Kolon-kiriş birleşim bölgesinin gerekli kesme dayanımı
Vke	: Kayma bölgesinin gerekli kesme dayanımı
Vp	: Kesme kuvveti kapasitesi
Wel	: Elastik mukavemet momenti
Wpl	: Plastik mukavemet momenti
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
\square_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\square_i)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
\square_{FN}	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	: Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$: Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
\square_{bi}	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
\square_{ci}	: i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
\square_{ki}	: i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
\square_i	: i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri
Q	: Hareketli yük simgesi
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
ry	: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç gerilmeleri etkisindeki bölümünün 1/3'ünün yanal doğrultudaki atalet yarıçapı
\square_i	: Herhangi bir i'inci katta hesaplanan V_{is} / V_{ik} oranı
\square_p	: Bağ kirişi dönme açısı
\square_o	: Büyütme katsayısı
\square_a	: Yapı çeliğinin akma gerilmesi
\square_{bem}	: Elemanın narinliğine bağlı olarak, TS-648'e göre hesaplanan basınç emniyet gerilmesi
\square_{em}	: Emniyet gerilmesi
θ_p	: Görelî kat ötelemesi açısı
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1	Farklı Çeliklerin Gerilme Diyagramları.....	2
Şekil 1.2	Süneklik Çeşitleri.....	3
Şekil 2,1	Tekrarlı Yükleme Boşaltma Hali.....	7
Şekil 2.2	Yapı Sistemleri.....	8
Şekil 3,1	Merkezi Çaprazlı Sistemler.....	10
Şekil 3.2	Merkezi Çapraz Detayı.....	12
Şekil 3.3	Dışmerkez Çaprazlı Sistemler.....	15
Şekil 3.4	Dış Merkezi Çapraz Detayı.....	14
Şekil 3.5	Plastik Mafsal.....	15
Şekil 3.5.1	Deplasman Eğrisi.....	16
Şekil 3.6	e/l Eğrisi Grafiği.....	16
Şekil 4.1	Dışmerkez Çaprazların Dönme Açılarını Rijitlik (Berkitme Levhaları).....	26
Şekil 4.2	DBYBHY 2007' de Tipik Dışmerkez Çapraz Orta Bağlantı Düzeni.....	27
Şekil 4.3	DBYBHY 2007' de Tipik Dışmerkez Çapraz Kenar Birleşimi...	29
Şekil 5.1	Güçlü Kolon Zayıf Kiriş.....	33
Şekil 5.2	DBYBHY 2007' de yer alan bazı birleşim detayları (Ek4A)....	35
Şekil 5.3	Panel Bölgesi.....	36
Şekil 5.4	Yatay Depasman Yatay Kuvvet grafiği.....	37
Şekil 5.5	Kayma Bölgesi Takviye Elemanı.....	38
Şekil 6.1.	Kullanılan Yapı Çelikleri Değerleri.....	39
Şekil 7.1.	Deprem Bölge Haritası Ve İlgili Katsayılar.....	49
Şekil 8.1	Sap 2000 ekranı.....	52
Şekil 8.2	Grid Seçeneği.....	53
Şekil 8.3	Sistem Koordinatlarının Girilmesi.....	53

Şekil 8.4	Malzeme Özellikleri Tanımı.....	54
Şekil 8.5	Kullanılacak Profilin Tanımlanması.....	55
Şekil 8.6	Kullanılacak Profillerin Atanmış Hali.....	56
Şekil 8.6.1	Temel Tanımlanması.....	56
Şekil 8.7	Kullanılacak Yükler.....	57
Şekil 8.8	Hareketli Yüklerin Sisteme Etkimiş Hali Gözükmektedir.....	58
Şekil 8.9	Tasarım İvme Spektrum Değerleri.....	61
Şekil 8.10	Response Spectrum Değerleri.....	63
Şekil.8.11	Sisteme Mod Sayısının Tanımlanması.....	64
Şekil 8.12	Kat Kütlesi Tanımlama.....	66
Şekil 8.13	Rijit Diyafram Tanıtımı.....	66
Şekil 8.14	Kombinasyon Tanıtımı.....	68
Şekil 8.15	Analiz Options.....	69
Şekil 8.16	Desing İşlemi.....	70
Şekil 8.17	SAP 2000' de Doğrusal Olmayan Analiz Yük Durumu.....	71
Şekil 8.18	Yük Deplasman Grafiği.....	73
Şekil 10.1	Merkezi X çaprazı X Yönü Dönme Açısı.....	87
Şekil 10.2	Merkezi X çaprazı Y Yönü Dönme Açısı.....	87
Şekil 10.3	Merkezi TERS V çaprazı X Yönü Dönme Açısı.....	88
Şekil 10.4	Merkezi TERS V çaprazı Y Yönü Dönme Açısı.....	88
Şekil 10.5	Merkezi V çaprazı X Yönü Dönme Açısı.....	89
Şekil 10.6	Merkezi V çaprazı Y Yönü Dönme Açısı.....	89
Sekil 10.7	Dış Merkezi Ters V Çaprazlı Sistemlerde Dönme Açısı x yönü	91
Sekil 10.8	Dış Merkezi V Çaprazlı Sistemlerde Dönme Açısı y yönü.....	92
Şekil 10.9	Dışmerkez Tekil X Yönü Dönme Açısı.....	92
Şekil.10.10.	Dışmerkez Tekil Y Yönü Dönme Açısı.....	93
Şekil 10.11.	Dışmerkez Ters V Çapraz X Yönü Dönme Açısı.....	93
Şekil 10.12	Dışmerkez Ters V Çapraz X Yönü Dönme Açısı.....	94
Şekil10.13	X yönüne dönmelerden kaynaklanan deplasmanlar (Moment Aktaran).....	95
Şekil 10.14	Y Yönüne Dönmelerden Kaynaklanan Deplasmanlar (Moment Aktaran).....	96

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1	Enkesit koşulları.....	18
Tablo 6.1.	Kullanılan profiller.....	40
Tablo 7.1.	Projede kullanılan yükler.....	11
Tablo 7.2.	Kar yükü değerleri.....	13
Tablo 7.3.	Rüzgar yükü.....	15
Tablo 8.1.	Yapı sınır yükseklikleri	59
Tablo 8.2.	St değerleri.....	60
Tablo 8.3	R Katsayıları.....	62
Tablo 9.1.	Merkezi çaprazlı sistemler analiz raporu.....	77
Tablo 9.2.	Dışmerkez çaprazlı sistemler analiz raporu.....	77
Tablo 9.3.	B2 Düzensizlik Kontrolü.....	80
Tablo 9.4.	Bağ Kirişi boyu kontrolü (A-A ve D-D Çerçevesi).....	82
Tablo 9.5.	Bağ Kirişi Boyu Kontrolü (1-1 ve 6-6 Çerçevesi).....	82
Tablo 9.6.	Bağ Kirişi Boyu Kontrolü (3-3 ve 4-4 Çerçevesi).....	82
Tablo 9.7.	Bağ Kirişi Dönme Açılımları Kontrolü.....	83
Tablo 10.1.	Merkezi çapraz sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları.....	86
Tablo 10.2.	Dışmerkez çapraz sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları.....	90
Tablo 10.3.	Moment alan sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları.....	94
Tablo 10.4.	Sonuç karşılaştırma tablosu.....	97

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Merkezi çapraz, dışmerkez çapraz, çelik yapılar, süneklik, rijitlik, yapı davranışı, SAP 2000, DBYBHY 2007

Bu çalışmada, 11 katlı (zemin kat + 10 normal kat) bir çelik yapının DBYBHY 2007 (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007) nin ön gördüğü değişik merkezi, dışmerkez çapraz ve Moment alan düzenleri ile çözümlenerek yapı genel davranışlarına ait sonuçlar irdelenmiştir. Yapılan bina çözümlenmelerinde SAP 2000 programı kullanılmıştır.

Birinci ve ikinci bölümde çalışmaya ait genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı bölümde, çelik yapılara ait genel bilgiler, çaprazlı sistemlere ait genel bilgiler ve çaprazlı sistemlere ait Deprem Yönetmeliği' nde verilen bilgiler aktarılmıştır. Yedinci ve sekizinci bölümde, yapının değişik çapraz düzenli olmak kaydıyla analiz adımları bulunmaktadır. Dokuzuncu ve onuncu bölümde ise analiz sonuçları irdelenmiş ve yorumlanmıştır. İrdeleme ve yorumlar, yapı ağırlığı, yapıya her iki doğrultuda etkiyen deprem kuvvetleri, elastik ve plastik deplasmanlar ve süneklik oranları parametreleri çerçevesinde yapılmıştır.

CENTRAL AND EPICENTER STEEL STRUCTURAL SYSTEMS RESEARCH FOR NONLINEAR BEHAVIOR AND THIS SYSTEMS SPECIFICATION LEVEL OF DUCTILITY

SUMMARY

Keywords: concentrically braces, eccentrically braces, steel structures, ductility, rigidity, response of structures, Turkish Code about Buildings That Are Constructed on Seismic Regions 2007 (DBYBHY 2007)

In this study, a 11 storeyed (ground floor + 10 normal floor) steel building was analysed and scrutinized according to DBYBHY 2007 (Turkish Code about Buildings That Are Constructed on Seismic Regions 2007) with different concentrically and eccentrically braced members. In study, SAP 2000 program used for analysis

On first, second chapter, general information was given about the study. On third, fourth, fifth, sixth chapter, the informations about steel structures, concentrically and eccentrically braces and also about the steel structures which have braced members, according to Turkish Earthquake Code 2007. Seventh, eighth chapter is about analyse steps for different braced structures that are subject of this study. Ninth, tenth chapter is the final one, which includes analysis results and comments. Analysis and comments of the study have been made according to about, weight of the buildings, the earthquake forces from two direction both, displacements of elastic and plastic analyze, and the ductility

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Konunun Genel Tanımı

Çeliğin yapı sektöründe kullanılması ilk olarak 1849 yılında Paris'te 140 mm yüksekliğinde ve 5,4 m uzunluğunda demir I kirişleri kullanılarak başlamıştır. Üstün taşıma kapasitesi, depreme karşı dayanıklı oluşu, geniş açıklıkların kolaylıkla geçilebilmesi gibi üstün özelliklere sahip olan çelik taşıyıcı sistemlerin zamanla inşaat sektöründeki yeri zamanla genişlemiş ve önemi artmıştır.

Ülkemizde 19 ağustos 1999 depremine kadar fazla bir öneme sahip olmayan çelik yapılar, depremden sonra sanayi yapılarında ve azda olsa konut yapılarında kullanılmaya başlanmıştır.

Topraklarının %92'si deprem bölgelerinde bulunan ve insanların %95'i bu bölgelerde yaşayan ülkemizde depreme dayanıklı yapıların önemi çoğu inşaat mühendisi tarafından bilinmekteydi. Bu gerçek; büyük can, mal ve iş kayıplarına neden olan son depremlerden sonra kamuoyuna da mal olmuştur.

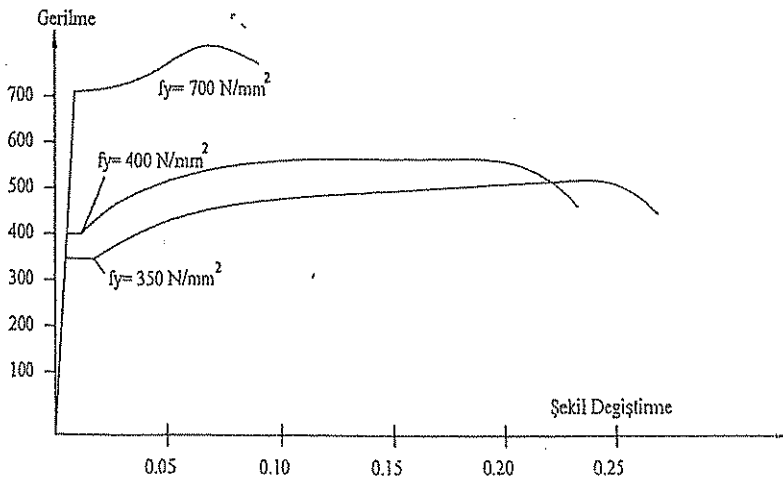
Fay hatlarının yeri konusunda yapılan gereksiz tartışmalar sürerken, tüm bu kayıplarda asıl suçlunun; depremler değil depreme dayanıksız yapılar olduğu anlaşılacak yapı türlerinin sorgulanmasına başlanabilmıştır. Ancak, 1-2 kattan yüksek depreme dayanıklı yapılar konusunda gündeme gelen tüm yapı türlerinde, ne yazık ki, yine betonun öne çıktığı görülmektedir. Çelik çerçeve yapı önerimize bazı meslektaşlarımızca verilen ilk yanıt 'Evet ama betonarme ile de depreme dayanıklı yapılar elde edilebilir.' olmaktadır. Aksini savunmuyoruz. Ancak, amaç 3-5 katlı ucuz yapılar elde etmek ise; yığma ile de, hem de betonarmeden çok daha ucuza, depreme dayanıklı yapılar elde edilebilir.

1.2. Çalışmanın Konusu

11 Katlı (bodrum+10 kat) moment alan, merkezi ve dış merkezi çelik yapı sisteminin 2007 DBYBHY kurallarına uyarak ve sap 2000 programı kullanılarak deprem kuvveti, hareketli yükler, sabit yükler, rüzgâr ve kar yükü altında periyot, deplasman, süneklilik gibi parametrelerinin hesaplanıp merkezi çaprazlı ve dış merkezi çaprazlı sistemlerin karşılaştırılması sonuç olarak ekonomik, güvenli ideal bir çelik yapının genel hatlarıyla ortaya konmasına yöneliktir.

1.2.1. Yapı malzemesi olarak çeliğin yapısal özellikleri

Yapı çeliğinde süneklilik elastik ötesi şekil değiştirme özelliğidir. Bu durum kullanılan çelik sınıfına göre farklılık gösterir. Şekil 1,1 Yapı malzemesi olarak kullanılan çeliklerde görüldüğü üzere yüksek mukavemetli çeliklerde yer değiştirme özelliği daha zayıftır. Bunun için depremselliği fazla olan yerlerde deplasman özelliği fazla olmayan yüksek mukavemetli malzemeleri kullanmak uygun olmaz.



Şekil 1.1. Farklı Çeliklerin Gerilme Diyagramları

Yapı tasarımında çeşitli süneklilik kavramları kullanılır. Malzeme sünekliliği, kesit sünekliliği, eleman sünekliliği, yapısal süneklilik, enerji sünekliliği. Bu kavramlarla ilgili değerler şekil 1.2 de verilmiştir. Bu çalışmada yapısal süneklilikde bahsedilecektir.

Süneklik Tipi		
Matzama Sünekliği		$\mu_{\epsilon} = \frac{\epsilon_u - \epsilon_y}{\epsilon_y}$
Kesit Sünekliği		$\mu_{\chi} = \frac{\chi_u - \chi_y}{\chi_y}$
Eisman Sünekliği		$\mu_{\theta} = \frac{\theta_u - \theta_y}{\theta_y}$
Yapısal Süneklik		$\mu_{\delta} = \frac{\delta_u - \delta_y}{\delta_y}$
Enerji Sünekliği		$\mu_E = \frac{E_p - E_y}{E_y}$

Şekil 1.2. Süneklik Çeşitleri

1.3. Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Genel İlkeler

Bilindiği gibi depremlerin sınırlandırılması, doğabilecek hasarlara karşı önceden tedbir almak veya önceden zamana ve yapı ağırlığına bağlı olarak değişen yatay kuvvetlerin binaya etkimesine neden olurlar. Buna bağlı olarak da, yapıda zamana bağlı olarak değişen iç kuvvetler oluşur. Depreme dayanıklı yapı tasarımında amaç, sözü edilen bu iç kuvvetlerin etkisinde ortaya çıkan hasarın tahmin edilebilmesi ve hasarın minimuma indirilmesi tasarlanandan büyük bir kuvvet etkidiği zaman da minimum zararlar depremin atlattırılması sağlamaktır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımının temel ilkesi, İlk olarak 1998'de yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY98)'de

aşağıdaki gibi ifade edilmiştir;“Hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan Elemanlardaki hasarın onarılabilir düzeyde olması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.

Bunun anlamı depremden hemen sonra yapının meydana gelen deprem hasarının sınırlı ve onarılabilir olması, yapı içinde can güvenliğinin sağlanması ve göçmenin önlenmesi şeklinde, değişik durumlara belirli düzeylerde güvenlik sağlamasıdır.

Özet olarak, eğer bir bina, ABYYHY 2007 verilmiş koşullara uyularak tasarlanmış ve inşa edilmiş ise depremler etkisinde yukarıda açıklanan depreme dayanıklı yapı tasarımının temel ilkesine uygun bir performans gösteriyorsa, tasarım amacına ulaşmış demektir

Ülkemizde yürürlükte olan 2007 deprem yönetmeliğine göre depreme dayanıklı yapı tasarımında üç sınır durum ön görülmüştür.

1.3.1. Kullanılabilirlik sınır durumu

Yapının ömrü boyunca meydana gelen hafif şiddetteki depremlerden dolayı yapının taşıyıcı sisteminde veya yapısal olmayan (bölme duvar, pencere v.b.) elemanlarda hasar meydana gelmemeli, depremden hemen sonra yapı işlevini devam ettirebilmelidir.

1.3.2. Hasar kontrolü sınır durumu

Genellikle orta şiddetli depremler altında, yapı taşıyıcı sisteminde veya taşıyıcı olmayan sistemde onarılabilir nitelikte hasarlar meydana gelmesi, buna karşın sistemin taşıyıcılık özelliğini kaybetmemesi beklenir. Ancak bu hasarın ekonomik olarak onarılabilir düzeyde olması beklenir.

1.3.3. Göçme kontrolü sınır durumu

Yapının servis ömründe ancak bir defa meydana gelen çok Şiddetli deprem altında binanın taşıyıcı sisteminde büyük hasarlar oluŐabilir. Hatta bu hasarların onarılması ekonomik olarak mümkün olmayabilir. Ancak böyle bir hasar durumunda dahi göçmenin veya can kaybının olmaması beklenir. Yapı ngrlen Şekilde gelen deprem kuvvetini önce elastik Şekilde sönümlenmiŐ, kapasitesinden fazla olan yükü de elastik olmayan Şekil deŐiŐtirme ile tknetmiŐ ama gçmemiŐtir.

BÖLÜM 2. DEPREME DAYANIKLI YAPILARIN ÖZELLİKLERİ

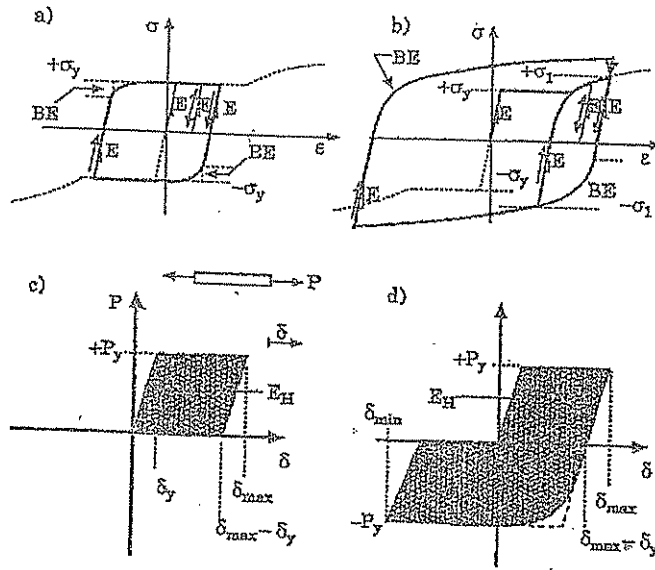
2.1. Depreme Dayanıklı Yapıların Özellikleri

2.1.1. Süneklilik

Süneklilik yapı içinde bir elemanın, dış yük altında önemli bir değişme olmaksızın, elastik sınır ötesinde şekil değiştirme özelliğinin ölçüsüdür. Sayısal olarak ifade etmek gerekirse göçme sırasındaki toplam şekil değiştirmenin lineer şekil değiştirmeye oranı olarak tarif edilebilir. ($\mu = \delta_{max} / \delta_v$)

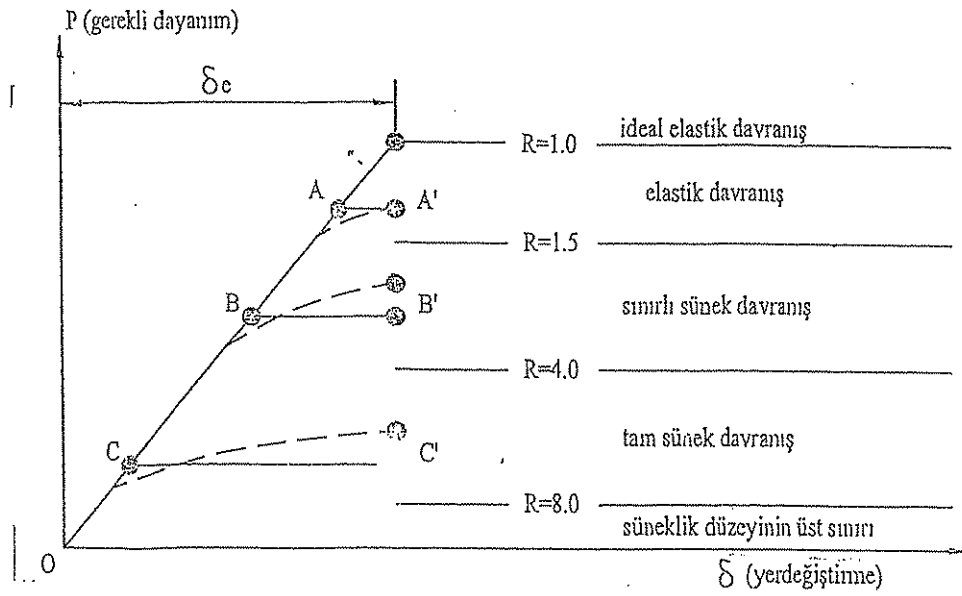
Yapı sisteminin süneklilik oranının büyük olması. Depremden meydana gelen deplasmanın artmasına bu da daha çok deprem enerjisini sönmlemesine yol açar. Yapı malzemeleri arasında çelik elastik yükleme sınırın ötesinde geçip plastik bölgeye sınırına geldiğinde, tekrarlı yükleme ve boşalma esnasında bazı özellikler gösterir. Sistem stabil durumdayken ($\sigma = 0$) tekrarlı yükleme ve boşaltma halinde Şekil 2.1 de görüldüğü üzere davranış elastiktir. Aynı sisteme ters istikamette yükleme yapılması halinde ($\sigma = \sigma_y$) akma daha çabuk başlamaktadır. Şekilde görüldüğü üzere basınçta keskin köşe kaybolmaktadır. Bu da bize çeliğin sünekliliğini ve tekrarlı enerji yutma kapasitesini göstermektedir.

Sünek tasarlanmış bir binada deprem enerjisi; binanın kinetik enerjisi, deformasyon enerjisi, ve plastik enerjiyle sönmelenir.



Şekil 2.1. Tekrarlı Yükleme Boşaltma Hali

Tasarımda ön görülen elastoplastik hesap sonucunda elde edilen sistem süneklik oranı ve buna bağlı olarak belirlenen yapı davranış katsayısı açısından , yapı sistemleri şekil 2.2 de verildiği gibi sınıflandırılabilirler.



Şekil 2.2. Yapı Sistemleri

2.1.2. Rijitlik

Düsey ve yatay yükler altında, yapının yer değiştirmeleri lineer elastik bölgede kalmalı ve sınırlı olmalıdır. Böylece kullanılabilirlik sınır durumuna karşı belirli bir güvenlik sağlayabilmelidir.

2.1.3. Dayanım

Yapının göçme yükü yeterince büyük olmalı, tasarıma esas olan düsey ve yatay hesap yükleri altında bölgesel ve ani göçmeler meydana gelmemeli ayrıca sistem burkulmamalıdır.

Çok katlı yapılarda ikinci mertebe etkilerinden meydana gelen stabilize yetersizliği nedeniyle göçme yükü önemli oranda azalabilir.

2.1.4. Süreklilik ve simetri

Binalarda taşıyıcı sistemin sürekli olmasına dikkat edilmelidir. 2007 deprem yönetmeliğinde dikkat çekildiği üzere kolonlar temelden başlayarak son kata kadar kesintisiz devam etmeli, temelde kolonla başlayıp yukarı katlarda perde olarak devam eden sistemlerden ve kirişe oturan kolonlarda şiddetle kaçınılmalıdır. Ayrıca yatay düzlemde kirişlerin sürekli kiriş şeklinde projelendirilmesi deprem yükü iletimi açısından önemlidir.

2.1.5. Döşemelerin yatay düzlem içinde rijit diyafram etkisi

İnşaat mühendisliği kabullerinde bina döşemeleri deprem kuvvetinin taşıyıcı elemanlara eşit olarak aktarılmasında ve sistemin beraber çalışmasında önemli rol oynar. Bunun için döşemelerin yeterli rijitliğe sahip olması gerekir. Büyük döşeme boşluklarında kaçınmak gerekir.

2.1.6. Taşıyıcı sistemin basitliği

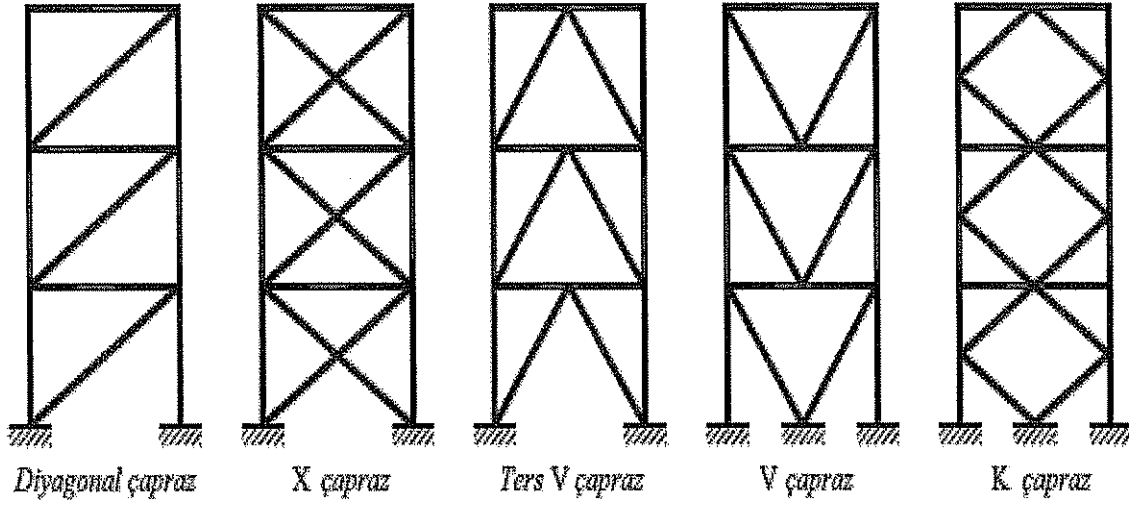
Deprem etkilerinin meydana geldiği yerden zemine açık ve dolaylı yollardan iletilmesi sağlanmalıdır. Bu tür basitlik durumunda, taşıyıcı sistemin modellenmesi, çözümlenmesi, boyutlandırılması ve uygulanması çok daha az belirsizlik içerir. Ve bu tür bir yapının deprem davranışının belirlenmesi çok daha kolaydır.

2.1.7. Yeterli temel

Temelin ve üst yapıya bağlantısının yeterli seviyede düzenlenmesiyle ,bütün binanın deprem etkisinde düzgün bir şekilde zorlanması ve etkilerin oluşması sağlanmalıdır.

BÖLÜM 3. ÇELİK YAPILAR DA KULLANILAN MERKEZİ VE DIŞ MERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI ÇERÇEVELERİN TANIMI

3.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler:



Şekil 3.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler

Merkezi çelik çaprazlı sistemler genellikle yatay yüklerle karşı (rüzgâr, deprem) yapının dayanımı ve rijitliğini sağlamak için dizayn edilirler. Çaprazlı taşıyıcı sistemlerde yatay yük diyagonal elemanlarda meydana gelen yüksek aksenal gerilmeler ile taşınır. Bu sistemler moment aktaran rijit çerçeve sistemlere göre iki önemli avantaja sahiptir.

1. Malzeme tasarrufu.
2. Kat ötelenmelerinin daha etkili bir şekilde kontrol altına alınabilmesi.

Merkezi çaprazlı sistemler, çapraz elemanların merkez çizgileri ana çerçevenin birleşim noktaları ile düzenli bir yapılandırma içerisinde birleşerek düşey taşıyıcı sistem içinde bir tür düşey kafes sistem oluşturan sistemlerdir. Yatay yükler.(Şekil 3,1 de) sıklıkla kullanılan merkezi çapraz sistem çeşitleri verilmiştir. Diyagonal elemanlar olarak I-profil, boru, kare veya dikdörtgen kesitli profil, tek yada çift köşebent, U-profil kullanmak mümkündür.

Merkezi çaprazlı sistemler yüksek elastik yatay rijitiğe sahip yatay-yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu sistemlerde her ne kadar bu tür sistemlerin yatay yüklere karşı, bu sistemlerin in elastik çevrimsel cevapları yeterli değildir, (şekil 2,2). Bunun nedeni ise sık ve zıt yönde tekrarlanan yatay yüklere karşı narin olan çapraz elemanın basınca karşı gerekli dayanımı gösterememesi ve zamanla yorulularak rijitliğini kaybetmesidir.

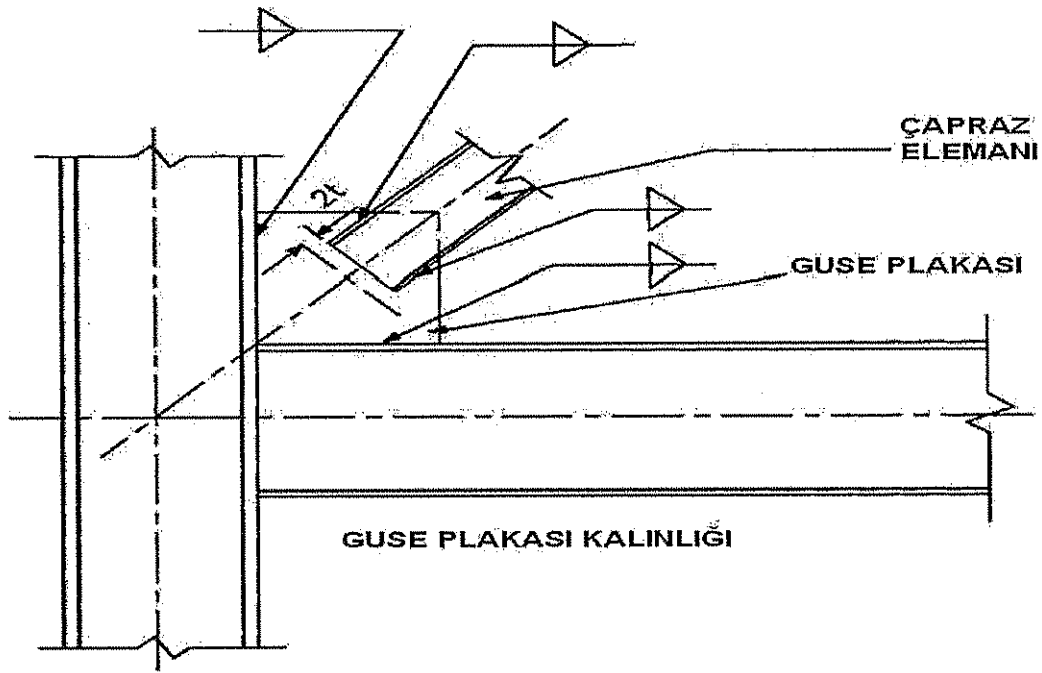
Merkezi çapraz sistemin sünek davranış sergileyebilmesi için diyagonal çapraz elemanları tekrarlı inelastik yükleme süresince dayanım ve rijitliklerini önemli ölçüde kaybetmeden büyük deformasyon yapabilmelidir.

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki çapraz elemanın narinliği azaldıkça inelastik çevrimsel davranışlar iyileşmeye başlamıştır bunun anlamı ise enerji yutma kapasitelerinin artmaya başladığıdır.1997ABYBHY ' e göre X çaprazların sadece çekmeye çalışması durumunda ($\lambda \leq 250$), basınca da çalışması durumunda ($\lambda \leq 100$) olan sınırlama çapraz elemanların narinliği $4\sqrt{E_s/\sigma_a}$ aşmama şartı getirilmiştir. Ayrıca çaprazların hem çekme hem de basınca çalışması istendiğinden DBYBHY 2007'de; "Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir." ibaresi bulunmaktadır. Ancak sadece deprem bölgelerinde yapılacak tek katlı sanayi yapılarında çapraz elemanların çekmeye çalıştığı kabulü yapılarak boyutlandırılabilir.

Çapraz elemanının bu davranışında etkili üç önemli faktör önerilmiştir;

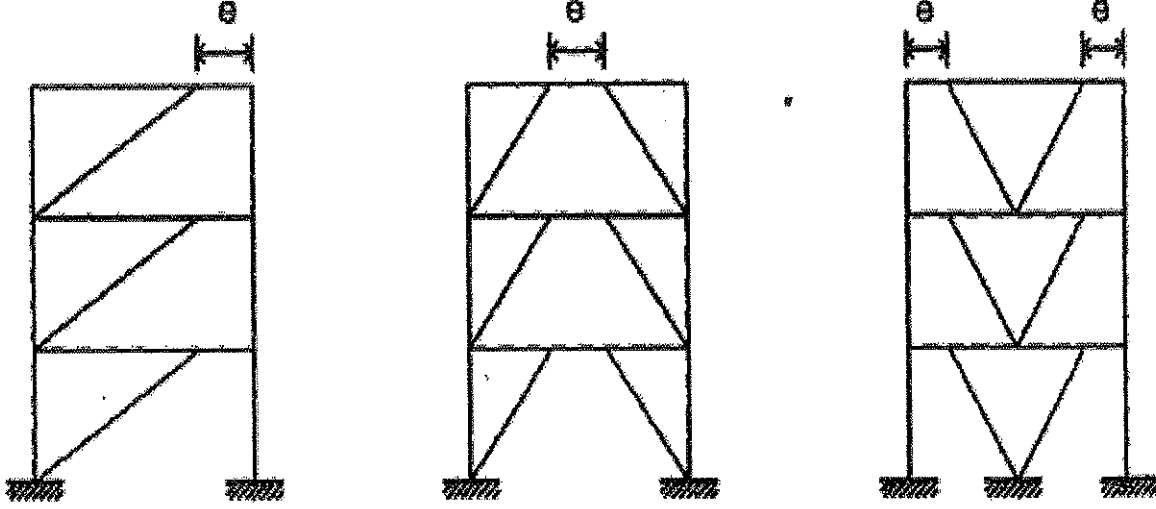
1. Çapraz eleman narinliği ($\lambda=k.L/r$) (eleman burkulması kritik)
2. Mesnet koşulları (tekrarlı inelastik yüklemelerde birleşimler kritik)
3. Kesit (yerel burkulma kritik)

Şekil (3,1) de gördüğümüz çelik çapraz sistemlerden X, V, Λ şeklinde olan çaprazlar bir elemanı basınca, bir elemanı da çekmeye çalışan çaprazlı çerçeve türüdür. Bu tip çaprazlar, kirişe açıklıkta birleşirler. Diyagonal eleman kullanıldığında kesiti artacağından hem de sistemde asimetrik davranışlar ortaya çıkacağından diyagonal çapraz yerin çift çaprazlı sistem kullanmak daha avantajlıdır. K şeklindeki çaprazların güvenliği minimum düzeydedir. Kolonda meydana gelecek burkulma, yanal rijitliği etkileyebilmekte, bu da göçmeye varan hasarlara neden olabilmektedir.



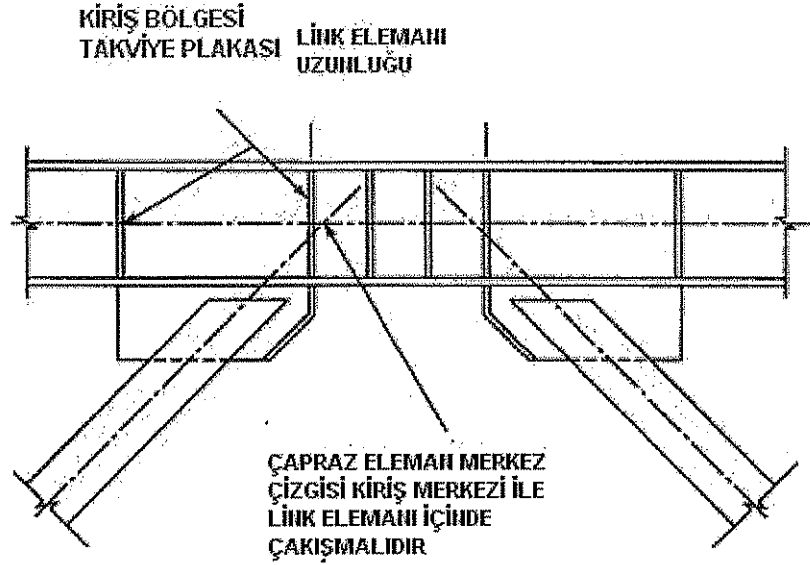
Şekil 3.2. Merkezi Çapraz Detayı

3.2. Dışmerkez Çaprazlı Sistemler



Şekil 3.3. Dışmerkez Çaprazlı Sistemler

Dışmerkez çaprazlı sistemleri merkezi çaprazlı sistemlerden ayıran en önemli fark, çapraz elemanının en az bir ucunun kirişte “link” elemanı (şekil 3.3) olarak anılan bir parçayı oluşturacak şekilde bağlı olmasıdır. İn elastik davranış bu bağlantı elemanı üzerinde sınırlandırılır. Bu özelliği sebebiyle bu eleman bir tür “sünek sismik sigorta”dır.



Şekil 3.4. Dış Merkezi Çapraz Detayı

Dışmerkez çaprazlı sistemler mükemmel bir süneklik ve enerji yutma kapasitesine, yüksek elastik rijitliğe, tersinir yükler altında sabit inelastik davranışa sahiptirler, Aynı zamanda merkezi çaprazlı sistemlere has yatay rijitliğe çok yakın yatay rijitlik sergilediklerinden güçlü rüzgâr etkisine maruz bölgelerde ve sismik hareketin yüksek olduğu bölgelerde oldukça uygun taşıyıcı sistemlerdir.

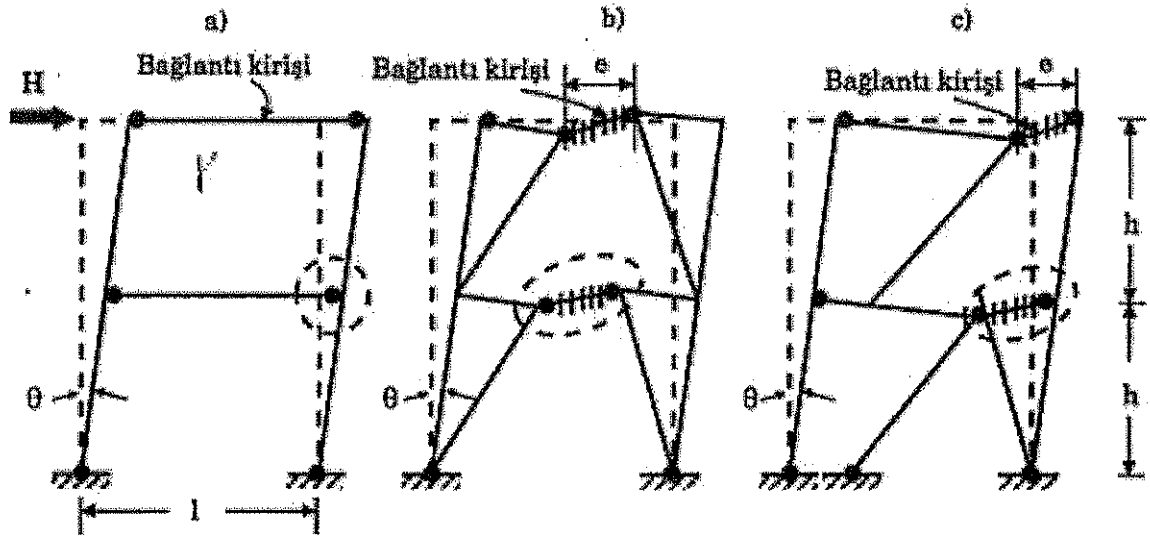
Dışmerkez çaprazlı çerçeveler çeşitli geometrik formlarda oluşabilirler. Şekil 2.2.3 de yaygın olarak kullanılan dışmerkez çapraz sistem çeşitleri verilmiştir. Dışmerkez çaprazlı sistemler arasında ters V formu kolonlarda yüksek momentlere neden olmayacak bir forma sahip olduğu için en çok tercih edilendir.

Dışmerkez çaprazlı sistem olarak tasarlanmış sistemlerde çapraz elemanların çerçeve kirişi üzerinde "e" kadar bir uzunlukta dışmerkez bir noktaya bağlanmasıyla, yatay yükler altında meydana gelecek mafsallaşma ve enerjinin yutulması ile ilgili durumlar, dışmerkez bağlantı kirişi tarafından gerçekleştirilecektir. Uygun bir şekilde tasarlanan ve detaylandırılan bağlantı kirişleri, yük çevrimlerinde ve zıt yükler altında uzun süre büyük yer değiştirmeler büyük miktarda enerjiyi tüketebildikleri açıklanmaktadır. Bağlantı kirişinin boyunun azaltılmasıyla çerçeve rijitliği artırılabilir. Buna rağmen bağlantı kirişinin boyu azaltıldığında çerçevenin süneklik

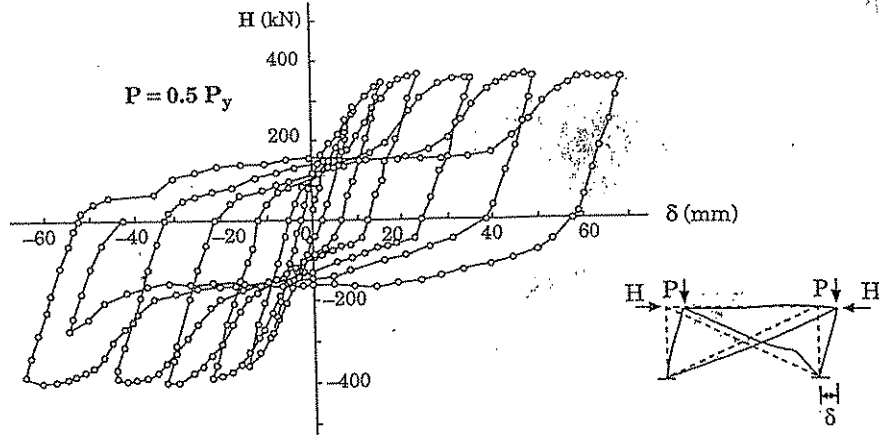
kapasiteleri azalacaktır. Ayrıca deprem yükü altında gövde buruşmasından kaynaklanan dayanım azalma tehlikesine karşın bağlantı kirişinin berkitme levhalarıyla güçlendirilmesi gerekmektedir. Sayısal ifadelerle açıklamak gerekirse (e/L) oranı 1'e gittiğinde yani moment alan kolon kiriş birleşimi sistemine geçildiğinde yanal rijitlik merkezi ve dış merkez çaprazlı sistemlere oranla minimuma ulaşır. $e/L = 0$ eşitliği ise merkezi çaprazlı çelik çaprazlı sisteme tekabül eder. Yani sistemde yanal rijitlik maksimumdur.

Dışmerkezi çelik çaprazlı çerçevelerle moment alan çerçeve sistemi elastik olmayan davranış bakımından karşılaştırıldığında her iki sistemle yatay yükler altında (θ) açısı kadar dönme yapmasına karşın her iki sistemde farklı sünek davranış göstermiştir. Yapılan deneylerden anlaşılmıştır ki moment alan kolon kiriş birleşimi θ açısı kadar dönme yapmasına karşın, dış merkezi çelik çaprazlı sistemlerden daha az sünekliliğe sahiptir. Bunun nedeni ise link diye tanımladığımız kısa bağlantı kirişi mafsallaşarak daha çok enerji tükettiğindedir.

Bununla ilgili durumlar şekil 3,5 ve 3.6 de görebilir

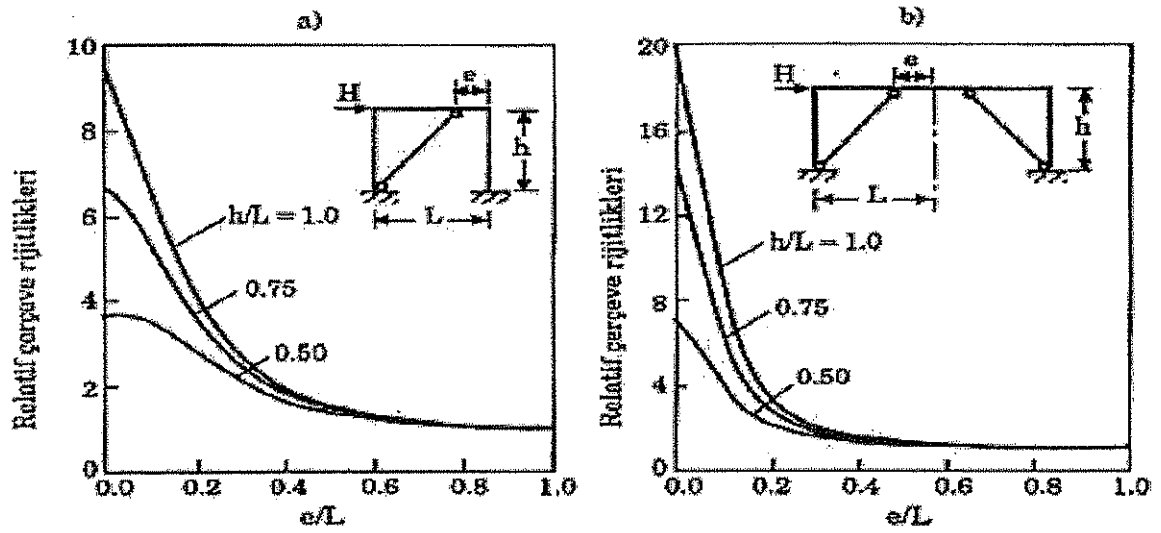


Şekil 3.5. Plastik Mafsals Oluşumu



Şekil 3.5.1 Deplasman Eğrisi

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki dış merkezi çaprazlı sistemler tersinir ve sürekli yüklere karşı koyacak kapasiteye sahip değildir. Bunun nedeni büyük kesme kuvvetlerine maruz kalan link elemanının zamanla gövdesinin yaptığı deformasyon neticesinde buruşmasıdır. Bunu önlemek içinde DBYBHY 2007’de tavsiye edildiği gibi bağlantı kirişine berkitme levhası eklenerek rijitliği artırılır, (şekil 2.2.5)



Şekil 3.6 e/L Eğrisi Grafiği

BÖLÜM 4. DBYBHY 2007 YÖNETMELİĞİNDE MERKEZİ VE DIŞ MERKEZİ SİSTEMLERİN HESAP METOTLARI

4.1. Giriş

Merkezi ve dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerin tasarımı, bu çalışmanın amacına uygun olarak “D. B. Y. B. H. Y. 2007 ” de belirtilen esaslara göre yapılacaktır. Yönetmelikte çaprazlı sistemler;

Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

olarak üç ana başlık altında incelenmektedir.

4.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Enkesit Koşulları

(Md.4.6.1.1) Süneklik düzeyleri yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.1 Enkesit koşulları

Eleman Tanımı	Narinlik Oranları	Sınır Değerler	
		Sınırlılık Düzeyi Yüksek Sistem	Sınırlılık Düzeyi Normal Sistem
Eğilme ve Eksenel basınç etkisindeki I Kesitlerinde U Kesitlerinde	$b/2t$ b/t	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$5.0\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Basınç etkisindeki T Kesitleri L Kesitleri	h/t_w	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $5.0\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
		$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $2.08\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dairesel halka kesitler (borular)	D/t	$0.05 \frac{E_s}{\sigma_a}$	$0.08 \frac{E_s}{\sigma_a}$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dikdörtgen kutu kesitler	b/t veya h/t_w	$0.7\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$1.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$
<p>Tanımlar</p> <p>b : I, U kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık genişliği</p> <p>h : I, U, T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde yüksekliği L kesitlerinde büyük kenar uzunluğu</p> <p>D : dairesel halka kesitlerde (borularda) dış çap</p> <p>t : I, U, T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık kalınlığı halka kesitlerde (borularda) kalınlık</p> <p>t_w : I, U, T, L kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde kalınlığı</p>			

(Md.4.6.1.2) Çatı ve düşey çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik

oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4\sqrt{E_s/\sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır.

(Md.4.6.1.3) Çok parçalı çaprazlarda bağ levhalarının aralıkları, ardışık iki bağ levhası arasındaki tek elemanın narinlik oranı tüm çubuğun narinlik oranının 0.40 katını aşmayacak şekilde belirlenecektir. Çok parçalı çaprazın burkulmasının bağ levhasında kesme etkisi oluşturmadığının gösterilmesi halinde, bağ levhalarının

aralıkları, iki bağ levhası arasındaki tek çubuğun narinlik oranı çok parçalı çubuğun etkin narinlik oranının 0.75 katını aşmayacak şekilde belirlenebilir. Bağ levhalarının toplam kesme kuvveti kapasitesi, her bir çubuk elemanın aksenal çekme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacak ve bağ levhaları eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. Bulonlu bağ levhalarının, çubuğun temiz açıklığının orta dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez.

Yatay Yüklerin Dağılımı

Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir.

Çaprazların Birleşimleri

(Md.4.6.3.1) Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır;

a) Çaprazın aksenal kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.

b) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çaprazla aktarılabilecek en büyük aksenal kuvvet.

$$c) 1.0 G + 1.0 Q \pm \Omega_o E \quad (4.1a)$$

$$0.9 G \pm \Omega_o E \quad (4.1b)$$

denklemlerinde verilen arttırılmış yükleme durumlarından meydana gelen çapraz aksenal kuvveti.(Md.4.6.3.2) Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, aşağıda verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır. (Bölüm 4.2.5) Yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri:

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi : } M_p = W_p \sigma_a \quad (4.2)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi : } V_p = 0.60 \sigma_a A_k \quad (4.3)$$

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi : } N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A \quad (4.4)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi : } N_{\text{çp}} = \sigma_a A_n \quad (4.5)$$

(Md.4.6.3.3) Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhaları aşağıdaki iki koşulu da sağlayacaklardır.

(a) Düğüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.

(b) Düğüm noktası levhasının düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun kiriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır. Buna uyulamadığı durumlarda, ilave berkitme levhaları kullanarak, düğüm levhasının düzlem dışına burkulması incelenecektir.

Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

(Md.4.6.4.1) V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.

(b) Çaprazlar düşey yüklerin ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında boyutlandırılacaktır. Ancak çaprazların bağlandığı kirişler ve uç bağlantıları, çaprazların yok sayılması durumunda, kendi üzerindeki düşey yükleri güvenle taşıyacak şekilde boyutlandırılacaktır.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için Bölüm 4.3.6'da verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir. Bu koşullar;

Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki l_b uzaklığı;

$$\dots\dots\dots l_b \leq 0.086 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (4.6)$$

koşulunu sağlayacaktır. Ayrıca, tekil yüklerin etkidiği noktalar, kiriş enkesitinin ani olarak değiştiği noktalar ve sistemin doğrusal olmayan şekil değiştirmesi sırasında plastik mafsall oluşabilecek noktalar da yanal doğrultuda mesnetlenecektir.

Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli basınç ve çekme dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.02'sinden daha az olmayacaktır.

Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde, kirişlerin betonarme döşemeye bağlanan başlıklarında, yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

(Md.4.6.4.2) Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde K şeklindeki çapraz düzenine izin verilemez.

Kolon Ekleri

(Md.4.6.5.1) Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3'lük bölgesinde yapılacaktır.

(Md.4.6.5.2) Kolon eklerinin eğilme dayanımı eklenen elemanlardan küçüğünün eğilme kapasitesinin %50'sinden, kesme kuvveti dayanımı ise eklenen elemanlardan küçüğünün kesme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet taşıma güçleri Denk.(4.1a) ve Denk.(4.1b)'de verilen arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında,

4.2.5'te verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır. 4.2.5' deki ilgili koşullar ise şöyledir.

Birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri:

Tam penetrasyonlu kaynakda : σ_a

Kısmi penetrasyonlu küt kaynak

veya köşe kaynağında: $1,7 \sigma_{em}$

Bulonlu birleşimlerde: $1,7 \sigma_{em}$

4.3. Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Enkesit Koşulları

(Md.4.7.1.1) Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar Tablo 4.3'te verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

(Md.4.7.1.2) Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4 \sqrt{E_s} / \sigma_a$ sınır değerini aşmayacaktır.

(Md.4.7.1.3) Çok parçalı çaprazlarda, TS648'in bağ levhalarına ilişkin kuralları geçerlidir. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacaktır.

(Md.4.7.1.4) Sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde hesaplanan çaprazlarda narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır. Ancak en çok iki katlı binalardaki çapraz elemanların Bölüm 2'ye göre hesaplanan çekme kuvvetinin Tablo 4.2'deki Ω_0 katsayısı ile çarpımını taşıyacak şekilde boyutlandırılmaları halinde bu kural uygulanmayabilir.

Çaprazların Birleşimleri

(Md.4.7.2.1) Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır:

- (a) Verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen çapraz eksenel çaprazın eksenel kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.
- (b) Denk.(4.1a) ve Denk.(4.1b)'de kuvveti.
- (c) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanlar tarafından söz konusu çapraza aktarılacak en büyük kuvvet.

(Md.4.7.2.2) Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

(Md.4.7.2.3) Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için 4.6.3.3' de verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

(Md.4.7.3.1) Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için 4.6.4.1(a) ve 4.6.4.1(b)' de verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

(Md.4.7.3.2) Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için 4.4.4'de verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

4.4. Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

Enkesit Koşulları

(Md.4.8.1.1) Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin bağ kirişleri, diğer kirişleri, kolon ve çaprazlarında başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarında Tablo 4.3'teki koşullara uyulacaktır. Bağ kirişlerine ilişkin ek koşullar, 4.8.2'de verilmiştir.

(Md.4.8.1.2) Çaprazların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4 E_s / \sigma$ a sınır değerini aşmayacaktır.

(Md.4.8.1.3) Çok parçalı çaprazlar için 4.6.1.3'te verilen koşullar dışmerkez çelik çaprazlı perdeler için de aynen geçerlidir.

Bağ Kirişleri

(Md.4.8.2.1) Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde, her çapraz elemanın en az bir ucunda bağ kirişi bulunacaktır.

(Md.4.8.2.2) Bağ kirişinin boyu, 4.8.8.1'deki özel durumun dışında, aşağıdaki şekilde belirlenebilir;

$$1.0M_p / V_p \leq e \leq 5.0M_p / V_p \quad (4.7)$$

Bu bağıntıdaki M_p eğilme momenti ve V_p kesme kuvveti kapasiteleri Denk.(4.8a) ve Denk.(4.8b) ile hesaplanacaktır;

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi: } M_p = W_p \sigma_a \quad (4.8a)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi: } V_p = 0.60 \sigma_a A_k \quad (4.8b)$$

(Md.4.8.2.3) Bağ kirişleri, düşey yükler ve Bölüm 2'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan tasarım iç kuvvetleri (kesme kuvveti, eğilme momenti ve eksenel kuvvet) altında boyutlandırılacaktır.

Md.4.8.2.4) Bağ kirişinin V_d tasarım kesme kuvveti, aşağıdaki koşulların her ikisini de sağlayacaktır.

$$V_d \leq V_p \quad (4.9)$$

$$V_d \leq 2M_p / e \quad (4.10)$$

(Md.4.8.2.5) Bağ kirişi tasarım aksenal kuvvetinin $N_d / \sigma_a A > 0.15$ olması halinde, Denk.(4.9) ve Denk.(4.10)'te M_p ve V_p yerine;

$$M_{pn} = 1.18 M_p \left[1 - \frac{N_d}{\sigma_a A} \right]$$

$$V_{pn} = V_p \sqrt{1 - (N_d / \sigma_a A)^2} \quad (4.11)$$

Değerleri kullanılacaktır.(Md.4.8.2.6) Bağ kirişinin gövde levhası tek parça olacak, gövde düzlemi içinde takviye levhaları bulunmayacaktır. Gövde levhasında boşluk açılmayacaktır.

Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi

(Md.4.8.3.1) Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucunda, kolon kenarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucunda, yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının aksenal çekme kapasitesinin 0.06'sından daha az olmayacaktır.

(Md.4.8.3.2) Ayrıca, bağ kirişi dışında kalan kiriş bölümü de, $0.45 b_b f \sqrt{E_s / \sigma_a}$ aralıklarla yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Bu mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının aksenal çekme kapasitesinin 0.01'inden daha az olmayacaktır.

(Md.4.8.3.3) Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

Bağ Kirişinin Dönme Açısı bağ kirişinin bulunduğu i ' inci katın Bölüm2 de tanımlanan Δi görelî kat ötelemesine bağlı olarak;

$$\theta_p = R \frac{\Delta_1}{h_1}$$

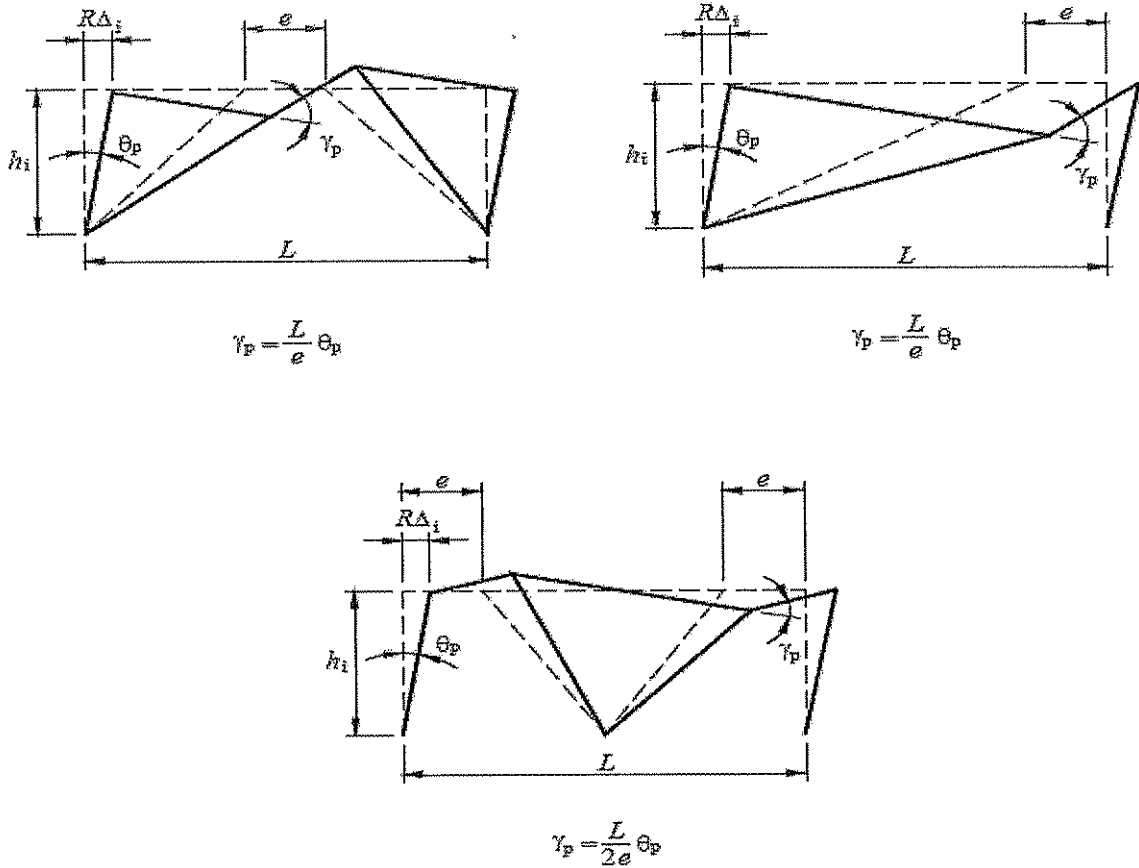
Denk.(4.12)

Denklemi ile bulunan görelî kat ötelemesi açısından dolayı, bağ kirişî ile bu kirişin uzantısındaki kat kirişî arasında meydana gelen γ_p bağ kirişî dönme açısı aşağıda verilen sınır değerleri aşmayacaktır.

(a) Bağ kirişî uzunluğunun $1.6M_p / V_p$ ' ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.10 radyan.

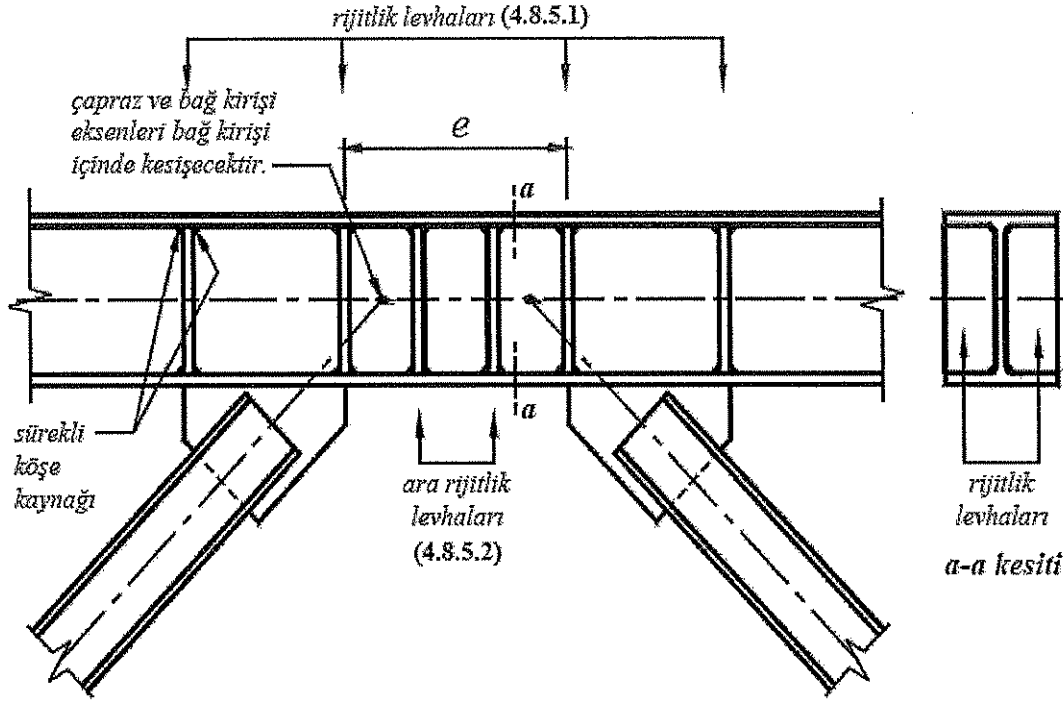
(b) Bağ kirişî uzunluğunun $2.6M_p / V_p$ ' ye eşit veya daha büyük olması halinde 0.03 radyan.

Bağ kirişî uzunluğunun bu iki sınır değer arasında olması halinde doğrusal interpolasyon yapılacaktır.



Şekil 4.1. Dışmerkez Çaprazların Dönme Açıları Rijitlik (Berkitme Levhaları)

(Md.4.8.5.1) Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında rijitlik levhaları düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve $(b_{bf} - t_w) / 2$ genişliğinde olacaktır. rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10 mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağ kirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır.



Şekil 4.2. DBYBHY 2007' de Tipik Dışmerkez Çapraz Orta Bağlantı Düzeni

(Md.4.8.5.2) Bağlantı kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan ara rijitlik levhaları konulacaktır:

(a) Boyu $1.6M_p / V_p$ 'den daha kısa olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları, bağ kirişi dönme açısının 0.10 radyan olması halinde $(30t_w - d_b/5)$ 'den, bağ kirişi dönme açısının 0.03 radyandan daha küçük olması halinde ise $(52 t_w - d_b/5)$ 'den daha fazla olmayacaktır. Dönme açısının ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılacaktır.

(b) Boyu $2.6M_p / V_p$ 'den büyük ve $5M_p / V_p$ 'den küçük olan bağ kirişlerinde, bağ kirişi uçlarından $1.5b_{bf}$ uzaklıkta birer rijitlik levhaları konulacaktır.

(c) Boyu $1.6M_p / V_p$ ve $2.6M_p / V_p$ arasında olan bağ kirişlerinde, (a) ve (b)'de belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.

Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar

(Md.4.8.6.1) Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, Bölüm 2'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan iç kuvvetlerin, bağ kirişinde kesit sehimi sonucunda hesaplanan M_p/M_d ve V_p/V_d Tasarım Büyütme Katsayıları'nın küçüğü ile uyumlu olacak şekilde arttırılması suretiyle belirlenecektir.

(Md.4.8.6.2) Çaprazlar, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin 1.25Da katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

(Md.4.8.6.3) Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin 1.1Da katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

(Md.4.8.6.4) Kolonlarda, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, kolonun taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin 1.1Da katından oluşan iç kuvvetler.

(b) Denk.(4.1a) ve Denk.(4.1b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

(Md.4.8.6.5) Çapraz, kat kirişi ve kolon enkesitlerinin iç kuvvet kapasiteleri Denk.(4.2)'de verilen bağıntılar ile hesaplanacaktır.

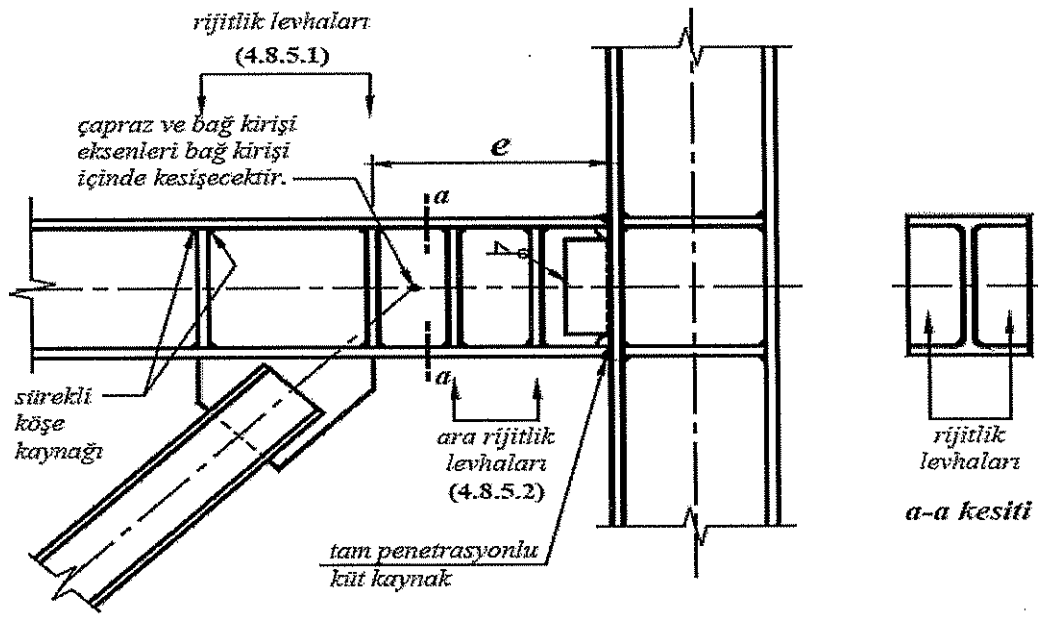
Çapraz – Bağ Kirişi Birleşimi

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı 4.8.6.2'de belirtilen şekilde hesaplanan arttırılmış iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

Bağ Kirişi – Kolon Birleşimi

(Md.4.8.8.1) Kolona birleşen bağ kirişinin boyu $e < 1.6M_p / V_p$ koşulunu sağlayacaktır.

(Md.4.8.8.2) Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme ve kesme dayanımları, sırasıyla bağ kirişinin M_p eğilme momenti kapasitesinden ve V_p kesme kuvveti kapasitesinden daha az olmayacaktır. Bağ kirişi başlıklarının kolona bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanacaktır



Şekil 4.3. DBYBHY 2007'de Tipik Dışmerkez Çapraz Kenar Birleşimi

Kiriş – Kolon Birleşimi

Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümünün kolon ile birleşim detayı kiriş gövde düzlemi içinde mafsallı olarak yapılabilir. Ancak bu bağlantı, kiriş başlıklarının eksensel çekme kapasitesinin 0.01'ine eşit, enine doğrultuda ve ters yönlü kuvvetlerin oluşturduğu burulma momentine göre boyutlandırılacaktır.

BÖLÜM 5. ÇELİK YAPILARDA KULLANILAN MOMENT AKTARAN ÇERÇEVELER HAKKINDA BİLGİLER VE HESAP KURALLARI

5.1. Moment Aktaran Çerçevesel Hakkında Genel Bilgiler

Bu çalışmada, merkezi ve dışmerkez çaprazlı sistemlerin genel yapı davranışları incelendiği gibi moment aktaran çerçevelerde incelenmiştir. Çelik yapılar, çaprazlı birleşimlerin dışında moment aktaran çerçeveler adı altında da sınıflandırılmaktadırlar. Genellikle sismik hareketliliği düşük olan bölgelerde, az katlı binalarda veya mimari detayların diğer çaprazlarla oluşturulamamasından dolayı tercih edilen sistemler, tamamıyla ana taşıyıcı kolon ve kirişin çalışmasına bağlı olarak tasarlanırlar. Bu bölümde, söz konusu yapı modelini, moment aktaran çerçeve olarak çözümlenerek meydana gelebilecek durumlar. Aşağıda, moment aktaran çerçeveler ile ilgili genel bilgiler ve DBYBHY 2007' de moment aktaran çerçeveler için belirtilen prensipler verilecektir.

Moment aktaran çelik çerçeveler, kolon ve kirişlerin birbirleri ile dik olarak birleştirilmesinden meydana gelir. Deprem dayanımı moment aktaran çerçeve sistemler ile sağlandığında, yatay yükler öncelikle kolon-kiriş birleşimleri ile taşınır. Bu birleşim noktalarında oluşacak gerilmeler oldukça fazladır. Bu nedenle birleşim hesap ve detaylandırması hassasiyetle yapılmalıdır.

Moment aktaran çerçeve sistemin çalışma prensibi çerçevenin taşıma sınır durumundan önce deprem enerjisini yutacak şekilde deformasyona uğramasıdır. Bu deformasyonların emniyetli sınırlar içinde olabilmesi özellikle birleşim bölgesindeki sünek davranışa bağlıdır. Aynı prensip betonarme çerçeve yapılar için de geçerlidir.

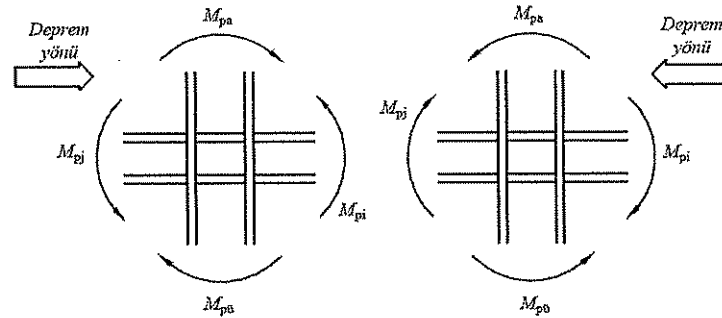
Bu sistemle oluşturulan binalar, iç mahal ve cephelerde herhangi bir perde veya çapraz olmaması nedeniyle mimari açıdan tercih edilebilen sistemlerdir. Kaynaklı veya bulonlu birleşimlere sahip olan sistemin birleşim noktalarında meydana gelen davranışlar göz önüne alındığında çerçeve kesitleri ve bununla birlikte yapılan hesaplara göre yapı ağırlığı düşünüldüğünde ekonomik açıdan dezavantajlı bir sistem olduğu göze çarpmaktadır. Yine yapı ağırlığı göz önüne alındığında, bir yapının deprem kuvvetinden ağırlığı oranında etkilenmesi durumundan hareketle, hafif yapı sistemi olmasıyla bilinen çelik yapıların bu durumda da bir avantaj kaybına uğrayacağı düşünülebilir.

DBYBHY 2007' de moment aktaran çerçeveler, süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi normal çerçeveler olarak ikiye ayrılır. Çerçeveye gelen yükler ve yapı davranışı ve ülkemizin deprem kuşağında bulunmasından dolayı süneklik düzeyi yüksek çerçeve sistemleri tercih edilmektedir. Bunun nedeni yatayda gelen deprem kuvvetini bina hareketiyle sönümlemesidir. Ayrıca büyük sismik hareketlerin yaşandığı bölgelerde çerçeve sistemlerden ziyade çaprazlı sistemler, hem güvenlik hem de ekonomik açıdan daha çok tercih edilirler. Moment aktaran çelik çerçeveler, yatay kuvvetlere karşı kiriş ve kolonlarda oluşan kesme kuvveti ve eğilme momentiyle cevap verirler. Yatay yükler öncelikle kolon kiriş birleşimleriyle taşınır. Sistemin çalışma prensibi, çerçevenin taşıma sınır durumundan önce deprem enerjisini yutacak şekilde deformasyona uğramasıdır. Depremin binaya aktardığı enerjinin kolonlardan ziyade kirişlerde tüketilmesi durumunda yapı daha sünek bir davranış göstermektedir.

DBYBHY 2007' de süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçeveler ile ilgili "Kolonlar, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan aksel kuvvet ve eğilme momentleri altında gerekli gerilme kontrollerini sağlamaları yanında, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde arttırılmış yükleme durumlarından oluşan aksel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri göz önüne alınmaksızın) yeterli dayanım kapasitesine sahip olacaktır. " şeklinde tarif edilmiştir..

Çok katlı çelik yapı uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan kolon –kiriş birleşimi genelde kiriş alır ve üst başlığını birleştirmek için T kesitler kullanılmıştır.

Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunda ise, “Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 1.1Da katından daha büyük olacaktır, şeklinde ifade edilmiştir. şekil 5.1 Güçlü kolon zayıf kiriş ilkesinin temel dayanağı deprem kuvveti binaya etkidiğinde yapı elemanlarında meydana gelen mafsallaşmaların kolon yerine kirişte oluşmasını sağlamaktır. Kirişde meydana gelen mafsal binanın daha çok yer değiştirmeye enerji sönmüleyebileceği anlamına gelir. Mafsallaşmanın kiriş kolon birleşim noktalarının dışında olması istenir.



Şekil 5.1. Güçlü Kolon Zayıf Kiriş

Birleşim Bölgeleri hesabı

Moment aktaran çelik çerçevelerin birleşim detaylarının özenle hesaplanması ve tasarlanması gerekmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, çerçeve sisteminin taşıma sınır durumundan önce deprem enerjisini yutacak şekilde deformasyona uğraması gerekir. Bu durumda deformasyonların emniyetli sınırlar içinde olabilmesi öncelikle birleşim bölgesindeki süneklığe bağlıdır. Birleşim elemanlarının

boyutlandırılmasında, birleşim elemanı akma dayanımının en az eklenen elemanlar düzeyinde olması esas alınır.

DBYBHY 2007' de moment aktaran çelik çerçevelerin kolon – kiriş birleşim bölgelerinde şu üç koşulun sağlanması istenmektedir.

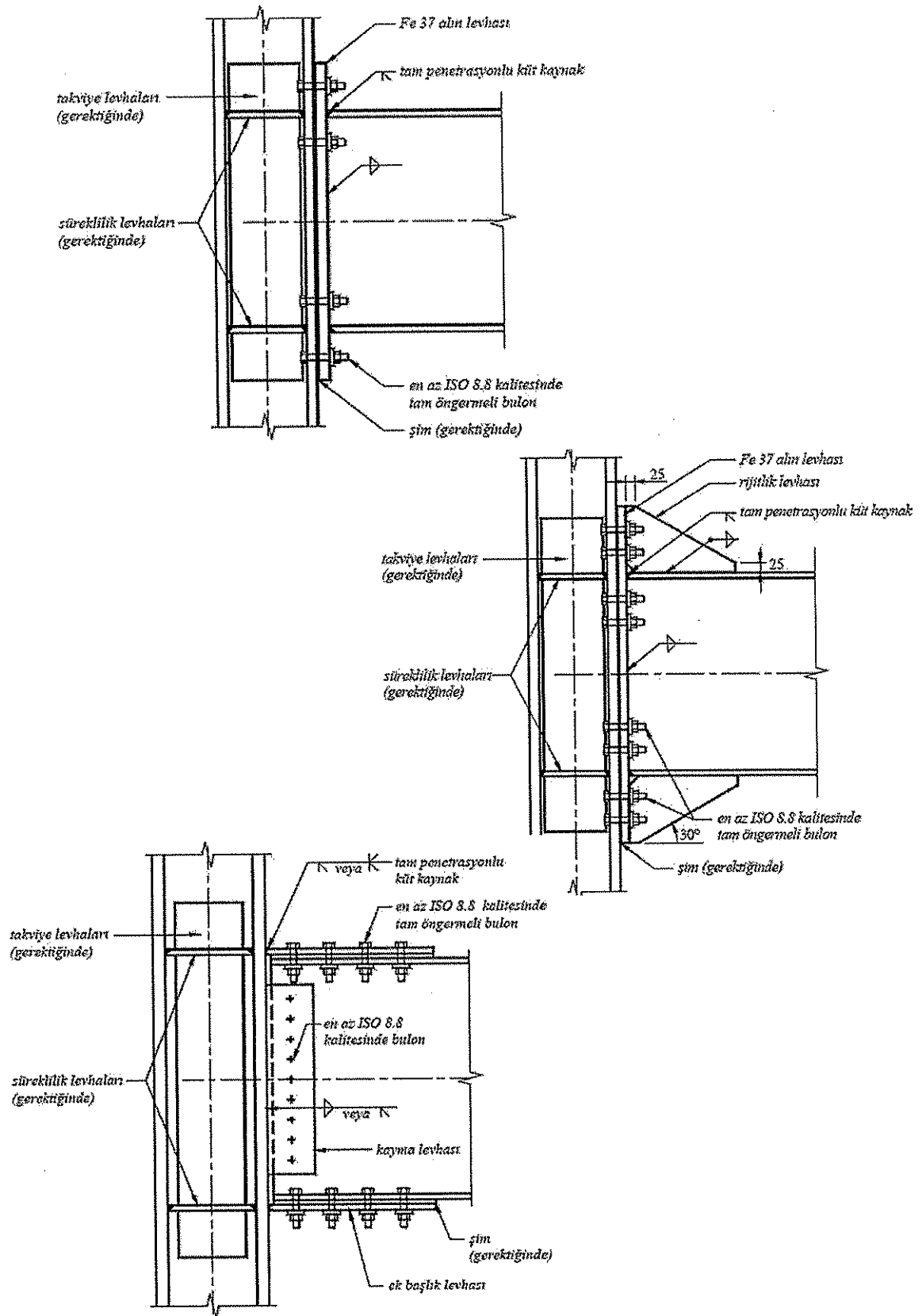
a) Birleşim en az 0.04 radyan Görelî Kat ötelemesi Açısı'nı (görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olacaktır. Bunun için, deneysel ve/veya analitik yöntemlerle geçerliliği kanıtlanmış olan detaylar kullanılacaktır.

b) Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme dayanımı, birleşen kirişin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesinin 0.80×1.1 Da katından daha az olmayacaktır. Ancak bu dayanımın üst limiti, düğüm noktasına birleşen kolonlar tarafından birleşime aktarılan en büyük eğilme momenti ile uyumlu olacaktır. Ayrıca düşey yükler ve deprem yükü azaltma katsayısının $R = 1.5$ değeri için hesaplanan deprem yüklerinin ortak etkisi altında meydana gelen eğilme momentini aşmayacaktır. Zayıflatılmış kiriş enkesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında guseler oluşturulması halinde, kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesi, kiriş plastik momenti ile kiriş ucundaki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti toplanarak hesaplanacaktır.

c) Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak V_e kesme kuvveti; V_{dy} , Kirişin kolona birleşen yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti, M_{pi} ve M_{pj} kiriş uçlarındaki pozitif veya negatif moment kapasitesi ve $l_n =$ Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsal noktaları arasındaki uzaklık olmak üzere

$$V_p = 0.6 \sigma_a d_c t_p \left[1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_p} \right]$$

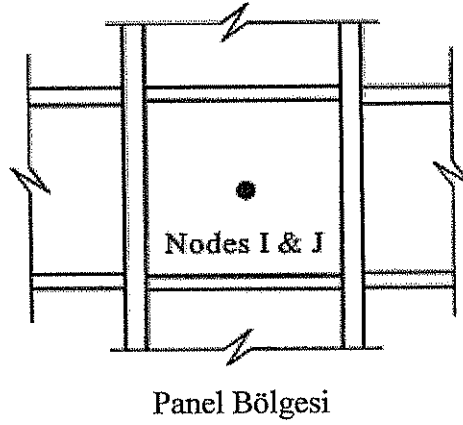
formülü ile hesaplanacaktır.



Şekil 5.2 DBYBHY 2007' de Yer Alan Bazı Birleşim Detayları (Ek4A)

Panel Bölgeleri

Çerçevelerde, kiriş başlıkları ile üstten ve alttan sınırlı olan kolon gövdesi, panel bölgesi olarak isimlendirilir. Panel bölgesi, kolon ve kiriş birleşimlerinde önemli bir bölgedir. Bir moment çerçevesi yatay yüklerle karşılaştığında, panel bölgesinde büyük kesme kuvvetleri meydana gelir. Panel bölgesinin deformasyonu sonucu, çerçeve davranışında elastik ve inelastik tepkiler meydana gelecek şekilde sistemi etkileyebilirler.



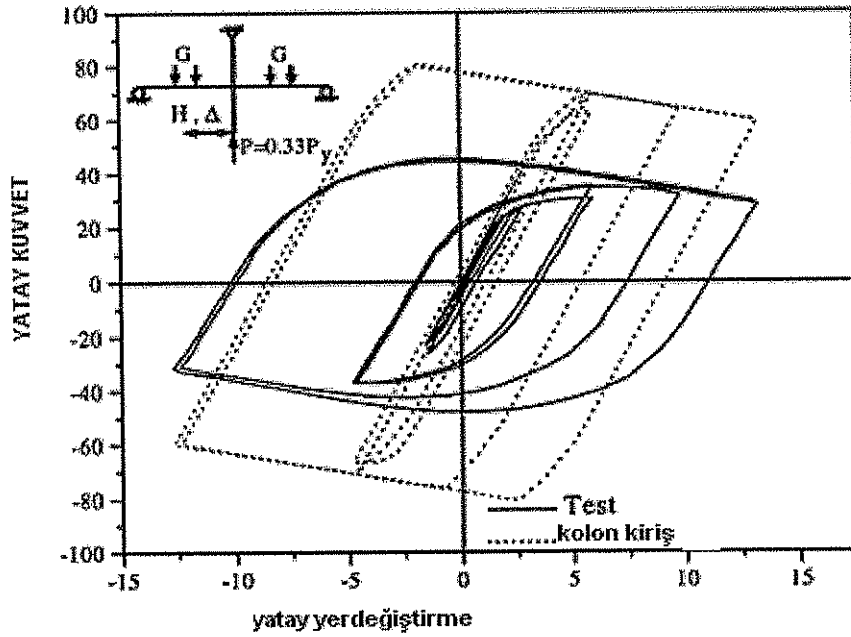
Şekil 5.3 Panel Bölgesi

Panel bölgesinin yük – deformasyon davranışları, bazı testlerle araştırılmıştır. Bu testlerden elde edilen bazı sonuçlar, aşağıdaki gibidir.

- a) Birleşim panel bölgeleri, statik kurallara uygun düzenlendiği zaman, malzemenin elastik sınırlar içerisindeki akma mukavemetinden çok daha fazla bir mukavemet gösterirler.
- b) Panel bölgesi deformasyonları, hem elastik hem de inelastik davranış çerçevesinde tüm çerçeve deformasyonlarını etkileyebilirler.
- c) Panel bölgesinin riitliği takviye levhalarıyla artırılabilir.

d) İnelastik bölgede panel bölgeleri tekil (monotonik) ve tekrarlı yüklemelerde sünek bir davranış gösterebilirler.

e) Büyük inelastik panel bölgesi deformasyonları kolon – kiriş birleşimindeki kaynakların kırılma ihtimalini arttırabilir. Bu etki, kolon flanşlarında lokal deformasyonlara ve buruşmalara neden olur.



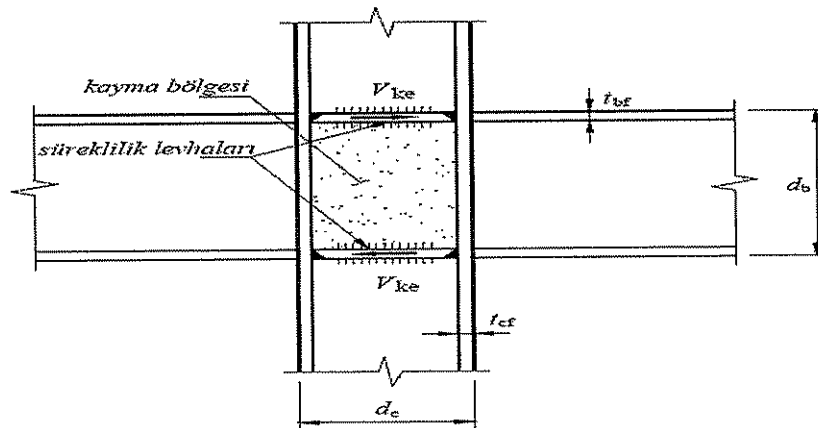
Şekil 5.4 Yatay Deplasman Yatay Kuvvet grafiği

Panel Bölgesi elemanı, esasen düğüm noktalarında kolon ve kiriş arasında moment aktaran dönel bir yay elemanıdır. Panel elemanın bir ölçüsü yoktur ve iki düğümü aynı noktada birbirine bağlar. Bu düğümlerden biri kolonu, diğeri kirişi temsil eder. Panel elemanı tarafından aktarılan moment, düğüm noktası oluşturan kolon ve kirişin rölatif dönmeleriyle ilişkilidir. İki düğümün yatay ve düşey çevrimleri özdeş olarak sınırlandırılır. Bu nedenle bir yatay ve bir düşey olmak üzere her düğüm noktasında iki serbestlik derecesi vardır.

Panel elemanlarının güçlendirilmesi ve düğüm noktalarında yapı sürekliliğinin sağlanması açısından panel bölgesinin takviye levhalarıyla desteklenebileceği ifade

edilmiştir. DBYBHY 2007’ de “kayma bölgesi” adı altında ifade edilen panel bölgesinin boyutlandırılması ile ilgili aşağıdaki ifadeler kullanılmaktadır.

- a) Kayma bölgesinin gerekli kesme kuvveti dayanımı, düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 0.80 katından meydana gelen kesme kuvvetine eşit olarak alınacaktır.
- b) Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için kesme kuvveti kapasitesinin kesme kuvveti dayanımından büyük veya eşit olması gerekmektedir. Bu koşulun sağlanmaması halinde, gerekli miktarda takviye levhası kullanılacak veya kayma bölgesine köşegen doğrultusunda berkitme levhaları eklenecektir.
- c) Kolon gövde levhasının ve eğer kullanılmış ise takviye levhalarının her birinin en küçük kalınlığı, t_{min} , $t_{min} = u / 180$ koşulunu sağlayacaktır. Burada u , kayma bölgesi çevresinin uzunluğunu ifade etmektedir. Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda takviye levhaları ve kolon gövde levhası birbirlerine kaynakla bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacak ve levha kalınlıkları toplamının yukarıdaki ifadeyi sağlayıp sağlamadığı kontrol edilecektir.
- d) Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması için tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı kullanılacaktır. Bu kaynaklar, takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvvetini güvenle aktaracak şekilde kontrol edilecektir.



Şekil 5.5 Kayma Bölgesi Takviye Elemanı

BÖLÜM 6. 11 KATLI ÇELİK KONSTRÜKSİYON OFİS YAPISININ MERKEZİ VE DIŞ MERKEZ ÇAPRAZLI OLARAK DÜZENLENİP KARŞILAŞTIRILMASI

6.1. Sistemin Tanımı

Sistem 11 katlı ofis binası olup kat yükseklikleri 4,5m zemin kat 10*3,5 m kat yükseklikleridir. Bina x doğrultusunda 5m ,11m, 16m aks aralı y doğrultusunda ise 6m,12m,18m,24m,30m aks aralığına sahiptir. Hesap kolaylığı açısından zemin sınıfı Z1 olarak seçilmiştir. Ortada bir adet merdiven ve asansör bulunmaktadır. Sistemde merdiven ve asansör kenarında lavabo ve tuvaletler yerleştirilmiştir.

6.2. Kullanılan Malzeme Ve Eleman Özellikleri

Kullanılan malzeme türü ST52 çeliğidir bu malzemenin özellikleri şekil 6.1.1 de verilmiştir.

___ Normal bulonlara ait emniyet gerilmeleri (kg/cm²)

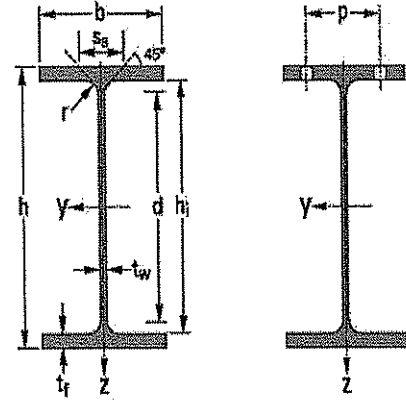
Bulon Cinsi	Uygun bulonlar				Kaba bulonlar	Ankraj bulonları				
	St 37		St 52							
Ana malzeme	St 37		St 52		Kaba bulonlar		Ankraj bulonları			
Bulon malzemesi	4.6 (4D)		5.6 (5D)		4.6 (4D)		4.6 (4D)		5.6 (5D)	
Yükleme hali	(H)	(HZ)	(H)	(HZ)	(H)	(HZ)	(H)	(HZ)	(H)	(HZ)
Makaslama em. ger. T_{sem}	1400	1600	2100	2400	1120	1260				
Ezilme em. ger. σ_{sem}	2800	3200	4200	4800	2400	2700				
Çekme em. ger. σ_{zem}	1120	1120	1500	1500	1120	1120	1120	1120	1500	1500

Şekil 6.1. Kullanılan Yapı Çelikleri Değerleri

Kullanılan profil HEA-HEB profilleridir bu profiller ülkemizde üretilmeyip dışarıdan ithal olarak getirilmektedir. Kullanılan profillerin mukavemet değerleri aşağıdadadır

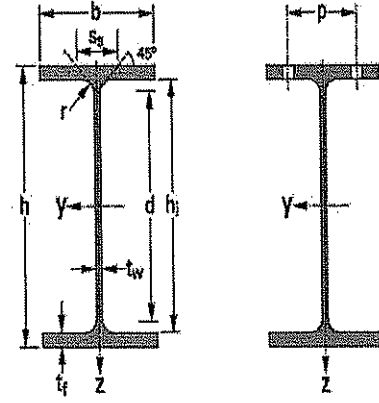
Tablo 6.1 Kullanılan Profiller

$h =$	390	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	11.00	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	19.00	mm	(Profil flange genişliği)
$r =$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	159	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	125	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	45070	cm ⁴	(Profil x yönü ataletmomenti)
$i_x =$	16.8	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	2310	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	8560	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	571	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.34	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	1280	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\varnothing d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.34	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	331	mm	(Profil düz gövde boyu)



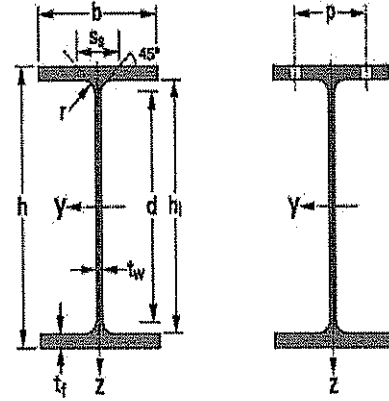
Tablo 6.1'in devamı

$h =$	350	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	10.00	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	17.50	mm	(Profil flange genişliği)
$=$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	143	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	112	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	33090	cm ⁴	(Profil x yönü ataletmomenti)
$i_x =$	15.2	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	1890	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	7890	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	526	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.43	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	1040	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\emptyset d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.43	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	299	mm	(Profil düz gövde boyu)



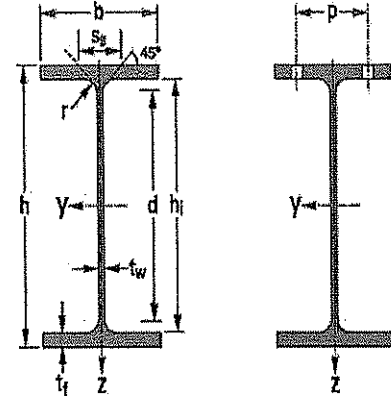
Kullanılan HEA 340 PROFİLİ

$h =$	330	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	9.50	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	16.50	mm	(Profil flange genişliği)
$r =$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	133	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	105	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	27690	cm ⁴	(Profil x yönü atalet momenti)
$i_x =$	14.4	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	1680	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	7440	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	496	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.46	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	923	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\emptyset d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.46	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	256	mm	(Profil düz gövde boyu)



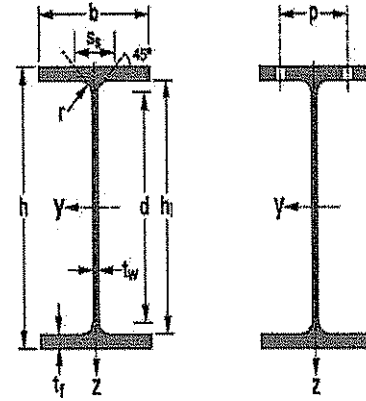
Tablo 6.1'in devamı

$h =$	310	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	9.00	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	15.50	mm	(Profil flange genişliği)
$r =$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	124	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	98	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	22930	cm ⁴	(Profil x yönü atalet momenti)
$i_x =$	13.6	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	1480	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	6990	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	466	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.49	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	814	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\emptyset d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.49	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	236	mm	(Profil düz gövde boyu)



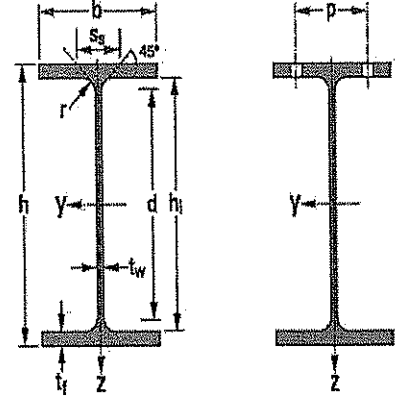
Kullanılan HEB 400 PROFİLİ

$h =$	400	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	13.50	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	24.00	mm	(Profil flange genişliği)
$r =$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	198	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	155	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	57680	cm ⁴	(Profil x yönü atalet momenti)
$i_x =$	17.1	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	2880	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	10820	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	721	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.40	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	1620	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\emptyset d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.40	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	306	mm	(Profil düz gövde boyu)



Tablo 6.1'in devamı

$h =$	400	mm	(Profil yüksekliği)
$b =$	300	mm	(Profil genişliği)
$t_w =$	13.50	mm	(Profil web genişliği)
$t_f =$	24.00	mm	(Profil flange genişliği)
$r =$	27.00	mm	(Profil flange genişliği)
$F =$	198	cm ²	(Kolon alanı)
$G =$	155	kg/m	(Profil kalınlığı)
$I_x =$	57680	cm ⁴	(Profil x yönü atalet momenti)
$i_x =$	17.1	cm	(Profil x yönü atalet yarıçapı)
$W_x =$	2880	cm ³	(Profil x yönü mukavemet momenti)
$I_y =$	10820	cm ⁴	(Profil y yönü atalet momenti)
$W_y =$	721	cm ³	(Profil y yönü mukavemet momenti)
$i_y =$	7.40	cm	(Profil y yönü atalet yarıçapı)
$S_x =$	1620	cm ³	(Profil statik momenti)
$w_1 =$	-	mm	(Profil 1.bulon delik açma mesafesi)
$w_2 =$	-	mm	(Profil 2.bulon delik açma mesafesi)
$\emptyset d_1 =$	-	mm	(Profile göre bulon çapı)
$e_x =$	-	cm	(Tarafsız eksene uzaklığı)
$i_{min} =$	7.40	cm	(En küçük atalet yarıçapı)
$h_1 =$	306	mm	(Profil düz gövde boyu)



BÖLÜM 7.PROJEDE KULLANILAN YÜKLER

7.1. Sabit Yükler

Tablo 7.1 Projede Kullanılan Yükler

YÜKÜN CİNSİ	KULLANILAN YER	BİRİM	MİKTAR
Kompozit döşeme betonu(8cm)	Çatı kat	Kg/m ²	200
Kompozit döşeme betonu (10cm)	Normal kat	Kg/m ²	250
Tesisat ağırlığı	Çatı-Normal kat	Kg/m ²	25
Tesviye şapı (3cm)	Çatı-normal kat	Kg/m ²	75
Duvar ağırlığı	Normal kat	Kg/m ²	50
Döşeme kaplaması	Çatı-Normal kat	Kg/m ²	20
Asma tavan yükü	Çatı-Normal kat	Kg/m ²	15
Çatı kaplama	Çatı kat	Kg/m ²	20
	Çatı katı toplam	Kg/m ²	355
	Normal kat toplam	Kg/m ²	435

7.2. Hareketli Yükler

T.S. 498 e göre çizelge 7 'e göre zaman zaman kullanılan çatılar 2 kN/m² normal kat ise 3,5 kN/m² olarak alınmıştır ayrıca merdivenlerde ise 3,5 kN/m² olarak alınmıştır.

7.3. Kar Yüğü

T.S. 498 çizelge 3'e göre yapı yerinin denizden yüksekliği ≤ 200 olduğu ve kar bölgesinin I. Bölge olduğu kabulüne göre 0.75 kN/m^2 olarak alınmıştır.

Tablo 7.2 Kar Yüğü Değerleri

KAR YÜKLERİ (TS 498)

Çatı Eğimine (α) Bağlı Olarak Azaltma Değerleri (m)

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0-30°	1.0									
30°	1.00	0.97	0.95	0.92	0.90	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77
40°	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55	0.52
50°	0.50	0.47	0.45	0.42	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27
60°	0.25	0.22	0.20	0.17	0.15	0.12	0.10	0.07	0.05	0.02
70° - 90°										

Zatlı Karyüğü (P_{kz}) Değerleri kN/m^2 (*)

1	Yapı yerinin denizden yüksekliği m	BÖLGELER			
		I	II	III	IV
2	≤ 200	0.75	0.75	0.75	0.75
	300	0.75	0.75	0.75	0.80
	400	0.75	0.75	0.75	0.85
	500	0.75	0.75	0.75	0.90
3	600	0.75	0.75	0.80	0.95
	700	0.75	0.75	0.85	0.95
	800	0.80	0.85	1.25	1.40
4	900	0.80	0.95	1.30	1.50
	1000	0.80	1.05	1.35	1.60
5	> 1000	1000 m'ye tokabul eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

7.4. Rüzgâr Yüğü

T.S. 498 çizelge 5' göre rüzgâr hızı ve emme kuvveti alınarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur. Bina yüksekliği ($3,5 \cdot 10 + 4,5 = 39,5 \text{ m}$) dir binanın çatısı teras olarak kullanılacağı kabul edildiğinden rüzgâr alınmamıştır. 39,5 m yüksekliğe sahip binanın maruz kalacağı rüzgâr yüğüleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 7.3 Rüzgar Yüğü

RÜZGÂR YÜKLERİ			
h (m)	C Katsayısı	q (kN/m²)	C_xq (kN/m²)
0 - 8	1,2	0,5	0,6
8 - 18,5	1,2	0,8	0,96
18,5 -39.5	1,2	1,1	1,32

7.5. Bina Zati Ağırılığı

Binanın kendi ağırılını kullanılan malzemeye göre SAP 2000 programı kendi hesaplayacaktır. Ayrıca istenirse başka zati yükler dışarıdan girilebilir.

7.6. Deprem Yüğü

Deprem yükünün hesabı SAP 2000 programında yukarıda açıkladığımız kabuller çerçevesinde modal analizle yapılacaktır. Deprem yükü ile ilgili bilgiler Bölüm 3.4.5' te belirtilecektir. Binalara etkiyen yüklerinin belirlenmesi için Spektral ivme katsayısı $A(T)$ ve Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ esas alınır.

Yönetmelikte tanımlanan deprem bölgeleri ve zemin sınıflarına göre spektral ivme katsayısının $A(T)$, yerçekimi ivmesi ile çarpılması sonucunda Elastik spektral ivme, $S_{ae}(T)$ hesaplanır.

7.6.1. Mod birleştirme yöntemi

Bu yöntem 1997 deprem yönetmeliğinden beri bulunan analiz yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değıştirmeler, ile birlikte hesaplanan bina doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan en yüksek katkılarının birleştirilmesinden elde edilir.

Herhangi bir titreşim modunda hesaplara katılacak ivme spektrumu denklemi :

$$S_{pa}(T1) = A(T1) \times g / R_a(T1) \quad (7.1.)$$

Döşemenin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda her bir katta deprem yönetmeliklerince tanımlanan (+0.05e) kadar kaydırılmış kütle merkezlerinin her birine birbirine dik iki yatay kuvvet ile düşey eksen etrafındaki dönmede hesaplamalara katılacaktır.

Deprem kuvveti hesaplarında yeterli titreşim modu sayısı , hangi eksenden sisteme bakılıyorsa birbirine dik x ve y yatay deprem yönlerinden hangisi için hesaplanıyorsa o mod için hesaplanan etkin kütleleri toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90 'ından daha az olamaz . Ayrıca hesaplanan deprem doğrultusunda etkin kütlesi %5 inden büyük olan titreşim modları hesaplara katılacaktır.

2007 deprem yönetmeliğinde mod katkılarının birleştirilmesi için kullanılacak hesap kuralları verilmiştir.

$T_s < T_r$ olmak üzere, herhangi bir titreşim moduna ait doğal titreşim periyotların daima $T_s / T_r < 0.80$ kuralına sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı uygulanabilir. sağlamaması durumunda ise (C.Q.C) Tam Karesel Birleştirme Kuralı uygulanacaktır.

Hesaplanan deprem yükü eğer eşdeğer deprem yüküyle olan oranı $V_{tb} < \beta \times V_t$ değerinden küçük olması durumunda mod birleştirme yönteminde bulunan iç kuvvetler ve yer değiştirme büyüklükleri $B_d = (\beta \times V_t / V_{tb}) \times B_b$ denklemine göre hesaplanacaktır.

7.6.2. Zaman tanım alanında hesap yöntemleri

Bazı özel yapılarda zaman tanım alanında doğrusal elastik veya doğrusal olmayan elastik deprem hesabı için önceden kaydedilen deprem ve yer hareketleri kullanılabilir.

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabında en az üç kaydedilmiş ivme kaydından aşağıdaki kurallara uyan en elverişsiz olanı kullanılacaktır.

- 2) İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi ,ivmelerin zarfları ± 0.05 g den az olmamak koşulu ile , yapının birinci modunun 5 katından ve $t=15$ sn den kısa olmayacaktır.
- 3) Kaydedilmiş her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için bulunacak spektral ivme değerleri, bütün periyotlar için $A(T)$ spektral ivme katsayısı değerinin g ile çarpımı %90' ından az olmayacaktır.

7.6.3. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

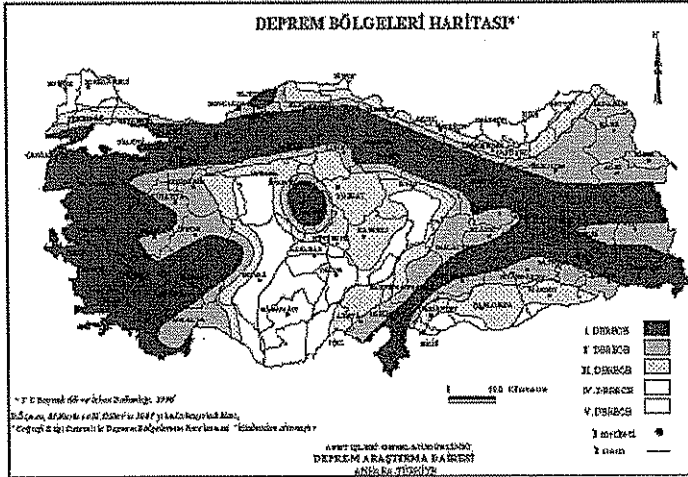
Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi; Tüm deprem bölgelerinde, yönetmelikte tanımlı düzenli yapı sınıfına giren binalarda 40 metre yüksekliğe kadar uygulanabilir.

Gözönüne alınan deprem doğrultusundaki, 1. doğal titreşim periyoduna göre aşağıdaki formül ile Taban Kesme Kuvveti hesaplanır ve katlara dağıtılır.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_o I W \quad (7.2.)$$

■ Deprem Yönetmeliğinde tanımlanan parametreler;

- A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı
- I : Bina önem katsayısı
- T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotlar
- $S(T)$: Spektrum katsayısı



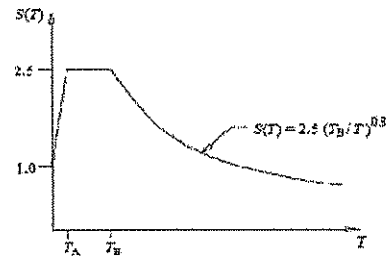
Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

■ Spektrum Katsayısı, $S(T)$;

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

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

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T_B < T)$$



– SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYOTLARI (T_A, T_B)

Tablo 6.2'ye göre 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

Şekil 7.1. Deprem Bölge Haritası Ve İlgili Katsayılar

Taşıyıcı sistemin elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, elastik deprem yükleri Deprem, deprem yükü Azaltma Katsayısı'na $R_a(T)$ bölür.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R-1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (7.3.)$$

BÖLÜM 8. SAP 2000 PROGRAMINDA SİSTEM ANALİZİ

11 katlı 30 m ye 16 m ölçülerinde olan binanın statik çözümleri SAP 2000 programı ile yapılacaktır. Sap 2000 programı Program betonarme ve çelik çerçeve elemanlarının otomatik boyutlaması için çok sayıda en yeni ulusal ve uluslararası yönetmeliği destekleyebilen bir yapıya sahiptir. Şu anda programın desteklediği Çelik Dizayn Yönetmelikleri şunlardır:

A.B.D. AISC / ASD (1989)

A.B.D. AISC / LRFD (1994)

A.B.D. AASHTO LRFD (1997)

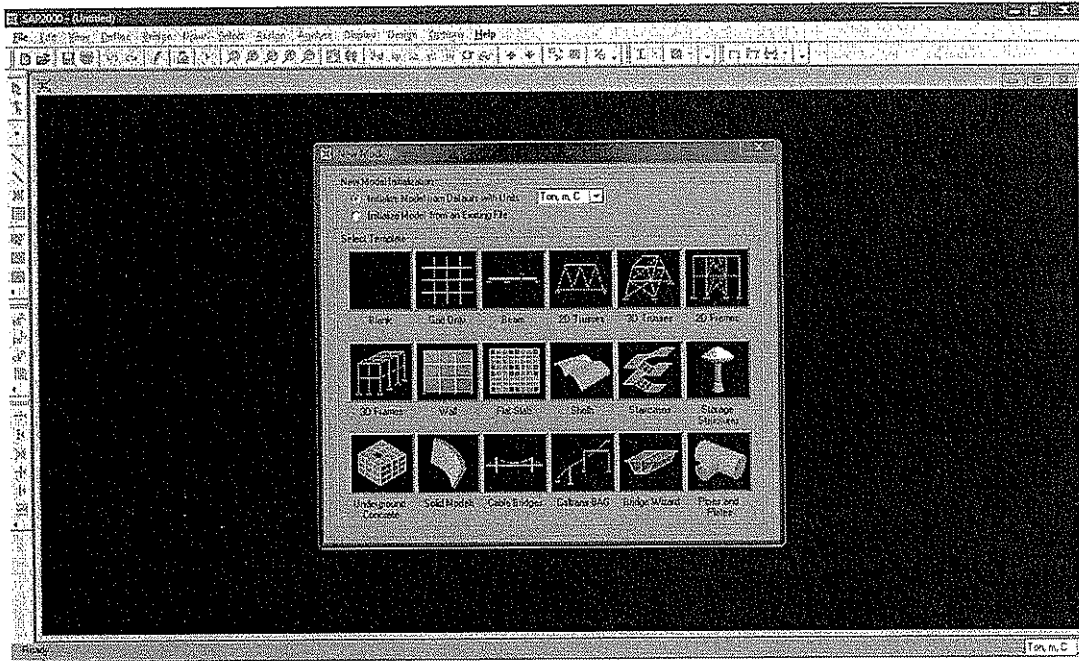
Kanada CAN / CSA - S16.1 – 94 (1994)

İngiliz BS 5950 (1990), ve

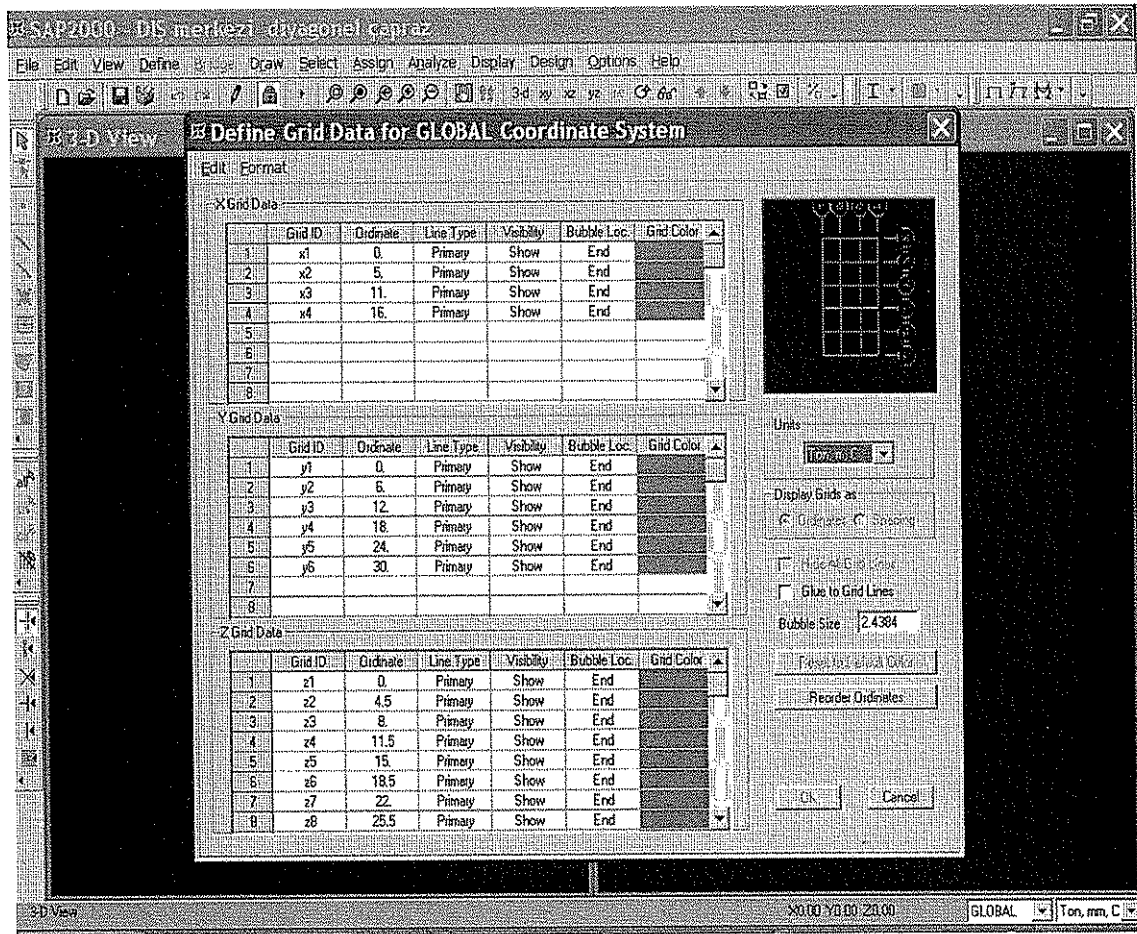
Avrupa EC3 (ENV 1993–1–1)

8.1. SAP 2000 Programına Sistemin Tanıtılması

SAP2000 programı çalıştırıldıktan sonra açılan pencereden t-m seçeneği seçilir bu seçenek bize yapacağımız çalışmanın ton –m ölçü parametresinde olacağını gösterir.İstenirse kn-m ,n-mm ,t-mm seçenekleri de mevcuttur. Sonra yeni açılan pencerede File seçeneğinden New Modal kutusu tıklanır [10].



Şekil 8.2. Grid Seçeneği



Şekil 8.3. Sistem Koordinatlarının Girilmesi

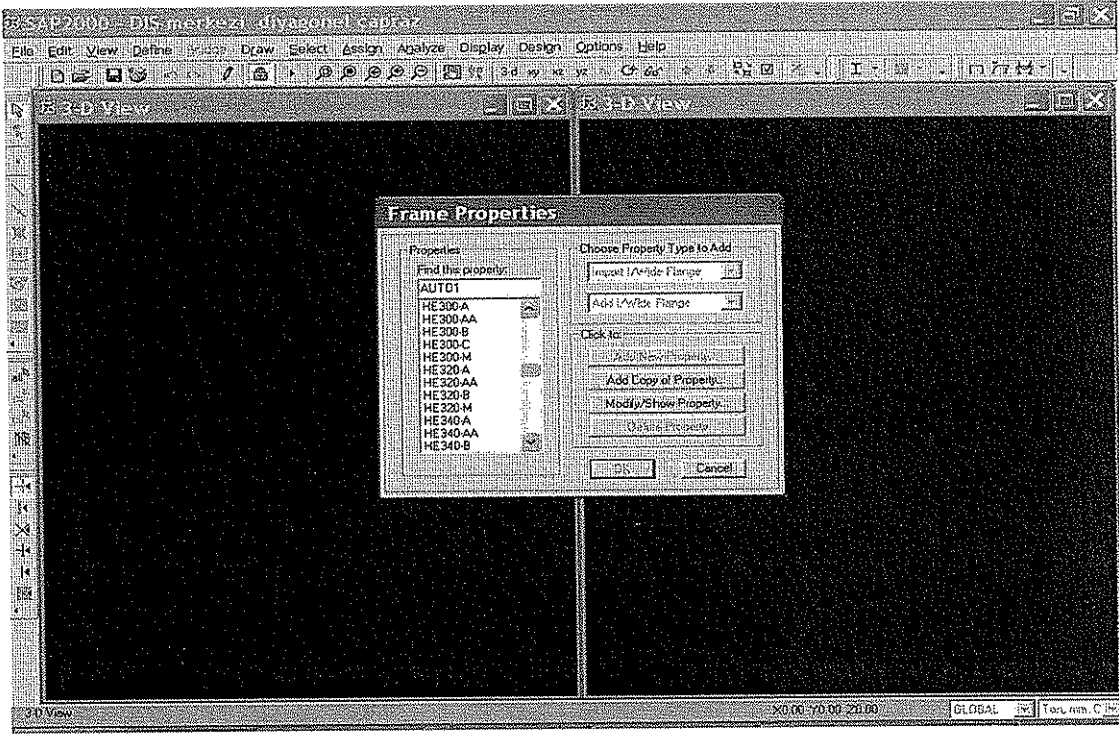
8.2. Kesit Özellikleri Ve Malzemenin Girilmesi

Sap2000 programına malzeme özelliklerini tanımlarken çekme akma dayanımını elastisite modülünü, kayma dayanımı, poisson oranı, ısıl genleşme katsayısı gibi özelliklerini kullanıcı dışarıdan TS 648 hükümlerine göre girmek zorundadır. Sistemde kullanacağımız malzeme st52 çeliğidir. (Şekil 8.4) bu özelliği programa tanıtmak için ‘ Define’ menüsünden; define materials seçeneği tıklanır. Açılan pencereden steel seçeneği işaretlenip malzeme değerleri girilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus girilecek değerlerin, bilgisayar hangi ölçü biriminde çalışıyorsa o birimlerde olmasıdır.

Material Property Data	
Material Name	st52
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic <input type="radio"/> Anisotropic
Type of Design	Steel
Design Property Data (EUROCODE 3-1993)	
Minimum Yield Stress, Fy	36000000
Minimum Tensile Stress, Fu	40778038
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	800.4
Weight per unit Volume	7849
Modulus of Elasticity	2.039E+10
Poisson's Ratio	0.3
Coef of Thermal Expansion	1.170E-05
Shear Modulus	7.842E+09
Advanced Material Property Data	
Time Dependent Properties...	
Material Damping Properties...	
Stress-Strain Curve Definitions...	
OK Cancel	

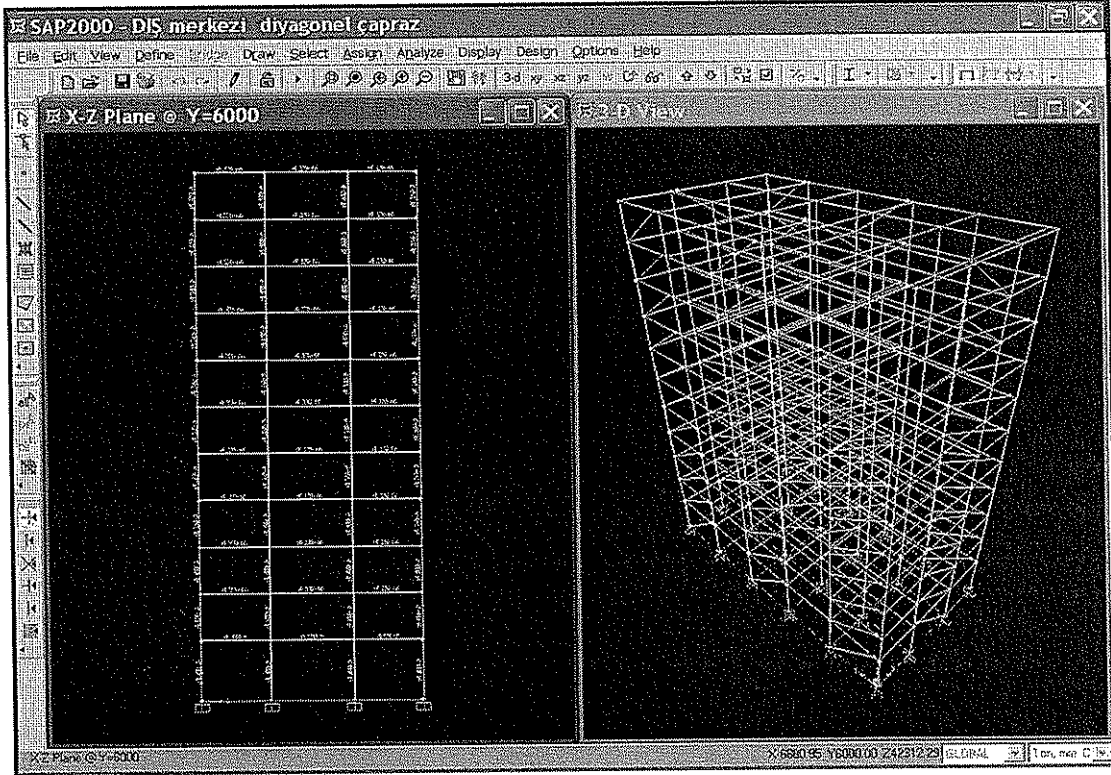
Şekil 8.4. Malzeme Özellikleri Tanımı

Kullanılan profiller define seçeneğinde “frame section” tıklanarak açılan frame properties penceresinden seçilebilir. Burada programın içinde default olarak kullanılanı bilen HEB-HEM –HEA- INP –UNP kesitleri olduğu seçerek kullanılacağı gibi istenirse” choose property type to add” seçeneği kullanılarak dışarıdan istenilen kesitte girilebilir.

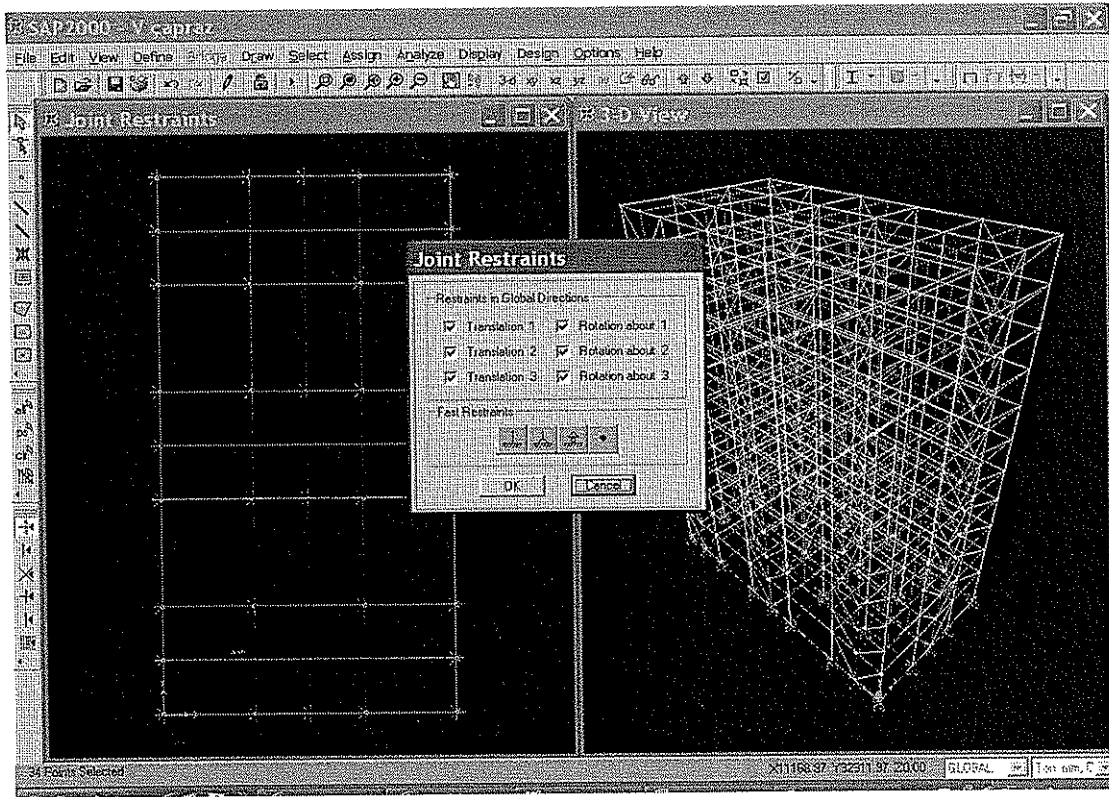


Şekil 8.5 Kullanılacak Profilin Tanımlanması

Kesitlerin tanımlanmasından sonra daha önce girilen bina akslarının (grild) düğüm noktaları birleştirilerek elemanlar atanır. İstenirse elemanların üzerine tıklanarak atanmış olan kesitin özellikleri öğrenilebilir. Burada dikkat edilmesi gereken elemanların birleşim noktalarının joint (düğüm noktası) oluşturmasıdır. Şekil 8.6 Ayrıca $Z=0$ kotundaki bütün düğüm noktaları seçilir. 'Assign' menüsünden joint kutucuğu tıklanır açılan 'joint restraints' kutucuğunda translation 1,2,3 ve rotation about 1,2,3 kutucukları tıklanır. Bu işlemin amacı binanın $z=0$ kotundaki düğüm noktalarını ankastre olarak tanımlamaktır. Sap 2000 programında istenirse düğüm noktaları mafsallı veya sabit mesnet olarak da tanımlanabilir[11].



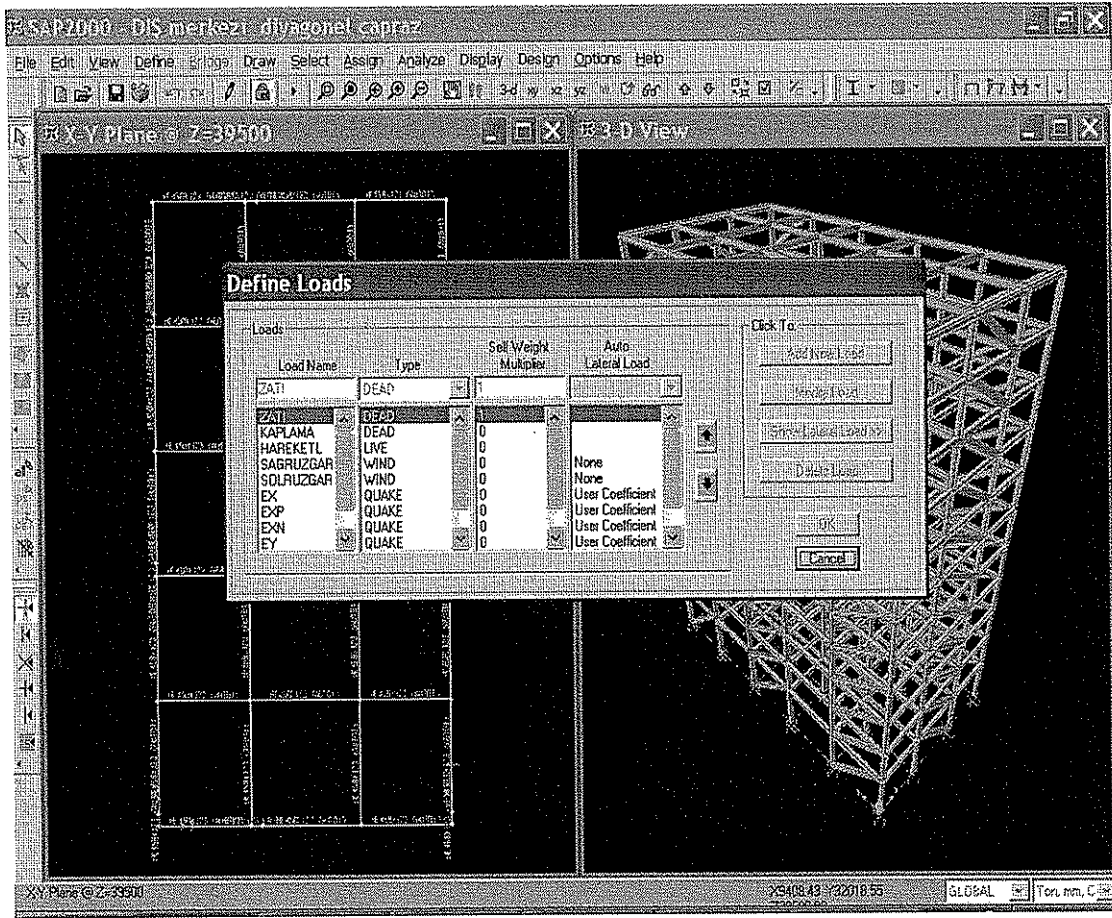
Şekil 8.6. Kullanılacak Profillerin Atanmış Hali



Şekil 8.6.1 Temel Tanımlanması

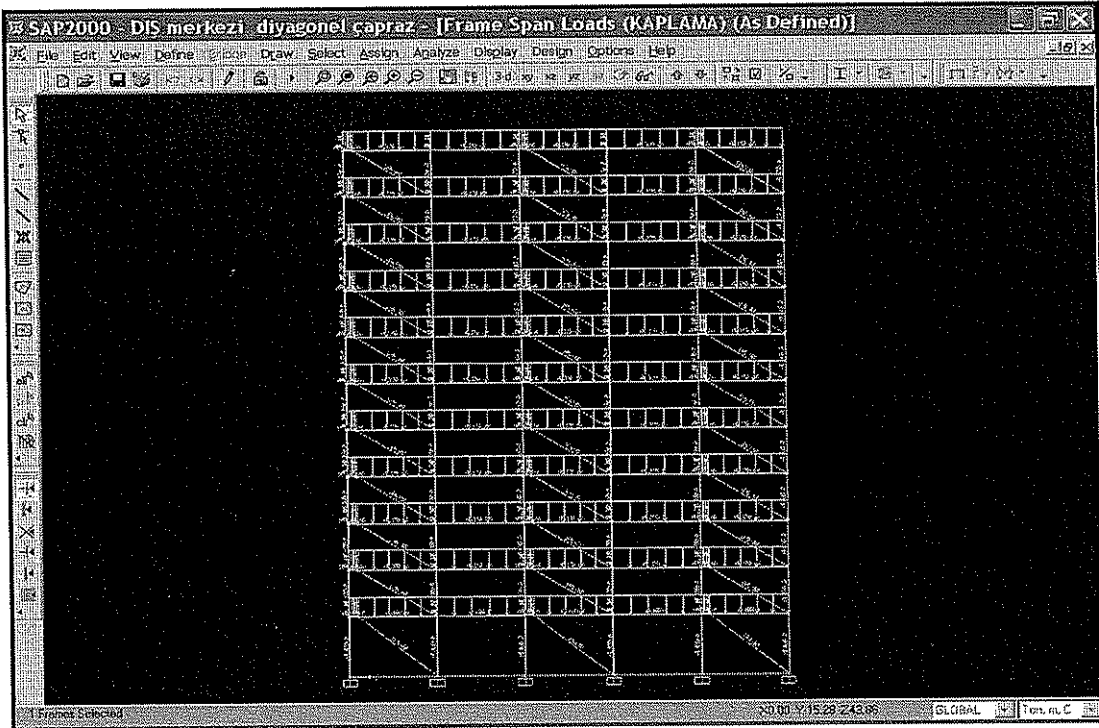
8.3. Yüklere Atanması

Ts 498 ve deprem yönetmeliğine göre bulunan yükleri sap 2000 programına tanıtmak için yükün etkiyeceği frame seçildikten sonra define menüsünden define load kutucuğu tıklanır. Burada açılan menüde ilk önce bizim tanımlamak istediğimiz yüklerin isimleri girilir zati (dead) , hareketli (live), deprem (quake) . Rüzgâr (wind) , kaplama (dead),kar (snow) gibi. Her bir yük ismi, girildikten sonra okey seçeneği tıklanıp yeni bir yük girileceği zaman load name kutucuğunu tıklanmalıdır. Burada dikkat edilecek husus self weight multiplier kutucuğunda sadece dead (zati) yükün kat sayısının 1 olacağıdır. Bunun amacı programa malzemenin kendi ağırlığını doğrudan kullan demektir. Bina zati ağırlığı haricinde girilen diğer yüklerde zati ağırlık çarpanı "0" alınmalıdır. Eğer sıfırdan farklı bir sayı girilirse bina zati ağırlığı iki defa alınmış demektir.



Şekil 8.7. Kullanılacak Yükler

Seçilen elemanlara yükleri atamak için asing menüsünden 'frame/tendon/ cable load' kutucuğu tıklanır. Buradan çıkan distributed seçeneği seçildikten sonra 'load case name' seçeneğinden hangi yükü atamak istiyorsak onu seçer ve load kutucuğuna o elemana gelen yükü t/m olarak ektiririz. Bölüm 3.5 de değerleri tanımlandığı üzere bulunan yükler elemanlara etkiltilir. Kirişlere düzgün yayılı olarak verilen yükler kirişlerden kolonlara oradan da aşağıdaki katın kolonuna aktarılır.



Şekil 8.8. Hareketli Yüklerin Sisteme Etkimiş Hali Gözükmemektedir

8.4. Deprem Yükünün Sap 2000 De Tanımlanması Ve Etkittirilmesi

DBYBHY 2007’de belirtildiği üzere bir yapıya etkiyecek olan deprem; zemin sınıfı, bölgenin depremselliği, bina ağırlığı gibi verilerle hesaplanabilir. Burada hesaplanan binaya etki eden ivmenin şiddetidir. DBYBHY 2007’de binanın deprem yükü hesaplanırken 3 temel yol sunulmuştur. Bunlar, 1)“Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi”, 2)“Mod Birleştirme Yöntemi (Modal Analiz)” 3) Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi” dir. Bu üç deprem hesap yönteminden Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin uygulanması için binanın bazı ölçütlere sahip olması gerekmektedir.

Tablo 8.1. Yapı sınırlı yükseklikleri

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

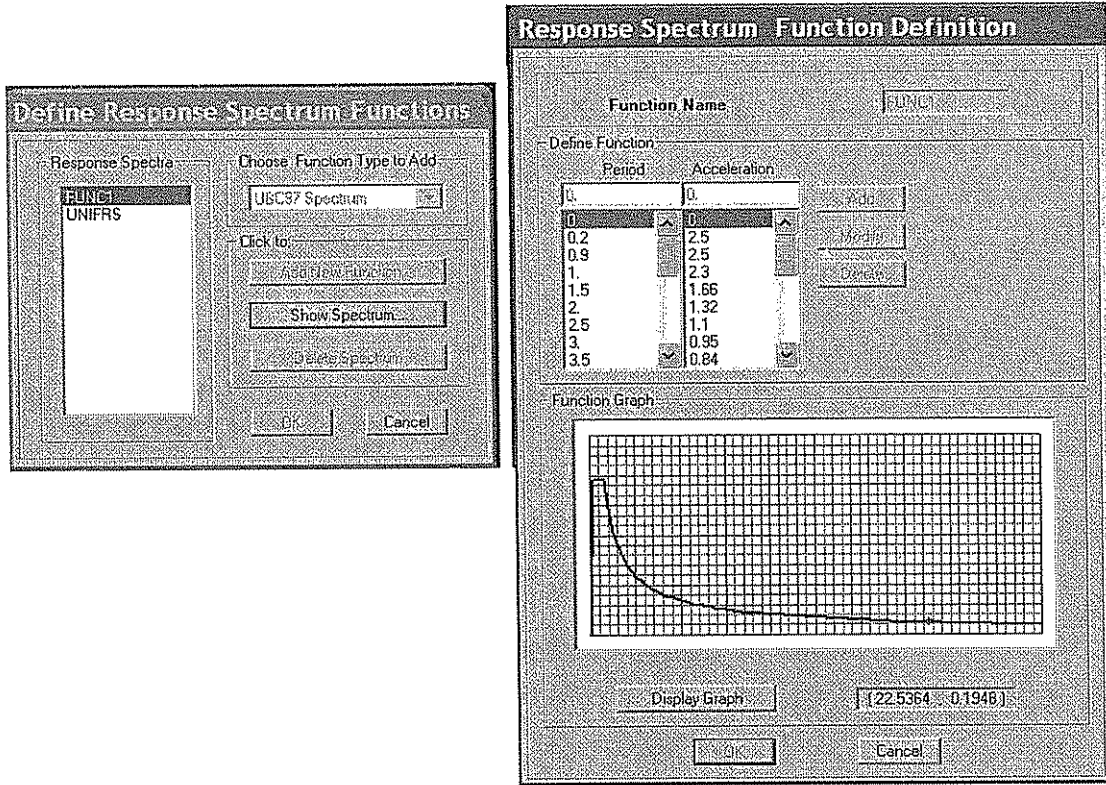
Bu ölçütlere göre hesap modeli olarak kullandığımız bina $h \leq 40$ m olduğundan, bina kat planlarında çıkıntılarının olmadığından, döşeme süreksizliklerinin ve döşemelerde Büyük boşlukların bulunmaması, yatay yük taşıyıcı sistemlerin planda düzenli olarak Yerleşmesi nedeniyle planda düzensizlik durumları mevcut değildir. Benzer şekilde, taşıyıcı sistemin düşey elemanlarında süreksizliklerin ve ani rijitlik değişimlerinin olmaması ve kat kütlelerinin yapı yüksekliği boyunca değişiklik göstermemesi nedeniyle, düşey doğrultuda da düzensizlik yoktur. Yukarıda sayılan kısımları sağladığından eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılabilir ama bu çalışmada hesap kolaylığı açısından Mod Birleştirme Yöntemi (Modal Analiz) uygulanacaktır.

SAP 2000' de modal analiz yapabilmek için ilk önce programa malzeme özelliklerinin tanıtılması, modellemenin yapılması ve düşey yüklerin girilmesi gerekmektedir. Deprem yükünün tanımlayabilmek ve analize katılabilmek için öncelikle tasarım ivme spektrumunun tanımlanması gerekir. Bunun için programın "Define" Menüünden "Functions" bölümüne girilerek, "Response Spektrum" seçeneğini tıklanır. Çıkan menüde, "Add New Function" sekmesi seçilerek çıkan 'response spectrum function definition' penceresine Tablo 8.11' da verilen Z1 zemin sınıfına göre ($T_A = 0,1$, $T_B = 0,3$) hesaplanan spektrum eğrisi değerleri girilir. Verilen tablolarda DBYBHY 2007'ye göre hesaplanan $S(T)$ Spektrum katsayısı

değerleri her bir birim zaman karşılığına gelen sayısal değer girilip okey seçeneği işaretlenir. Bu işlemin amacı sap 2000 programına spektrum değerlerini tanıtmaktır.
şekil 8.1.1

Tablo 8.2. St değerleri

T	S(T)
0	1
0.1	2.5
0.2	2.50
0.3	2.50
0.4	1.986
0.5	1.661
0.6	1.436
0.7	1.269
0.8	1.141
0.9	1.038
1	0.954
1.5	0.690
2	0.548
3	0.396
4	0.315
5	0.263
6	0.228
7	0.201
8	0.181
9	0.165
10	0.151



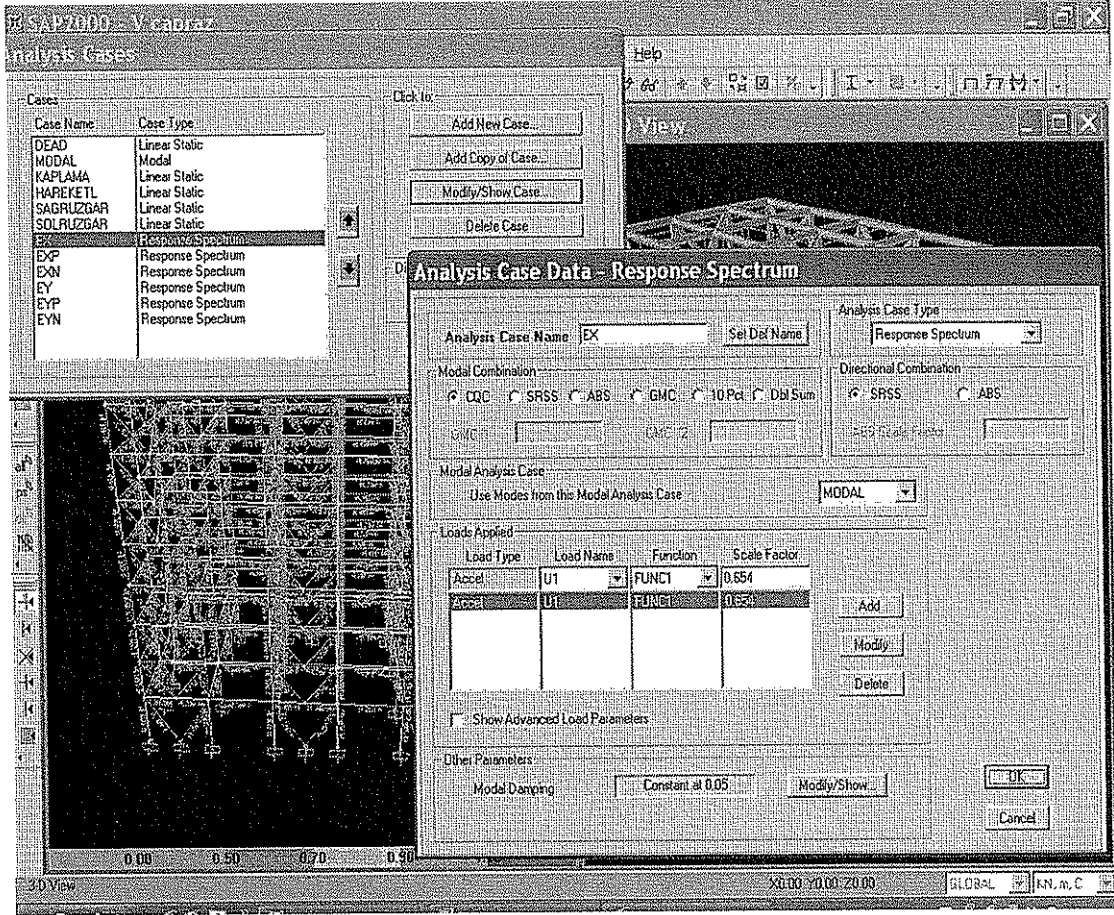
Şekil 8.9. Tasarım İvme Spektrum Değerleri

Tablo 8.1.2 de verilen değerler DBYBHY 2007’de verilen S(T) Spektrum ’response spectrum’ katsayısına function definition kutucuğuna girilir. Okey seçeneği işaretlenip sistem kaydedilir.

“Add New Case” seçeneği tıklandığında çıkan menüde sol üst köşedeki “Yükleme Durumu Adı (Analysis Case Name)” kısmına bir isim yazılır (Ex, Ey gibi). Sağ üst köşedeki “Analysis Case Type” sekmesinden “Response Spectrum” seçilir. Response spectrum seçildiğinde pencere içeriği değişecektir.

Tablo 8.3. R Katsayıları

<i>BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistemler</i>	<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler</i>
(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	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrikte veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrikte binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrikte çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması 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.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7



Şekil 8.10. Response Spectrum Değerleri

Titreşim modlarının belirlenmesinde tam karesel birleştirme (CQC) kullanılacaktır. Bununla ilgili olarak DBYBHY 2007’ de göz önüne alınan herhangi iki titreşim modunun birbirine oranı daima $T_m / T_n < 0,80$ koşulunu sağlaması durumunda “Karelerinin Toplamının Kare Kökü (SRSS)” kullanılabilceği, sağlamaması durumunda ise “Tam Karesel Birleştirme (CQC)” kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Her iki durumda da (CQC) formülünün kullanılmasında bir sakınca olmadığı için bu noktada modların birleştirilmesinde (CQC) formülü kullanılacaktır. Modal Sönüm (Modal Damping) de 0,05 olarak kalacaktır.

Modal birleştirmenin sağ tarafındaki “Directional Combination” seçeneği de SRSS olarak işaretlenir. “Modal Analysis Case” seçeneği ise “Modal” olarak işaretlenir. Buradan “Loads Applied” kısmına geçilir. “Loads Applied” kısmında, “Load Type”, “Load Name”, “Function” ve “Scale Factor” adları altında 4 adet sekme

bulunmaktadır. “Loads Applied” sekmesinde “Accel” seçeneği otomatik olarak bulunmaktadır. “Load Name” sekmesinde, X,Y,Z doğrultuları için U1, U2, U3 seçenekleri bulunmaktadır. X,Y,Z doğrultularındaki dönmeler içinse R1, R2, R3 seçenekleri bulunmaktadır. Burada, X ve Y doğrultularında etkiyecek deprem kuvvetleri için U1 ve U2 seçenekleri işaretlenecektir. “Function” kısmında ise, yukarıda tanımlanan tasarım ivme spektrumu (TS) seçilir. Program dinamik analizi yaparken, TS spektrumundaki değerleri kullanacaktır. “Scale Factor” kısmındaki değer, DBYBHY 2007’ ye göre hesaplanacaktır.

“Scale Faktor” değeri “ μ ” kabul edilirse; $\mu_f = A_0 I g / R$ olarak ifade edilebilir. Burada kullanılan parametreler A_0 = deprem yönetmeliğinden alınan etkin yer ivme katsayısı (0,4) I = Bina önem katsayısı (1) , g = etkin yer ivme katsayısı (9,81)

$\mu_{\text{merkezi}} = A_0 I g = 0,4 * 1 * 9,81 / 6 = 0.654$ olarak alınır.

$\mu_{\text{dışmerkezi}} = A_0 I g = 0,4 * 1 * 9,81 / 8 = 0.4905$ olarak alınır.

The image shows a screenshot of the 'Analysis Case Data - Modal' dialog box. The dialog is titled 'Analysis Case Data - Modal' and contains the following fields and options:

- Analysis Case Name:** MODAL
- Analysis Case Type:** Modal
- Stiffness to Use:**
 - Zero Initial Conditions - Unstressed State
 - Stiffness at End of Nonlinear Case
- Number of Modes:**
 - Maximum Number of Modes: 12
 - Minimum Number of Modes: 1
- Loads Applied:**
 - Show Advanced Load Parameters
- Other Parameters:**
 - Frequency Shift (Center): 0
 - Cutoff Frequency (Radius): 0
 - Convergence Tolerance: 1.000E-07

Buttons for 'OK' and 'Cancel' are located at the bottom right of the dialog.

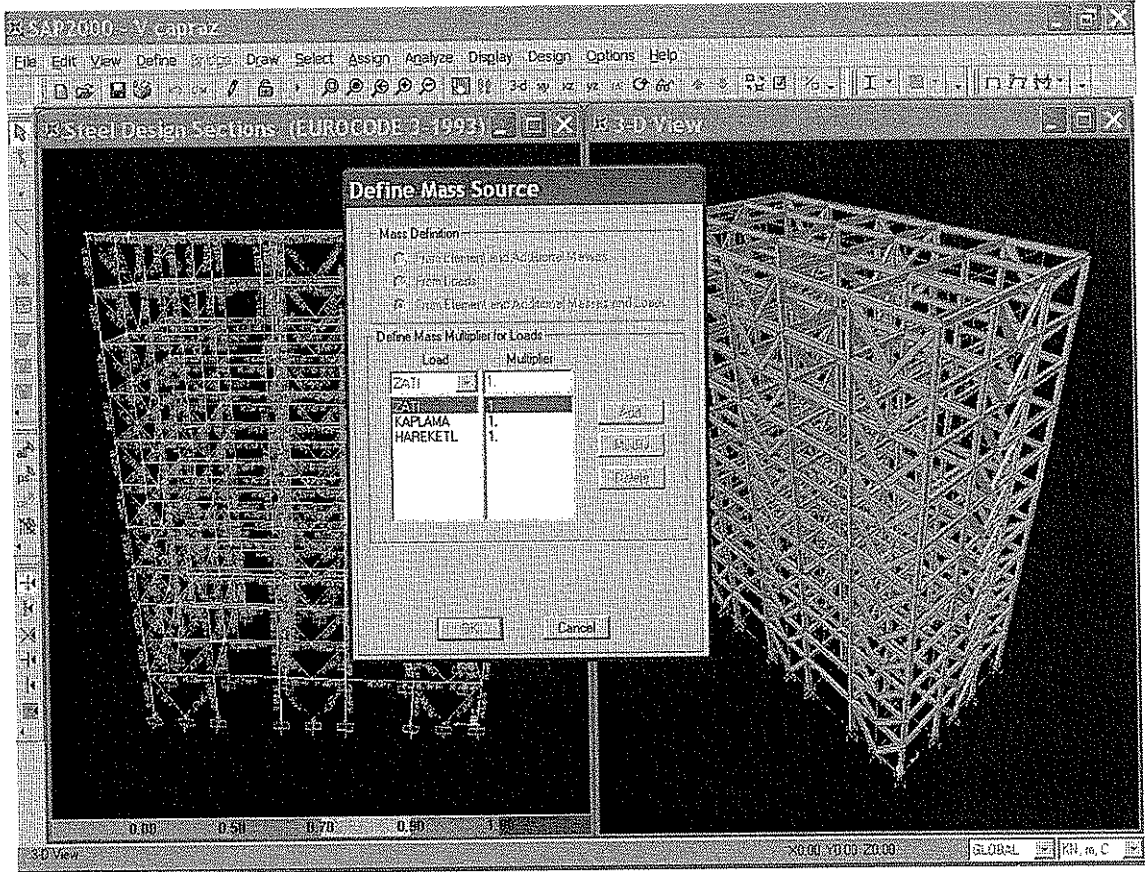
Şekil.8.11. Sisteme Mod Sayısının Tanımlanması

Aynı menüden modal yükleme durumuna girilerek 12 olan mod sayısı aynen korunur, bizim hesaplamalarda kullandığımız bina 11 katlıdır.

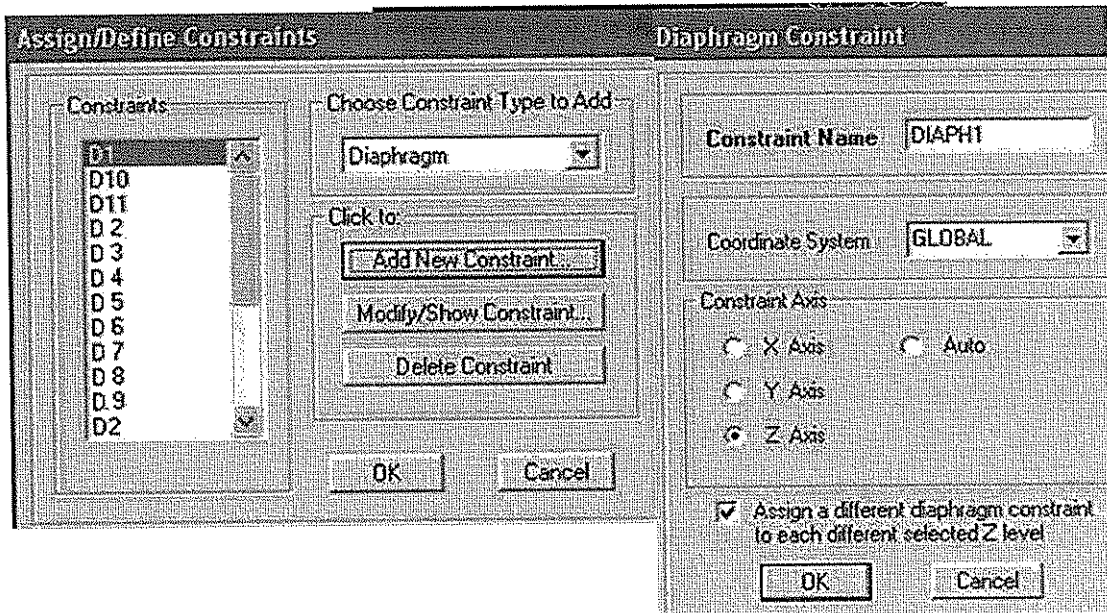
Binaya etki eden deprem kuvveti en basit anlatımla $f=m*a$ formülüyle ifade edilir burada(f) binaya etkiyen deprem kuvveti a = bina ya deprem sırasında etkiyen ivme (m) ise binanın kütesidir. Binada kat seviyesinde etkiyen deprem kuvvetini bulmak için her katın kütle merkezini bulmak gerekir. Böylece program kolon ve kiriş atalet momentlerinden o katın rijitliğini, tanımlanan kütle merkezinden yükün etkiyeceği yeri hesaplayıp güvenilir bir şekilde yapının matris modelini oluştura bilir.

Kütle kaynağının programa tanıtılması “Define” menüsünden “Mass Source” seçeneği tıklanır. Çıkan pencerede “Mass Definition” bölümünde “From Element and Additional Masses and Loads seçeneği işaretlenir. Alttaki açılır listeden, yapıya düşey olarak etkiyen yüklere (sabit, hareketli, kar, v.b.) göre yapı ağırlığı tanımlanmış olur. OK butonu tıklanarak deprem hesabında kullanılacak kütle kaynağı tanımlanmış olur. Kütle kaynağının belirlenmesinin ardından tüm düğüm noktalarına rijitlik ataması yapılacaktır. Program all seçeneği tıklanarak tüm sistem işaretlenir.

Daha sonra “Assign” menüsünden “Joint” bölümü, oradan da “Constraints” seçeneği tıklanır. Çıkan pencerede sağ taraftaki açılır listeden “Diaphragm” işaretlenir ve “Add New Constraint” düğmesi tıklanır. Çıkan menüde “Constraint Name” kısmına D1 yazılır. “Constraint Axis” kısmında “Z Axis” seçeneği işaretlenir. Burada düşey yönde her katta rijit kat döşenesi tanımlanmış olur. En altta yer alan “Add a different diaphragm constraint to each different selected Z level” kutucuğu işaretlendiğinde her kat seviyesindeki düğüm noktalarına farklı bir constraint atanmış olur. Kütle kaynağı tanımlamanın amacı depremin etkiyeceği katı tek bir kütle gibi tanımlamaktır. Rijitliği , kat kütlesi , deprem etki noktası bilinen sistemi bilgisayar bir modal analiz gibi görecektir. Şekil 8.11



Şekil 8.12. Kat Kütlesi Tanımlama



Şekil 8.13. Rijit Diyafram Tanıtımı

8.5. Yük Kombinasyonlarının Oluşturulması Ve Etkittirilmesi

Yapı sisteminin düşey yükler ile yatay deprem ve rüzgâr kuvvetleri altında analizi ile elde edilen iç kuvvetler, Deprem Yönetmeliği Madde 2.7.5'e ve TS648 Çelik Yapılar Standardı'na uygun olarak, aşağıdaki şekilde birleştirileceklerdir.

a) Düşey yük birleşimleri: $1G + 1Q$

b) Düşey yük + deprem kuvveti : $G + Q + Ex + Ey$

$$G + Q + Ex2 + 0.3Ey$$

$$G + Q + 0.3Ex + Ey1$$

$$G + Q + 0.3Ex + Ey2$$

$$0.9G + Ex1 + 0.3Ey$$

$$0.9G + Ex2 + 0.3Ey$$

$$0.9G + 0.3Ex + Ey1$$

$$0.9G + 0.3Ex + Ey2$$

c) Düşey yük + rüzgâr birleşimleri: $G + Q + Rx$

$$G + Q + Ry$$

$$0.9G + Rx$$

$$0.9G + Ry$$

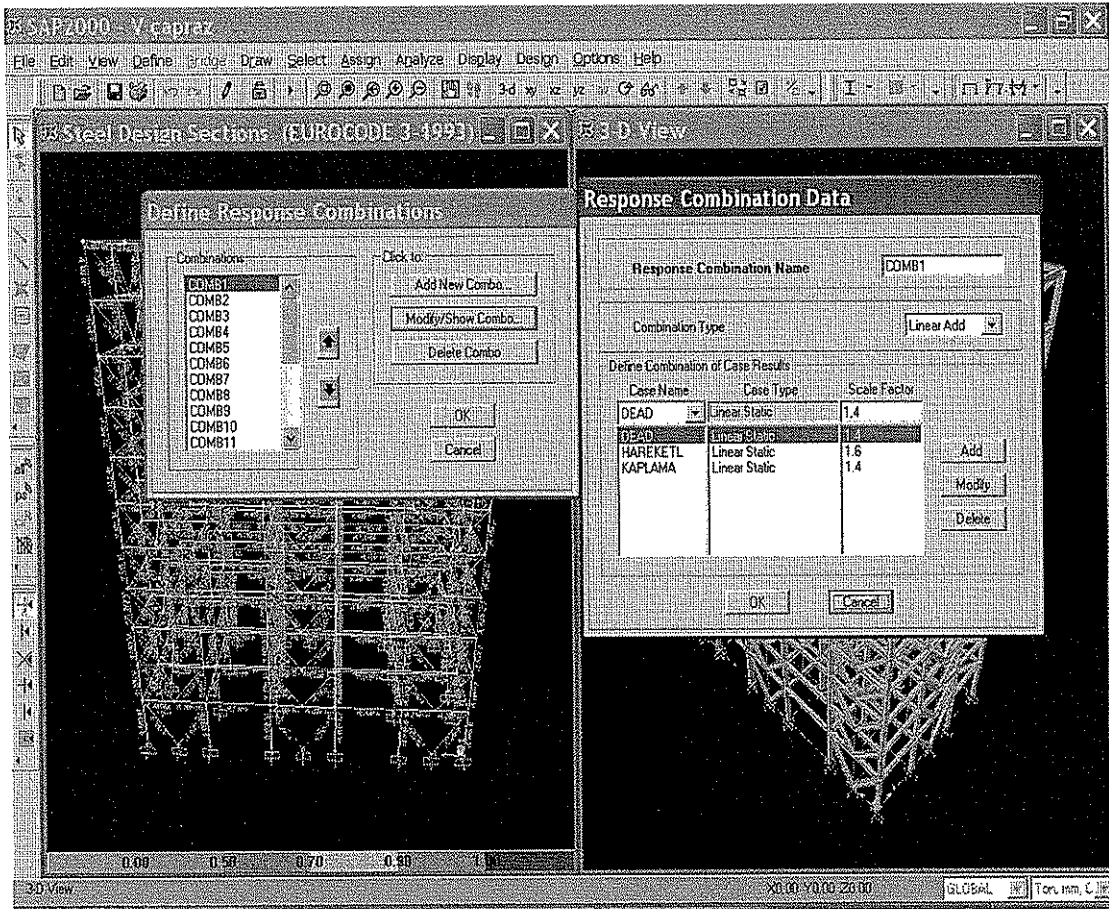
G: sabit yüklerden oluşan iç kuvvetler

Q: hareketli yüklerden oluşan iç kuvvetler

Ex1, Ex2 : (x) doğrultusunda, kat kütle merkezinin, bu doğrultuya dik doğrultudaki kat boyutunun + %5'i ve - %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara uygulanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetler

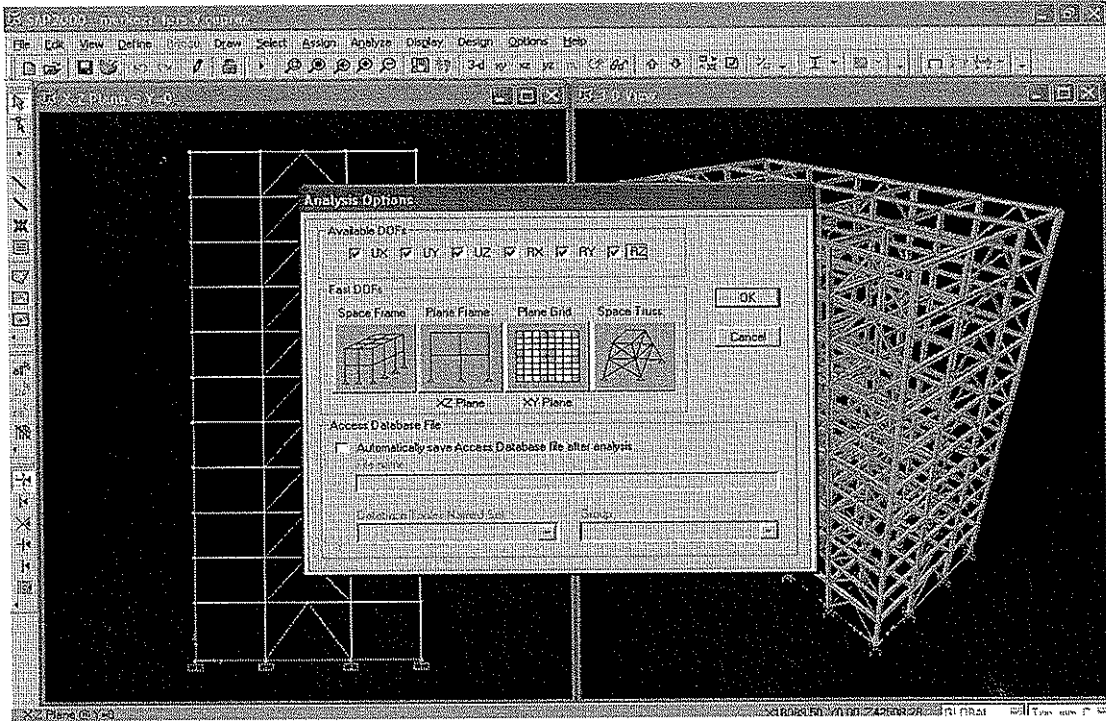
Ey1 , Ey2 : (y) doğrultusunda, kat kütle merkezinin, bu doğrultuya dik doğrultudaki kat boyutunun + %5'i ve - %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara uygulanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetler.

Rx , Ry : sırasıyla (x) ve (y) doğrultusundaki rüzgar yüklerinden oluşan iç kuvvetlerdir.




Şekil 8.14. Kombinasyon Tanıtımı

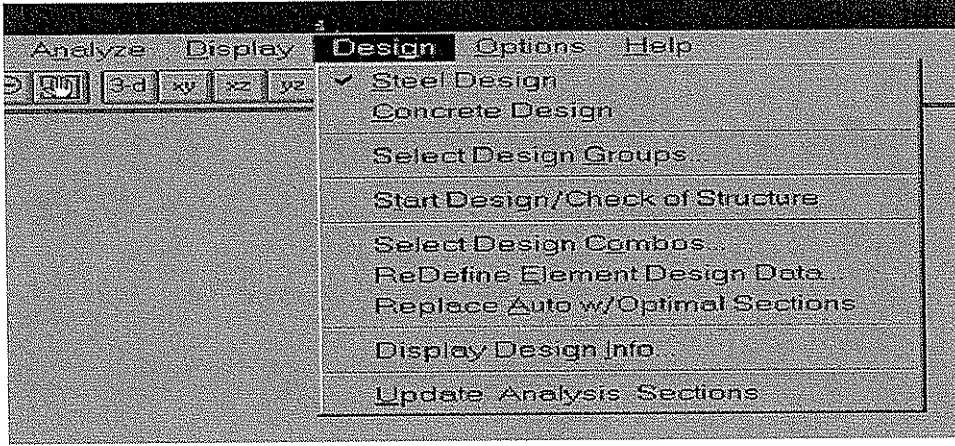
SAP 2000’ de yük kombinasyonlarının tanımlanması için “Define” menüsünden “Combinations” bölümü tıklanır. Şekil 8.13 Çıkan pencerede “Add New Combo” kutucuğu tıklanır. Çıkan pencerede, daha önceden programa tanıttığımız yük çeşitleri açılan menüde yer alır. Buradan kombinasyona eklenmek istenilen yükler seçilir. Sağ taraftaki “Scale Factor” kısmına da kullanılan yukarıda belirtilen yüklemelere uygun olarak yük katılım katsayısı yazılır ve “Add” butonuna basılır. En sonunda OK düğmesi tıklanarak birleşim tanımlanmış olur. Yük kombinasyonlarını tanımlarken TS 498 hükümlerini göz önünde bulundurmak gerekir.



Şekil 8.15. Analiz Options

Analyze menüsünden ‘set analysis options’ seçeneği tıklanarak ortaya çıkan kutucuklardan space frame tıklanır bunun sebebi programa yapılacak olan hesabın üç boyutlu olduğunu tanıtmaktır. Ok seçeneği tıklanır. sistem kaydedilir. Son olarak kombinasyonları girilmiş olan sistem  run kutucuğuna basılarak analiz başlatılır. “Analysis Complete” yazısı çıkınca analiz tamamlanmış olur.

Yukarıda sayılan yönetmeliklerden herhangi biriyle analiz yapmak için desing menüsünden steel desing işaretlenerek yapılabilir.



Şekil 8.16 Desing İşlemi

'Desing' kutusuna basıldığında program otomatik olarak analizi ve boyutlandırmayı yapar. Boyutlandırmanın sonunda ise gerilmenin değerine bağlı olarak elemanlar kırmızı, yeşil, sarı, turuncu renklerde yanar.

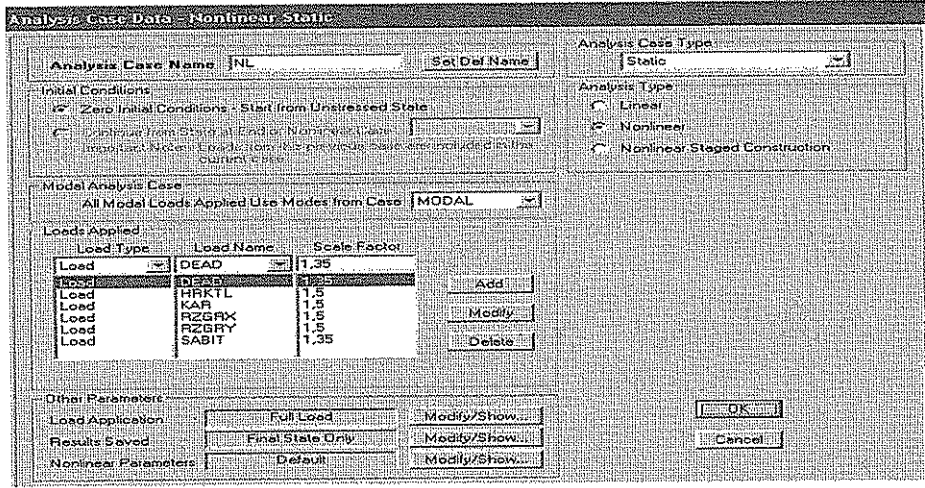
AASHTO da tanımlanan katsayılar ve hesap esasları doğrultusunda doğrusal olmayan analiz yapmak gerekmektedir. Bunun için SAP 2000 programından yararlanılacaktır.

8.6. SAP 2000 Programında Doğrusal Olmayan Analiz

Nonlineer analizde ise daha öncede tanımlanan malzeme, kesit özellikleri, malzeme değerleri, binaya etki eden dış yüklemeler, bina geometrisi non lineer analiz içinde geçerlidir.

Yine "Define" menüsünden "Analysis Case" seçeneği tıklanarak açılan pencerede "Add New Case" kutucuğu seçilir. Ardından açılan pencerede öncelikle yükleme durumunun ismi yazılır, (NL, NONL...gibi) daha sonra sağ taraftaki "Analyze Case Type" bölümünden "Static" sekmesi işaretlenir. Sekmenin altındaki seçeneklerden

nonlinear (doğrusal olmayan) kutucuğu seçilir. Bu kutucuk seçildiğinde, menü penceresinin değiştiği görülecektir. Burada da “Loads Applied” menüsünde üç farklı liste vardır. Bunlardan “Load Type kısmında “Load” sekmesi işaretlenir. “Load Name” kısmında ise daha önceden tanımlanan yükler seçilir. “Scale Factor” kısmında ise plastik hesaba göre sabit yükler için 1,35 ve hareketli yükler için 1,5 katsayıları yazılır. Bundan sonraki kombinasyon ve sonraki adımlar, lineer analiz adımları ile aynıdır. Böylece nonlinear yüklenme durumu da analizin içine diğerleriyle birlikte katılmış olur.



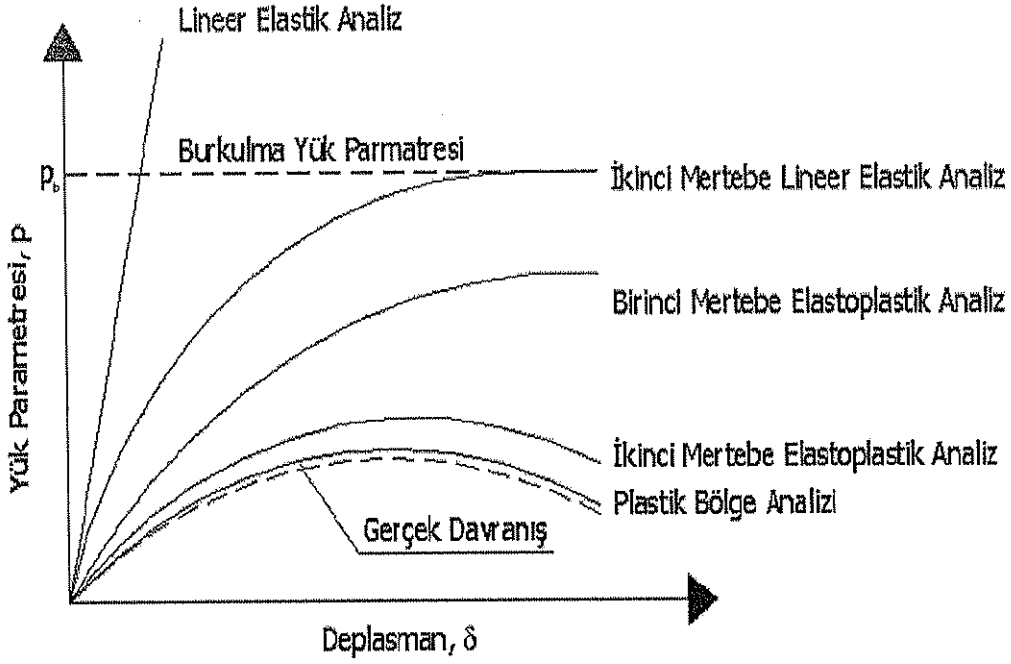
Şekil 8.17. SAP 2000’ de Doğrusal Olmayan Analiz Yük Durumu.

8.6.1. Doğrusal olmayan davranış

Çelik yapıların deprem ve rüzgâr yükleri altında davranışlarının daha yakından incelenebilmesi ve tahmin edilebilmesi doğrusal olmayan teoriyle hesap ve boyutlandırma yöntemlerinin incelenmesiyle mümkün olmaktadır. Doğrusal olmayan analiz ile mühendislik uygulamalarında yapıları estetik, ekonomik ve fonksiyonel olarak boyutlandırmak daha güvenli olarak tasarlamak isteği her geçen gün artmaktadır. Bu isteklere cevap vermek amacıyla malzemelerin emniyet gerilmelerini geçerek taşıma kapasitelerini de hesaba katan plastik hesap yöntemleri kullanılabilir. Ancak gerek hesap sistemleriyle gerek yüksek kaliteli malzemelerle narin olarak tasarlanmış yapılarda yatay deprem kuvvetlerinden kaynaklanan yer değiştirmeler

önem kazanmaktadır. Bundan dolayı, hem malzeme, hem de geometrik bakımından doğrusal olmayan sistemlerin hesap ve tasarlama yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılarda doğrusal olmayan davranış iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar, bina geometrisi olarak doğrusal olmayan davranış ve kullanılan malzeme bakımından doğrusal olmayan davranış çelik çerçevelerde geometrik olarak doğrusal olmayan davranış P-Delta etkilerini ifade etmekte ve genel olarak ikinci merteye analizi olarak adlandırılmaktadır. Yapı geometrisi bakımından lineer olmayan davranış bazı hesap yöntemleri ile hesaplara dâhil edilebilir. Malzeme bakımından lineer olmayan davranış malzemenin akma davranışı ile ilgilidir. Malzeme bakımından doğrusal olmayan davranış iki örnek ile incelenebilir. Birinci örnek, plastik mafsal modelidir. Bu model ile düşey yüklerden dolayı meydana gelen akma davranışının plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde ortaya çıktığı kabul edilirken akma davranışının eleman boyunca olan etkisi hesaba katılmaz. İkinci model ise yayılı hacimsel plastikleşme veya plastik bölge ile adlandırılan modelidir. Bu model, kesit ve eleman boyunca meydana gelen akma davranışını hesaba katar. Plastik bölge metodu işlem fazlalığı nedeniyle pratik olarak uygulama görmemektedir. Ancak plastik bölge metoduyla çözülmüş bazı çelik çerçeveler plastik mafsal metodu ile çözülen yapılarda birbirleri ile karşılaştırma yapılır.



Şekil 8.18 Yük Deplasman Grafiği

Doğrusal olmayan malzemeden yapılmış bir çerçeve sisteminin, geometri değişimlerinin denge denklemlerine etkisini hesaba katan ikinci mertebe teorisine göre hesabı ile bulunan şematik yük parametresi – yer değiştirme bağıntısı Şekil 8.16’da gösterilmiştir.

Yüksek mukavemetli malzemelerin kullanılması ile kullanılan elemanların kesitleri bununla birlikte yapı rijitliği azalan bu yapılarda yer değiştirmeler çoğu zaman fazladır. İkinci mertebe analizin bu durumda uygulanması araştırmalar sonucu önerilir. Geometri değişimlerinin denge denklemlerine olan etkisinin hesaba katılmadığı durumlarda geometrik olarak lineer olmayan davranış incelenmiş olur. Başka karşılaşılan durum ise, malzemenin doğrusal olmayan davranışdır. Malzeme davranışının lineer olduğu durumda, yapı elemanlarının atalet değerleri fazla olduğundan deplasmanların küçük ve gerilme deformasyon bağıntısını orantı sınırı adı verilen değer altında olmaktadır. Lineer sistemlerde gerilmelerin sınır değer olan emniyet gerilmesi değerini aşmayacak şekilde boyutlandırılır. Yani doğrusal sistemlerde yönetmeliklerin verdiği akma gerilmeleri aşılmaz. Ancak, yapılar gerçekte gerilme sınırından sonra da yük taşımaya devam eder. Bir başka deyişle, gerilmelerin orantı sınırına erişmesi ile yapının yük taşıma kapasitesi sona ermez.

Yük parametresi arttıkça iç kuvvetlerin de artarak akma şartını sağlayan değerlere eriştiğinde kesitler plastikleşir. Her plastikleşen kesitin oluşumundan sonra yükler artmaya devam ettiğinde, plastikleşen kesitlerdeki iç kuvvetlerin değerlerinde değişimler olur. Ancak bileşik iç kuvvet durumu akma şartının belirlediği sınır durumun dışına çıkamaz. Buna karşılık iç kuvvetler doğrultusunda, geometrik uygunluk şartlarını sağlayan sonlu plastik şekil değiştirmeler meydana gelir. Birçok yapı sisteminde, hem lineer olmayan elastik deformasyonlar ve hem de geometri değişimleri çözüm üzerine birlikte etki etmektedir. Yük parametresi arttıkça sistemdeki iç kuvvetlerin değerleri de artarak belirli bazı kesitlerde lineer elastik sınırı aşmakta ve lineer olmayan şekil değiştirmeler meydana gelmektedir. Bununla birlikte, malzeme bakımından lineer olmayan şekil değiştirmelere bağlı olarak artan yer değiştirmeler nedeniyle ikinci merteye etkileri de dolaylı olarak artmaktadır. Böylece sistemin rijitliği daha da azalmakta ve artan yük parametresine karşı giderek daha da artan yer değiştirmeler meydana gelmektedir.

Bazı durumlarda sistem göçme yüküne ulaşmadan artan yüklerden dolayı burkulma sebebiyle de göçebilir. Yük parametresi bir p_B değerine ulaştığında $P-\Delta$ bağıntısı maksimumdan geçer ve bundan sonra yer değiştirmelere azalan yük değerine karşılık gelir. Burada elemanda mafsallaşmalar meydana geldiğinde, o elemana gelen yük diğer elemanlarca paylaşılır. Sistemin daha büyük yükleri taşıyamayacağını belirten bu duruma burkulma, p_B yük parametresine ise burkulma yükü denilmektedir. Bazen yük parametresi p_B değerine erişmeden önce, büyük şekil değiştirmeler ve yer değiştirmeler (betonarme sistemlerde büyük çatlaklar) ve kırılmalar nedeniyle sistem taşıma gücünü kaybederek labil hale gelebilir. Sistemi hasarlı hale getiren bu durumların hepsine birden göçme, göçmenin meydana geldiği p_g yük parametresine ise göçme yükü denilmektedir (Özer, 1969). Yapı sistemlerinin lineer olmayan teoriye göre hesap yöntemlerinin başlıca kullanım alanları şunlardır:

a- Boyutlandırılan yapıların göçme güvenliğinin belirlenmesi Bunun için önce boyutları belli olan sistemin yük parametresi – yer değiştirme bağıntısı elde edilerek göçme yükü hesaplanır. Bu göçme yükü parametresinin işletme yüküne oranı göçme güvenliğini verir. Böylece yapı sisteminin istenen göçme güvenliğine sahip olup olmadığı kontrol edilebilir. Göçme güvenliği iki yolla belirlenebilir. 1- Sistemin orantılı olarak artan deprem ve rüzgâr yükleri hesaplanarak bu yükler için ortak bir

göçme güvenliği bulunur. 2- Düşey yük gurubu olarak adlandırılan zati ve hareketli yükler, bu yükler için yönetmeliklerde belirtilen bir güvenlik katsayısı ile çarpılarak sisteme etkiler. Daha sonra sistem artan yatay yükler için hesaplanarak göçme yükü parametresi bulunur. Böylece düşey yükler için öngörülen belirli bir güvenlik altında sistemin yatay yük taşıma kapasitesi elde edilir. Büyük oranda yapı ağırlığından oluşan düşey yüklerin daha belirli olduğu, buna karşılık rüzgar ve deprem gibi etkileri karakterize eden yatay yüklerin değişme olasılığının daha fazla olduğu göz önüne alındığında (2) de önerilen yolla hesaplanan göçme güvenliğinin daha gerçekçi sonuç verdiği görülmektedir (Özer,1969).

a- Yapıların göçme yükü esasına göre boyutlandırılması Yapıların göçme yükü esasına göre boyutlandırılmalarında uygulanan genel yol bir ardışık yaklaşım yöntemidir. Buna göre önce sistemde kullanılacak olan elemanlar ön boyutlamayla seçilir. Göçme yükü hesaplandıktan sonra işletme yükleri ile karşılaştırılarak sistemin göçme güvenliği belirlenir. Bu değer, öngörülen güvenliğe kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla eşit değil ise sistemin boyutlarında uygun değişiklikler yapılarak hesaplar tekrarlanır.

b- Yapıların göçme yükü esasına göre boyutlandırılması yapıların göçme yükü esasına göre boyutlandırılmalarında uygulanan genel yol bir ardışık yaklaşım yöntemidir. Buna göre önce sistemin boyutları tahmin edilir. Göçme yükü hesaplandıktan sonra işletme yükleri ile karşılaştırılarak sistemin göçme güvenliği belirlenir. Bu değer, öngörülen güvenliğe kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla eşit değil ise sistemin boyutlarında uygun değişiklikler yapılarak hesaplar tekrarlanır.

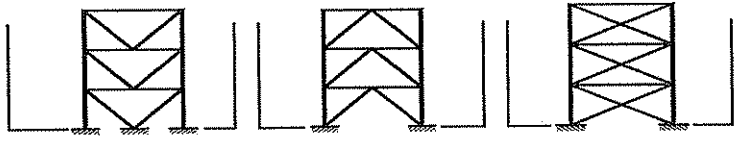
Sonuç olarak, gerek boyutlandırılan yapıların göçme güvenliklerinin belirlenmesinde, gerekse yapıların belirli bir göçme güvenliğine sahip olacak şekilde boyutlandırılmasında lineer olmayan teoriye göre hesap yapılarak yük parametresi yer değiştirme bağıntısının elde edilmesi ve göçme yükünün hesaplanması büyük önem taşır.

BÖLÜM 9. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

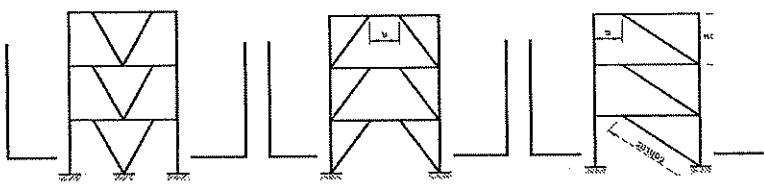
9.1. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Aşağıda yaptığımız hesaplamalar neticesinde detaylarıyla belirtilen analizlerin sonuçları, merkezi ve dışmerkez çaprazlı sistemler için aşağıda tablo halinde belirtilmiştir. Tablolarda G, yapı çelik zati ağırlıklarını, EX ve EY, X ve Y doğrultularında binaya etkileyen deprem kuvvetlerini, $T_{1x,y}$, yapı hakim periyodunu, δ_{Ex} ve δ_{Ey} , yapının x ve y yönünde meydana gelen deprem kuvvetlerinin etkisiyle tepe noktası (39500 kotundaki) yer değiştirmeyi, $\delta_{max\ el}$, maksimum tepe noktası elastik yer değiştirmesini, $\delta_{max\ pl}$, yapının tepe noktası maksimum plastik yer değiştirmesini ve μ ise, maksimum plastik yer değiştirmenin maksimum elastik yer değiştirmeye oranı olarak daha öncede açıklanan süneklik oranını ifade etmektedir. Burada hatırlatılmalıdır ki DBYBHY 2007' de K merkezi çaprazlı sistemler, süneklik düzeyi yüksek çelik çerçeveler içerisine alınmamaktadır. Fakat bu çalışmada sistemlerin genel incelemeleri yapıldığı için yapı davranışını incelemek açısından K çaprazlı çelik çerçeve sistemi de değerlendirmeye alınmıştır.

Tablo 9.1. Merkezi çaprazlı sistemler analiz raporu

MERKEZİ ÇAPRAZLI SİSTEMLER				
ÇAPRAZ DÜZENİNE GÖRE BİNA TİPLERİ				MOMENT ALAN Ç.
	MERKEZİ V	MERKEZİ TERS V	MERKEZİ X	
EX (T)	233,78	220,159	247,48	129,95
EY (T)	224,22	219,07	245,471	116,88
$T_{1,x,y}$ (sn)	1,527	1,195	1,34	3,288
δ_{Ex} (mm)	38,64	28,715	34,8	71,04
δ_{Ey} (mm)	44,22	30,067	36,41	97,48
$\delta_{max\ el}$ (mm)	44,22	30,067	36,41	97,48
$\delta_{max\ pl}$ (mm)	71,55	46,250	58,66	184,65
μ	1,62	1,53	1,61	1,88

Tablo 9.2. Dışmerkez çaprazlı sistemler analiz raporu

DIŞMERKEZ ÇAPRAZLI SİSTEMLER			
ÇAPRAZ DÜZENİNE GÖRE BİNA TİPLERİ			
	DIŞMERKEZ V	DIŞMERKEZ TERS V	DIŞMERKEZ TEKİL
EX (kg)	225,02	227,30	231,663
EY (kg)	221,2	222,76	222,43
$T_{1,x,y}$ (sn)	1,660	1,439	1,5603
δ_{Ex} (m)	45,54	37,90	42,46
δ_{Ey} (m)	52,01	41,77	37,20
$\delta_{max\ el}$ (m)	52,01	41,77	42,46
$\delta_{max\ pl}$ (m)	84,93	82,02	77,82
μ	1,65	1,96	1,832

9.2. Düzensizliklerin Kontrolü

DBYBHY 2007' de düzensizlikler ile ilgili aşağıdaki maddeler sunulmuştur. Bu çalışmada, yapının simetrik olması nedeni ile yalnız B2 düzensizliği kontrol edilecektir.

DBYBHY 2007' de düzensizlik durumları

A1 – Burulma Düzensizliği (2.3.2.1) :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumunda:

$$[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2] \quad (9.1.)$$

A2 – Döşeme Süreksizlikleri 2.3.2.2) :

Herhangi bir kattaki döşemede;

I – asansör, merdiven ve mimari açıdan konulmuş galeri boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olamaz.

II – Rijit diyafram özelliği: Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunmaz.

III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmalar olmaz.

A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması (2.3.2.2) :

Bina kat planlarında mimari isteklerden dolayı çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu.

B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) (2.3.2.3) :

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu.

$$[\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80] \quad (9.2.)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$$\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k$$

B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) (2.3.2.1) :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu.

$$[\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \text{ veya } \eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0 \quad (9.3.)$$

(Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.)

B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği (2.3.2.4) :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu.

Taşıyıcı sistemde aşağı katlardan kolon olarak gelmiş elemanın yukarıdaki katlarda mimari nedenlerden dolayı iptal edilmesi.

1)Yer Değiştirmelerinin Sınırlandırılması:

Herhangi bir kolon veya perde için ,ardışık iki kat arasında yer değiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi Δ_i ,denklem aşağıda verilmiştir. Burada d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci herhangi bir kolon ve perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay deplasmanları ifade etmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (9.4.)$$

Her bir deprem doğrultusu için ,kolon veya perdeleri görelî kat ötelemesi en büyük değerleri $(\Delta_i)_{max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamak zorundadır. Bu koşulu sağlamaması durumunda ,taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deplasman hesabı tekrarlanacaktır.

Tablo 9.3. B2 Düzensizlik kontrolü

ZEMİN ve NORMAL KATLAR ARASI B2 RİJİTLİK DÜZENSİZLİĞİ KONTROLÜ								
MERKEZİ V ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPREM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	4,96	4,96	4500	7,84	2,88	3500	1,3395062	UYGUN
EY	7,57	7,57	4500,00	10,90	3,33	3500	1,7681014	UYGUN
MERKEZİ TERS V ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPREM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	1,71	1,71	4500	3,63	1,92	3500	0,6957782	UYGUN
EY	1,91	1,91	4500	3,88	1,97	3500	0,7572058	UYGUN

MERKEZİ X ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPR EM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	1,95	1,95	4500	4,344	2,39	3500	0,6335283	UYGUN
EY	2,14	2,14	4500	4,59	2,45	3500	0,6769899	UYGUN
DIŞMERKEZ V ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPR EM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	4,17	4,17	4500	8,24	4,07	3500	0,7968878	UYGUN
EY	5,83	5,83	4500	10,24	4,41	3500	1,0282187	UYGUN
DIŞMERKEZ TERS V ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPR EM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	1,87	1,87	4500	5,06	3,19	3500	0,4567127	UYGUN
EY	1,98	1,98	4500	5,59	3,61	3500	0,4265928	UYGUN
DIŞMERKEZ TEKİL ÇAPRAZ PERDELİ BİNA								
DEPR EM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	3,56	3,56	4500	7,29	3,73	3500	0,7423295	UYGUN
EY	3,74	3,74	4500	6,78	3,04	3500	0,9568713	UYGUN
MOMENT AKTARAN ÇERÇEVEDE B2 DÜZENSİZLİĞİ KONTROLÜ								
DEPR EM YÖNÜ	Δ_1 (mm)	Δ_{1ort} (mm)	h_{1ort} (mm)	Δ_2 (mm)	Δ_{2ort} (mm)	h_{2ort} (mm)	η_{ki}	Limit $\eta_{ki} \leq 2.0$
EX	6,69	6,69	4500	15,32	8,63	3500	0,6029355	UYGUN
EY	15,14	15,14	4500	27,95	12,81	3500	0,9192471	UYGUN

9.3. Dışmerkez Çaprazlarda Bağ Kirişi Boyu Kontrolü

Bölüm 2'de DBYBHY 2007 çerçevesinde aktarılan bağ kirişi boy kontrolüne ait tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 9.4. Bağ kirişi boyu kontrolü (A-A ve D-D Çerçevesleri)

BAĞ KİRİŞİ BOYU KONTROLÜ (A-A ve D-D ÇERÇEVESİ)					
ÇAPRAZ DÜZENİNE GÖRE YAPI TİPİ	KİRİŞ	Wp (cm ³)	σ_a (kg/cm ²)	d (cm)	t _w (cm)
	HEA 300	641	3600	20,1	0,85
	$V_p = 0,60 \sigma_a x d x t_w$			$M_p = W_p X \sigma_a$	
	56376			2888280	
	$1 x M_p/V_p$		e (cm)	$5 x M_p/V_p$	
DIŞMERKEZ V	62,53		150	312,53	
DIŞMERKEZ TERS V	62,53		150	312,53	
DIŞMERKEZ TEKİL	62,53		75	312,53	
					SONUÇ

Tablo 9.5. Bağ kirişi boyu kontrolü (1-1 ve 6-6 Çerçevesleri)

BAĞ KİRİŞİ BOYU KONTROLÜ (1-1 ve 6-6 ÇERÇEVESİ)					
ÇAPRAZ DÜZENİNE GÖRE YAPI TİPİ	KİRİŞ	Wp (cm ³)	σ_a (kg/cm ²)	d (cm)	t _w (cm)
	HEA 300	606,3	3600	26,1	1
	$V_p = 0,60 \sigma_a x d x t_w$			$M_p = W_p X \sigma_a$	
	56376			2888280	
	$1 x M_p/V_p$		e (cm)	$5 x M_p/V_p$	
DIŞMERKEZ V	51,23		128	256,16	
DIŞMERKEZ TERS V	51,23		128	256,16	
DIŞMERKEZ TEKİL	51,23		64	256,16	
					SONUÇ

Tablo 9.6. Bağ kirişi boyu kontrolü (3-3 ve 4-4 Çerçevesleri)

BAĞ KİRİŞİ BOYU KONTROLÜ (3-3 ve 4-4 ÇERÇEVESİ)					
ÇAPRAZ DÜZENİNE GÖRE YAPI TİPİ	KİRİŞ	Wp (cm ³)	σ_a (kg/cm ²)	d (cm)	t _w (cm)
	HEA 300	606,3	3600	26,1	1
	$V_p = 0,60 \sigma_a x d x t_w$			$M_p = W_p X \sigma_a$	
	56376			2888280	
	$1 x M_p/V_p$		e (cm)	$5 x M_p/V_p$	
DIŞMERKEZ V	51,23		112	256,16	
DIŞMERKEZ TERS V	51,23		112	256,16	
DIŞMERKEZ TEKİL	51,23		56	256,16	
					SONUÇ

9.4. Bağ Kirişi Dönme Açıları Kontrolü

Bölüm 2' de belirtilen DBYBHY 2007 Bölüm 4, Madde 4.8.3' de yer alan bağ kirişi dönme açılarının kontrolü ile ilgili tablo aşağıda verilmiştir;

Tablo 9.7. Bağ kirişi dönme açılarının kontrolü

BAĒ KRIŐİ DÖNME AÇILARI KONTROLÜ									
DIŞMERKEZ V									
A-A ve D-D ÇERÇEVESİ					$e = 150 \text{ cm} > 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/2e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0847	0,0815	0,0032	8	3,5	0,0073143	6	0,01462857	0,03	UYGUN
1-1 ve 6-6 ÇERÇEVESİ					$1,6M_p/V_p = 81,9 \text{ cm} < e = 128 \text{ cm} < 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/2e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0865	0,0836	0,0029	8	3,5	0,0066286	7	0,018125	0,037	UYGUN
3-3 ve 4-4 ÇERÇEVESİ					$1,6M_p/V_p = 81,9 \text{ cm} < e = 112 \text{ cm} < 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/2e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0865	0,0836	0,0029	8	3,5	0,0066286	5	0,01479592	0,049	UYGUN
DIŞMERKEZ TERS V									
A-A ve D-D ÇERÇEVESİ					$e = 150 \text{ cm} > 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0875	0,0857	0,0018	8	3,5	0,0041143	6	0,01645714	0,03	UYGUN
1-1 ve 6-6 ÇERÇEVESİ					$1,6M_p/V_p = 81,9 \text{ cm} < e = 128 \text{ cm} < 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0747	0,0723	0,0024	8	3,5	0,0054857	7	0,03	0,037	UYGUN
3-3 ve 4-4 ÇERÇEVESİ					$1,6M_p/V_p = 81,9 \text{ cm} < e = 112 \text{ cm} < 2,6M_p/V_p = 133,2 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,0747	0,0723	0,0024	8	3,5	0,0054857	5	0,0244898	0,049	UYGUN
DIŞMERKEZ TEKİL									
A-A ve D-D ÇERÇEVESİ					$e = 75 \text{ cm} < 1,6M_p/V_p = 81,9 \text{ cm}$				
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM
0,105	0,103	0,002	8	3,5	0,0045714	6	0,0244898	0,1	UYGUN

1-1 ve 6-6 ÇERÇEVESİ							e = 64cm < 1,6Mp/Vp =81,9 cm			
0,0827	0,0779	0,0048	8	3,5	0,0109714	7	0,06857143	0,1	UYGUN	
3-3 ve 4-4 ÇERÇEVESİ							e = 56cm < 1,6Mp/Vp =81,9 cm			
δ_i (m)	δ_{i-1} (m)	Δ_i (m)	R	h_i (m)	$\theta_p = R\Delta_i/h_i$	L (m)	$\gamma_p = (L/e)\theta_p$	γ_{limit}	DURUM	
0,0823	0,0795	0,0028	8	3,5	0,0064	5	0,02857143	0,1	UYGUN	

BÖLÜM 10. SONUÇLARIN YORUMLANMASI

10.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler

Yapı zati ağırlığı olarak V ve Ters V çapraz kullanılan sistemler, K ve X çapraz kullanılan sistemlere göre daha az malzeme kullanıldığı için daha ekonomiktir. K ve X çapraz sistemli yapılarda, çapraz eleman uzunlukları ve kullanılan eleman kesitleri, diğer sistemin çapraz eleman uzunluğundan ve kullanılan kesitlerinden fazla olduğu için metrajda iki sistem arasında büyük farklar çıkabilir. Bu durum yapı ekonomisi ve yapıların depremden etkilenme durumuna direkt olarak etki etmektedir. Çünkü yapılar deprem kuvvetinden ağırlıkları oranında etkilenirler.

Yapılara etkileyen deprem kuvvetlerine bakıldığında, binanın Y doğrultusunda meydana gelebilecek deprem taban kesme kuvveti X doğrultusuna göre daha büyüktür. Bunun nedeni, Y yönünde yapıların rijitliğinin daha az oluşudur. Yapı dinamiğinin temel formülleriyle bu durum izah edilebilir;

$$w_n = \sqrt{k/m} \quad , \quad T_n = 2\pi/w_n \quad , \quad T_n = 2\pi \sqrt{m/k} \quad (10.1)$$

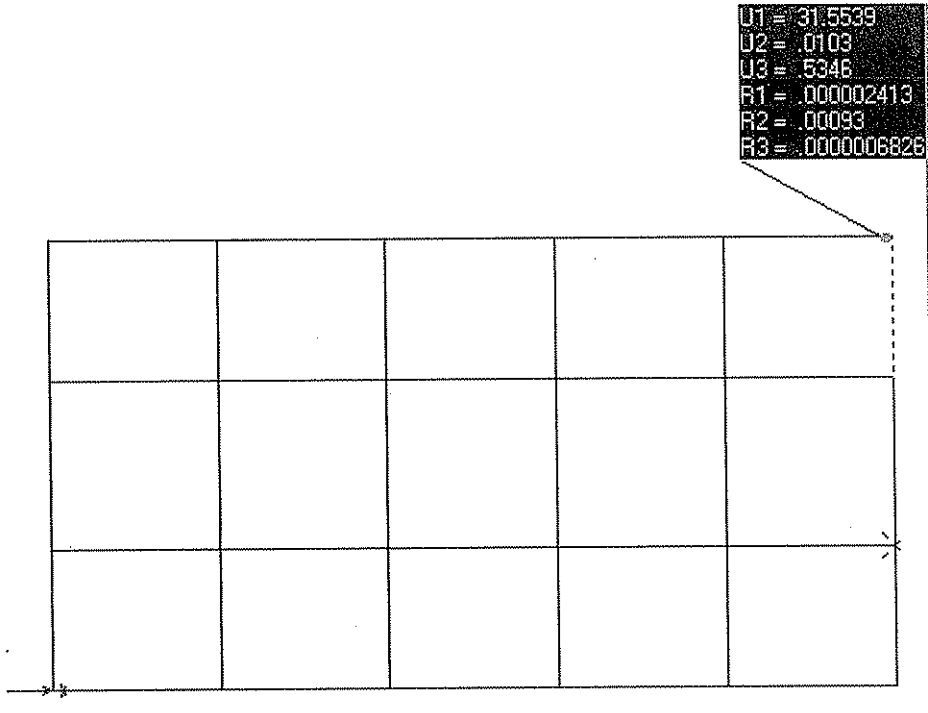
Yukarıdaki formüller gözönüne alındığında, V ve Ters V düzenli yapıların ağırlıkları eşit olmasına rağmen, V çapraz perdeli binadaki deprem kuvvetlerinin daha büyük olmasının nedeni, rijitliğinin daha küçük olmasındandır. Çünkü bir yapının rijitliği azalıyorsa, periyodu artar. Bu da spektrum eğrisinde daha az bir değere karşılık gelir, Periyodu artan bina, daha büyük kuvvetlere maruz kalmakta ve daha çok zorlanmaktadır. Bölüm 3' de bahsedilen sünek yapı kavramında yapıların belirli sınırlar içerisinde şekil değiştirme yapması ve daha büyük deprem kuvvetlerini karşılaması istenmesine rağmen bunu mümkün mertebe ana taşıyıcı sistem zorlanmadan gerçekleşmesi beklenir. Bu konuda X çapraz düzenli binalar,

birbirlerine yakın davranış göstermektedir. Deprem taban kesme kuvveti, X çaprazlı binada V ve Ters V çaprazlı binaların arasında bir değer almaktadır.

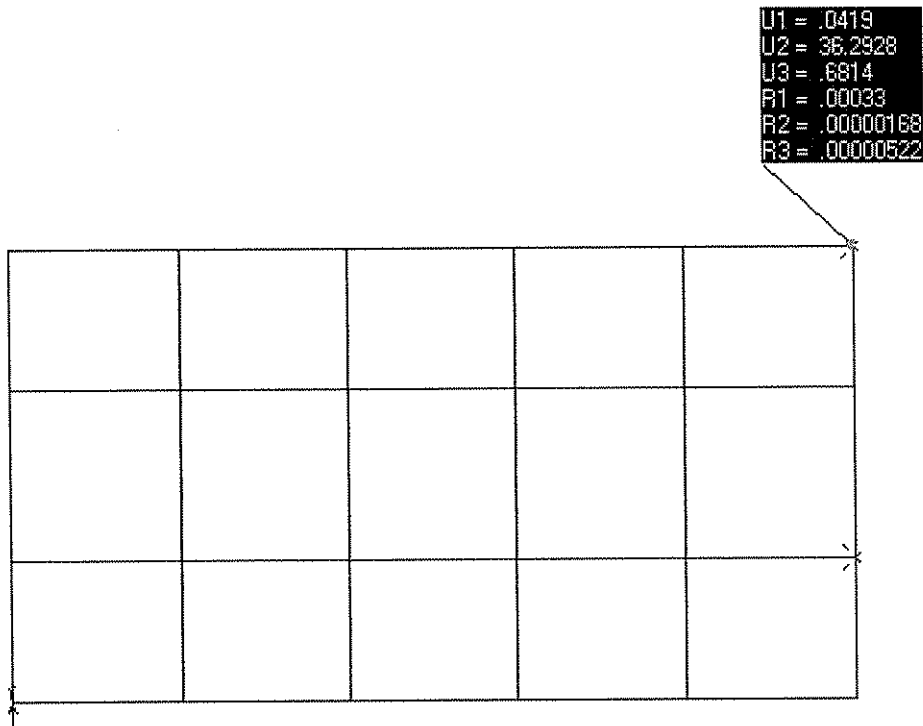
Genel olarak yer değiştirmelerde, X yönündeki yer değiştirmelerin, Y yönündeki yer değiştirmelere nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. Bu, binaların çapraz yerleşim düzeninden kaynaklanmaktadır. Binaların zayıf eksenlerinin kuvvetli eksenlerine göre daha az yer değiştirme yapması, binalarda dengenin olduğunu gösterir. Yapı geometrisi simetrik olduğundan, binalarda dönme çok küçüktür. Tablo 10.1 de bu, açıkça görülmektedir.

Tablo 10,1. Merkezi çapraz sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları

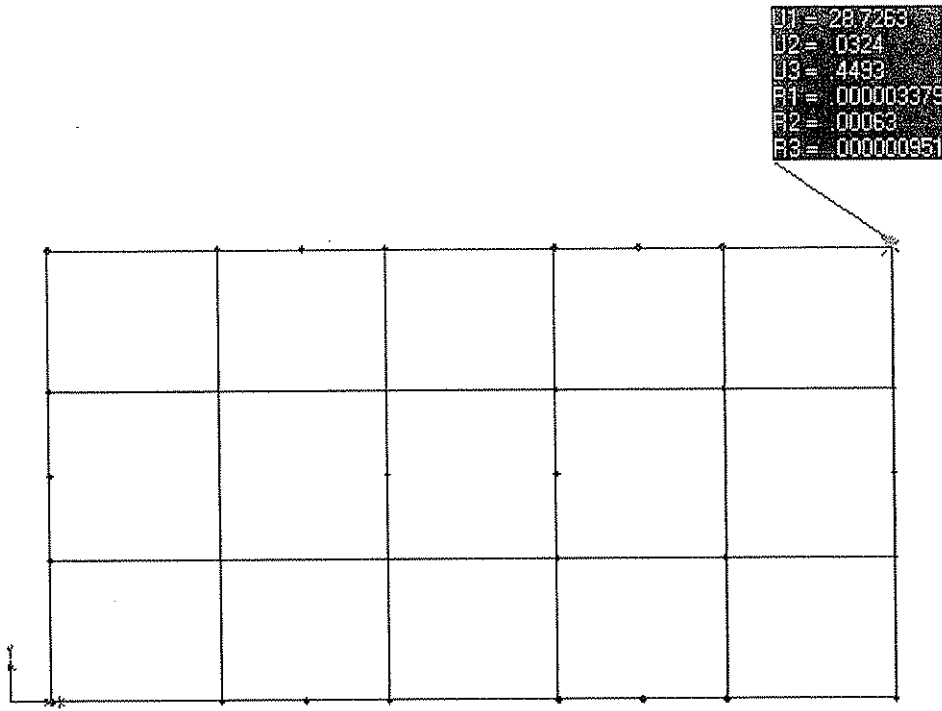
YAPILARDA DÖNME DEN KAYNAKLANAN DELASMANLAR					
MERKEZİ V			MERKEZİ X		
R1	R2	R3	R1	R2	R3
m	m	m	m	m	m
2,6E-06	0,00061	2,2E-09	2,1E-06	0,00062	1,6E-10
0,00105	0,00018	8,7E-08	0,00105	0,00018	8,1E-08
MERKEZİ TERS V					
R1	R2	R3			
m	m	m			
6,5E-07	0,00059	4,1E-10			
0,001	0,00017	8,2E-08			



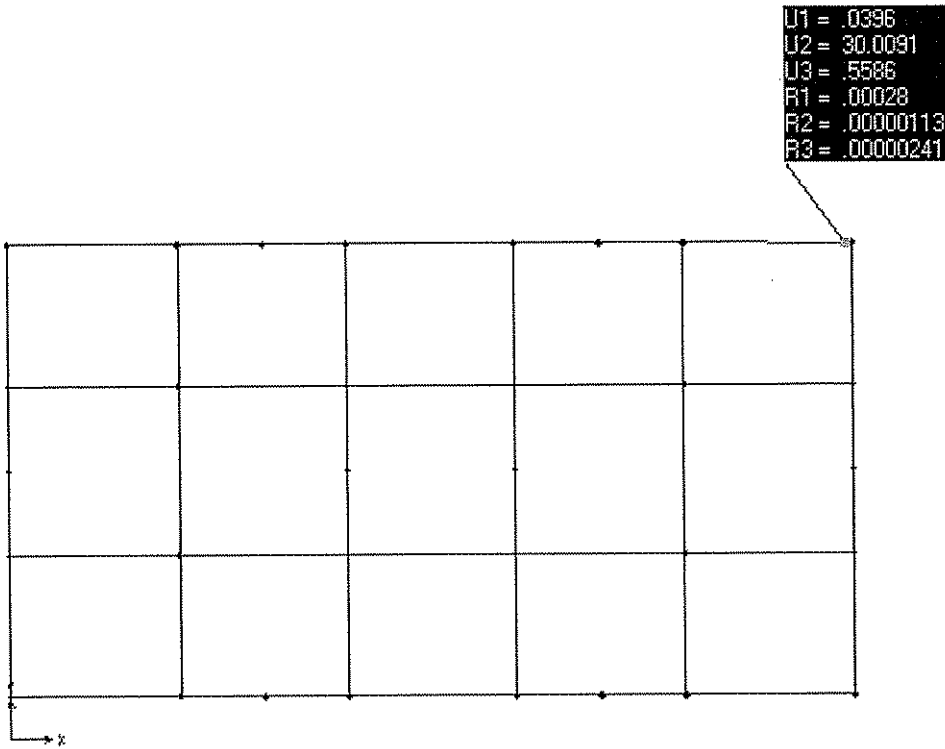
Şekil 10.1. Merkezi X çaprazı X Yönü Dönme Açısı



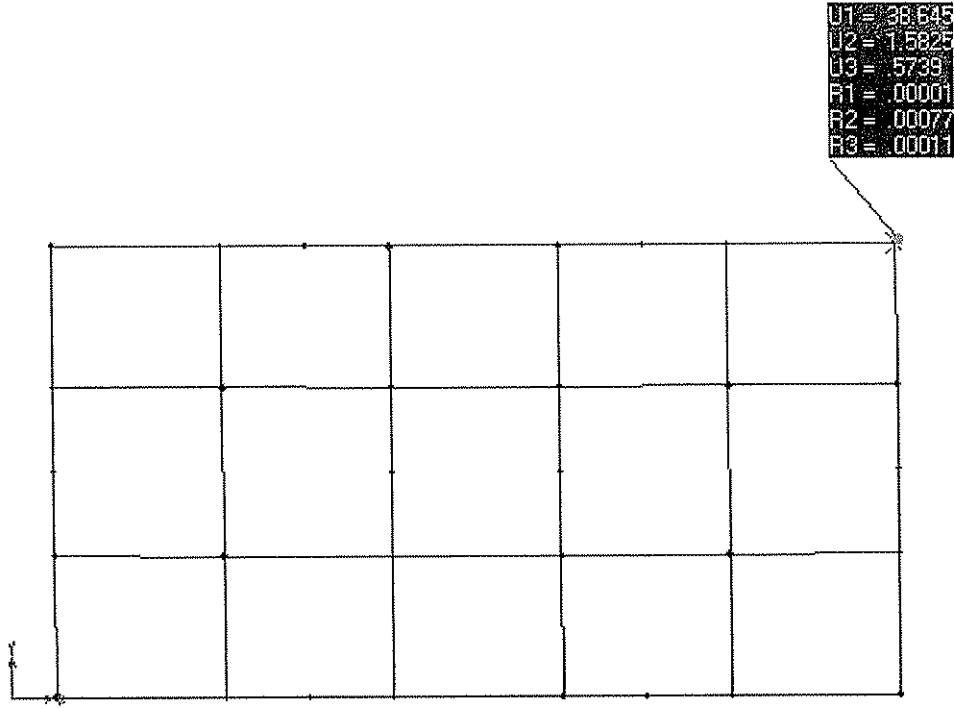
Şekil 10.2. Merkezi X Çaprazı Y Yönü Dönme Açısı



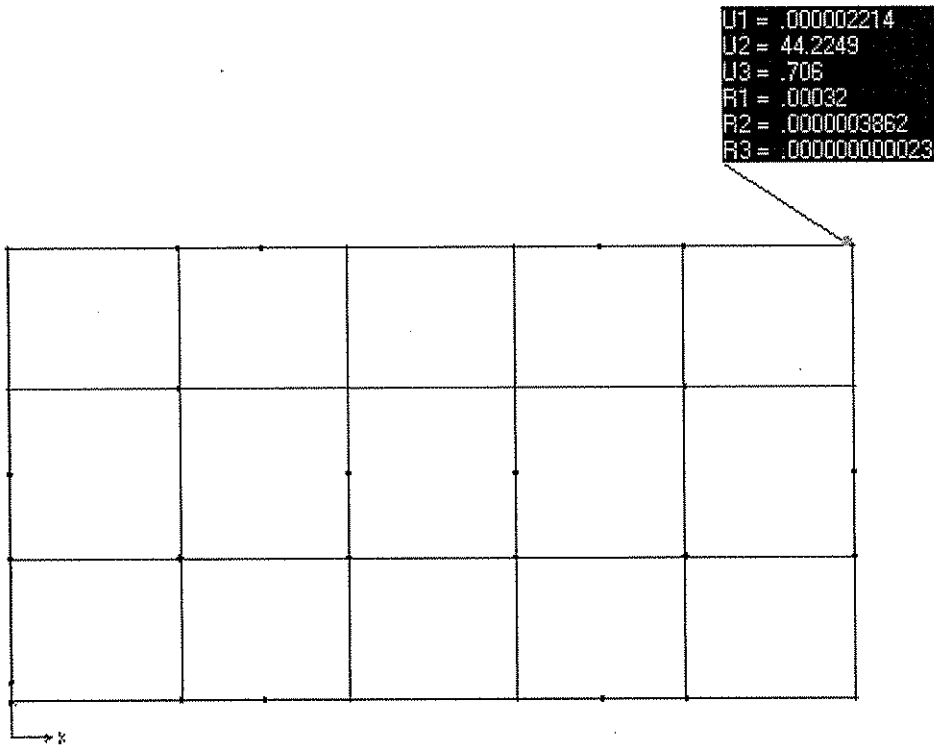
Şekil 10.3. Merkezi Ters V Çaprazı X Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.4. Merkezi Ters V Çaprazı Y Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.5 Merkezi V Çaprazı X Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.6. Merkezi V çaprazı Y Yönü Dönme Açısı

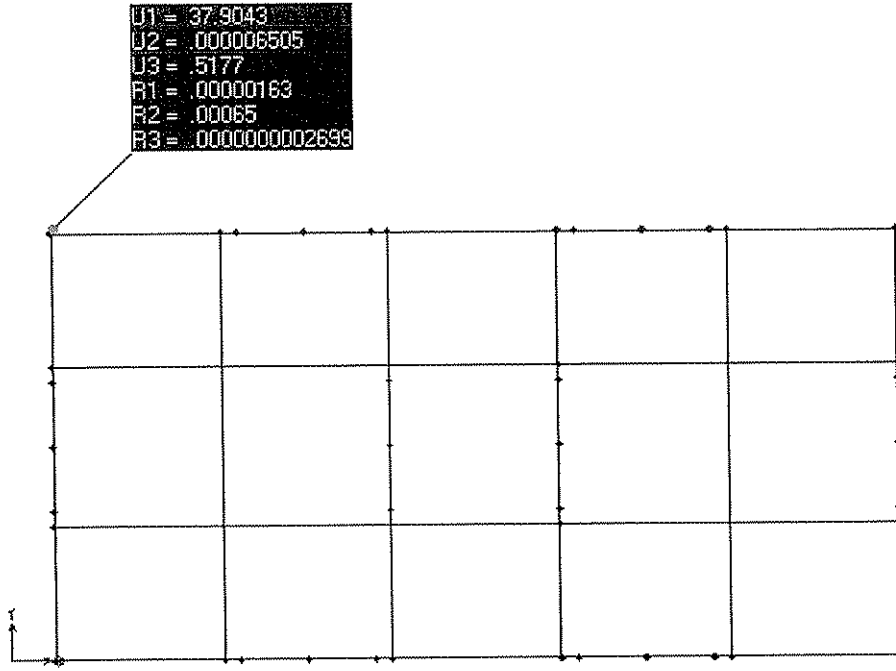
Hesaplanan sistemler Süneklik bakımından kıyaslandığında ise, Ters V çaprazlı sistemin süneklik oranı, en fazladır. Diğer sistemlerdeki süneklik oranlarının küçük olması, elastik hesap neticesindeki deplasmanların plastik hesap neticesindeki deplasmanlara çok yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Çıkan sonuca bakıldığında, V, X çaprazlı sistemler, elastik ötesi kuvvetlere maruz kaldıklarında, Ters V çaprazlı sisteme göre daha az plastik yer değiştirme yaparak Ters V sisteminden önce labil hale geçeceklerdir. . Şu durumda, merkezi çelik çaprazlı sistemler içerisinde, yapı güvenliği olarak en uygun sistem, Ters V merkezi çaprazlı sistemlerdir.

10.2. Dışmerkez Çaprazlı Sistemler

Dışmerkez çaprazlı sistemlerde de, ağırlık, rijitlik ve periyot noktaları incelendiğinde, kendi aralarında merkezi sistemlere benzer davranışlar göstermektedirler. Hatırlanacağı gibi, dışmerkez çaprazlı sistemler, davranış olarak moment aktaran çerçeveler ile merkezi çaprazlı sistemler arasında bir davranış gösterirler. Burada yapı ağırlığı olarak en ağır sistem, yine çapraz boylarına istinaden tekil dışmerkez çaprazlı sistemdir. Tekil dışmerkez sistemli yapıya etkiyen deprem kuvvetinin en büyük olması da, yapı rijitliğinin V ve Ters V dışmerkez çaprazlı sistemlere nazaran minimum seviyede olduğu da açıkça görülmektedir. Tekil çaprazlı sistem moment aktaran çerçeveye yakın bir davranış göstermektedir. Ayrıca tekil çaprazlı sistemin, çapraz elemanının narinliğinin büyük olmasından dolayı, burkulma en fazla olacak, ana taşıyıcı sistem diğerlerine nazaran daha fazla zorlanacaktır. Yapı geometrisine bağlı olarak, dışmerkez çaprazlı sistemlerde de dönmeler minimum seviyededir.

Tablo 10.2. Dışmerkezi çapraz sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları

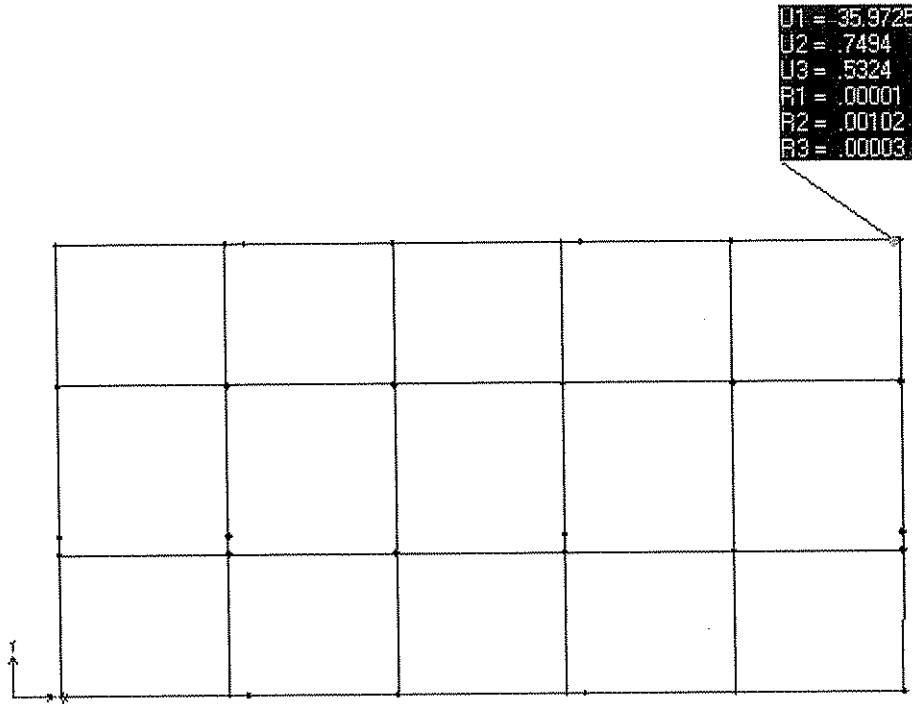
YAPILARDA DÖNMEDEKİ KAYNAKLANAN DEPLASMANLAR								
DIŞMERKEZİ V			DIŞMERKEZ TERS V			DIŞMERKEZ TEKİL		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
m	m	m	m	m	m	m	m	m
6,15E-06	0,0006	5,16E-10	1,07E-06	0,000359	1,08E-09	0,000015	0,000451	0,000097
0,000886	0,000146	1,2E-07	0,000683	0,000117	1,44E-07	0,000841	0,000145	0,000049



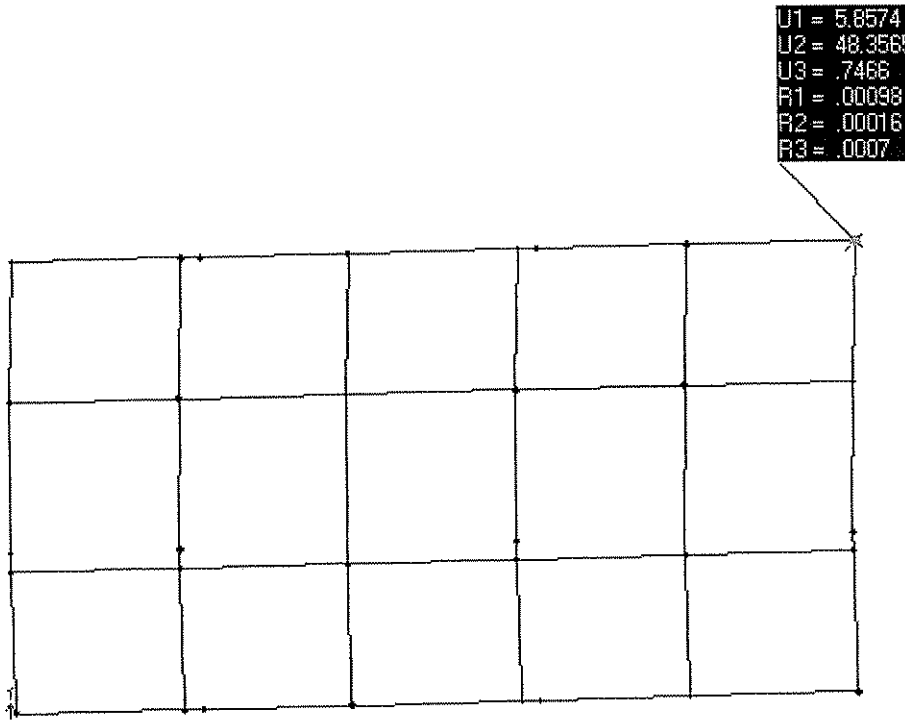
Sekil 10.7 Dış Merkezi TERS V Çaprazlı Sistemlerde Dönme Açısı x yönü



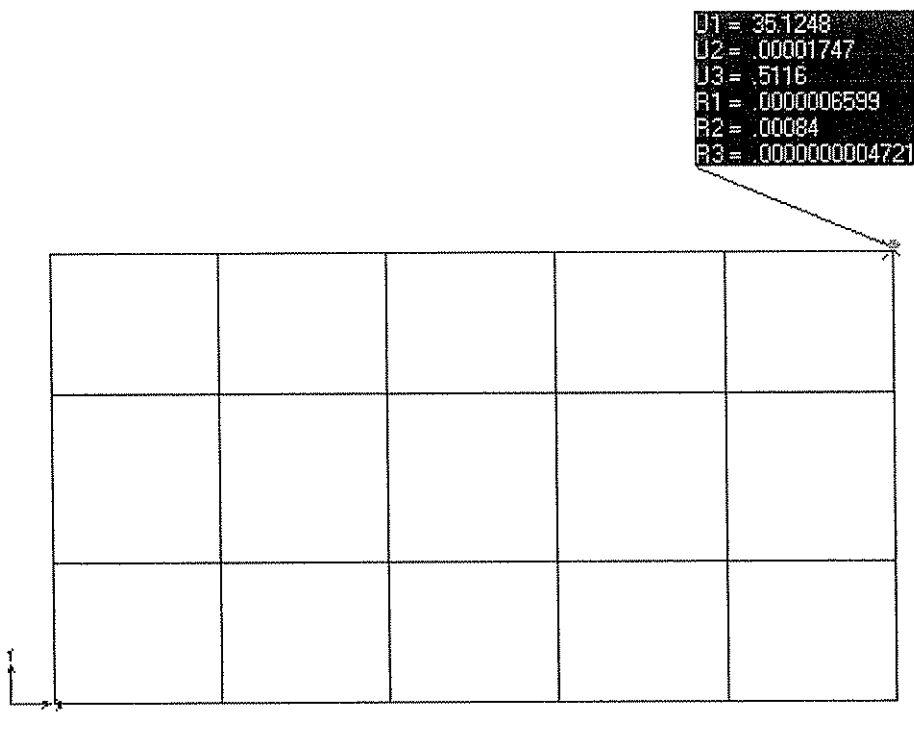
Sekil 10.8. Dış Merkezi V Çaprazlı Sistemlerde Dönme Açısı y yönü



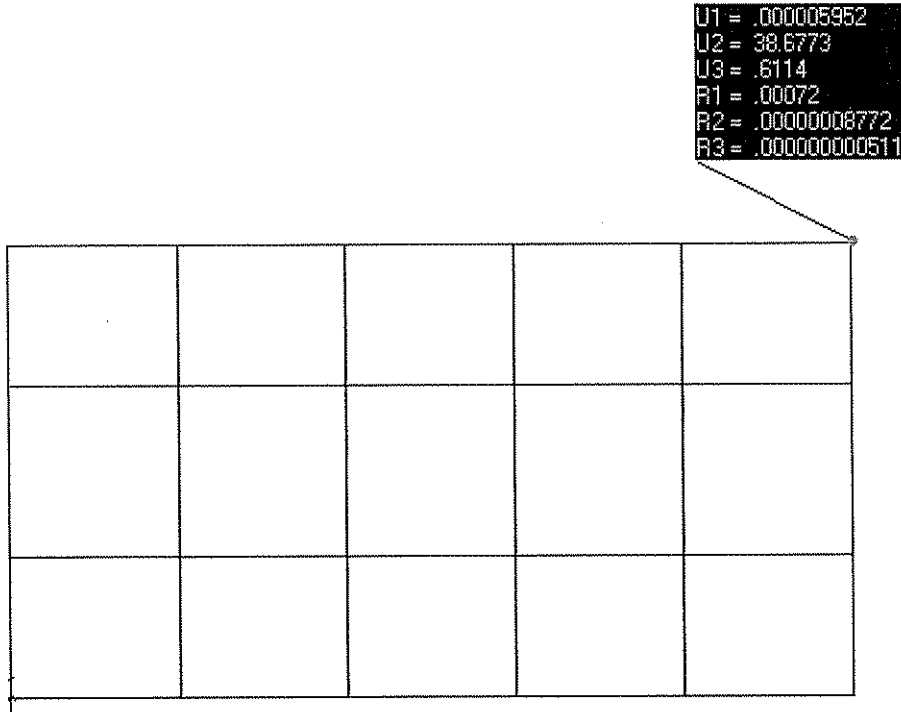
Şekil 10.9. Dışmerkez Tekil X Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.10. Dışmerkez Tekil Y Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.11. Dışmerkez Ters V Çapraz X Yönü Dönme Açısı



Şekil 10.12. Dışmerkez Ters V Çapraz X Yönü Dönme Açısı

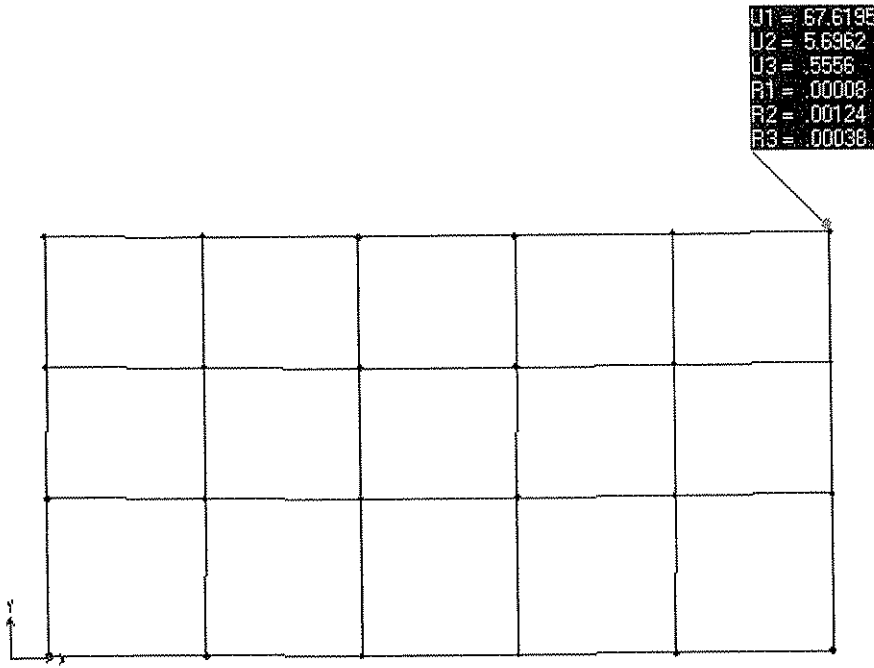
Buradaki en dikkat çekici nokta, Ters V dışmerkez çaprazlı sisteme gelen taban kesme kuvvetinin tüm sistemlere kıyasla en küçük değere sahip olmasına rağmen, periyot ve yer değiştirme olarak diğerlerinden daha büyük değerler almasıdır. Süneklik oranlarına da bakıldığında, en fazla süneklik oranına yine Ters V dışmerkez çaprazlı sistemli yapının sahip olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, çalışmanın başından beri tarif edilen sünek ve dayanıklı yapı türünün Ters V dışmerkez çapraz perdeli yapıların olduğudur. Bu yapı, sismik yükler altında, daha fazla elastik deformasyon yapacak, elastik ötesi etkiye maruz kaldığında da yine diğerlerine nazaran daha fazla plastik şekil değiştirme yaparak ayakta kalmaya devam edecektir. Yapı detaylarında düğüm noktalarının rijit olmasına ve kolon ekseninden uzakta oluşturulmasına da dikkat edildiğinde bu tip binanın maksimum performansı göstereceği açıktır.

10.3. Moment Aktaran Çerçeve

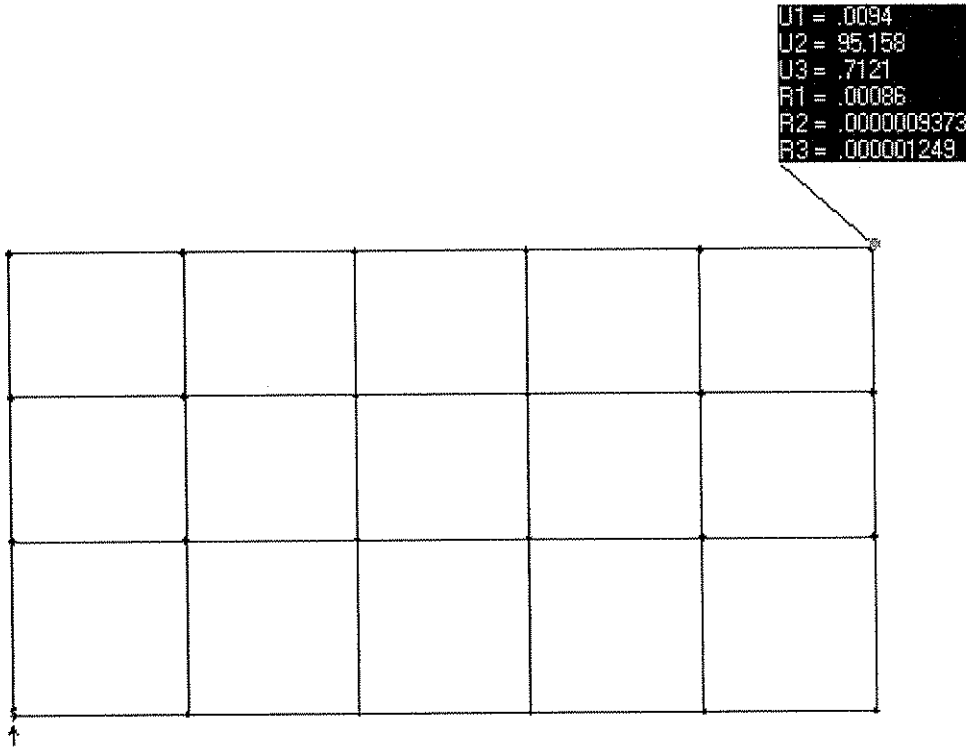
Moment aktaran çerçeve sistemine sahip yapı, çaprazlı sistemlere göre düzenlenmiş bir yapıdan oldukça farklı davranış özellikleri göstermektedir. Yapı ağırlığı, sistem çubuk sayısının daha az olmasından dolayı daha küçük bir değerdedir. Buna bağlı olarak da yapı üzerine gelen deprem kuvvetleri daha azdır. Fakat bina X ve Y doğrultularında perde elemanlarıyla (çaprazlar) donatılmadığı için rijitliği azalmakta, periyodu büyümekte, bunlar da tepe noktası yer değiştirmesinin istenenin çok üzerinde bir değere ulaşmasına neden olmaktadır. Sistemin süneklik oranına bakıldığında, elastik davranışın plastikleşmeye yakın bir noktada olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum, yapı üzerine gelen yatay kuvvetlerin tamamıyla kolon ve kiriş elemanlarının zorlanmasıyla sönümlendiğini göstermektedir. Tepe Noktalarındaki dönmeden kaynaklanan yer değiştirme de bu sistemde en fazladır.

Tablo 10.3. Moment alan sistemli binalarda dönmeden kaynaklanan tepe noktası deplasmanları

YAPILARDA DÖNMEYEN KAYNAKLANAN DEPLASMANLAR							
MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE							
EX	R1	R2	R3	EY	R1	R2	R3
	m	m	m		m	m	m
	0,00008	0,00124	0,00038		0,0000086	9,37E-07	1,24E-07



Şekil 10.13. X yönüne dönmelerden kaynaklanan deplasmanlar (Moment Aktaran)



Şekil 10.14. Y Yönüne Dönmelerden Kaynaklanan Deplasmanlar (Moment Aktaran)

Tablolardan da anlaşıldığı üzere, 11 katlı 39 m yüksekliğindeki bir çelik yapının perdesiz olarak teşkil edilmesi, yapı güvenliği açısından sorunlar yaratabilecektir. Moment aktaran çerçeve sistemindeki yapıyı çelik çapraz perdeli bir yapı davranışına getirebilmek için çok büyük kesitler seçilmesi gerekmektedir. Bu da, inşaat maliyetini oldukça arttıracak ve uygulanabilirliği zorlaştıracaktır.

10.4. Sonuç

Bu çalışmada, çok katlı bir çelik yapının değişik düzenlemeler ile genel davranış özellikleri incelenmiştir. Çelik çerçevelerde sıklıkla kullanılan çaprazlı perdelerin DBYBHY 2007 çerçevesinde genel tasarım adımları uygulanmıştır. Buradan çıkarılabilecek sonuç, gerek yapının sismik yüklere tepkisi, gerek rijitlik, periyot, deplasman, süneklik gibi parametrelere istinaden değerlendirildiğinde dışmerkezli yapıların daha avantajlı olduğu göze çarpmaktadır.

Analiz sonuçlarından da anlaşılacağı üzere, merkezi çaprazlı sistemler, ana taşıyıcı sistemi zorlayarak kuvveti iletmektedirler. Söz konusu yapının 11 katlı bir çelik yapı olduğu düşünülürse, süneklik ve dayanım özelliklerinden ötürü dışmerkez çapraz perdeli çelik çerçevelerin seçilmesi, amaca uygun bir imalatın çıkarılması açısından önemlidir. Dışmerkez çaprazlı sistemlerin içinde de en avantajlı sistem, Ters V çaprazlı sistemlerdir. Tekil çaprazlı sistemler, deprem kuvvetinden yoğun olarak etkilendikleri için ve çapraz eleman narinliğini azaltmak için daha büyük kesitlerden seçileceği için ekonomik olarak da yoğun sismik aktiviteli bölgelerde tercih edilmeyecek bir sistemdir. Dışmerkez V çaprazlı sistemler ise dışmerkez ters V sistemler kadar uygun olmasa da yine merkezi çaprazlı sistemlere nazaran sünek ve dayanıklı yapı modeline daha uygun oldukları görülmektedir. Fakat burada da mimari talepler açısından bir dezavantaj söz konusudur.

Davranışlar karşılaştırma tablosundan incelendiğinde, dışmerkez çaprazlı sistemlerin, deplasman, ağırlık, deprem kuvveti, periyot gibi parametrelerde merkezi çaprazlı sistemler ile moment aktaran çerçeve sistemi arasında bir davranış gösterdiği anlaşılmaktadır. Moment aktaran çerçevenin süneklik oranı, dışmerkez çaprazlı sistemlere nazaran daha küçüktür. Bu da yukarıda belirtildiği gibi, elastik yer

değiştirme ve plastik yer değiştirmenin birbirine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, DBYBHY 2007' de yer alan B2 Komşu Katlar Arasında Düzensizlik Kontrolü çerçevesinde bakıldığında, zemin kat ve normal kat arasındaki görelî kat ötelemesi oranları arasında yapılan karşılaştırmada moment alan çerçevelerde limit değerlerde kaldığı, binanın düzensiz bina sınıfına yaklaştığı görülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma içerisinde çözümlenmesi yapılan yedi adet farklı çapraz düzenli yapı içerisinde en uygun sistem, dışmerkez Ters V çaprazlı sistemdir.

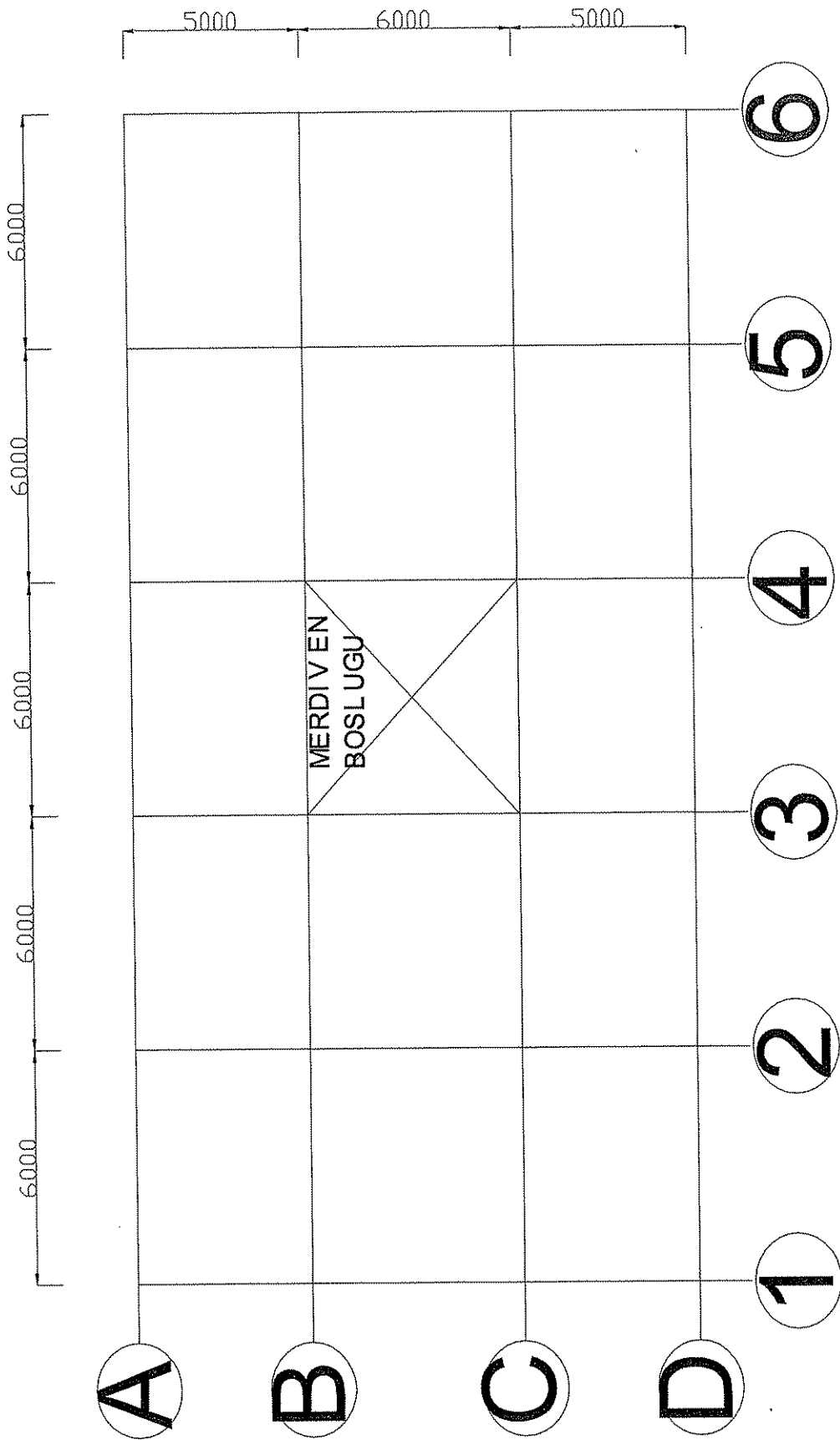
tablo 10.4. sonuç karşılaştırma tablosu

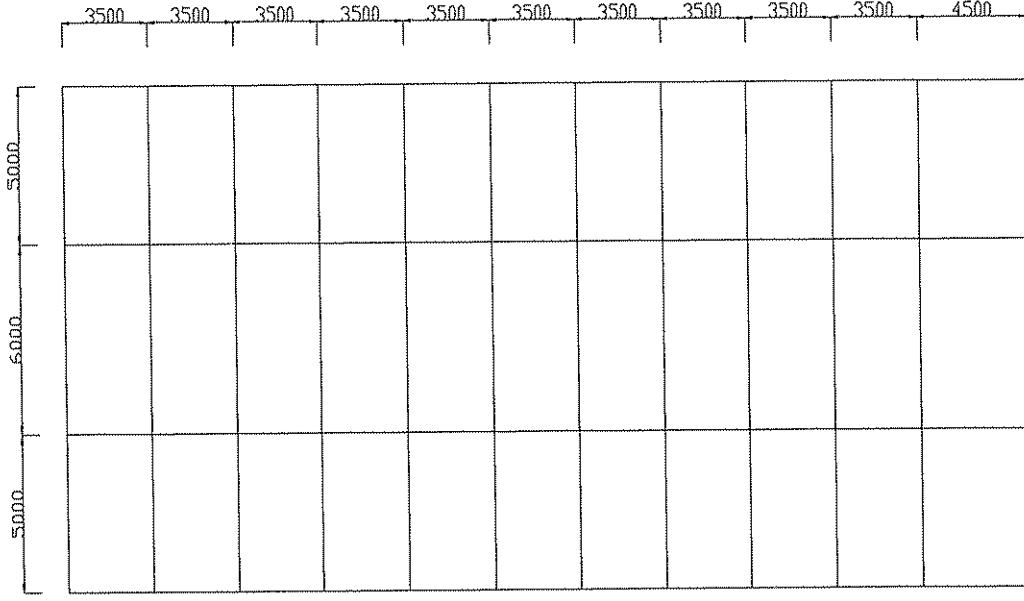
DIŞMERKEZ TERS V	MOMENTALAN ÇERÇEVE	DIŞMERKEZ TEKİL	DIŞMERKEZ V	MERKEZİ V	MERKEZİ X	MERKEZİ TERS V
1,96	1,88	1,83	1,65	1,62	1,61	1,53

KAYNAKLAR

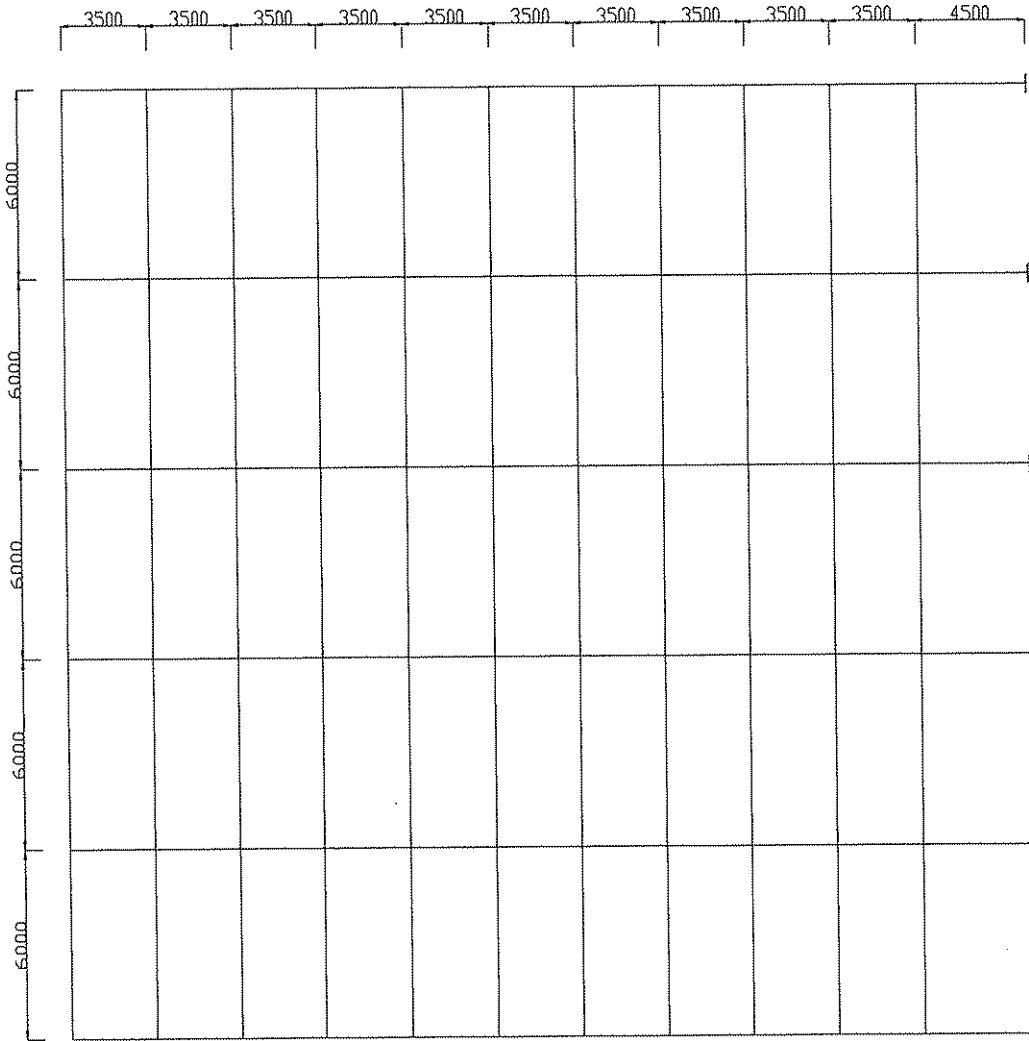
- [1] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı, Mart 2007
- [2] TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Kasım 1997
- [3] TS 648 Çelik Yapıların Hesap Ve Yapım Kuralları, Aralık 1980
- [4] DEREN,H., UZGİDER,E., PİROĞLU,F., Çelik Yapılar, Çağlayan Kitabevi 2005
- [5] ODABAŞI,Y., Ahşap ve Çelik Yapılar, Beta Kitabevi
- [6] CELEP,Z.,KUMBASAR,N., Deprem Mühendisliğine Giriş,Beta Dağıtım 2006
- [7] TAŞDEMİR,A., Çok Katlı Çelik Bir Hastane Binasının Eurocode'ye Göre Çerçeve Kusurları Dikkate Alınarak Karşılaştırmalı Boyutlandırılması Yüksek Lisans Tezi İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2007
- [8] ÇELİK, B., Çelik Yapılarda Çaprazlı Çerçevelerin Süneklik Düzeyini Belirleyen Tasarım Kuralları, Yüksek Lisans Tezi İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü , İstanbul 2003
- [9] Türk Standartları Enstitüsü. (1985). T.S. 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları, Ankara 1985
- [10] DARILMAZ,K., SAP 2000 Ile Yapı Sistemlerinin Analizi,TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Seminer Notları 2007
- [11] DARILMAZ,K., SAP 2000 Ile Yapı Sistemlerinin Analizi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bursa Şubesi, Kütahya Temsilciliği Seminer Notları 2007
- [12] ÇAĞLAYAN,Ö., UZGİDER,E., PİROĞLU,F., Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçevelerin Tasarımı TMOBB İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Aralık 2007

EKLER

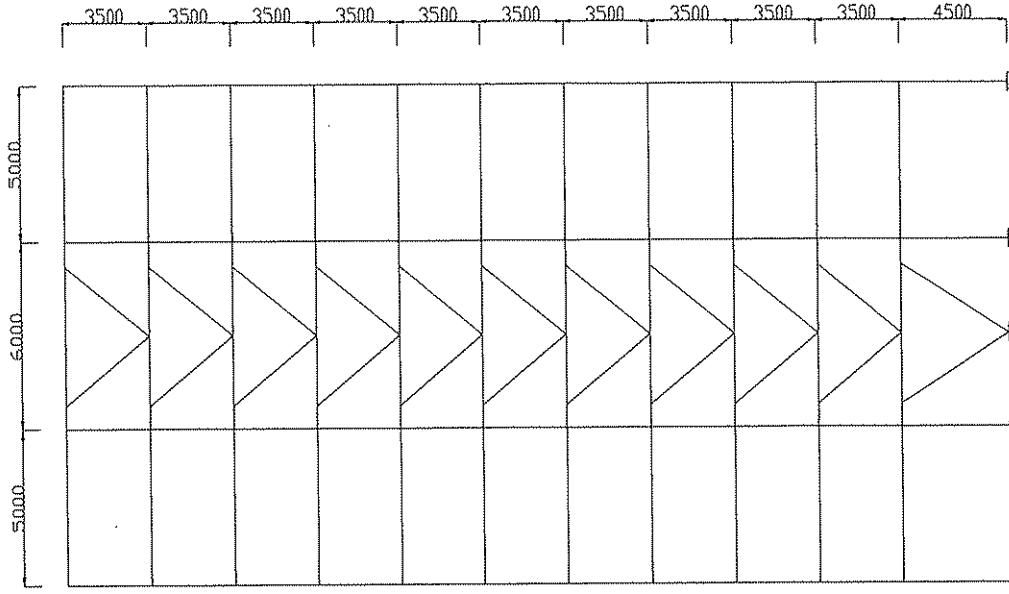




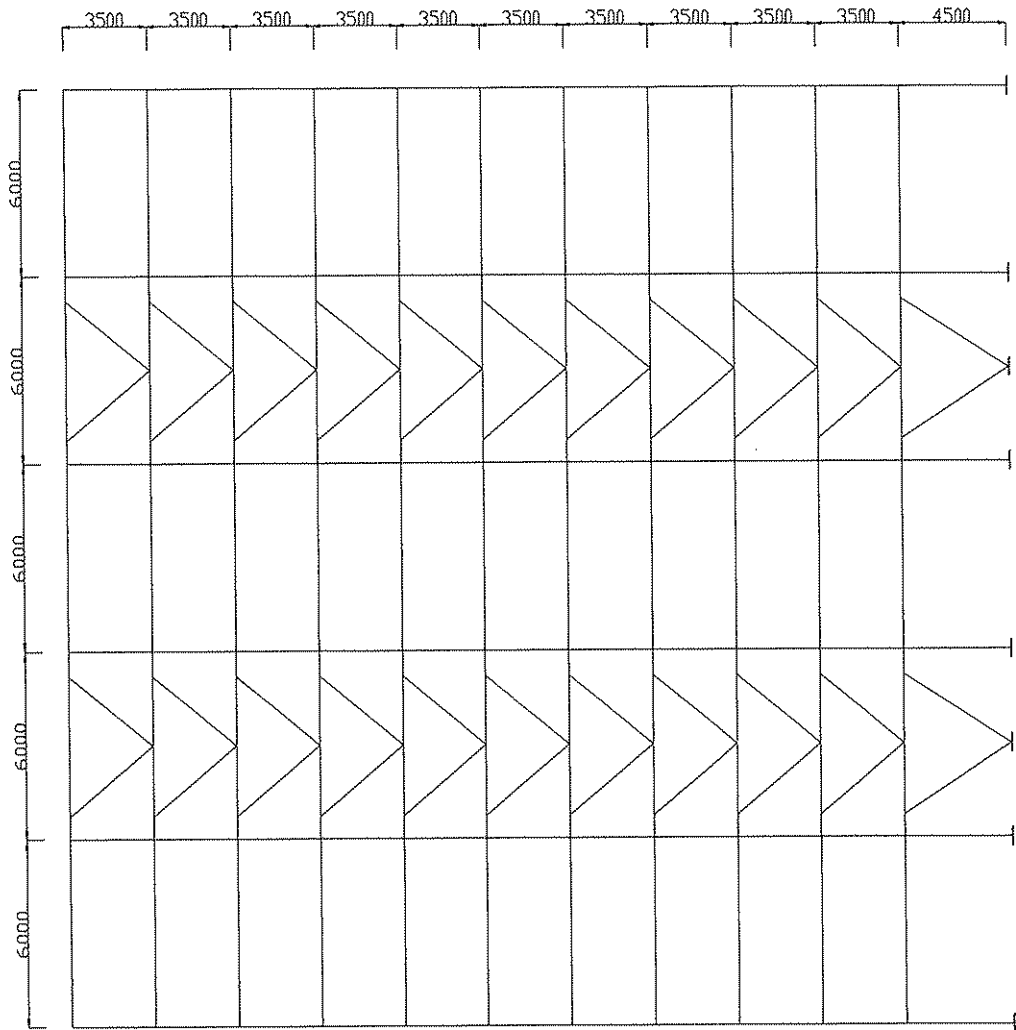
MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE 1-1,4-4 AKSI



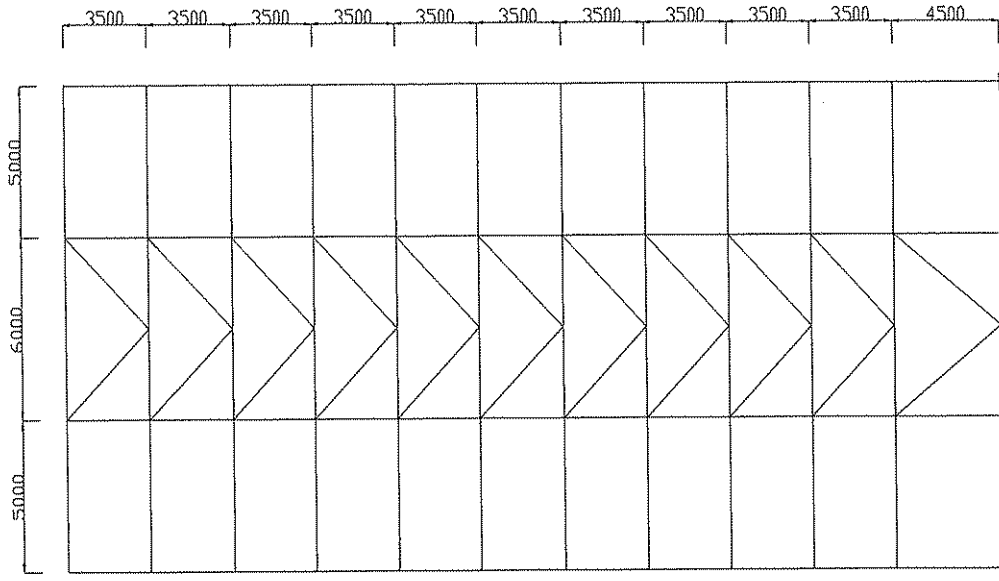
MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE A-A,D-D AKSI



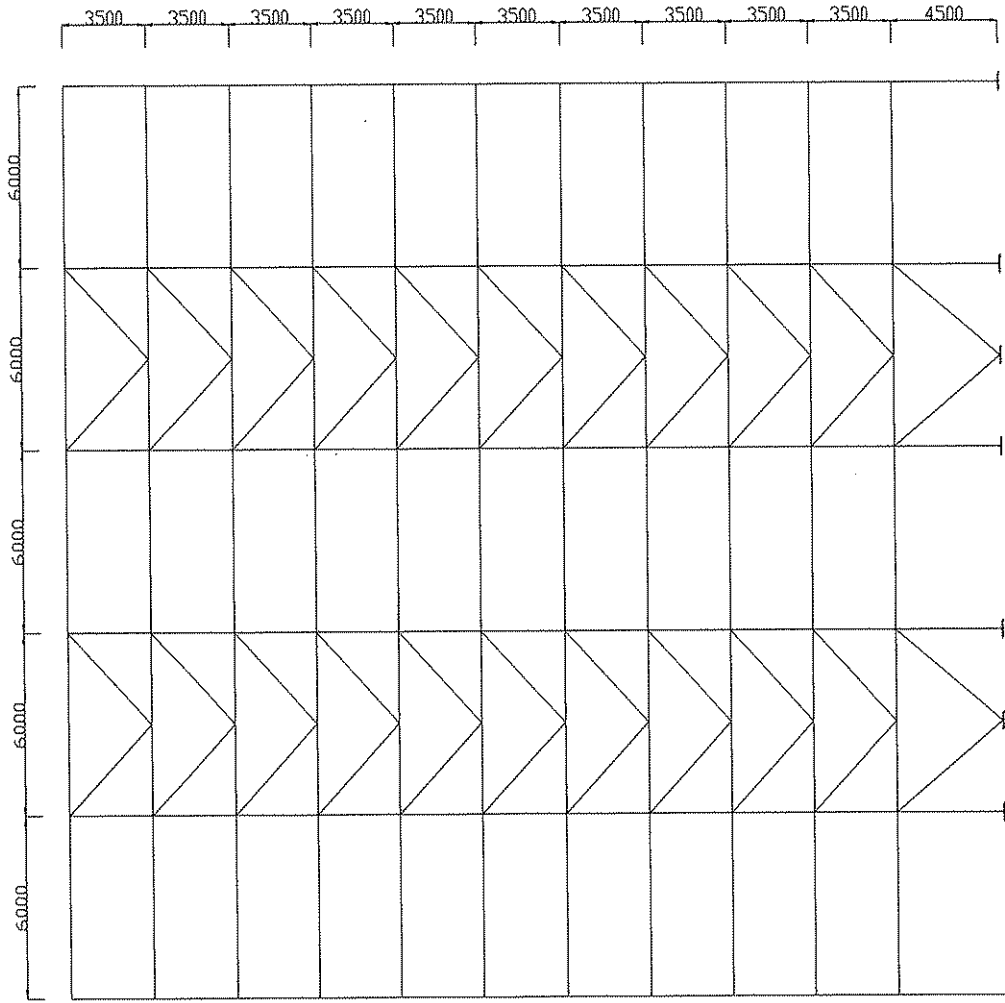
DIŞMERKEZİ V ÇAPRAZLI 1-1,4-4 AKSI



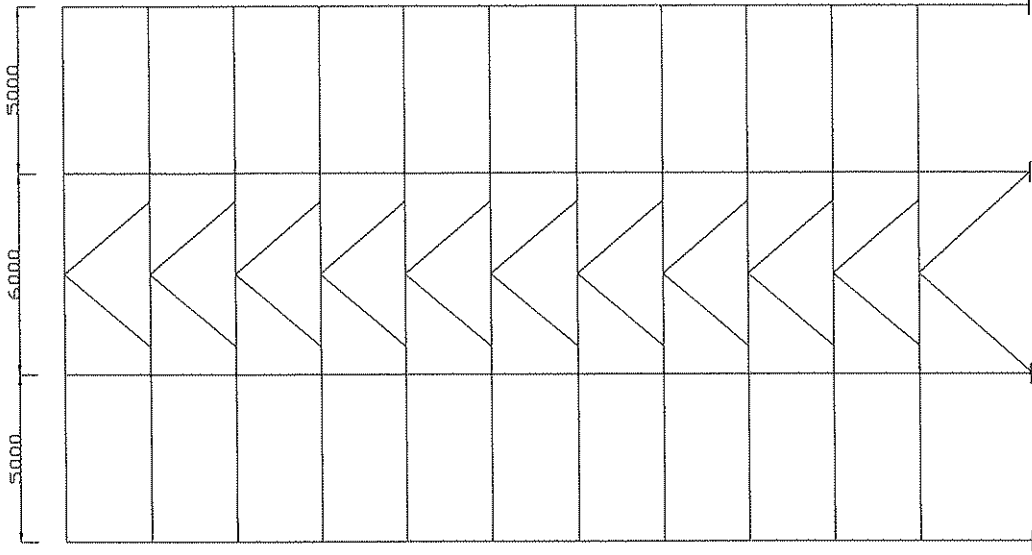
DIŞMERKEZİ V ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



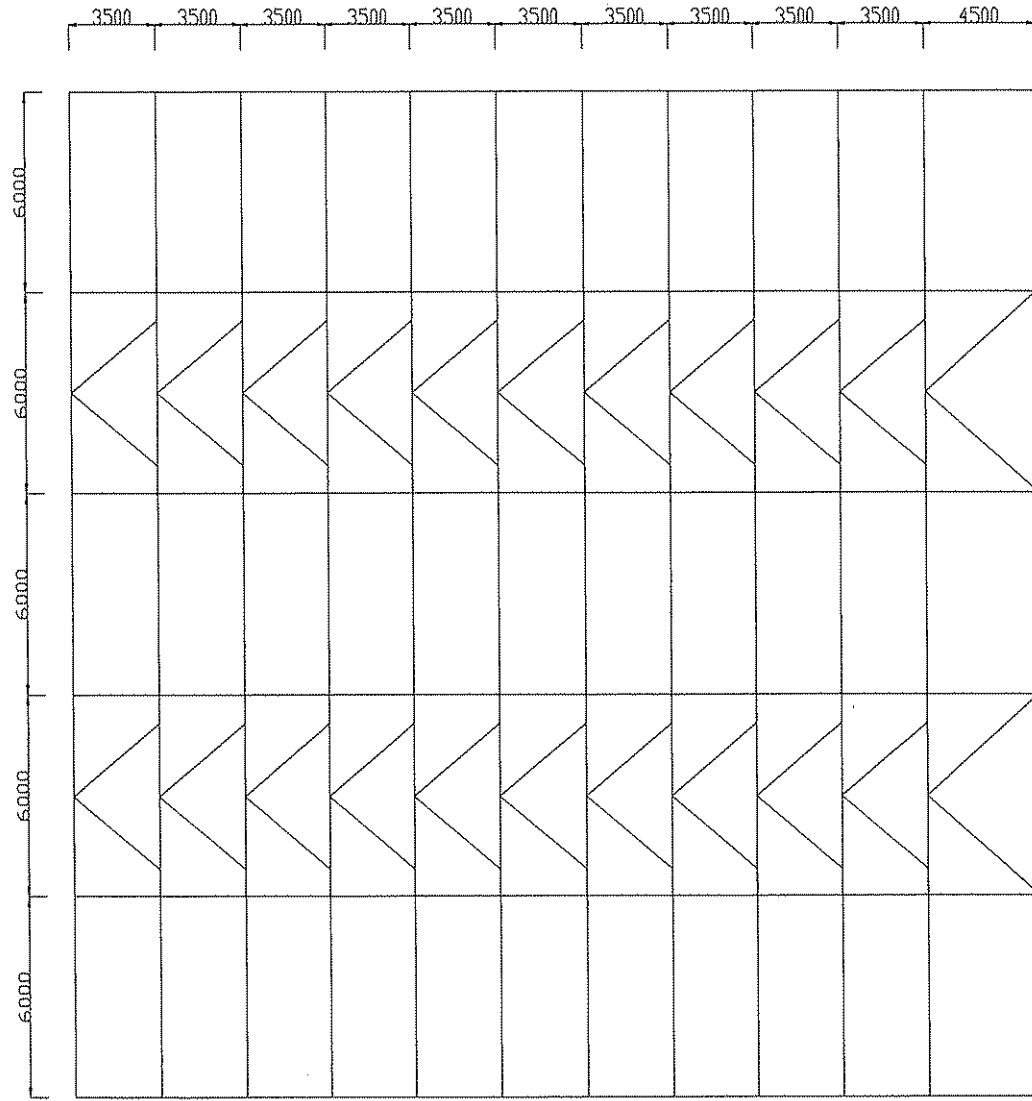
MERKEZİ V ÇAPRAZLI 1-1,4-4 AKSI



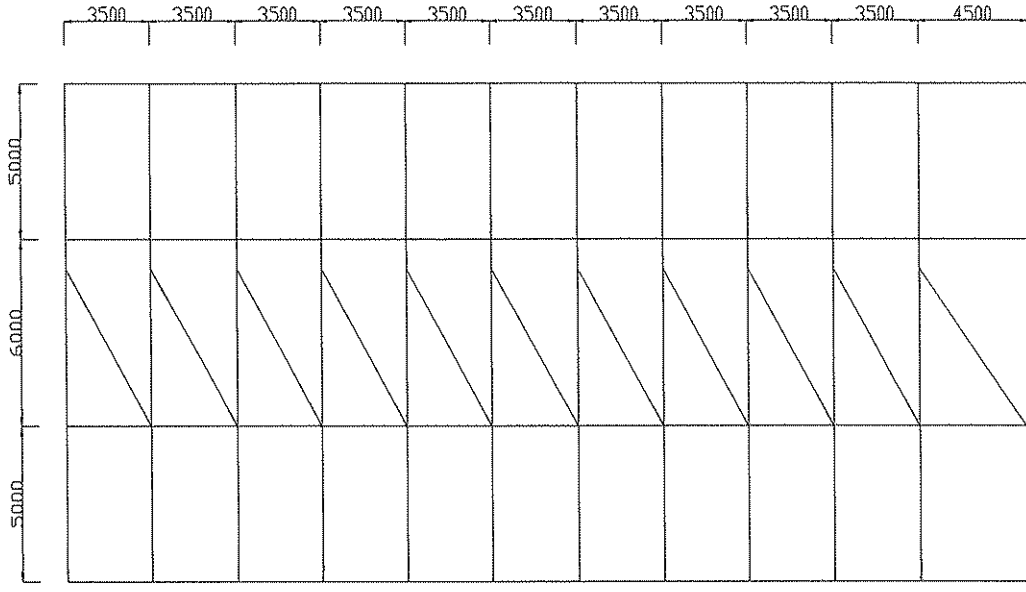
MERKEZİ V ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



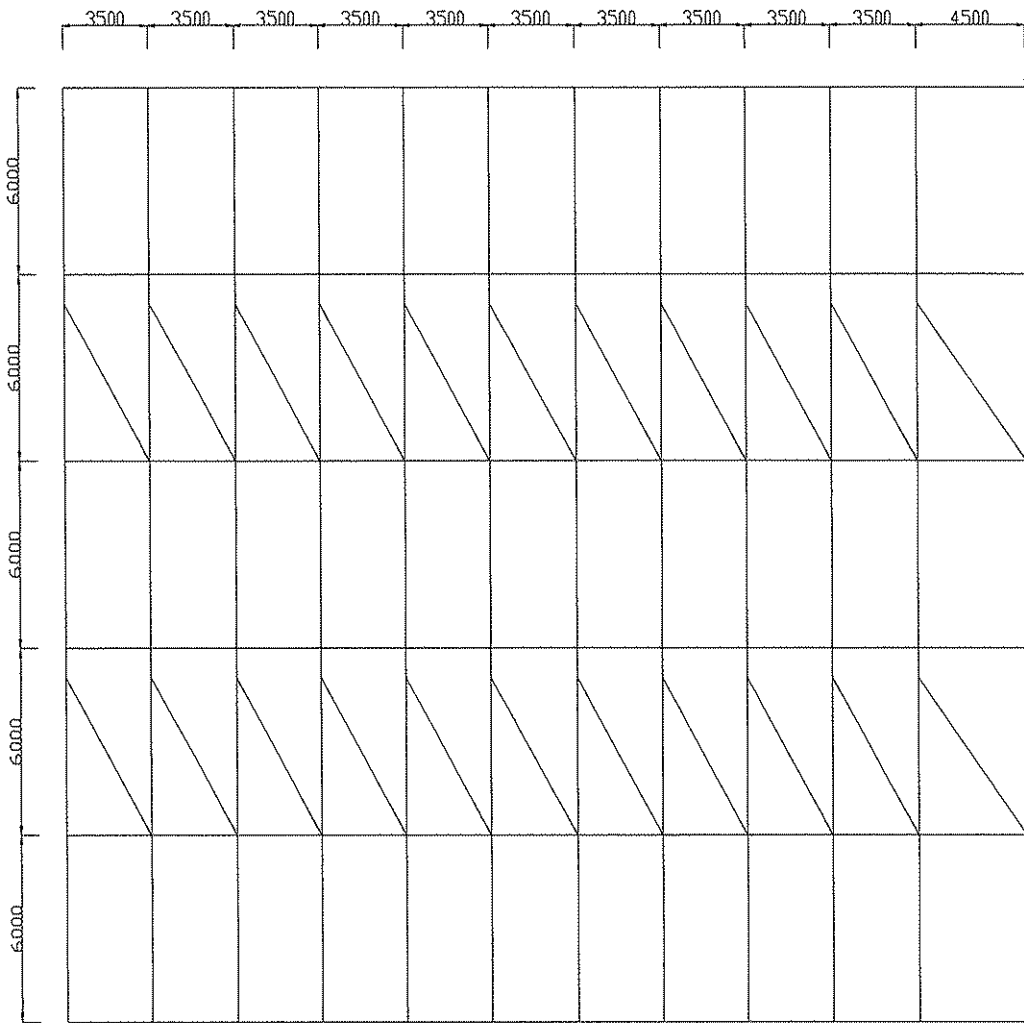
DIŞMERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI 1-1,4-4-



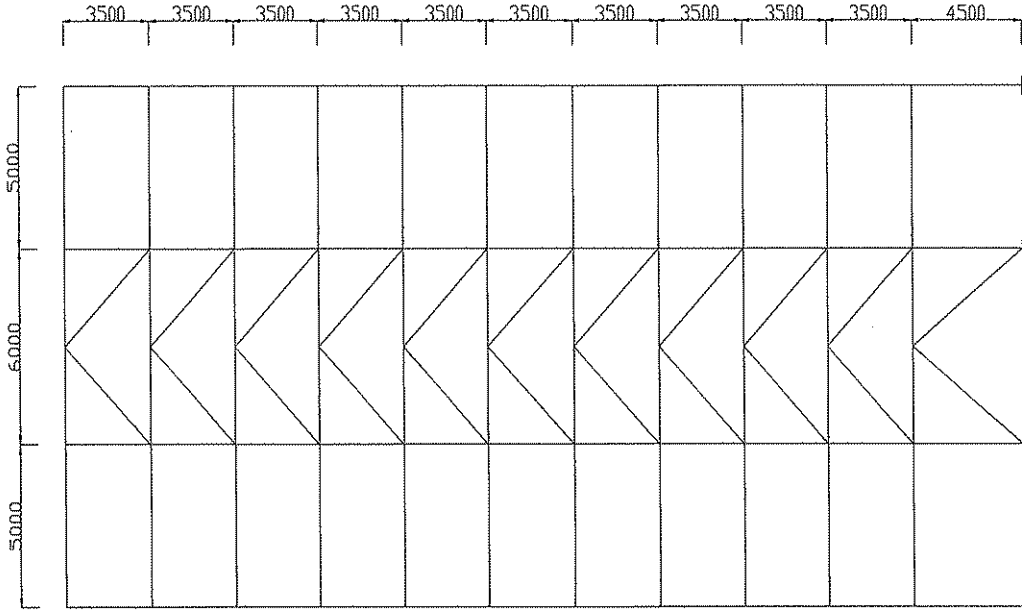
DIŞMERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



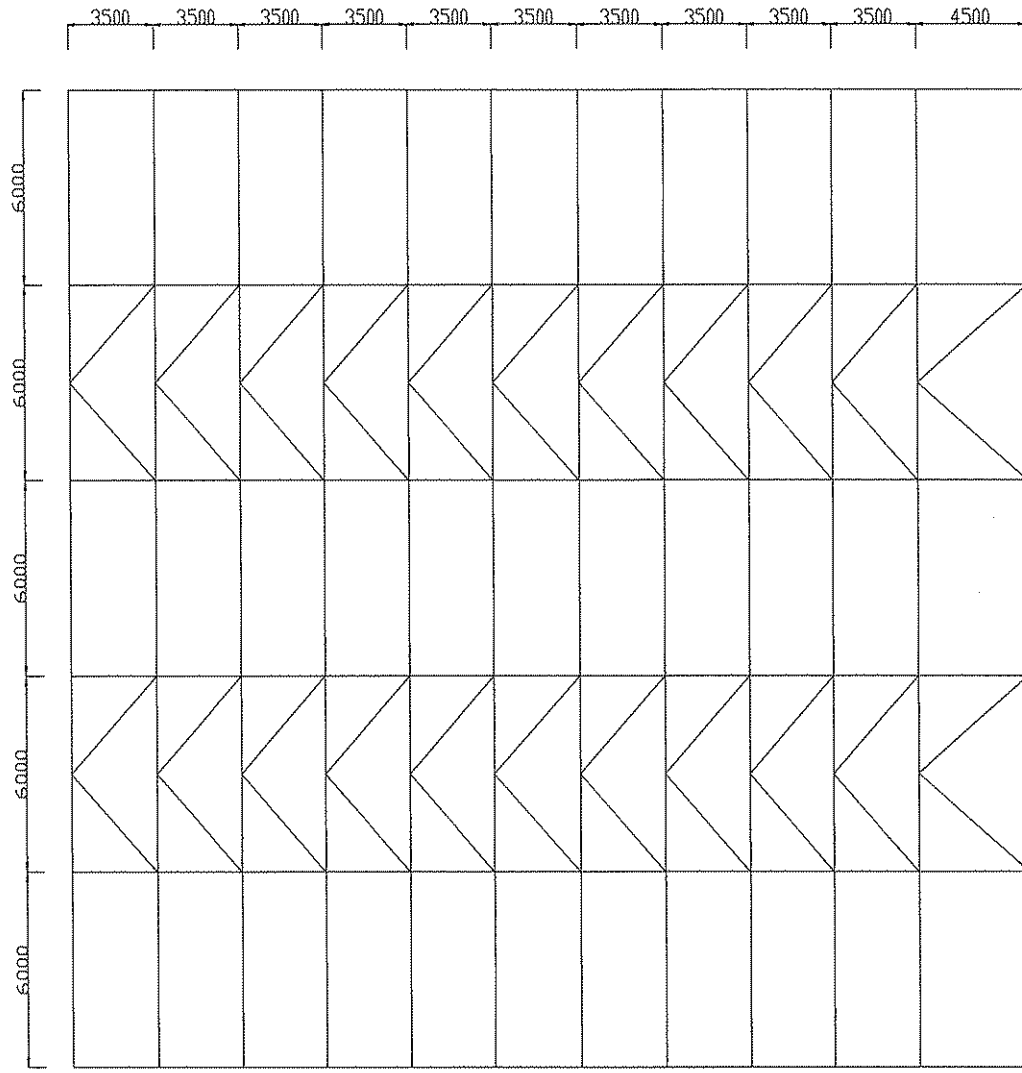
MERKEZİ TEK ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



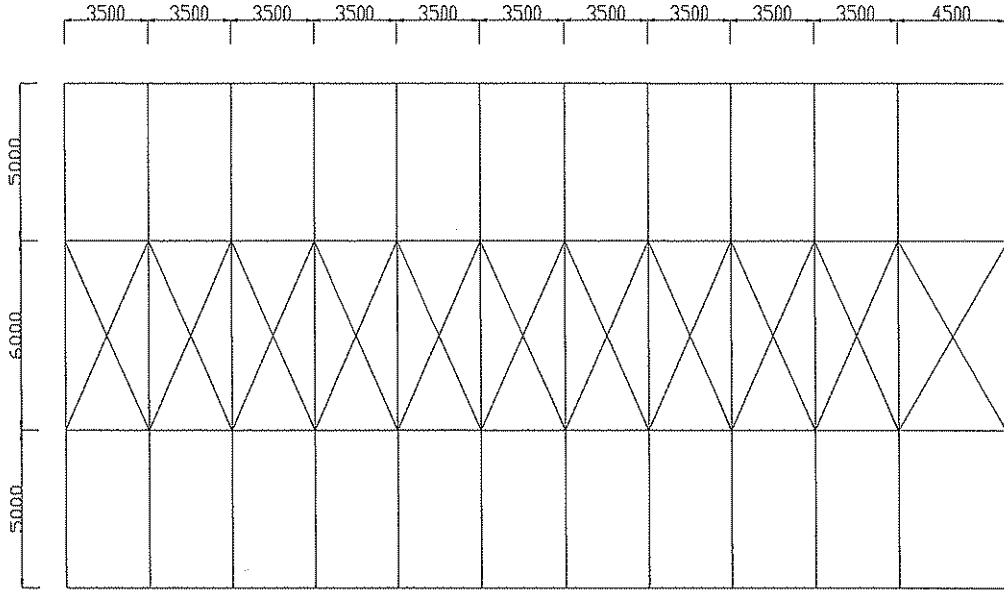
MERKEZİ TEK ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



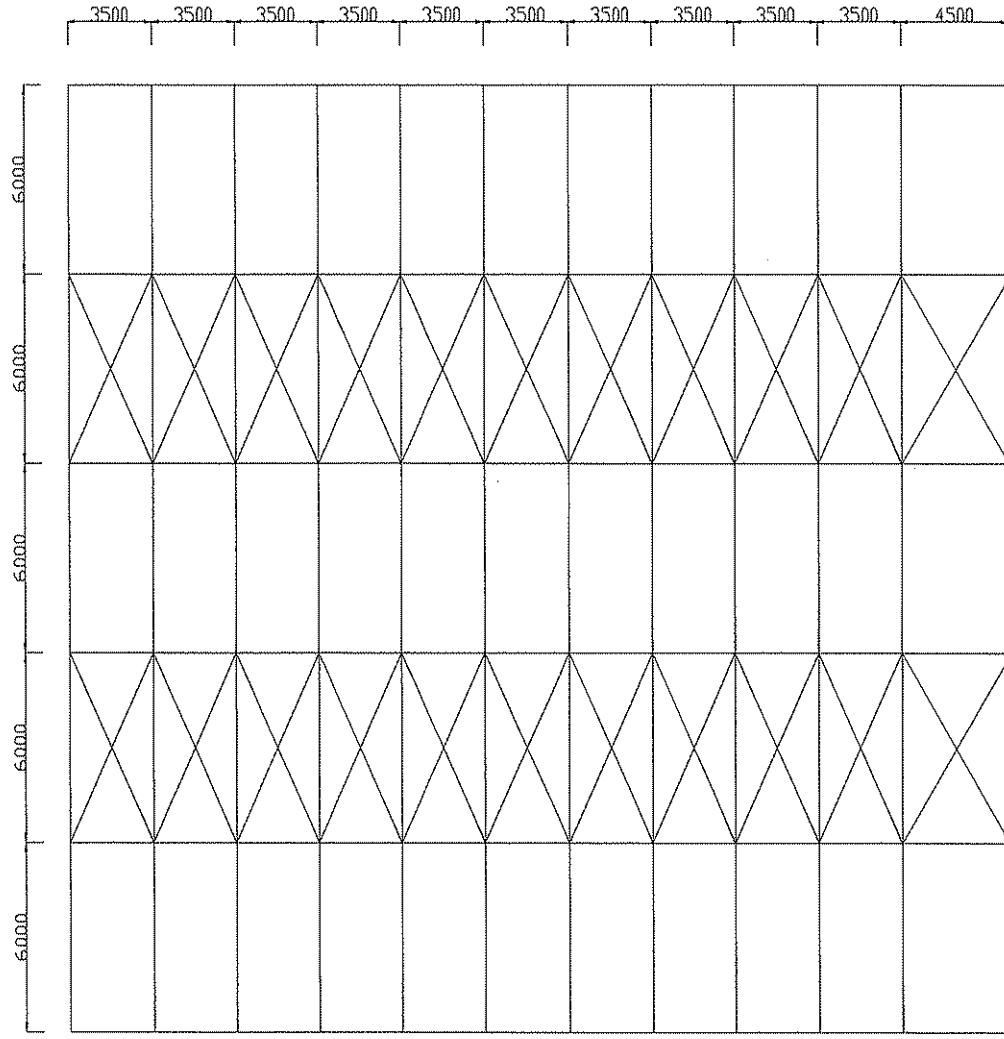
MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



MERKEZİ X ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI



MERKEZİ X ÇAPRAZLI A-A,D-D AKSI

ÖZGEÇMİŞ

Zafer Yurdasev 30.08.1980 tarihinde Kütahya'da doğdu ilk ve orta öğrenimini sırasıyla Kütahya Azot İlköğretim Okulu ve Kütahya Anadolu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 1999 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde okumaya hak kazandı. Mezun olduğu 2003 yılının Eylül döneminde yine Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Yapı Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Kendi kurduğu şirketinde proje mühendisi olarak çalışmaktadır.