

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDAKİ YENİ
YÖNETMELİK İLE ESKİ YÖNETMELİĞİN ÇOK KATLI ÇELİK BİR
BİNA ÜZERİNDE PROJE UYGULAMALI KIYASLANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Gonca BALCIOĞLU
(501970021011)

100543

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Haziran 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 5 Temmuz 1999

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Tevfik Seno ARDA
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Nesrin YARDIMCI
Prof.Dr. Sadettin ÖKTEN (M.Ü.)

İC. YÜKSEK LİSANS ENSTİTÜSÜ
BÜYÜK MÜHÜRÜ

TEMMUZ 1999

ÖNSÖZ

Yapıların afetlere dayanıklı olması ve afetlerin yapılarda yarattığı zararların en aza indirilmesi için gerekli yapım kuralları, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ ile belirlenmiştir. En son 1998 yılında önemli oranda revize edildikten sonra yürürlüğe giren Yönetmeliğin bir önceki revizyonu 1975 yılında yapılmış ve 23 yıl bu şekilde yürürlükte kalmıştır. 1998 Yönetmeliği özellikle depreme dayanıklı yapım kuralları konusunda, diğer ülkelerde uygulanan çağdaş deprem yönetmelikleri ile uyumlu olarak pek çok yeni hüküm getirmektedir.

İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Programı çerçevesinde gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında, çok katlı çelik bir binanın 1975 ve 1998 yılları yönetmeliklerine göre yapılan deprem hesaplarındaki farklar kıyaslanacaktır.

Çalışmalarım boyunca eşsiz tecrübeleriyle yol gösteren sayın hocam Prof. Dr. Tevfik Seno ARDA’ya, projenin gelişmesinde büyük katkıları olan İnş. Yük. Müh. Kerem PEKER’e, tezinin hazırlanması sürecinde verdiğim sıkıntıya karşılıksız katlanan ERDEMLİ Proje ve Müşavirlik Ltd. Şti. çalışanlarına, tezin yazılmasında bana çok yardım eden İnş. Müh. Yeliz FIRAT ve İnş. Müh. Ahmet KAPTAN’a ve çizimlerin hazırlanmasında ise Hülya ATEŞ’e teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 1999

Gonca BALCIOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Konunun Genel Tanımı	1
1.2. Tez Konusunun Tanımı	2
1.3. Binanın Tanımı	3
1.3.1. Yangın merdiveni hesabı	4
1.4. Statik Sistemin Tanımı	6
1.4.1. Çok katlı binaların stabilitesi	6
1.4.2. Taşıyıcı sistemin belirlenmesi	7
1.5 Analiz Programının Tanımı	8
2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI	9
2.1. Depreme Karşı Güvenlik	9
2.2. 1998 Yılı Yönetmeliği	11
2.2.1. Depreme dayanıklı binalar için hesap kuralları	11
2.2.2. Çelik binalar için depreme dayanıklı tasarım	26
2.3. 1975 Yılı Yönetmeliği	30
2.3.1. Depreme dayanıklı binalar için hesap kuralları	30
2.3.2. Çelik binalar için depreme dayanıklı tasarım	33
2.4. Deprem Yönetmeliklerinin Kıyaslanması	33
2.4.1. Hesap yönteminin seçilmesi	33
2.4.2. Eşdeğer deprem yükü yöntemi	34
2.4.3. Dinamik hesap metotlarının kıyaslanması	36
2.4.4. Çelik yapıların tasarımının kıyaslanması	36
3. YÜKLER	38
3.1. Yüklerin Tanımı	38
3.2. Düşey Yükler	38
3.3. Dinamik Yükler	39
3.3.1. Rüzgar yükü	39
3.3.2. Deprem yükü	39
4. YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ÇÖZÜM	44
4.1. Yapıya Etkiyen Yatay Yük	44

4.2. Deprem Hesabı	44
4.3. Temel Hesabı	45
4.3.1. Malzeme özellikleri	46
4.3.2. Ön boyutlandırma	46
4.3.3. Kesin hesap	47
4.3.4. Ankastre kolon ayağı hesabı	49
5. ESKİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ÇÖZÜM	50
5.1. Yapıya Etkiyen Yatay Yük	50
5.2. Deprem Hesabı	50
5.3. Temel Hesabı	50
5.3.1. Malzeme özellikleri	51
5.3.2. Ön boyutlandırma	51
5.3.3. Kesin hesap	52
5.3.4. Ankastre kolon ayağı hesabı	53
6. KESİT HESAPLARI VE BİRLEŞİMLER	54
6.1. Yapısal Elemanların Özellikleri	54
6.2. Kesit Hesapları	54
6.3. Kirişlerin Kolonlardan Güçlü Olma Şartı	57
6.4. Birleşimler	57
7. YENİ VE ESKİ DEPREM YÖNETMELİKLERİNE GÖRE YAPILAN HESAPLARIN KIYASLANMASI	61
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
EKLER	66
ÖZGEÇMİŞ	96

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 : Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0).....	15
Tablo 2.2. : Zemin Sınıflarına Göre Spektrum Katsayısı Değerleri $S(T)$	17
Tablo 2.3. : Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A, T_B).....	18
Tablo 2.4. : Deprem Bölge Katsayısı $A_0, R=8$ İçin A_0/R Ve Bu Bölgelerde Beklenen En Büyük İvme Değerleri	19
Tablo 2.5. : Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n).....	20
Tablo 2.6. : Yönetmeliklerin Kıyaslanması.....	34
Tablo 6.1. : Kolon-Kiriş Rijit Birleşimi.....	58
Tablo 6.2. : Kiriş-Kiriş Mafsallı Birleşimi.....	59
Tablo A.1. : Düzensiz Binalar.....	67
Tablo A.2. : Bina Önem Katsayısı (I).....	68
Tablo A.3. : Zemin Grupları (A, B, C, D).....	69
Tablo A.4. : Yerel Zemin Sınıfları ($Z1, Z2, Z3, Z4$).....	69
Tablo A.5. : Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R).....	70
Tablo A.6. : Yapı Tipi Katsayısı (K).....	71

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 : Binanın 3 Boyutlu Görünüşü.....	3
Şekil 1.2 : Yangın Merdiveni.....	4
Şekil 1.3 : Çelik Yüksek Binalarda Sistem m ² Ağırlığı.....	7
Şekil 2.1 : Elasto-Plastik Etki Şekil Değiştirme Bağıntısı.....	11
Şekil 2.2 : Sünek ve Sünek Olmayan Etki-Şekil Değiştirme Bağıntısı.....	12
Şekil 2.3 : Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	13
Şekil 2.4 : Uygulamada Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	13
Şekil 2.5 : Yeni Yönetmelik Spektrum Eğrisi.....	16
Şekil 2.6 : Eski Yönetmelik Spektrum Eğrisi.....	31
Şekil 4.1 : Temel Planı.....	48
Şekil 6.1 : Kolon Birleşim Kaynakları.....	60
Şekil C.1 : Sonlu Eleman Ağı.....	84
Şekil C.2 : Depremlı Hal İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri.....	85
Şekil C.3 : Düşey Yükleme İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri.....	86
Şekil C.4 : Zımbalama Dayanımı Oranları.....	87
Şekil C.5 : X Yönü Şerit Donatı Miktarı.....	88
Şekil C.7 : Y Yönü Şerit Donatı Miktarı.....	89
Şekil D.1 : Depremlı Hal İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri.....	93
Şekil D.2 : X Yönü Şerit Donatı Miktarı.....	94
Şekil D.3 : Y Yönü Şerit Donatı Miktarı.....	95

SEMBOL LİSTESİ

A	: Kat alanı
a_m	: Yangın merdiveninde bir kişinin olağan kullanma alanı
a	: Kaynak kalınlığı
A(T)	: Spektral ivme katsayısı
A₀	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A₁	: Bir kattaki toplantı hacimleri alanı
A_s	: Çekme donatısı alanı
b_m	: Yangın merdiveni genişliği
b	: Profil başlık genişliği
b'	: Azaltılmış gövde genişliği
B_B	: Mod birleştirme yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_D	: B _B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
b_{min}	: Minimum yangın merdiveni genişliği
C	: Deprem katsayısı
C₀	: Deprem bölge katsayısı
C_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
D	: Yapının deprem doğrultusuna paralel genişliği
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm$ %5 ek dış merkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_i	: Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
E_c	: 28 günlük betonun elastisite modülü
F	: Statik eşdeğer toplam yatay yük
F_b	: Profil başlık alanı
f_{ck}	: 28 günlük betonun silindirik karakteristik basınç dayanımı
f_{ctd}	: Hesapta kullanılacak beton çekme dayanımı
F_g	: Profil gövde alanı
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
F_k	: Kolonun yuva içindeki kesit alanı
F_t	: Eski yönetmelikte, binanın en üst katına etkiyen ek yatay yük
F_T	: Taban plakası alanı
f_{yk}	: Donatı çeliğinin karakteristik akma dayanımı
g_i	: Binanın i'inci katında toplam sabit yük
h	: Kolonun yuva içindeki boyu
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
h_k	: Profil yüksekliği
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çerçeve perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)

I	: Bina önem katsayısı
i_x	: Kesitin asal ekeni etrafında atalet yarıçapı
I_x, I_y	: Kesit atalet momentleri
K	: Yapı tipi katsayısı
K	: Zemin yatak katsayısı
l_{w1}, l_{w2}, l_{w3}	: Kaynak boyları
M_{pa}	: Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_{pi}	: Kirişin sol ucu i 'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_{pj}	: Kirişin sağ ucu j 'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif pekleşmeli taşıma gücü momenti
$M_{pkirişler}$	: Kirişlerin plastikleşme momenti
$M_{pkolonlar}$	: Kolonların plastikleşme momenti
$M_{pü}$	: Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_{px}, M_{py}	: Plastikleşme momenti
M_{ux}, M_{uy}	: Kesitin taşıyabileceği maksimum moment
N	: Binanın kat adedi
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
n_m	: Kattaki merdiven sayısı
N	: Tahliyece edilecek kişi sayısı
N_1	: Toplantı hacimleri istiaf hacmi
N_p	: Plastikleşme normal kuvveti
P_{em}	: Alt yapı basınç emniyet gerilmesi
q_i	: Binanın i 'inci katında toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
s	: Profil gövde genişliği
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
S_{kx}	: $x-x$ 'e dik doğrultudaki burkulma boyu
$S_{pa}(T_r)$	: r 'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
t	: Profil başlık kalınlığı
t'_g	: Azaltılmış gövde kalınlığı
T_0	: Zemin hakim periyodu
T_1	: Bina birinci doğal titreşim periyodu
T_{1A}	: Binanın amprik bağıntı ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
u_p	: Zımbalama çevresinin uzunluğu
V_{ik}	: Çerçevesi veya perdeli-çerçevesi sistemlerin çerçevelerinde, binanın i 'inci katındaki tüm kolonlarda göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetleri toplamı
V_{is}	: Çerçevesi veya perdeli-çerçevesi sistemlerin çerçevelerinde, binanın i 'inci katında hem alttaki hem üstteki düğüm noktalarında sağlandığı

	kolonlarda, göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetleri toplamı
V_{pd}	: Hesapta kullanılacak zımbalama yükü
V_{pr}	: Zımbalamada kesitin taşıma gücü
V_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_{tB}	: Mod birleştirme yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W'_{px}	: Kesitin azaltılmış mukavemet momenti
w_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım sayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
W_k	: Kesitin mukavemet momenti
X_g, Y_g	: Kat geometri merkezi koordinatları
γ	: Zımbalama katsayısı
μ	: Süneklik
$(\Delta_i)_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
$\Sigma\delta_{i,w10}$	: Olasılığı 10 yılda bir mertebesinde olan rüzgar etkileri altında binanın toplam yatay yer değiştirmesi
$\Sigma\delta_{i,w100}$	: Olasılığı 100 yılda bir mertebesinde olan rüzgar etkileri altında binanın toplam yatay yer değiştirmesi
$\Sigma\delta_{ix}$	: i'inci katın şekil değiştirmesinden ileri gelen o kata ait yatay yer değiştirme
$\sigma_{\omega x}$	: Burkulma durumunda oluşan gerilme
$\Sigma\delta_x$	: Bina toplam yatay yer değiştirmesi
ΣA_e	: Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı
ΣA_g	: Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanları enkesit alanlarının toplamı
ΣA_k	: Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanları (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı
ΣA_w	: Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları toplamı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç)
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
$\delta_{elastik}$	: Elastik şekil değiştirme
ΔF_N	: Yeni yönetmelikte, binanın n'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
α_i	: Herhangi bir i'inci katta hesaplanan V_{is} / V_{ik} oranı
θ_i	: i'inci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
δ_{max}	: Maksimum şekil değiştirme
γ_{mc}	: Beton malzeme katsayısı
γ_{ms}	: Çelik malzeme katsayısı

λ_x	: Narinlik oranı
χ_x, χ_y	: Plastikleşme katsayısı
σ_{zem}	: Zemin emniyet gerilmesi
ω	: Burkulma katsayısı
β	: Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerinin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
χ	: Yangın merdiveni katsayısı



AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDAKİ YENİ YÖNETMELİK İLE ESKİ YÖNETMELİĞİN ÇOK KATLI ÇELİK BİR BİNA ÜZERİNDE PROJE UYGULAMALI KİYASLANMASI

ÖZET

Yedi bölümden oluşan bu tez çalışmasında, eski ve yeni deprem yönetmeliklerince ön görülen depreme dayanıklı yapı tasarım kuralları kıyaslanmış ve bu karşılaştırma çok katlı çelik bir binanın her iki yönetmeliğe göre analiz sonuçları ışığında pekiştirilmeye çalışılmıştır.

Giriş bölümü olan birinci bölümde, konunun genel tanımına değinilerek tez konusunun içeriği belirtilmiştir. Kıyaslamaya esas teşkil edecek bina önce geometrisiyle tanımlanmış, ardından çok katlı binaların stabilitesi göz önünde bulundurularak taşıyıcı sistemin nasıl belirlendiği açıklanmıştır. Çözümünden elde edilen sonuçların nasıl elde edildiğine fikir olması açısından, bu bölümde bina analizinde kullanılan SAP2000 programı esaslarına da değinilmiştir.

İkinci bölümde, öncelikle depreme karşı güvenlik kavramı açıklanmış buradan yola çıkarak depreme dayanıklı yapı tasarımına dair şartlar, hem 1998 hem de 1975 yılı yönetmeliklerinde yer alan hesap ve tasarım kuralları başlıkları altında ayrı ayrı incelenmiştir. Hesap yöntemi ve tasarıma esas olan bu kurallar arasında ortaya çıkan genel farklılıklar ise bu inceleme sonucunda belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde, binaya etkiyen yüklerin tanımlanmasına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, binanın yeni deprem yönetmeliğine göre çözümü irdelenerek, temel hesabına yer verilmiştir.

Beşinci bölümde ise, dördüncü bölümdeki işlemler eski deprem yönetmeliğine göre yürütülmüştür.

Altıncı bölümde, yapısal elemanların özelliklerine değinilmiş ve oluşan en elverişsiz kesit zorlarına göre bu kesit özelliklerinin yeterliliği TS 4561'e göre kontrol edilmiştir. Bunlara ilaveten, birleşim hesapları sunulmuştur.

Yedinci bölümde, her iki çözümünden elde edilen sonuçlar kıyaslanarak iki yönetmelik arasındaki farklılıklar pekiştirilmiştir.

Sekizinci ve son bölümde ise, hem iki yönetmeliğin genel kıyaslaması, hem de çözüm sonucunda ortaya çıkan farklılıklar yorumlanarak, önerilerde bulunulmuştur.

Bu inceleme esnasında, yukarıda adı geçen yönetmelikler, yürürlükte olan Türk Standartları (TS 648, TS 4561, TS 3357), yurdumuzda da Avrupa ile birlikte kullanılmasının ilgili mercilerce uygun görüldüğü ve çalışmaların yürütüldüğü

Eurocode, konunun güncelliği nedeniyle TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası ve Türkiye Deprem Vakfı tarafından yayınlanmış incelemeler ve konuyla ilgili kitaplardan edinilen bilgilerden yararlanılmıştır.



PROJECT APPLIED COMPARISON OF THE OLD AND THE RECENT TURKISH EARTHQUAKE CODES BY THE ANALYSIS OF A HIGH-RISE STEEL BUILDING

SUMMARY

In this thesis, composed of seven sections, the design rules for earthquake resistant buildings mentioned in the old and recent Turkish Earthquake Codes are compared with each other and this comparison is intensified by the analysis results of a high rise steel building with respect to both of the codes.

In the introductory section, the content of the thesis topic is presented by giving a general explanation of the subject. The related building is introduced by its geometry and the determination of the portal system by giving a general knowledge about the stability of high rise buildings. As to give an idea about the computer program utilized in the analysis, SAP2000 is shortly described.

In section two, the definition of the term “safety against earthquakes” and the earthquake resistant design is mentioned by presenting the design and analysis rules of the 1998 and 1975 codes, separately. And consequently, the general differences between the codes’ rules are submitted.

Section three, covers the definition of loads which the building is subjected to.

In section four, the analysis of the building in compliance with the recent code is carried out, including the foundation calculations of the building.

Section five resembles section four, the only difference is that the calculations are carried out in compliance with the old code.

In section six, taking the most inconvenient member forces into account, the section properties of the members, submitted also in the same section, are checked in compliance with TS 4561. In additional, the calculations of the connection details are submitted.

In section seven, the distinction between the two codes is made clear by presenting the differences between the computational results.

In section eight, comments on both the results of the two codes’ general comparison and the differences between the two analyses are submitted, giving some suggestions.

While investigating the subject, the above mentioned codes, the Turkish Standards (TS 648, TS 4561, TS 3357), the Eurocode which is in process to be the officially

approved to be applied in Europe and hopefully in our country, some papers submitted by TMMOB Civil Engineers Chamber and Turkish Earthquake Foundation and related books are used as references, in order to designate the general distinctions.



1. GİRİŞ

1.1. Konunun Genel Tanımı

1975 yılından beri uygulanmakta olan ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’, zamanına göre oldukça çağdaş ve başarılı bir yönetmeliktir. 20 yılı aşkın bir süredir uygulanan bu yönetmeliğin başarısı, bu süre içerisinde karşılaşılan şiddetli depremler sonrası gözlemler, meydana gelen hasarın, tasarım veya üretim aşamalarında, 1975 yönetmeliğinin gerektiği gibi uygulanmamasından kaynaklandığını göstermiştir. Ancak bu yönetmelik, aradan geçen uzunca zaman içinde, doğal olarak eskimiş ve çağdaş olma niteliğini yitirmiştir. Ayrıca söz konusu yönetmelikteki bazı maddeler tartışılabilir bazıları da uygulanamaz nitelikte idi. Uzun yıllar boyunca yapılan uygulamalarda karşılaşılan bazı aksaklıklar ve gerek yapı teknolojisinde gerekse deprem mühendisliği bilim dalındaki gelişmeler 1975 yönetmeliğinin yenilenmesini kaçınılmaz duruma getirmişti[1].

Deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde yüksek yapıların boyutlandırılmasında deprem çoğu kez rüzgara göre daha etkili olmaktadır. Deprem bölgelerinde yapılacak yapıların, bu yapının ömrü boyunca etkilenebileceği büyük şiddetteki depremlerde taşıyıcı sistemde göçme olmayacak, orta şiddetteki depremlerde taşıyıcı sisteminde büyük hasarlar olmayacak, hafif şiddetteki depremlerde tüm yapının hasarsız olacak şekilde boyutlandırılması gerekmektedir.

Yönetmeliğin son biçimi, dünyadaki ve yurdumuzdaki deprem mühendisliği gelişmelerinin pek çoğunu kapsayan çağdaş ve olumlu yaklaşımlar içermektedir.

1.2. Tez Konusunun Tanımı

Büyük şehirlerin nüfus yoğunluğunun fazla olduğu yerleşme ve ticaret merkezleri ile bazı fabrikalarda geniş faydalı kullanma alanlarına ihtiyaç bulunması buna karşılık

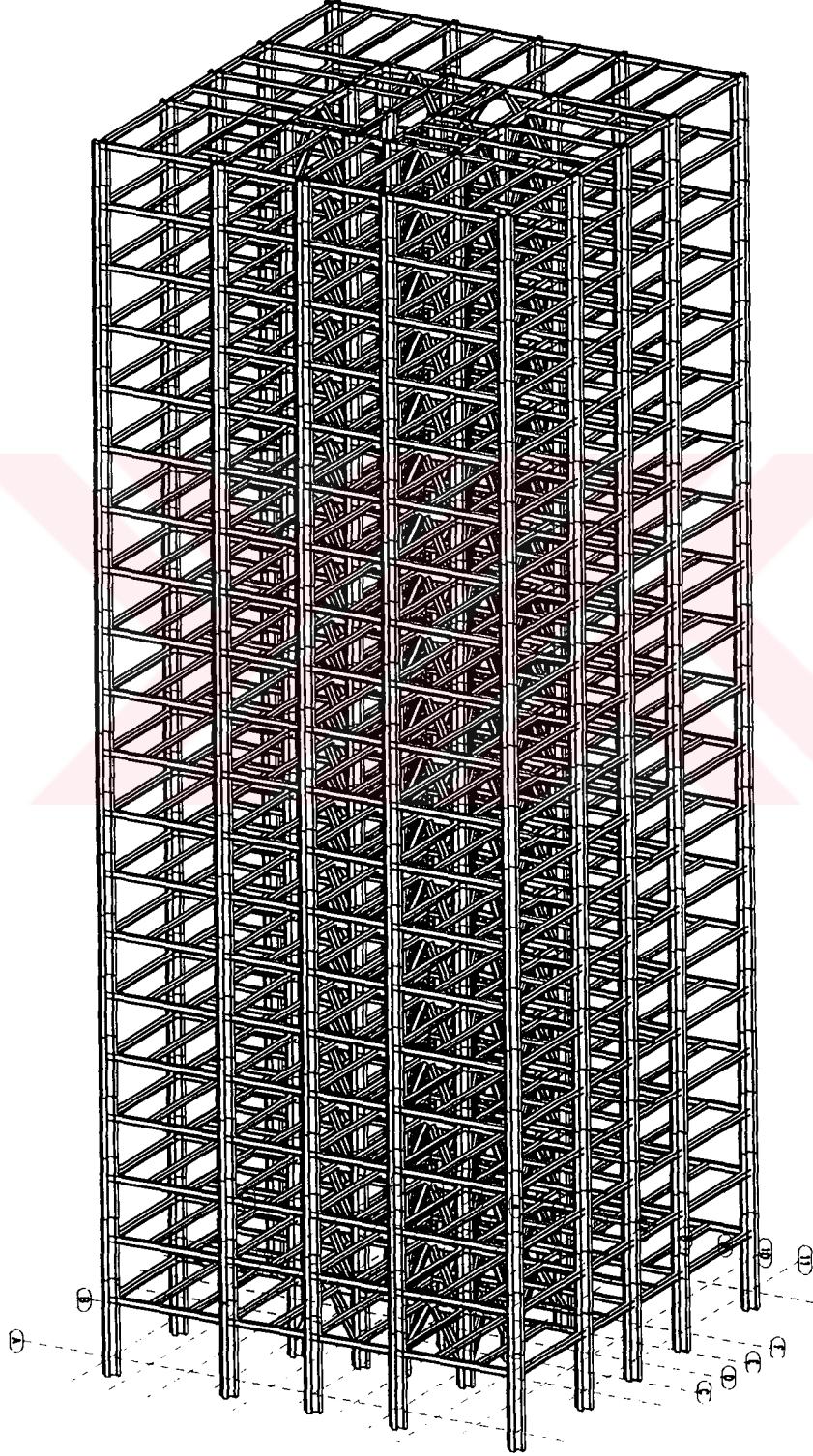
binaların oturacağı arsaların küçüklüğü, ayrıca ekonomik maliyet koşulları yüksek binalar yapılmasını zorunlu kılar. Belirli bir yüksekliğe kadar gerek ekonomik bakımdan gerek diğer bazı nedenlerle bu binaların taşıyıcı iskeletleri betonarme karkas olarak yapılır. Çok yüksek binaların taşıyıcı iskeletlerinde yüksek mukavemetli bir malzeme kullanılması zorunluluğu vardır. Bugün yapının çok büyük dikkat ve titizlik isteyen B600 kalitesinde beton kullanılması halinde dahi; gerek büyük açıklık ve gerekse çok katlı binalardaki kesit tesirlerinin büyüklüğü, çok büyük betonarme kesitlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Binalarda büyük kesitli kolon ve kirişler fazla yer kapladıkları, maliyet artışına yol açtıkları ve bina öz ağırlığının artmasından dolayı deprem etkilerinin de artması gibi temel problemler çıkardıkları için mimar ve mühendisler tarafından istenmezler. Bu nedenler, kullanılacak çelik ve betonun cinsine göre, betondan 6 - 15 kez daha büyük mukavemet özellikleri olan çeliğin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Böylece de hem içerisinde kolon bulunmayan büyük açıklıklı rahat hacimler sağlanmış ve hem de çok katlı binalar yapılarak yoğun nüfuslu iş ve yerleşme merkezleri ihtiyaçları karşılanmıştır[2].

Hazırlanan tezde bu sebeplerden dolayı 20 katlı bir binanın taşıyıcı iskeleti çelik karkas olarak düşünülmüştür. Çok katlı çelik binalarda kat sayısının günümüzdeki üst sınırı 120-135 arasında oynamaktadır. Tezde çok katlı bir yapıda daha çok önem kazanan deprem hesabı İmar ve İskan Bakanlığının 'Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik' in 1975 ve 1998 yılları basımları için ayrı ayrı yapılacak ve sonuçlar karşılaştırılacaktır.

20 katlı bir binada daha az katlı binaların geleneksel sorunlarına ek sorunlar vardır. Bu ek sorunların en önemlilerinden biri de, bu nitelikteki yapılarda rüzgar, deprem, vb. yatay yük ve etkilerin en az düşey yük ve etkiler kadar, hatta kat sayısı arttıkça onlardan daha çok zorlayıcı olmalarıdır.

1.3. Binanın Tanımı

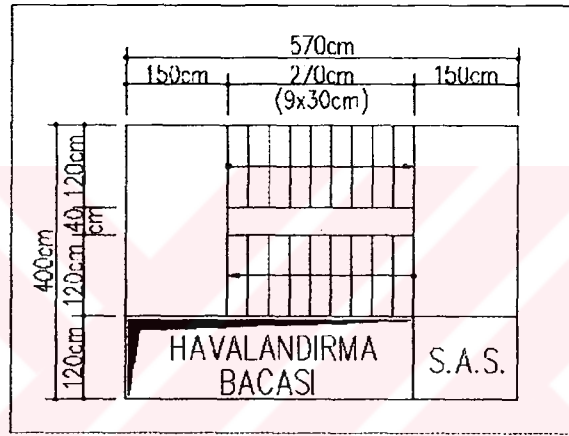
Bina iş merkezi olarak tasarlanmıştır. Binanın 3 boyutlu görünüşü Şekil 1.1'de gösterilmiştir. İş yeri binalarında en az iki yangın merdiveni bulunmalıdır. Yangın merdiveni ile ilgili koşullar aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 1.1 Binanın 3 boyutlu görünüşü

1.3.1. Yangın Merdiveni Hesabı

Tamamen bina içindeki yangın merdivenlerinin kovalarında, daima açık kalacak havalandırma bacaları tesis edilerek kaçak dumandan korunma sağlanmalıdır. Yangın merdivenlerine, yangına en az 30 dakika dayanıklı ve alev kesici, kaçış yönünde açılan ve kendi kendine kapanan kapılar aracılığıyla ulaşılması gerekir. Yangın merdivenlerine bir Yangın Güvenlik Hacmi'nden (S.A.S) geçerek girilmesi tercih edilmeli ve bu sistem topluma açık binaların iç konumlu yangın merdivenleri için zorunludur (Şekil 1.2) [3].



Şekil 1.2 Yangın merdiveni

a) Merdiven Genişliği

Merdiven genişliği hesabında denklem (1.1) kullanılır

$$b_m = \chi * N / n > b_{min} \quad (1.1)$$

Bu denklemde b_m ; merdiven genişliği, χ ; inişte 1,25 cm/kişi, çıkışta 2 cm/kişi olarak alınan bir katsayı, n ; kattaki merdiven sayısı olarak hesaplanır. N ; o kattan tahliyesi gerekli kişi sayısı, denklem (1.2)'de gösterilmiştir.

b_{min} = Konutlarda 80cm, topluma açık yapılarda 120 cm.

$$N = N_1 + (A - A_1) / a_m \quad (1.2)$$

A; kat alanı, A_1 ; aynı kattaki toplantı hacimleri alanı, N_1 ; toplantı hacimleri istiap hacmi, a_m ; bir kişinin olağan kullanma alanı olarak verilmiştir. $A=676 \text{ m}^2$, $A_1=50 \text{ m}^2$, $N_1= 20$ kişi, $a= 4 \text{ m}^2$, $n_m=2$ adet, $\chi=1.25 \text{ cm/kişi}$ olarak belirlenmiştir. Kattan tahliyesi gerekli kişi sayısı denklem (1.1), merdiven genişliği ise denklem (1.1) kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$N=20+(676 - 50) / 4 = 176.5 \cong 177 \text{ kişi}$$

$$b_m=1.25 * 177 / 2 = 110.63 < b_{\min}=120 \text{ cm}$$

$b_m=120 \text{ cm}$ olarak alınmıştır.

b) Merdiven Yüksekliği ve Sahanlıklar Arası Kot Farkı

Merdiven boşluğu yüksekliği, basamak üzerinden tavana serbest olarak en az 200 cm olmalıdır. Sahanlıklar arası kot farkı en çok 3.70 m olmalıdır. Tezde 3.50 m olarak seçilmiştir.

c) Basamak Boyutları

Basamak genişlikleri ortalama 28 cm' den az ve basamak yüksekliği 18 cm'den çok olamaz. Dönüşlerde, dar kenarlarda basamak genişliği 20 cm'nin altına inemez.

Seçilen basamak boyutları 30 cm * 18 cm' dir.

d) Merdiven Kapıları

Yangın merdiveni kapılarının genişliği konut ve bürolarda en az 80 cm, topluma açık yapılarda en az 120 cm olacaktır.

Kapı kanatları kaçış yönüne açılacak bir mekanizma ile kendiliğinden kapanacak ve duman sızdırmaz olacaktır. Kapılarda eşik olmayacaktır. Ayrı bir kaçış yolu bulunmayan binalarda turnike ve tamburlu dönme kapılar yapılamaz

1.4. Statik Sistemin Tanımı

1.4.1. Çok Katlı Binaların Stabilitesi

Çok katlı binalarda doğramalar ve genellikle gevrek nitelikli dolgu duvarların kırılma ve çatlamalarının önlenmesi, binanın içinde yaşayanlar yönünden saptanmış koşullar altında kullanılabilirliğinin korunması bakımlarından taşıyıcı sistemin yatay yer ve şekil değiştirmelerinin belirli sınır değerleri aşmamaları sağlanmalıdır. Genellikle kabul edilen üst sınırlar, binanın toplam yatay yer değiştirmesinin bina toplam yüksekliğinin 500’de birinden

$$\Sigma \delta_x \leq \Sigma h_i / 500 = H_N / 500 \quad (1.3)$$

ve herhangi bir katın şekil değiştirmesinden ileri gelen o kata ait yatay yer değiştirmesinin de kat yüksekliğinin 500’de birinden küçük tutulmasıdır.

$$\delta_{ix} \leq h_i / 500 \quad (1.4)$$

Ayrıca binanın toplam yatay yer değiştirmesi, olasılığı 10 yılda bir mertebesinde olan rüzgar etkileri altında 20 cm’den

$$\Sigma \delta_{i,w10} \leq 20 \text{ cm} \quad (1.5)$$

ve olasılığı 100 yılda bir mertebesinde olan rüzgar etkileri altında 50 cm’den az olmamalıdır.

$$\Sigma \delta_{i,w100} \leq 50 \text{ cm} \quad (1.6)$$

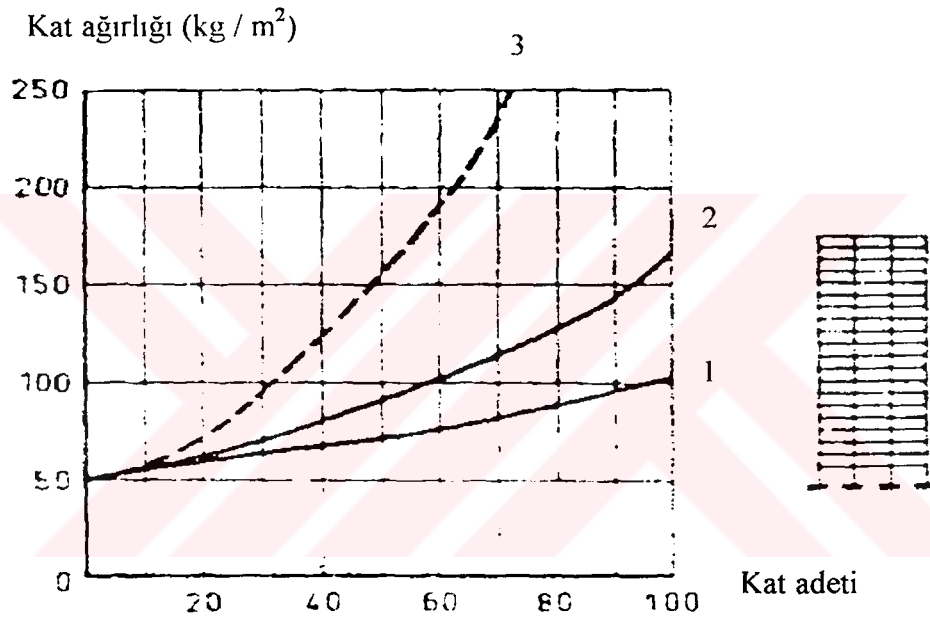
Yatay yer ve şekil değiştirmelerin bu bağlayıcı üst sınırları yanında, yatay etkilerin güvenli bir şekilde taşınarak zemine iletilmesi, binanın tümsel stabilitesinin korunması ve dinamik etkilerin göz önüne alınması gereklidir.

Bu koşulları sağlamak üzere düzenlenen taşıyıcı sistemin iç kuruluşu ne olursa olsun, binanın yatay etkiler altındaki genel davranışı, tabanında zemine ankastre bir düşey konsol kiriş niteliğindedir. Yapının tümsel stabilite sorunu, bu konsol sistemin

devrilmemesinin sağlanması olup öncelikle temel ve zeminle ilgilidir. Ancak yüklerin temel düzeyine uygun bir biçimde aktarılmasını sağlayan taşıyıcı sistemlerin olumlu etkileri de söz konusu olur[4].

1.4.2. Taşıyıcı Sistemin Belirlenmesi

Yatay yüklerin etkinliği bina yüksekliği arttıkça üstel bir fonksiyon gidişindedir. Geleneksel sistemli çelik yüksek yapılarda taşıyıcı sistem m^2 ağırlıklarını veren diyagram (Şekil 1.3) taşıyıcı sistemlerin seçimini kavramamızı sağlar[4].



Şekil 1.3 Çelik yüksek binalarda sistem m^2 ağırlığı

- 1)Yalnız düşey yüklerden ileri gelen
- 2)Düşey+yatay yüklerden ileri gelen kafes-tüp sistemler
- 3) Düşey+yatay yüklerden ileri gelen çerçeve sistemler

Çok katlı binalarda bina kat sayısına göre, alçaktan yükseğe doğru izleyen taşıyıcı sistemlerden biri kullanılmaktadır; geleneksel rijit çerçeveli sistem, düşey dolu ya da perdeli sistemler, çekirdekli sistemler , çerçeveli tüp, iç içe tüp, bölmeli tüp sistemler ve kafes bağlı tüp sistemlerdir.

Merdivenler, asansör boşlukları, tesisat bacaları çevrelerinde toplanan ayrı düzlemlerdeki perdelerin birleşmesinden oluşan taşıyıcı sistemlere çekirdek adı verilmektedir.

Sistem Şekil 1.1'deki gibi düzenlenerek yapıya gelen yatay etkilerin çoğunun çekirdekçe aktarılmasına ve kolonlara ise sadece düşey yük etkilerinin gelmesine çalışılmıştır. Böylece elde edilebilen narin kolonlarla, güncel mimari ve dış görünüş anlayışına uygun hafif cepheler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Planda döşeme geometrik merkezi ile çekirdek eylemsizlik merkezinin çakıştırılmasına çalışılmıştır.

$$I_x = 38081.33 \text{ m}^4$$

$$I_y = 38081.33 \text{ m}^4$$

Geometri merkezi : $X_g = 13.63 \text{ m}$, : $Y_g = 13.61 \text{ m}$

Yüzde beşten çok aykırılıklar, özellikle tek çekirdekli sistemlerde yapı burulması nedeniyle kolonlara önemli yatay etkiler getirdiğinden sakıncalıdır.

1.5. Analiz Programının Tanımı

Yapı SAP2000 (STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM) ile sonlu çubuk elemanlardan oluşan bir model olarak tasarlanıp çözülerek gerekli kesit tesirleri bulunduktan sonra boyutlandırma yapılmıştır.

Kullanılan SAP2000 programında elemanların kesit tesirleri (moment, kesme kuvveti ve normal kuvvet), aynı zamanda düğüm nokta deplasmanları ve dönmeleri takip edilmekte böylece sistemin yeterliliğine karar verilmektedir.

2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

2.1. Depreme Karşı Güvenlik

Bir yapının tasarımı ve boyutlandırılması genel olarak göçme durumunda yeterli güvenliğin sağlanması ve kullanma durumunda kararlılık, çatlama ve yer değiştirme gibi koşulların yerine getirilmesi olarak tanımlanabilir. Tasarımda yeterli güvenliğin sağlanması için yapının taşıyabileceği yükün taşınması beklenenden büyük olması sağlanmalıdır. Güvenliğin sağlanmasında yapının bütünlüğüne veya kararlılığına olumsuz yönde etki edecek göçme biçimlerinin ortaya çıkmaması için önlem alınır. Ancak depreme dayanıklı tasarım ve boyutlamada düşey yükler altındakinden daha büyük belirsizlikler vardır. Bu belirsizlikler, etkimesi beklenen yükler yanında, yapı elemanlarının ve birleşim yerlerinin sünekliğini büyük ölçüde etkileyen davranışlarının belirlenmesinde ve taşıma güçlerinin bulunmasında ortaya çıkar. Bu nedenle yapının ömrü boyunca etki altında kalması söz konusu olabilecek deprem yüklerine güvenle karşı koyabilmesi, sağlamlığı kesin olarak belirlenebilecek bir özellik değildir. Yüklerin ve dayanım özelliklerinin istatistiksel değerlerine bağlı olarak istatistiksel olarak belirlenebilir.

Bir yapının sabit yük, faydalı yük, sıcaklık etkisi gibi etkilere maruz kalma sıklığı ile karşılaştırıldığında depremin çok daha seyrek olduğu görülür. Depreme dayanıklı yapı tasarımında tüm dünyada uygulanan ilke, yapının sık ve küçük şiddetteki depremleri elastik sınırlar içinde kalarak; orta şiddetteki depremleri elastik sınırların ötesinde, fakat taşıyıcı sistemde kolayca onarılabilecek önemsiz hasarlarla; çok seyrek şiddetli depremleri, büyük hasarla fakat taşıyıcı sistemi tamamen göçmeden, can kaybı olmaksızın karşılayabilmesidir. Bu anlayışla boyutlandırılan yapılarda deprem ivmesi, şiddetli bir depremde yapıya etki edebilecek değerin oldukça altında ($1/2-1/10$ gibi) bir değer olarak kullanılır.

Depreme karşı güvenliğin sağlanmasında önce taşıyıcı sistemin tasarımının özenli yapılması önemlidir. İyi bir tasarımda taşıyıcı sistemin çözümlemede göz önüne alınan davranış şekli ile deprem altındaki birbirine yakın olur. Bu amaçla tasarımda aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi uygundur [5]:

1)Geometri:

Yapılan yapı ne kadar basit düzenlenmişse, depreme dayanıklılığının bu derece yüksek olduğu belirlenmiştir. Basit ve düzenli yapıların yapımı da kolaydır ve yapımda hata yapma olasılığı azdır. Bu tür yapıların depremdeki davranışını tahmin etmek ve buna göre çözümleme yapmak daha kolaydır. Karmaşık ve düzensiz yapıları modellemek ve ek olarak ortaya çıkan burulma etkisini göz önüne almak daha uzun işlemler gerektirir. Bu nedenlerle yapının iki doğrultuda simetriye sahip olması istenir. Tezde düzenlenen binada simetriklik sağlanmaya çalışılmıştır.

2)Süreklilik:

Taşıyıcı sistemde plan ve düşeyde bulunan elemanlarının düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi önemlidir. Kolon ve kirişlerin planda düzgün dağılması, sistemin belirli bölgelerinin aşırı biçimde zorlanmasını önler. Bütün kolon ve ona mesnetlenen kirişlerin eksenleri arasındaki dışmerkezlikten kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistemde süreklilik ile elemanların birbirine yardım etmesi sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi artırılmış olur. Bina sisteminde süreksizliklerden kaçınılmıştır.

3)Rijitlik ve dayanım:

Yapı elemanlarının rijitliğini uygun seçerek; titreşim periyodunu belirli bir aralığa getirerek deprem etkilerini küçültmek mümkündür. Bunun için spektrum eğrisinde bölgenin hakim periyodu ile yapınınkini uzak tutarak rezonans olayı önlenmelidir.

3)Göçme modu:

Deprem etkisine karşı boyutlamada kesitler öngörülen etkilere karşı koyacak şekilde boyutlandırılırken, özellikle düşey taşıyıcıların dayanımlarını kaybederek tüm sistemin göçmesinden veya burkulma gibi ani göçmeden uzak kalınmak istenir.

Genel olarak kolon yerine kirişlerde mafsallı olarak göçmenin ortaya çıkması tercih edilir.

4)Süneklik:

Taşıyıcı sistemin veya elemanların sünekliği, işaret değiştiren ve sistemi elastik sınırın ötesinde zorlayan etkiler altında enerji yutma sonucunu doğurduğundan, sadece dinamik yükler etkisinde önem kazanır. Seyrek meydana gelecek şiddetli deprem etkisini, yapının elastik davranışının üzerinde şekil değiştirerek karşılaması öngörülür. Yapının elastik sınırı geçip, sünerek kesit zorlarında önemli artmalar olmadan şekil değiştirme yapması istenir. Bu yolla depremin dinamik etkisi ısı enerjisine dönüşerek yutulmakta ve sönümlenmektedir. Sünme bölgesinin uzun olması, şekil değiştirmeleri bunun yanında sönümü artırır. Böyle yapılara sünek yapılar denir. Süneklik tanımı Şekil 2.1'e uygun olarak denklem (2.1) 'deki tanımlanabilir. Süneklik göçme sırasında büyük ve elastik olmayan şekil değiştirmelerin ortaya çıkması olarak görülebilir.

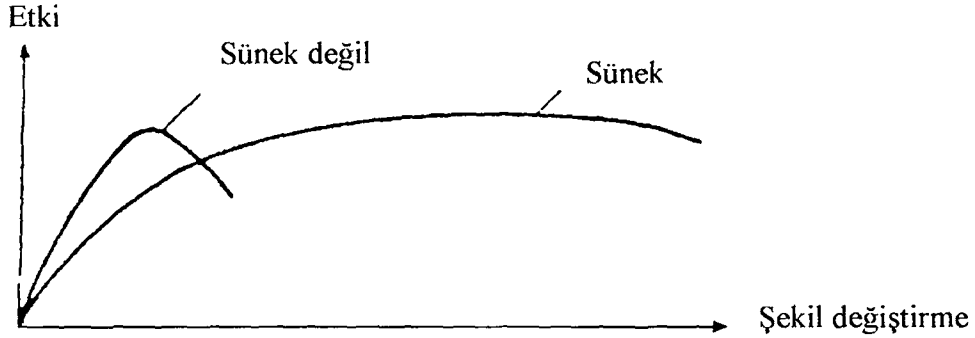
$$\mu = \delta_{\max} / \delta_{\text{elastik}} \quad (2.1)$$



Şekil 2.1 Elasto-plastik etki şekil değiştirme bağıntısı

Bir yapı sünekse, deprem sırasında zeminden yapıya iletilen enerjinin büyük bir kısmı, elastik sınırın ötesindeki büyük genlikli titreşimler yapının dayanımını önemli bir kayba uğratmadan yutulur. Gerçek malzeme, Şekil 2.1'de verilen ideal elasto-plastik davranıştan daha çok Şekil 2.2' de verilen iki eğri arasındaki bir davranıştır. Süneklik sayesinde, yüklemenin aşırı artmasında akmaya ulaşan kesitlerde plastik şekil değiştirmelerle enerji alınırken, iç kuvvetlerin daha az zorlanan kesitlere

dağılması sağlanır. İyi düzenlenmiş sünek bir taşıyıcı sistemde deprem enerjisi, kontrollü hasarla, göçmeden uzak kalınarak karşılanmış olur [5].



Şekil 2.2 Sünek ve sünek olmayan etki-şekil değiştirme bağıntısı

2.2. 1998 Yılı Yönetmeliği

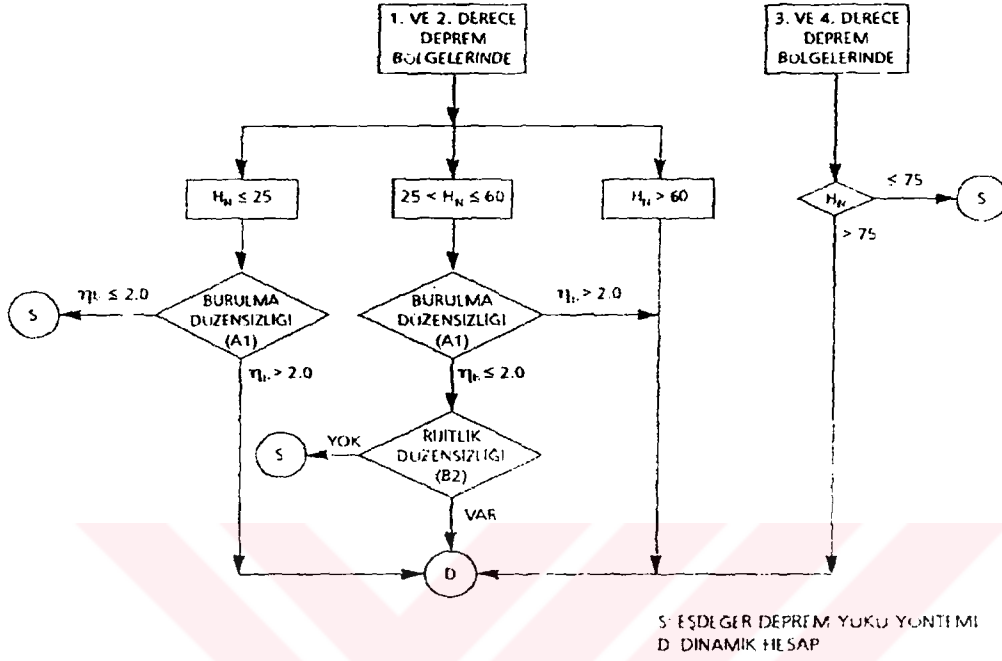
2.2.1. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

Yapıların taşıyıcı sisteminin, düşey yükler yanında, deprem etkisini de güvenlikle karşılaması beklenir. Bu etki genel olarak dinamik karakterde ve değişik yönlerde etkili olmasına rağmen, pek çok durumda eşdeğer statik yüklere indirgenerek göz önüne alınır. 1998 yılı yönetmeliğinde de, uygulamada karşılaşılan yapıların büyük çoğunluğu için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanılmasına izin verilmektedir. Deprem etkisinin önemli olduğu yüksek yapılarda ise, davranış Yapı Dinamiği'nin ilkelerini kullanarak daha ayrıntılı belirlenmelidir. Hesap yönteminin seçilmesi ile ilgili koşullar Şekil 2.3'teki akış diyagramı üzerinde gösterilmiştir[1].

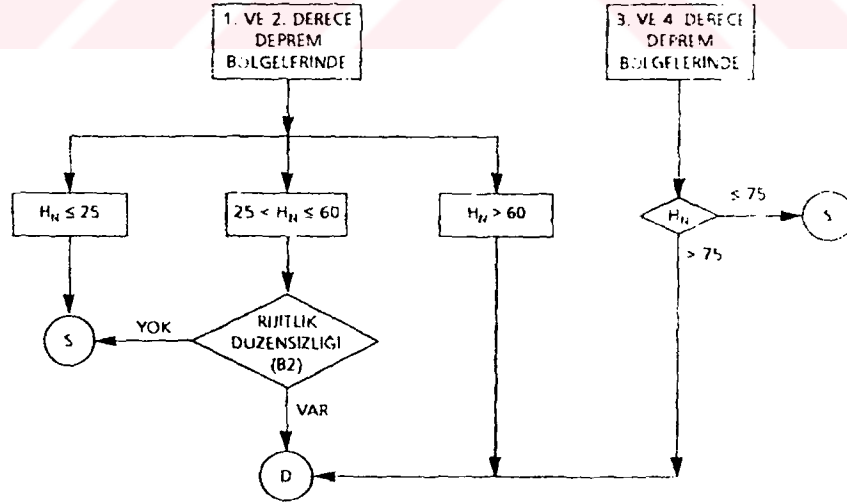
Şekil 2.3'te görüldüğü gibi, 1. ve 2. Derece deprem bölgeleri için hesap yönteminin seçilmesinde, toplam yapı yüksekliği (H_N) ile birlikte bazı düzensizlik durumları da belirleyici etken olmaktadır. Yeni yönetmelikte depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar ayrıntılı bir biçimde yer almaktadır.

Çeşitli örnekler üzerinde yapılan incelemeler, η_b ile gösterilen burulma düzensizliği değerinin 2.00'den daha büyük olma olasılığının pek zayıf bir olasılık olduğunu göstermiştir. Bu durumda, uygulama açısından geçerli olan, yöntem seçimi akış diyagramı basitleşir ve Şekil 2.4'te gösterilen biçimi alır[1]. Yeni yönetmelik,

deprem etkisinin daha rahat karşılanması bakımından, yapıda düzgün taşıyıcı sistem seçimini özendirici ve tersini caydırıcı hükümlere sahiptir. Belirtilen düzensizliklerden en az birinin bulunduğu binalar düzensiz olarak sınıflandırılır [4].



Şekil 2.3 Hesap yönteminin seçilmesi



Şekil 2.4 Uygulamada hesap yönteminin seçilmesi

Eklerde Tablo A.1’de açıklandığı üzere; döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda burulma düzensizliği (2.2a) ve (2.2b), komşu katlar arası dayanım düzensizliği (2.3a) ve (2.3b), komşu katlar arası rijitlik düzensizliği ise (2.4) denklemleri ile hesaplanır [6].

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 * [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (2.2a)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2 \quad (2.2b)$$

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_c)_i / (\Sigma A_c)_{i+1} < 0.80 \quad (2.3a)$$

$$\Sigma A_c = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k \quad (2.3b)$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (2.4)$$

Tablo A.1’de tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve Tablo A.1’de A1 başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb. rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise Tablo A.1’de B1 ve B2 başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta zayıf kat veya yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

1) Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumu’nun yerçekimi ivmesi g ’ye bölünmesine karşı gelen Spektal İvme Katsayısı, $A(T)$, denklem (2.5) ile verilmiştir.

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

Deprem yükleri belirlenirken her 200-250 yılda bir meydana gelebilecek depremin etkileri göz önüne alınarak, dört bölgeye ayrılmıştır. Birinci bölge tehlikesi en çok olan kısımları gösterirken, dördüncü bölge tehlikesi en düşük olan yerleri kapsar.

Yönetmelikte Etkin Yer İvmesi Katsayısı olan A_0 dört deprem bölgesi için değerleri 0.1 ile 0.4 arasında değişecek şekilde Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

I, Bina Önem Katsayısı binaları kullanım amacına veya türlerine göre dört gruba ayırarak 1.0 ile 1.5 arasında olacak şekilde eklerde Tablo A.2’de verilmiştir. Depremden hemen sonra kullanılması gereken yapılar ve insanların çok yığıldığı yapılarda depremin doğuracağı zarar daha büyük olacağı için bu katsayı büyük tutulmuştur.

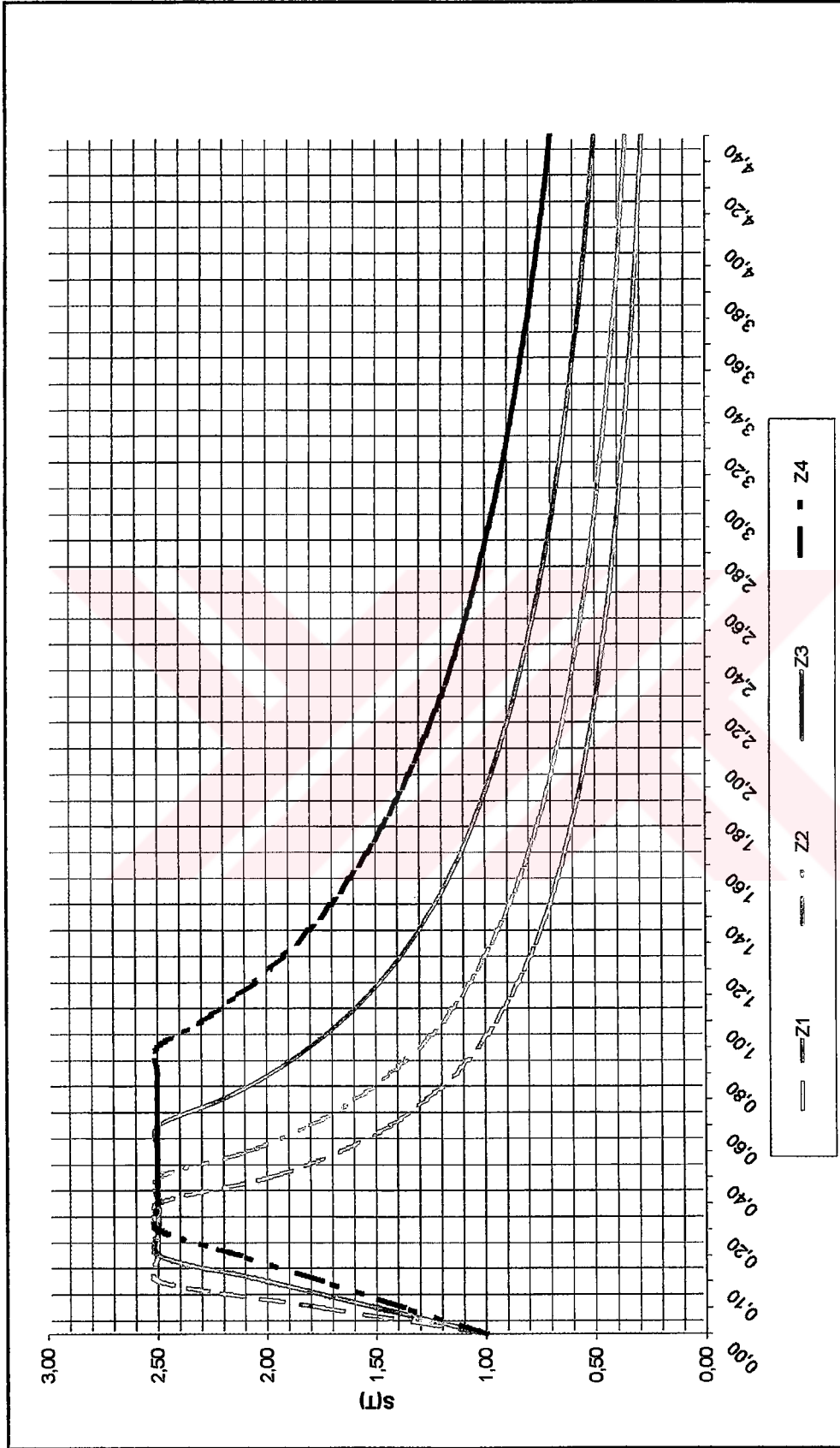
$S(T)$, Spektrum Katsayısı Şekil 2.5 ve Tablo 2.2’de gösterilen biçimde verilmiştir. $S(T)$, T titreşim periyoduna bağlı olarak denklem (2.6) ile hesaplanacaktır.

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

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

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

Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B yerel zemin koşullarına bağlı olarak Tablo 2.3’de gösterildiği gibi belirlenecek ve yerel zemin sınıflarının seçilmesine ait şartlar, eklerde Tablo A.3 ve Tablo A.4’te verilmiştir.



Şekil 2.5: Spektrum eğrisi

Tablo 2.2 Spektrum Eğrisi Değerleri

	Z1	Z2	Z3	Z4
TA	0,10	0,15	0,15	0,20
TB	0,30	0,40	0,60	0,90
0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,05	1,75	1,50	1,50	1,38
0,10	2,50	2,00	2,00	1,75
0,15	2,50	2,50	2,50	2,13
0,20	2,50	2,50	2,50	2,50
0,30	2,50	2,50	2,50	2,50
0,40	1,99	2,50	2,50	2,50
0,50	1,66	2,09	2,50	2,50
0,60	1,44	1,81	2,50	2,50
0,70	1,27	1,60	2,21	2,50
0,80	1,14	1,44	1,99	2,50
0,90	1,04	1,31	1,81	2,50
1,00	0,95	1,20	1,66	2,30
1,10	0,88	1,11	1,54	2,13
1,20	0,82	1,04	1,44	1,99
1,30	0,77	0,97	1,35	1,86
1,40	0,73	0,92	1,27	1,76
1,50	0,69	0,87	1,20	1,66
1,60	0,66	0,82	1,14	1,58
1,70	0,62	0,79	1,09	1,50
1,80	0,60	0,75	1,04	1,44
1,90	0,57	0,72	0,99	1,38
2,00	0,55	0,69	0,95	1,32
2,10	0,53	0,66	0,92	1,27
2,20	0,51	0,64	0,88	1,22
2,30	0,49	0,62	0,85	1,18
2,40	0,47	0,60	0,82	1,14
2,50	0,46	0,58	0,80	1,10
2,60	0,44	0,56	0,77	1,07
2,70	0,43	0,54	0,75	1,04
2,80	0,42	0,53	0,73	1,01
2,90	0,41	0,51	0,71	0,98
3,00	0,40	0,50	0,69	0,95
3,10	0,39	0,49	0,67	0,93
3,20	0,38	0,47	0,66	0,91
3,30	0,37	0,46	0,64	0,88
3,40	0,36	0,45	0,62	0,86
3,50	0,35	0,44	0,61	0,84
3,60	0,34	0,43	0,60	0,82
3,70	0,34	0,42	0,58	0,81
3,80	0,33	0,41	0,57	0,79
3,90	0,32	0,40	0,56	0,77
4,00	0,31	0,40	0,55	0,76
4,10	0,31	0,39	0,54	0,74
4,20	0,30	0,38	0,53	0,73
4,30	0,30	0,37	0,52	0,72
4,40	0,29	0,37	0,51	0,70

Tablo 2.3 Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A, T_B)

Tablo 2.6'ya 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

2) Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını da göz önüne almak üzere elastik deprem yükleri Deprem Yüğü Azaltma katsayısına bölünecektir. Bu katsayı $R_a(T)$, taşıyıcı sistemin süneklik düzeyi yüksek ya da normal olması durumuna göre belirlenen Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak denklem (2.7) ile belirlenecektir. Yapılan incelemelerden, sünek yapılar için R 'nin büyük değerler aldığı ve dolayısıyla eşdeğer statik yüklerin küçük olması sağlandığı görülür. R katsayısının seçilmesi ile ilgili koşullar, eklerde Tablo A.5 ile verilmiştir. Taşıyıcı sistemlerin sünek olmaları ölçüsünde, göçmeye erişmeden deprem enerjisini yutabilmesinin etkisi, R katsayısı ile eşdeğer statik yüklere yansıtılmıştır [6].

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

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (2.7b)$$

Yönetmelikte en önemli kavramlardan biri olan süneklik kavramı üzerinde oldukça durulmuş ve taşıyıcı sistemin süneklik düzeylerini ve yapının belirli süneklik sınırı altına düşmemesi için bazı kısıtlamalar getirilmiştir.

3) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti) V_1 , denklem (2.8) ile hesaplanır. Deprem

yüklemesinin bir dinamik etki olduğu düşünülürse, kütle ile ivmenin çarpımından oluşan bir D'Alembert kuvveti olarak yazılabileceği kabul edilir.

$$V_t = W * A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 * A_0 * I * W \quad (2.8)$$

A_0 , maksimum deprem ivmesinin yerçekimi ivmesine oranı olarak belirtilebilir.

Tablo2.4 Deprem bölge katsayısı A_0 , $R=8$ için A_0 / R ve bu bölgelerde beklenen en büyük ivme değerleri

Deprem bölgesi	1	2	3	4
A_0	0.40	0.30	0.20	0.10
A_0/R	0.05	0.04	0.03	0.01
Beklenen en büyük deprem şiddeti	IX ve daha büyük	VIII	VII	VI
$\ddot{v}_{g \max} / g$	0.53 ve daha büyük	0.52	0.23	0.10

Bu tabloda verilen A_0/R değerleri ile beklenen maksimum deprem ivmesinin yerçekimi ivmesine olan oranı karşılaştırılırsa, önemli fark görülür. Bu fark, eşdeğer statik yükler altında çözüm, taşıyıcı sistemin elastik davrandığı kabul edilerek yapılırken, taşıyıcı sistemin göçme yükünün daha gerçekçi olarak elasto-plastik davranış kabulü ile bulunması gerektiğinden kaynaklanmaktadır. Buna göre, taşıyıcı sistemin $A_0 * g/R$ maksimum deprem ivmesi altında elastik davranışı ile, $\ddot{v}_{g \max}$ maksimum deprem ivmesi altındaki elasto-plastik davranışı yaklaşık olarak eşdeğer kabul edilmiş bulunmaktadır. Bu kabulün temelinde taşıyıcı sistemin elastik çözümünün, elasto-plastik çözümünden çok daha kolay elde edilebileceği bulunmaktadır. Elasto-plastik davranış altında, yapı elastik davranışa göre büyük taşıma kapasitesine sahip olduğu için genellikle $A_0 < \ddot{v}_{g \max} / g$ olması doğaldır.

Eğer süneklik için gerekli koşullar sağlanmışsa, elasto-plastik kapasite, elastik olanın 5 ~ 10 katına çıkabilir. Ayrıca elasto-plastik davranışta yutulan enerji, yapının daha

büyük deprem ivmelerine karşı koymalarını sağlar. Deprem bölge katsayısı belirlenirken bir yapının ekonomik ömrünün 60 ~ 70 yıl olduğu kabul edilmiş ve bu sürede söz konusu bölgede beklenen en şiddetli deprem göz önüne alınmıştır [5].

w_i kat ağırlıkları denklem (2.9) 'de gösterilmiştir.

$$w_i = g_i + n * q_i \quad (2.9)$$

Bina toplam ağırlığı ise denklem (2.10) 'la belirlenir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.10)$$

Bu denklemde n hareketli yük katılım katsayısıdır. Hesaba esas olan depremin meydana gelmesi ile bütün katlarda tam hareketli yükün bulunmasının beraberce ortaya çıkması olasılığının çok küçük olacağı düşünülerek, n gibi bir hareketli yük azaltma katsayısı Tablo 2.5'deki gibi öngörülmüştür. Bu katsayı yapıda, statik hesaplara esas olan hareketli yükün bulunma olasılığı ile artmaktadır [5].

Tablo 2.5 Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

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

Toplam eşdeğer deprem yükü, Bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak denklem (2.11) ile hesaplanmıştır.

$$V_1 = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.11)$$

Yeni yönetmelikte bina yüksekliği, $H_N > 25m$ halinde binanın N 'inci katına etkiyen ek

eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'nin değeri denklem (2.12) ile hesaplanacaktır. ΔF_N yapının en üst katına ek olarak uygulanacak yatay yük olup, yüksek yapılarda birinci mod yanında etkili olabilecek yüksek modların katkısını hesaba katmak içindir. $H_N \leq 25m$ için ise $\Delta F_N = 0$ alınır.

$$\Delta F_N = 0.07 * T_1 * V_t \leq 0.2 * V_t \quad (2.12)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N' inci kat dahil olmak üzere bina katlarına Denk. (2.13) ile dağılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) * (w_i * H_i) / \left[\sum_{j=1}^N (w_j * H_j) \right] \quad (2.13)$$

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız statik yer değiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her katta belirlenen eşdeğer deprem yükleri kat kütle merkezine ve ayrıca ek dışmerkezlik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, kaydırılmış kütle merkezleri'ne tekil yatay yükler olarak uygulanacaktır. Bulunan bu F_i kat yatay yüklerinin, kat kütle merkezine etkidiği kabul edildiğinden; katlar, deprem etkisi altında bir öteleme yer değiştirmesi yanında kata etkiyen burulma momenti sonucu bir dönme yer değiştirmesi yaparlar. Bu ise kiriş ve kolonlarda ilave eğilme momentlerinin doğmasına neden olur. Yönetmelik yapının her iki doğrultuda kütle merkezi ile rijitlik merkezleri arasındaki dışmerkezliğe yatay yük doğrultusuna dik doğrultudaki en büyük plan boyutunun %5'i eklenerek bulunacak burulma momentine göre irdelenmesini öngörüyor. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin göz önüne alınan deprem doğrultusundaki kat boyutunun + %5'i ve - %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır. Böylece, deprem durumunda düzgün olmayan kütle dağılımından doğacak olan burulma momenti de hesaba katılmış olmaktadır. Bu durumda statik hesabın, yapının taşıyıcı sisteminin meydana gelebilecek değişik kütle dağılımlarını da içermek amacıyla, her zaman burulma etkisini göz önüne alarak yapılması gerekmektedir [6].

Eklerde Tablo A.1 ile tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yer değiştirme bileşeni hesapta göz önüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır.

Binanın herhangi bir i'inci katında Tablo A.1'de tanımlanan A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşuluyla, yukarıdaki tanımlara göre bu kata uygulanan $\pm \%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için denklem (2.14)'te verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = (\eta_{bi} / 1.2)^2 \quad (2.14)$$

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda binaların birinci doğal titreşim periyodunun Rayleigh Oranı ile bulunması öngörülmüştür. Ancak, birinci ve ikinci deprem bölgelerinde $H_N \leq 25m$ sağlayan binaları, üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde ise Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulandığı tüm binalarda birinci doğal titreşim periyodunun denklem (2.15)'teki yaklaşık yöntemle hesaplanmasına izin verilmiştir. Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde $H_N > 25m$ olması halinde Rayleigh Oranı'nın kullanılması zorunlu tutulmuştur.

$$T_1 \cong T_{1A} = C_1 * H_N^{3/4} \quad (2.15)$$

C_1 değeri bina taşıyıcı sisteme bağlı olarak hesaplanacaktır.

4) Dinamik Analiz

Bu yöntemde de yer hareketi doğrultusundaki yatay kuvvetler hesap edilir. Ancak statik hesap yöntemlerinden en önemli farkı, toplam yatay kuvveti ve bunların düşey doğrultudaki yayılışının daha doğru yöntemle hesaplanmasındadır. Yatay kuvvetlerin şiddeti de yapının serbest titreşim moduna bağlıdır. Bunlar ise kütle ve rijitliğin yükseklik boyunca dağılımından hesap edilir. Dinamik hesap için, taşıyıcı sistemi temsil edecek bir model kurulur. Bu modelde, kütle kat seviyelerinde toplanarak,

katların sadece öteleme yer değiştirmesi yapabileceği kabul edilebileceği gibi düğüm noktasında dönme serbestlik derecesi de öngörülebilir.

a) Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntem yeni yönetmelikte bulunan iki dinamik analiz yönteminden biridir. Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesinden elde edilir.

Herhangi bir r ' inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrumu ordinatı denklem (2.16) ile ya da elastik tasarım ivme spektrumu eğrisi kullanılarak hesaplanabilir.

$$S_{pa}(T_r) = A(T_r) * g / R_a(T_r) \quad (2.16)$$

Döşemenin yatay düzlemde rijit diafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta aşağıda tanımlanan kaydırılmış kütle merkezlerinin her birinde, birbirine dik iki doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi göz önüne alınacaktır. Kat kütleleri, her katın kütle merkezinde ve ayrıca ek dış merkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile, kaydırılmış kütle merkezlerinde tanımlanacaktır. Ancak herhangi bir i 'inci katın kütle eylemsizlik momenti, m_{0i} , kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafında hesaplanacaktır.

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin %5'inden büyük olan titreşim modları göz önüne alınacaktır.

Yeni yönetmelikte mod katkılarının birleştirilmesi için uygulanacak kurallar belirtilmiştir. Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yer değiştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı

ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uyulması gereken kurallar :

$T_s < T_r$ olmak üzere, göz önüne alınan herhangi titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_s / T_r < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı uygulanabilir.

Yukarıdaki koşulun sağlanmaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (C.Q.C.) Kuralı uygulanacaktır [6].

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda mod katkılarının birleştirilmesi ile elde edilen bina toplam deprem yükü V_{UB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{UB} < \beta * V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, denklem (2.17)'ye göre hesaplanacak.

$$B_D = (\beta * V_t / V_{TB}) * B_B \quad (2.17)$$

b) Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

Özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, daha önce kaydedilen veya yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir.

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabında, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç kaydedilmiş veya benzeştirilmiş ivme kaydı kullanılacak ve bunlara göre elde edilen büyüklüklerin en elverişsiz olanları kullanılacaktır. Bu kurallar:

1. İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivmelerin zarfları $\pm 0.05g$ den az olmamak koşulu ile, yapının birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden kısa olmayacaktır.
2. Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerleri, bütün periyotlar için $A(T)$ spektral ivme katsayısı değerlerinin g ile çarpımının %90'ından az olmayacaktır.

5) Yer Değiştirmelerinin Sınırlandırılması, İkinci Mertebe Etkileri

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi, Δ_i , denklem (2.18)'e göre verilmiştir. Burada d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2.18)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i !inci katındaki kolon veya perdelerde görelî kat ötelemelerinin en büyük değeri, $(\Delta_i)_{\max}$, denklem (2.19)'da verilen koşullardan elverişsiz olanını sağlayacaktır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (2.19a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (2.19b)$$

Denklem (2.19)'da verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanmaması koşulunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Taşıyıcı sistem elamanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri aşağıdaki şekilde göz önüne alınabilir.

1. Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i 'nin denklem (2.20) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki çelik yapı yönetmeliklerine değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \left[(\Delta_i)_{\text{ort}} * \sum_{j=1}^N w_j \right] / [V_i * h_i] \leq 0.12 \quad (2.20)$$

2. Denklem (2.20)'un herhangi bir katta sağlanmaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

2.2.2. Çelik Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım

Depreme karşı davranışları bakımından, çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi normal sistemler olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır [6].

Emniyet gerilmeleri yöntemine göre yapılan kesit hesaplarında, birleşim ve ekler dışında, emniyet gerilmeleri için TS-648’de EİY yükleme durumunda izin verilen %15 artırım, deprem durumunda en fazla %33’e çıkarılabilir.

Taşıma gücü yöntemine göre yapılan kesit hesaplarında, deprem etkisini içeren yükleme durumları için TS-4561’deki yük katsayıları denklem (2.21)’deki şekilde değiştirilecektir:

$$1.0 G + 1.0 Q \pm 1.0 E \quad (2.21)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi durumunda ise denklem (2.22)’ye uyulacaktır

$$0.9 G \pm 1.0 E \quad (2.22)$$

Ayrıca, taşıma gücü yöntemiyle TS-4561’e göre yapılacak hesaplarda çelik akma sınırına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı 1.15, betonarme-çelik kompozit döşemelerde beton karakteristik basınç dayanımına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı ise 1.5 olarak alınacaktır.

1) Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler

Süneklik düzeyi yüksek sistemler aşağıdaki koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler, dışmerkez çelik perdelerden oluşan yatay yük taşıyıcı sistemler veya bu iki tür sistemin birleşiminden oluşan sistemler olabilir.

1.a) Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

Kesit hesapları TS-648’e göre emniyet gerilmeleri yöntemi ile yapılsa bile, tüm çerçeve elemanlarında başlık genişliği/kalınlığı ve gövde derinliği/kalınlığı oranları için TS-4561’de verilen koşullara uyulacaktır.

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

$$(M_{pa} + M_{pu}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (2.23)$$

Denklem (2.23), depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon plastikleşme momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri göz önüne alınacaktır. Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında denklem (2.23)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i'inci katında denklem (2.24)'in sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve / veya üstündeki bazı düğüm noktalarında denklem (2.23)'ün sağlanmamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.70 \quad (2.24)$$

Denklem (2.24)'ün sağlanması durumunda, $0.70 < \alpha_i < 1.00$ aralığında, denklem (2.23)'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1 / \alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır.

Herhangi bir katta denklem (2.24)'in sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler süneklik düzeyi normal çerçeve olarak göz önüne alınacak ve Tablo 2.1'e göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır.

Çerçevelerde ek ve birleşimler için aşağıdaki kurallar esas alınacaktır [6]:

Çerçevelerin kolon - kiriş birleşimlerinde kolon sürekli olacaktır. Kirişin kolon kesitinin başlığına bağlanması durumunda kolon gövdesi kiriş başlığı seviyesinde berkitme levhaları ile güçlendirilecektir.

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, eğilme aktaran birleşim ve eklerde kaba bulon kullanılmayacaktır. Ancak, öngermeli olarak kullanılan yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonları bu kısıtlamanın dışındadır. Yüksek dayanımlı bulonlar ISO 8.8 veya 10.9 kalitesinde olacaktır.

Kolon ekleri, kolon - kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin $1 / 4$ 'ü kadar uzakta yapılacaktır. Eklerin küt kaynak yapılması durumunda, kaynak ağzı açılacak ve derin penetrasyonlu kaynak kullanılacaktır.

Köşe kaynaklı ya da öngermesiz bulonlu kolon - kiriş birleşimlerinin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın taşıma gücünün 1.20 katından daha az olamaz. Diğer tür kolon - kiriş birleşimlerinde, birleşimin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın kendi taşıma gücünden hiçbir zaman daha az olamaz.

Kiriş ekleri, kolon - kiriş birleşim yerinden en az kiriş yüksekliği kadar uzakta yapılacaktır.

1.b) Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler

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

1)Örgü çubuklarının kolon - kiriş birleşim noktasına ya da iki örgü çubuğunun bir kiriş üzerindeki ortak birleşim noktasına göre dışmerkezliği, perde kolonları arasındaki açıklığın $1/5$ 'i ile $1/10$ 'u arasında seçilecektir. Dışmerkez örgü çubuklarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulmasının ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

2)Örgü çubuklarının kolonlara bağlandığı çaprazlı perdelerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılacaktır. Kolon gövdesine bağlantı yapılamaz.

3)Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.

4)Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

5)Örgü çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

2) Süneklik Düzeyi Normal Sistemler

2a) Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

Süneklik düzeyi normal çerçevelerde ek ve birleşimlerin hesabında, bulunan iç kuvvetlerin iki katı kullanılacaktır. Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için verilen ek ve birleşim kuralları 2. madde hariç olmak üzere, süneklik düzeyi normal çerçeveler için de geçerlidir.

2b) Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler; kolonlar, kirişler ve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir [6]:

1)Çaprazların sadece çekmeye çalışmak üzere hesaplanması durumunda, çapraz örgü çubuklarının narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır.

2)Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.

3)Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

4)Örgü çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

2.3. 1975 Yılı Yönetmeliği

2.3.1. Depreme Dayanıklı Yapılar İçin Hesap İlkeleri

1975 yılı yönetmeliğinde deprem etkilerine göre hesap bakımından yapılar genel hatlarıyla belirtilen taşıyıcı sistemi düzenli ve düzensiz olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Taşıyıcı sistemleri döşeme ya da kirişler ile düşey kolonlardan oluşan, kolon ve perdeleri sürekli olarak temele kadar inen yapılara düzenli yapılar denir. Bunun dışında kalan ve rijitlik ya da kütle yayılımı bakımından süreksizlikler gösteren yapılara düzensiz yapılar denir [7].

Eski yönetmelikte güvenilir bir dinamik çözümleme yapılmadıkça, taşıyıcı sistemi düzenli olan ve temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75m'yi geçmeyen her türlü binanın deprem hesabı statikçe eşdeğer yatay yükler kullanılarak yapılır. Ancak taşıyıcı sistemi düzensiz veya temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75m'yi geçen tüm binalarda güvenilir bir dinamik hesap yöntemi seçilmelidir. Böyle bir dinamik hesapta zemin ve yapının dinamik özellikleri ayrıntılarıyla göz önünde tutulur. Gerçek ya da idealleştirilmiş spektrumlara göre mod süperpozisyonu yöntemi ya da depreme davranışın zamana göre değişimini veren titreşim denkleminin integrasyonu vb. yöntemlerden biri ya da model deneyleri kullanılabilir. Ancak, dinamik hesap sonucunda bulunacak toplam yatay yükler 2.3.1'de bulunan değerlerin %70'inden küçük olamaz.

a) Toplam Yatay Yük Hesabı

Statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı

$$F = C * W \quad (2.25)$$

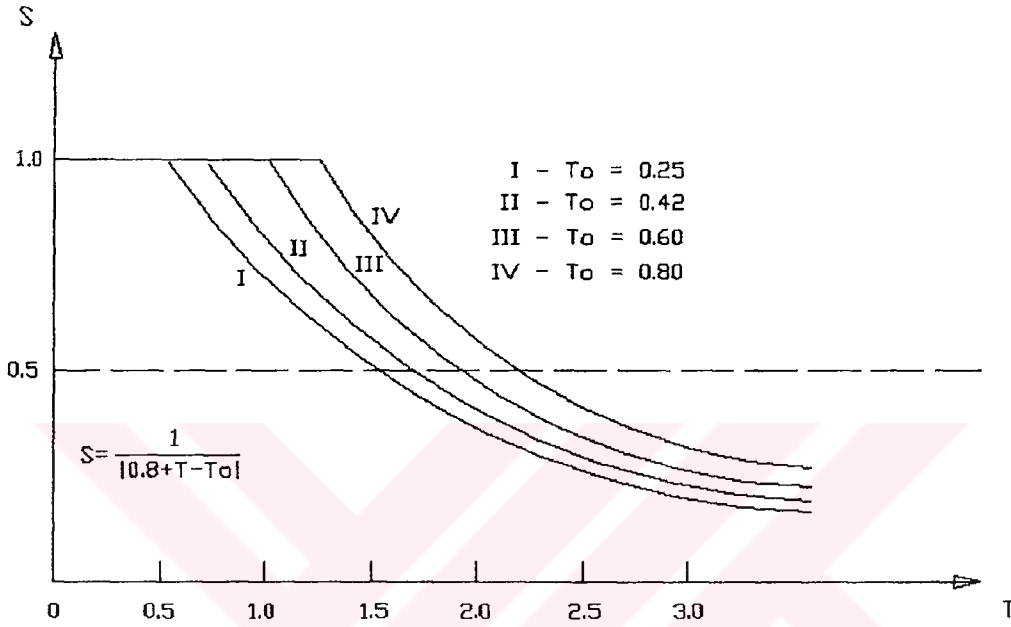
denklemleri ile hesaplanacaktır. Burada C deprem katsayısı olarak adlandırılmıştır.

$$C = C_0 * K * S * I \quad (2.26)$$

denklemleri ile saptanır. C_0 , K, S, I sırasıyla Deprem Bölge Katsayısı, Yapı Tipi Katsayısı, Spektrum Katsayısı, Yapı Önem Katsayısı'dır. C_0 , Toplam dört deprem

bölgesinde 0.1 ile 0.8 arasında değişmektedir. C deprem katsayısı hiçbir zaman $C_0/2$ den daha küçük alınmamalıdır. K değerleri eklerde Tablo A.6'dan elde edilecektir.

I, halkın az yığıldığı yapılarda 1.0, diğer durumlarda ise 1.5 olarak alınmaktadır. S, ise denklem (2.27)'deki gibi hesaplanmıştır.



Şekil 2.6 Spektrum Eğrisi

$$S = 1 / |0.8 + T - T_0| \quad (2.27)$$

Denklem (2.27)'de T, saniye cinsinden yapının birinci normal moduna ait doğal periyodu, T_0 zemin hakim periyodudur. Spektrum eğrisi Şekil 2.6'da gösterilmiştir.

Güvenilir varsayımlara dayanan deneysel ya da teorik ilkelere göre hesabı yapılmadıkça S katsayısının hesabında kullanılacak bina doğal periyodu

$$T = 0.09 * H_N / \sqrt{D} \quad (2.28)$$

$$T = (0.07 \sim 0.1) * N \quad (2.29)$$

yaklaşık denklemlerinden bulunan T değerinin elverişsiz olanı alınır. H_N , D, N, değerleri sırasıyla ,binanın temel üst kotundan ölçülen yüksekliği (m), yatay yükler

doğrultusuna paralel doğrultudaki bina genişliği (m), bina temel düzeyi üzerindeki kat adedidir. Büyük açıklıklı endüstri yapıları, sinema, spor tesisleri vb. yapılarla temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 35 m'yi geçen binalar ile, baca, kule yüksek hazne vb. yapılarda doğal periyot zemin ve yapıya ait özellikler dikkate alınarak güvenilir bir dinamik yöntem ile hesaplanmalıdır.

Toplam yatay yük hesaplanmasında kullanılacak olan W , toplam yapı ağırlığı

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (2.30)$$

olup W_i kat ağırlığı;

$$W_i = g_i + n * q_i \quad (2.31)$$

denklemleri ile hesaplanır. Burada, g_i , i 'inci kattaki sabit yükler toplamı, q_i , i 'inci kattaki hareketli yükler toplamıdır, n , hareketli yük katsayısı yapının cinsine göre 0.3 ile 0.8 arasındadır [7].

b) Yatay Yükün Yükseklik Boyunca Dağılımı

Yapının kat düzeylerine uygulanacak F_i yatay yükleri

$$F_i = (F - F_t) * (W_i * h_i) / \left[\sum_{i=1}^N (W_i * h_i) \right] \quad (2.32)$$

denklemleri ile hesaplanır. Burada F , toplam yatay yük, W_i , i 'inci katın kat ağırlığı, h_i , i 'inci katın temel üst kotundan ölçülen yüksekliği, F_t , yapının en üst kat düzeyine uygulanacak tekil kuvvettir. F_t kuvvetinin değeri

$$F_t = 0.004 * F * (H_N / D)^2 \quad (2.33)$$

denklemleri ile hesaplanır. Eski yönetmelikte F_t için sınırlamalar getirilmiştir.

1) F_t hiçbir zaman $0.15F$ 'den büyük olamaz.

2) $H_N / D \leq 3$ olması halinde $F_t = 1$ alınabilir

c) Yatay Burulma Momenti

Bu yönetmelikte binanın yatay burulma momenti etkisi hesabına ilişkin hesabın yapımı şu şekildedir. Her iki doğrultuda herhangi bir katın kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında hesapla bulunan eksantrikliğe, yatay yük doğrultusuna dik doğrultudaki en büyük bina boyutunun %5'i eklenerek bulunacak burulma momentlerine göre belirlenmiştir.

2.3.2 Çelik Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım

Çelik yapıların hesap ilkeleri aşağıda belirtilmiştir:

- 1) Çelik karkas yapılarda rijit kiriş-kolon birleşimleri, kesit etkilerini tam aktarabilecek şekilde düzenlenmelidir.
- 2) Çelik karkas yapılarda döşemeler betonarme prefabrike eleman ya da özel metal profilli döşemeler olabilir. Yapının yanal rijitliği, sadece belirli akslarda düzenlenmiş betonarme çekirdek ya da rijit çerçevelerle sağlandığında, kat döşemeleri düzeyinde etkiyen yatay kuvvetlerin bu rijit akslara aktarılması, ya monolitik döşemenin kendi düzlemindeki rijitliği ile ya da monolitik olmayan döşemelerde düzenlenecek yatay bağlantılarla sağlanmalıdır.
- 3) Duvar ve bölmeler, hafif pano vb. prefabrike duvar elemanları ya da yerinde örme duvar olabilir.
- 4) Rüzgar ve kararlılık bağlantıları, deprem kuvvetlerini de mesnetlere de emniyetle aktarabilecek biçimde düzenlenmelidir.
- 5) Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde kaba bulonların emniyet gerilmeleri %30 azaltılacak ve çift somunlu olarak yapılacaktır [7].

2.4 Deprem Yönetmeliklerinin Kıyaslanması

2.4.1 Hesap Yönteminin Seçimlerinin Kıyaslanması

Hesap ilkelerinde karşımıza çıkan ilk farklılık, 1997 deprem yönetmeliğinde 1. ve 2. deprem bölgeleri için hesap yönteminin seçilmesinde toplam yapı yüksekliği (H_N) ile birlikte bazı düzensizlik durumlarının belirleyici etken olması ve bu nedenle düzensizlik durumlarının detaylı bir şekilde tanımlanmış olmasıdır. Düzensizliklerin

belirli koşullar altında bulunması halinde ise sonuçlarda katsayılarla artırma yapılmış.1975 deprem yönetmeliğinde ise düzensizlikler sadece düşey taşıyıcı sistemin süreksizliğini kapsıyor ve düzensizlik halindeki tek şart hesap yönteminin dinamik metot seçilmesidir.

2.4.2 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemlerinin Kıyaslanması

Yeni yönetmelikte eşdeğer statik yöntemin uygulanabilmesi için geçerli olan şartlar deprem bölgelerine de bağlıdır. Eski yönetmelikte bütün deprem bölgeleri için 75m'yi geçmeyen, düzenli binalar için statik metot uygulanabilirken, 1997 yönetmeliğinde 1. ve 2. deprem bölgelerinde düzensizliklere göre 25m ve 60m bina yüksekliği koşulu, 3. ve 4. deprem bölgelerinde ise 75m yüksekliği koşullarının sağlanması halinde statik metot uygulanabilir. Tablo 2.6'da eski ile yeni yönetmelik eşdeğer deprem yükü yöntemi kıyaslanması gösterilmiştir.

Tablo 2.6 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Kıyaslanması

1997 YÖNETMELİĞİ		1975 YÖNETMELİĞİ	
Taban kesme Kuvveti	$V_1 = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$ $V_1 \geq 0.1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$	Taban kesme Kuvveti	$F = C \cdot W$
Spektral ivme Katsayısı	$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T)$	Deprem Katsayısı	$C = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I$
Deprem yükü Azaltma katsayısı	$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \cdot T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A)$ $R_a(T) = R \quad (T > T_A)$	Deprem yükü Azaltma katsayısı	—
Spektrum Katsayısı	$S(T) = 1 + 1.5 \cdot T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A)$ $S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B)$ $S(T) = 2.5 \cdot (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B)$	Spektrum Katsayısı	$S = 1 / 0.8 + T - T_0 $
Doğal Titreşim Periyodu	$T_1 = C_1 \cdot H_N^{3/4} \quad H_N \leq 25 \text{ m.}$ $T_1 = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i \cdot d_{fi}^2) / \sum_{i=1}^N (F_{fi} \cdot d_{fi}) \right]^{1/2}$ $H_N \geq 25 \text{ m.}$	Doğal titreşim Periyodu	$T = 0.09 \cdot H / \sqrt{D} \quad H_N \leq 35 \text{ m}$ veya $T = (0.07 \sim 0.10) \cdot N$ Dinamik metot $H_N > 35 \text{ m}$
Kat deprem Yükü	$F_i = (V_1 - \Delta F_N) \cdot (w_i \cdot H_i) / \left[\sum_{i=1}^N (w_i \cdot H_i) \right]$	Kat deprem yükü	$F_i = (F - F_1) \cdot (W_i \cdot h_i) / \left[\sum_{i=1}^N (W_i \cdot h_i) \right]$

Yeni yönetmelikte sünek tasarım ilkesine uyulması gerekiyor. Bunun için taban kesme kuvveti deprem yükü azaltma katsayısı, R_a 'ya bölünerek küçültülüyor. Yeni yönetmelikte spektral ivme katsayısı, eski yönetmelikteki deprem katsayısına benzetilerek yapılan karşılaştırmada şu sonuçlar elde edilir:

1) Eski yönetmelikteki C_0 'ın yerini A_0 almıştır. A_0 , C_0 'a göre maksimum yer ivmesinin yerçekimi ivmesine oranına daha yakın değerler almaktadır.

2) Yeni yönetmelikte I , bina önem katsayısı değerleri daha ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

3) Yeni yönetmelikte, yapının elasto-plastik davranışını göz önünde bulundurarak deprem yükünü; doğal titreşim periyodu, spektrum karakteristik periyotları ve taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağlı olarak azaltan deprem yükü azaltma katsayısı (R_a) tanımlanmıştır.

4) Yönetmeliklerin her biri, oldukça farklı spektrum eğrilerini esas almaktadır. Yeni yönetmelikte eğri, T_A ve T_B periyotları yerel sınıf koşullarına ait köşe periyotlar olmak üzere 3 ayrı fonksiyondan oluşmaktadır. Bu eğri, bir takım genelleştirilmiş spektrumlardan elde edilmiştir. Hesap yöntemine bağlı olarak sınırlar farklı değerler almaktadır. Yeni yönetmelikte en büyük değeri 2.5 iken eski yönetmelikte 1.0 değerini almaktadır.

5) Yeni yönetmelikte binanın birinci doğal titreşim periyodu, bina yüksekliği 25 m.'den küçük binalar için yaklaşık bağıntı ile hesaplanırken, eski yönetmelikte bu sınır 35 m. olmaktadır. Yaklaşık bağıntı yeni yönetmelikte bina taşıyıcı sistemine ve bina yüksekliğine göre değişirken, eski yönetmelik bağıntısında değişkenler bina geometrisinden (yükseklik ve söz konusu genişlik) ibarettir; buna ilaveten bir de kat adedi ve rijitlik derecesine bağlı bir bağıntı verilmekte, iki bağıntı arasındaki seçim ve rijitlik derecesinin tanımlanması, mühendise bırakılmaktadır. Yüksekliği 25 m'yi aşan binalarda yeni yönetmelik, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, Rayleigh oranına bağlı hesap yapılmasını önermekte, eski yönetmelikte ise 35 m. sınırının aşılması durumunda kesin bir hesap yöntemi belirtmemekte, bunun yerine zemin ve yapı özelliklerini göz önünde bulunduracak, güvenilir bir dinamik hesap yöntemi tavsiye edilmektedir.

6) Katlara etkiyen kesme kuvvetleri için geçerli olan ifade genel şekliyle, her iki yönetmelikte aynı görünse de, aynı isimlere sahip değişkenler farklı şekillerde hesaplanmaktadır. Örneğin; ek eşdeğer deprem yükü ifadesi yeni yönetmelikte doğal titreşim periyoduna da bağlı olmasına rağmen, eski yönetmelikte bunun yerine bine

geometrisi hesaba katılmaktadır. Ayrıca ek kesme kuvveti üst sınır koşulları ve bu kuvvetin göz önüne alınma durumları da farklılık göstermektedir; örneğin ek kesme kuvvetinin hesaba katılması koşulu yeni yönetmelikte $H_N \geq 25$ m. iken, eski yönetmelikte bu koşul $H/D \geq 3$ şeklini almaktadır.

2.4.3. Dinamik Hesap Metotlarının Kıyaslanması

Eski yönetmelikte dinamik hesap metodu hakkında kesin bir açıklama bulunmamaktadır. Ancak gerçek ya da idealleştirilmiş spektrumlara göre mod süperpozisyonu yöntemi ya da depreme davranışın zamana göre değişimini veren titreşim denklemlerinin integrasyonu v.b. yöntemlerden biri ya da model deneyleri kullanılabileceği belirtilmektedir. Yeni yönetmelikte ise kullanılması ön görülen dinamik hesap metotları mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemleridir. Mod birleştirme yönteminde kullanılması gereken ivme spektrumu elastik tasarım spektrum eğrisi ile ya da bölüm 2.3'te belirtilen denklem 2.16 kullanılarak hesaplanabilir. Ayrıca bu yöntemde göz önüne alınacak dinamik serbestlik dereceleri, yeterli titreşim modu sayısı, mod birleştirme kuralları da belirtilmiştir. Her iki yönetmelikte de dinamik metot, statik metoda bağlı olarak sınırlandırılmış. Yeni yönetmelikte dinamik metot sonuçları sistemdeki düzensizliklere bağlı olarak değişen katsayı ile hesap sonuçlarının oranı ölçüsünde artırılmış. Bu katsayı düzensizlikler durumunda 1.00 düzensizlikler yoksa 0.90 olarak belirtilmiştir. Eski yönetmelikte ise dinamik metot sonuçları statik sonuçların %70'inden küçük olamaz. Böylece yeni yönetmelik eskiye oranla, dinamik analizde statik analiz sonuçlarına daha yakın değerler elde edilmesini şart koşmaktadır.

Yeni deprem yönetmeliğinde yer değiştirmeler sınırlandırılarak ikinci mertebe etkileri göz önüne alınıp, deprem hesabının tekrar edilme koşulları yer almaktadır.

2.4.4. Çelik Yapıların Tasarımının Kıyaslanması

Yeni yönetmelikte, çelik yapıların tasarımına ilişkin koşullar daha detaylı olarak açıklanmış, eski yönetmelikte yer almayan süneklik kavramı üzerinde durularak taşıyıcı sistemlerin sünek yapılması için gerekli koşullar belirtilmiştir. Sistem sünek yapılarak deprem etkilerinin azaltılmasına çalışılmıştır. Sistemler, süneklik düzeyi yüksek ve normal olmak üzere iki ayrı kısımda incelenmiştir. Her iki durumda da çerçevelerde kolonların kirişlerden daha güçlü olması ön görülerek göçmenin ilk önce kolon yerine kirişte olması sağlanmıştır. Bu şartın sağlanmadığı kolon-kiriş birleşimlerinde, α_i kontrolü yapılarak, sistemin süneklik düzeyi normal çerçeve kabulüyle deprem hesabının tekrarlanıp tekrarlanmayacağı kararı alınır. Eski yönetmelikte ise süneklik tanımına yer verilmemiştir.

Tasarımda esas alınan yükler, yeni yönetmelikte emniyet gerilmeleri ve taşıma gücü yöntemlerine göre değişik kombinasyonlarla yer almaktadır. Emniyet gerilmeleriyle ilgili olarak , yeni yönetmelikte birleşimler ve ekler haricindeki kesit hesaplarında deprem halinde %33' e kadar bir artım ifadesi kullanılırken; eski yönetmelikte sadece I. ve II. Deprem bölgelerinde kaba bulonlar için %30'luk bir azaltım ve çift somun kullanımı şartı bulunmaktadır.

Çelik yapıların kullanımındaki artışın beraberinde getirdiği sistem türlerindeki artışa paralel olarak, yeni yönetmelikte ek ve birleşimlere dair kurallara geniş yer verilmiştir. Ayrıca çelik çaprazlı perdeler de dâhil olarak dış merkezlik durumu da göz önünde bulundurulmuştur. Eski yönetmelikte sadece çekmeye çalışan örgü çubuklarına yer verilirken, yeni yönetmelikte örgü çubukları için basınç kuvveti de alacak şekilde bir narinlik oranı tanımlanmıştır.

Buruşmayı önlemek için yeni yönetmelik, enkesit koşullarını taşıma gücü yönteminde belirtilen şartlara uygun olarak tanımlamaktadır. Eski yönetmelikte ise, enkesitlere ait herhangi bir koşula rastlanmamaktadır.

Yeni yönetmeliğin en önemli farklarından biri de çeşitli durumlarda uygun görülen şartnamelere atıfta bulunarak; TS 648, TS 4561, TS 3357 gibi yürürlükteki şartnamelerle uyumun sağlanmış olmasıdır.

3. YÜKLER

3.1. Yüklerin Tanımı

Yükler iki ana sınıfta açıklanabilir; statik yükler ve dinamik yükler. Çözülen sistemde yükler TS498 ve 'Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik' deki şartlara uygun olacak şekilde belirlendi. Yükler kısaca şöyle açıklanabilir.

Statik Yükler:

Ölü yükler : Bu yükler yapının ağırlığını kapsar.

Hareketli yükler: İnsan, mobilya, mekanik alet, makine veya hareketli bölmeleri kapsar.

Dinamik Yükler:

Deprem, rüzgar, makine veya araç tesirlerini kapsar.

3.2. Düşey Yükler

Ölü yükler:

10 cm betonarme plak	$0.10 * 25$	$= 2.50 \text{ kN/m}^2$
Çelik kiriş + kaplama		$= 1.20 \text{ kN/m}^2$
Asma tavan		$= 0.30 \text{ kN/m}^2$
		$\Sigma G = 4.00 \text{ kN/m}^2$

Hareketli yükler:

$$\begin{aligned} \text{Hafif duvar} &= 1.50 \text{ kN/m}^2 \\ &2.00 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma Q &= 3.50 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

3.3. Dinamik Yükler

3.3.1. Rüzgar Yükü

TS 498' e göre ;

1. ve 2. Katlar arasında	0.50 kN/m ²
3. ve 6. Katlar arasında	0.80 kN/m ²
7. ve 20. Katlar arasında	1.10 kN/m ²

3.3.2 Deprem Yükü

a) Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Yükler

Bina 1. deprem bölgesinde, zemini ise çok sıkı kum, çakıl karışımına uygun görülerek Tablo A.3'de A grubu zemine, Tablo A.4'e göre ise Z1 sınıfı zemin olarak belirlendi.

Yapının analizinde bina yüksekliği, $H_N=70 \text{ m} > 60 \text{ m}$ olduğu için dinamik analiz kullanılacak fakat eşdeğer deprem yükü yöntemine göre kontrol edilecektir.

Eşdeğer statik yük hesabı bölüm 2.3' te açıklanan kurallara uygun olarak aşağıdaki gibi yapıldı:

$$\text{Kat sabit ağırlığı} = A_{n\alpha} * \Sigma G + N_{g,duvar} \quad (3.1)$$

$$\text{Kat hareketli ağırlığı} = A_{n\alpha} * \Sigma Q$$

Duvar yükü: Duvar tuğla duvar olarak seçilmiş olup, bina çevresinde 1m yüksekliğinde, çekirdek çevresinde tam yükseklikte duvar olarak hesap edildi. Dış duvarlar; 3.00 kN/m², iç duvarlar 2.00 kN/m² 'dir. A_{net} , kat net alanıdır. Kat net alanı 660.71m² olarak hesap edildi.

$$N_{g,duvar} = 928.40 \text{ kN}$$

$$\text{Kat sabit ağırlığı} = 660.71 * 4.0 + 928.4 = 3571.20 \text{ kN}$$

$$\text{Kat hareketli ağırlığı} = 660.71 * 3.5 = 2312.00 \text{ kN}$$

Toplam kat ağırlığı, w ; hareketli yük azaltma kat sayısı, n ; işyerleri için 0.3 alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w = 3571.2 + 0.3 * 2312.0 = 4265.00 \text{ kN}$$

$$\text{Toplam bina ağırlığı} = W = 20 * 42.650 = 85300.00 \text{ kN}$$

Bina önem katsayısı, I ; işyerleri için 1.0, etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 ; 1. Deprem bölgesi için 0.40 olarak alınır. T_1 , binanın birinci doğal titreşim periyodu; 2.56sn olarak bulundu.

$S(T)$, spektrum katsayısı; Z_1 için T_A ve T_B sırası ile 0.10sn ve 0.30sn olduğundan dolayı $T_1 > T_B$ için Tablo 2.3'e göre 0.46 olarak hesaplandı. Deprem yükü azaltma katsayısı, R_a ; $T_1 > T_A$ halinde süneklik düzeyi yüksek sistemler için $R=8.00$ alınarak 8.00 olarak belirlendi. Buna göre spektral ivme katsayısı; $A(T)=0.40*1.0*0.46=0.18$ olarak bulundu. Taban kesme kuvveti ise; $V_1 = 85300.00 * 0.18 / 8.00 = 1919.25 < 0.10 * A_0 * I * W = 3412.00 \text{ kN}$ olduğu için $V_1 = 3412.00 \text{ kN}$ olarak belirlendi. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükler ise Tablo 3.1'deki gibi hesap edildi. Tablo 3.1'de belirtilen M_{bi} , burulma momentleri kaydırılmış kütle merkezine uygulanan fiktif yüklerden ortaya çıkmaktadır. Burulma momentinin kesin değeri A1 türü düzensizliği bulunduğu için $D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2=1.4$ ile çarpılarak bulundu. Kat kaydırılmış kütle merkezi denklem (3.2)'ye göre hesap edilir. B , deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutudur.

$$e = 0.05 * B = 0.05 * 26.2 = 1.31 \quad (3.2)$$

Tablo 3.1’de katlara etkiyen deprem kuvvetleri ve A_1 düzensizliği nedeniyle artırılmış burulma momentleri gösterildi.

b) Eski Deprem Yönetmeliğine Göre Yükler

Taşıyıcı sistem bu yönetmeliğe göre düzenli sayılsa bile temel üst kotundan ölçülen yüksekliği 75 m’yi geçtiği için dinamik hesap yapılacaktır. Fakat dinamik hesapla bulunan toplam yatay yükler eşdeğer statikle bulunan sonuçların %70 ‘inden daha küçük olmadığı için ilk önce statik hesap yapılarak dinamik hesapla bulunan sonuçlar karşılaştırılacaktır. Toplam yatay yük aşağıdaki gibi hesaplanır:

Deprem bölgesinde C_0 , deprem bölge katsayısı 0.10, K , yapı tipi katsayısı diyagonalli çelik kafes çerçeveler kullanıldığı ve hafif, az bölme duvarlı yapı kabulüne göre 1.60 olarak alındı. Bina önem katsayısı iş yeri olduğu için 1.00 kabul edildi. Bina toplam yüksekliği 35 m’yi geçtiği için T , bina doğal periyodu için dinamik metot kullanılarak bulunan değer olan 2.66sn alındı. T_0 , zemin hakim periyodu ise Z1 cinsinin çok sıkı kum, çakıl tanımına uygun olduğu için 0.25sn olarak belirlendi. Bu değerler için spektrum eğrisinden elde edilen sonuç 0.31’dir. W , toplam bina ağırlığı yeni yönetmelikte hesaplanan değer olan 85300 kN’dur.

Toplam kesme kuvveti, $F=0.10*1.60*1.00*0.31*85300=4230.88$ kN

Eski yönetmelikte de M_{bi} , yatay burulma momenti hesabı deprem doğrultusundaki dik en büyük bina boyutunun %5’i eklenerek bulunacaktır. Eksantriklik yeni yönetmelikte olduğu gibi, $e=1.31$ m olarak hesap edildi. Tablo 3.2’de katlara etkiyen deprem kuvvetleri hesaplandı.

Tablo 3.2 Eski yönetmeliğe göre katlara gelen deprem kuvvetleri

Kat No	H_i (m)	$w_i \cdot h_i$ (kNm)	F_i (kN)	M_{bi} (kNm)	$H / D \leq 3 \Rightarrow$	$F_i =$	0,00	kN
20	70,00	298550,00	402,94	527,85		$T_i =$	2,56	sn
19	66,50	283622,50	382,79	501,46		$F = C_0 \cdot K \cdot S \cdot I \cdot W$		
18	63,00	268695,00	362,65	475,07		$F =$	4230,88	kN
17	59,50	253767,50	342,50	448,67		$w_i =$	4265,00	kN
16	56,00	238840,00	322,35	422,28		$W_i =$	85300,00	kN
15	52,50	223912,50	302,21	395,89				
14	49,00	208985,00	282,06	369,50				
13	45,50	194057,50	261,91	343,10				
12	42,00	179130,00	241,76	316,71				
11	38,50	164202,50	221,62	290,32				
10	35,00	149275,00	201,47	263,93				
9	31,50	134347,50	181,32	237,53				
8	28,00	119420,00	161,18	211,14				
7	24,50	104492,50	141,03	184,75				
6	21,00	89565,00	120,88	158,36				
5	17,50	74637,50	100,74	131,96				
4	14,00	59710,00	80,59	105,57				
3	10,50	44782,50	60,44	79,18				
2	7,00	29855,00	40,29	52,79				
1	3,50	14927,50	20,15	26,39				
	TOPLAM=	3134775,00	4230,88					

4. YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ÇÖZÜM

4.1. Yapıya Etkiyen Yatay Yük

Deprem yükleri dinamik hesaplarda bulunan sonuçları kıyaslamak için statik olarak hesaplandı. Yapılan dinamik hesapta toplam taban kesme kuvveti 2260 kN , statik hesapta ise 3412 kN olarak bulundu. Yük kombinasyonları ve yükler hakkındaki bilgiler Ek B’de bulunmaktadır. Dinamik hesaptaki yük kombinasyonları statik ve dinamik taban kesme kuvvetlerinin oranı olan 1.57 sayısı ile çarpılarak artırıldı.

4.2. Deprem Hesabı

Deprem hesabı için kontrol edilmesi gerekli düzensizlikler aşağıdaki gibi yapıldı:

1) Burulma düzensizliği

$$(\Delta_i)_{\max}=4.84 \text{ cm}$$

$$(\Delta_i)_{\min}=1.98 \text{ cm}$$

$$(\Delta_i)_{\text{ort}}=1/2 * [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] = 3.41 \text{ cm}$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max}/(\Delta_i)_{\text{ort}} = 1.42 \text{ cm} > 1.2 \text{ cm olduğu için burulma düzensizliği A}_1 \text{ var.}$$

2) Döşeme süreksizliği

Boşluk alanın toplam alana oranı 1/3’ünden fazla olmadığı için A₂ düzensizliği yok.

$$\text{Boşluk alanı} / \text{Toplam alan} = 15.29 / 660.71 = 0.02$$

3) Planda çıkıntılar olması düzensizliği

Planda çıkıntı olmadığı için A₃ düzensizliği yok.

4) Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

Sistemde taşıyıcı eleman eksenleri deprem doğrultusuna paralel olduğu için A4 türü düzensizlik yok.

5) Komşu katlar arası dayanım düzensizliği

Bölüm 2’de açıklandığı üzere $\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80$ eşitsizliği sağlanmadığı için dayanım düzensizliği olmadığı için B1 düzensizliği yok.

6) Rijitlik düzensizliği

$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} = 3.41 / 3.20 < 1.5$ olduğu için B2 düzensizliği yok.

7) Taşıyıcı sistem düşey elemanların süreksizliği olmadığı için B3 düzensizliği yok.

Yeni yönetmelikte dinamik ve statik hesap karşılaştırılması aşağıdaki gibi yapıldı:

$V_{UB} = 3412 \text{ kN}$, $V_t = 2180 \text{ kN}$, A_1 düzensizliği olduğu için $\beta=1$ olarak seçildi.

$B_D = (1 * 3412 / 2180) * B_B$ olduğu için B_B , olan iç kuvvet ve yer değiştirmeler B_D olarak artırıldı.

Sistem için seçilmesi gereken titreşim modu sayısı bina toplam kütesinin %90’nundan az olmayacak şekilde Ek B’de görüldüğü üzere 7 adet olarak belirlendi.

4.3. Temel Hesabı

Temel tipi radye olarak seçildi. TS500’e göre temel hesabı elastik zemine oturan plak teorisine uygun olarak SAFE programı kullanılarak yapıldı. TS500’e göre yük kombinasyonları şunlardır:

Düşey yük için: $1.4G + 1.6Q$

Depremli durumda: $G + Q + E$, $0.9 G + E$

Rüzgarlı durumda: $G + 1.3 Q + 1.3 W$, $0.9 G + 1.3W$

Zemin grubu Z_1 , sıkı kum ve çakıl olarak seçildiği için K , yatak katsayısı 120000 kN/m^3 olarak, $\sigma_{zcm}=300 \text{ kN/m}^2$ olarak alındı[8].

4.3.1. Malzeme Özellikleri

Beton: BS20, $f_{ck}=20000 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_{mc} = 1.5$, $E_c=2.85 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$

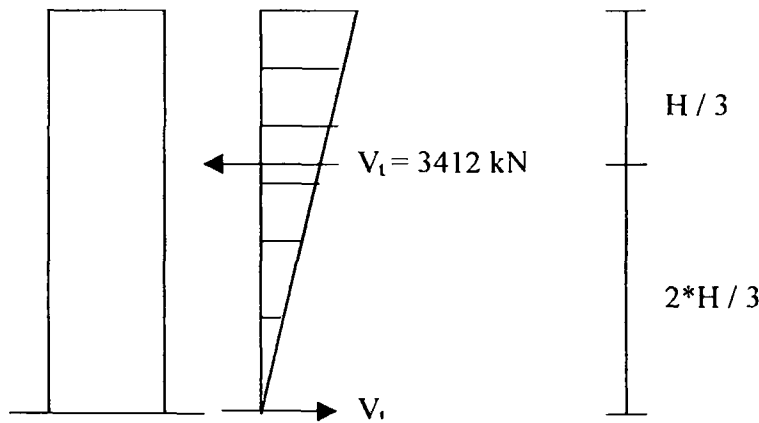
Çelik: StIII, $f_{yk}=42000 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_{ms} = 1.15$

Zemin gerilme kontrolleri artırılmamış yük kombinasyonları kullanılarak, kesit hesabı ise artırılmış yük kombinasyonları kullanılarak yapıldı.

4.3.2. Ön Boyutlandırma

1) Zemin Gerilmeleri

Temel alanı bina alanından 1.5m çıkılarak 795.24 m^2 olarak belirlendi. Temel boyutları $1\text{m} \times 28.2 \times 28.2\text{m}$ olarak seçildi. Temel yüksekliği en yüklü kolonda bile zımbalamayı sağladığı için ve kolonları temele gömmek için 1m seçildi. Bu sayede mesnetlerde daha fazla donatı çıkmaması sağlandı. Mukavemet momenti, $W_x=W_y=3737.63\text{m}^3$ hesaplandı. Toplam bina sabit ağırlığı; $G = 71424 \text{ kN}$, hareketli ağırlığı ise $Q = 46240 \text{ kN}$ 'dur. Ön boyutlandırma için deprem yüklerini bina boyunca üçgen yayılı olduğu ve bu haldeki kuvvetlerin bileşkesinin V_t olduğu düşünülerek devrilme momenti bulundu. Bunun için en büyük taban kesme kuvveti olan statik hesaptan çıkan sonuç kullanıldı.



Devrilme momenti ; $M_D=3412 \cdot 70 \cdot 2 / 3 = 159226.7 \text{ kNm}$

$$\text{Zemin gerilmesi; } \sigma = \frac{117664}{795.24} \pm \frac{159926.7}{3737.63} = 14.8 \pm 4.26 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_{\max} = 190.56 \text{ kN / m}^2, \quad \sigma_{\min} = 105.36 \text{ kN / m}^2$$

Bu gerilmeler emniyet gerilmeleri ile kıyaslanınca radye temelin yapılabileceği, kazıklı temelin gerekmediği görülür. Zemin emniyet gerilmesi depremli durumda $\sigma_{zem}=300 * 1.5 = 450 \text{ kN/m}^2$, rüzgarlı durumda $\sigma_{zem}=300 * 1.15 = 345 \text{ kN/m}^2$ olarak artırılmıştır.

2) Yaklaşık Kesit Hesabı:

Yaklaşık kesit hesabı için yaklaşık moment ve bunun için gerekli donatı miktarı hesaplandı. $M = \sigma_{\max} * L_{\max}^2 / 12$ olarak düşünüldü. $M = 855 \text{ kN/m}$ olarak bulundu. $K = 105$, $k_s = 0.3$ hesaplanıp, A_s donatı alanı $27 \text{ cm}^2/\text{m}$ bulundu. 1 m yüksekliğinde temel için min. donatı $0.002 * 100 * 95 = 19 \text{ cm}^2 / \text{m}$

3) Zımbalama Tahkiki :

Kolonlar tarafından yerel olarak yüklenen plakta zımbalamaya karşı dayanımı hesaplandı ve bunun hesap kesme kuvvetinden büyük olduğu gösterildi. V_{pr} , zımbalama dayanımı denklem (4.1) 'de verildi.

$$V_{pr} = \gamma * f_{cd} * u_p * d \quad (4.1)$$

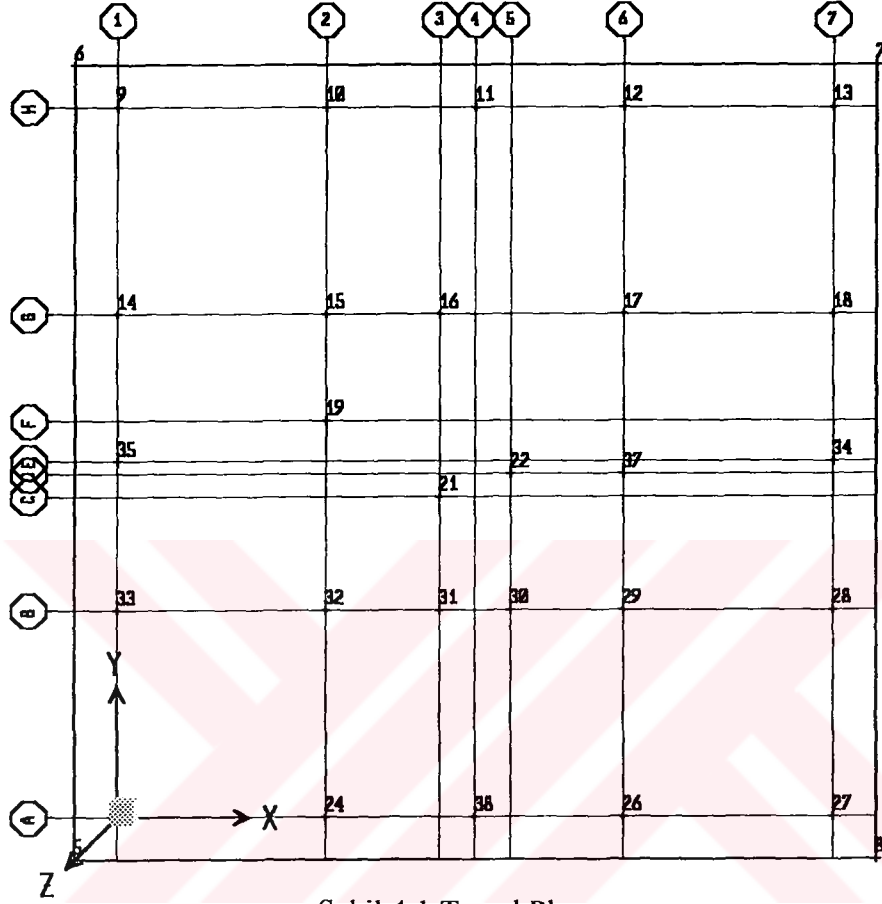
V_{pd} , hesap kesme kuvveti en elverişsiz hal için düşey yükleme hali olan $1.4G + 1.6Q$ yüklemesinden alınarak 6000 kN / m^2 olarak bulundu. V_{pr} ise $\gamma = 1$, $f_{cd} = 1000 \text{ kN / m}^2$ $u_p = 7.4 \text{ m}$, $d = 0.95 \text{ m}$ için 7030 kN / m^2 olarak hesaplandı.

$V_{pr} > V_{pd}$ olduğu için zımbalama tahkiki sağlandı.

4.3.3. Kesin Hesap

Kesin hesap için SAFE programı kullanıldı. Temel planı Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Kesit hesaplarında tanımlanan şerit genişlikleri artırılmış yüklerin en elverişsiz değerleri için betonarme hesap program tarafından yapıldı. Sonlu eleman ağı program tarafından maksimum eleman boyutu 0.5 m olacak şekilde Şekil C.1'te gösterildiği gibi bölündü. Bu durum için yay katsayısı yine program tarafından hesaplandı. Kolonların olduğu düğüm noktalarında yükler tanımlandı ve sonlu

eleman metodu ile çözüldü. Yeni yönetmelikte zemin emniyet gerilmeleri depremli hal ve düşey yükleme için Şekil C.2 ve Şekil C.3 'te gösterildiği gibi bulunmuştur. En büyük zemin gerilmeleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1 Temel Planı

Depremli halde:

$$\sigma_{\max} = 336.7 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 362 \text{ kN / m}^2 < 450 \text{ kN / m}^2 = \sigma_{zcm}$$

$$\sigma_{\min} = 49.5 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 74.5 \text{ kN / m}^2 > 0 \text{ kN / m}^2$$

Düşey yükleme halinde:

$$\sigma_{\max} = 227.7 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 252.7 \text{ kN / m}^2 < 300 \text{ kN / m}^2 = \sigma_{zcm}$$

$$\sigma_{\min} = 38.7 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 63.7 \text{ kN / m}^2 > 0 \text{ kN / m}^2$$

Zımbalama tahkikleri tüm yükleme durumları için V_{zm} / V_{zday} oranları olarak Şekil C.4'da gösterilmiştir. Burada bazı kolonlarda zımbalamaya sınırda yaklaşılmıştır. Kesitteki donatının zımbalamaya katkısı ve de kolon altlarında

yapılacak soketlerin kesit yüksekliğini artıracakı düşünülünce kesit yüksekliğini artırıp hesaplar tekrarlanmamıştır.

Seçilen şeritlerdeki donatı miktarı cm^2 / şerit genişliği olmak üzere her iki yön için Şekil C.5 ve Şekil C.6 'de verilmiştir. Ayrıca 18 nolu şerit için bu değerler Ek C 'de verilmiştir.

4.3.4. Ankastre Kolon Ayağı Hesabı

HAÇ HEB 900 'lük kolon, tabanına 95cm*95cm 'lik taban plakası konarak yuva içine gömülmüştür. Kolon ucu yuvaya sokulduktan sonra, önceden başlıklarına kaynaklanmış olan dört yatay L100*10 'luk korniyer aracılığı ile temelin üst yüzüne oturtulur ve 8 adet ankraj bulonu ile yuva içindeki L100*10'luk ankraj korniyerlerine bağlanır. Kolonun durumu ayarlandıktan sonra yuva BS20'lik betonla doldurulur. Kolonun P basınç kuvveti kolonun ucuna bağlanmış taban levhası aracılığı ile temele aktarılır. En büyük mesnet tepkileri için şu tahkikler yapılır:

$N = 3226.2 \text{ kN}$, $H = 275 \text{ kN}$, $M_x = 257 \text{ kNm}$, P_{cm} ; BS20 için 550 N / cm^2 'dir.

F_T = taban plakası alanı, F_k = kolonun yuva içindeki kesit alanı, W_k = kesitin mukavemet momenti, h =kolonun yuva içindeki boyu olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$P / F_T = 3226200 / 9025 = 357.6 \text{ N / cm}^2 < P_{cm}$$

$$h = 110 \text{ cm}, b = 90 \text{ cm için } F_k = 100*90 = 9000\text{cm}^2, W_k = b*h^2 / 6 = 181500 \text{ cm}^3$$

$$P = H / F_k + M / W_k = 172.2 \text{ N} < P_{cm}$$

olduğu için seçilen boyutlar doğrudur.

5. ESKİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE ÇÖZÜM

5.1. Yapıya Etkiyen Yatay Yük

Bölüm 3'te yapılan yatay yük hesabında çıkan toplam yatay kesme kuvveti 4052 kN'dur. Bu kuvvet bütün katlara dağıtılarak etki ettirildi. Yük kombinasyonları ve yükler hakkındaki bilgiler Ek B'de bulunmaktadır.

5.2. Deprem Hesabı

Bina yüksekliği 75m'yi geçmediği için statik hesap yapıldı. Yatay burulma momenti, katlara gelen fiktif deprem kuvvetleri bina dik doğrultusunun %5'i eklenerek bulundu.

5.3. Temel Hesabı

Temel tipi yeni yönetmelikte olduğu gibi radye olarak belirlendi ve eski yönetmelik mesnet reaksiyonları kullanılarak hesaplar tekrarlandı. Eski yönetmelikte de TS500'e göre temel hesabı elastik zemine oturan plak teorisine uygun olarak SAFE programı kullanılarak yapıldı. Eski yönetmelikteki TS500'e göre yük kombinasyonları şunlardır:

Düşey yük için: $1.4G + 1.6Q$

Depremlı durumda: $G + Q + E$, $0.9 G + E$

Rüzgarlı durumda: $G + 1.3 Q + 1.3 W$, $0.9 G + 1.3W$

Zemin grubu Z_1 , sıkı kum ve çakıl olarak seçildiği için K , yatak katsayısı 120000 kN/m^3 olarak, $\sigma_{zem}=300 \text{ kN/m}^2$ olarak alındı[8].

5.3.1. Malzeme Özellikleri

Beton: BS20, $f_{ck}=20000 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_{mc} = 1.5$, $E_c=2.85 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$

Çelik: StIII, $f_{yk}=42000 \text{ kN/m}^2$, $\gamma_{ms} = 1.15$

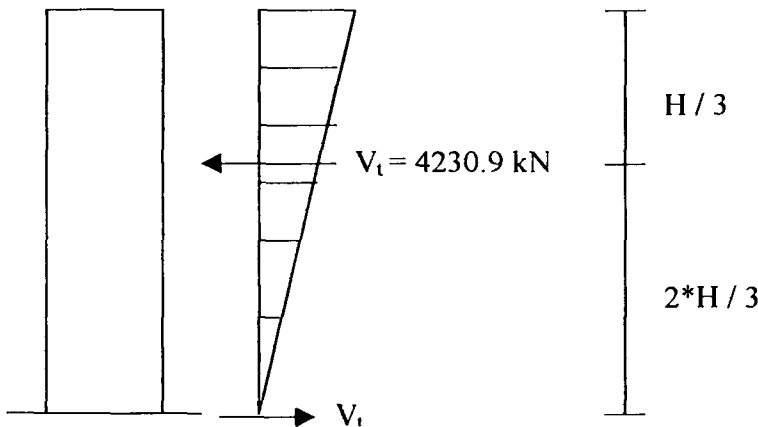
Zemin gerilme kontrolleri artırılmamış yük kombinasyonları kullanılarak, kesit hesabı ise artırılmış yük kombinasyonları kullanılarak yapıldı.

5.3.2. Ön Boyutlandırma

1) Zemin Gerilmeleri

Temel alanı bina alanından 1.5m çıkılarak 795.24 m^2 olarak belirlendi. Temel boyutları $1\text{m} \cdot 28.2 \cdot 28.2\text{m}$ olarak seçildi. Mukavemet momenti, $W_x=W_y=3737.63\text{m}^3$ hesaplandı. Toplam bina sabit ağırlığı; $G = 71424 \text{ kN}$, hareketli ağırlığı ise $Q = 46240 \text{ kN}$ 'dur. Ön boyutlama için deprem yüklerini bina boyunca üçgen yayılı olduğu ve bu haldeki kuvvetlerin bileşkesinin V_t olduğu düşünülerek devrilme momenti bulundu. Bunun için en büyük kesme kuvveti olan statik hesaptan çıkan sonuç kullanıldı.

Zemin emniyet gerilmesi depremli durumda $\sigma_{zem}=300 \cdot 1.33 = 399 \text{ kN/m}^2$, rüzgarlı durumda $\sigma_{zem}=300 \cdot 1.15 = 345 \text{ kN/m}^2$ olarak artırılmıştır. Maksimum zemin gerilmeleri emniyet gerilmeleri ile kıyaslanınca radye temelin yeterli olduğu görülür.



Devrilme momenti ; $M_D=4230.9 \cdot 70 \cdot 2 / 3 = 197442.0 \text{ kNm}$

$$\text{Zemin gerilmesi; } \sigma = \frac{117664}{795.24} \pm \frac{197442.0}{3737.63} = 148 \pm 52.8 \text{ kN / m}^2$$

$$\sigma_{\max} = 200.8 \text{ kN / m}^2, \quad \sigma_{\min} = 95.2 \text{ kN / m}^2$$

2) Yaklaşık Kesit Hesabı:

Yaklaşık kesit hesabı için açıklıktaki moment ve gerekli donatı miktarı hesaplandı. Kıyaslama açısından kesit yüksekliği aynı alındı. $M = \sigma_{\max} * L_{\max}^2 / 12$ olarak düşünüldü. $M = 904 \text{ kN/m}$ olarak bulundu. $K = 99.8$, $k_s = 0.304$ hesaplanıp, A_s , donatı alanı $29 \text{ cm}^2/\text{m}$ bulundu. Bu sonuç yeni yönetmelik için yapılan hesaptan biraz büyüktür..

3) Zımbalama Tahkiki :

Kolonlar tarafından yerel olarak yüklenen plakta zımbalamaya karşı dayanımı hesaplandı ve bunun hesap kesme kuvvetinden büyük olduğu daha önce hesaplanmıştı.

5.3.3. Kesin Hesap

Eski yönetmelik için de kesin hesap eski yönetmelik yükleri için aynı şekilde yapıldı. Kolonların olduğu düğüm noktalarında yükler eski tanımlandı ve sonlu eleman metodu ile çözüldü. Eski yönetmelikte zemin emniyet gerilmeleri depremli hal için Ek D 'de yer alan Şekil D.1 'de gösterildiği gibi bulunmuştur. En büyük zemin gerilmeleri aşağıda verilmiştir.

Depremlı halde:

$$\sigma_{\max} = 384.6 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 409.6 \text{ kN / m}^2 < 450 \text{ kN / m}^2 = \sigma_{zcm}$$

$$\sigma_{\min} = -21.9 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 3.1 \text{ kN / m}^2 > 0 \text{ kN / m}^2$$

Düşey yükleme halinde:

$$\sigma_{\max} = 227.7 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 252.7 \text{ kN / m}^2 < 300 \text{ kN / m}^2 = \sigma_{zcm}$$

$$\sigma_{\min} = 38.7 \text{ kN / m}^2 + 1 \text{ m} * 25 \text{ kN / m}^3 = 63.7 \text{ kN / m}^2 > 0 \text{ kN / m}^2$$

Seçilen şeritlerdeki donatı miktarı $\text{cm}^2 / \text{şerit genişliği}$ olmak üzere her iki yön için Şekil D.2 ve Şekil D.3 'de verilmiştir. Ayrıca 18 nolu şerit için bu değerler Ek D 'de verilmiştir.

5.3.4. Ankastre Kolon Ayağı Hesabı

Bölüm 4.3.4.'teki hesap eski yönetmelik için de aynı şekilde tekrar edildi ancak BS20 yerine BS30 kullanıldı.

$N = 5994.9 \text{ kN}$, $H = -514.9 \text{ kN}$, $M_x = -466.1 \text{ kNm}$, P_{cm} ; BS30 için 700 N / cm^2 'dir.
 F_T = taban plakası alanı, F_k = kolonun yuva içindeki kesit alanı, W_k = kesitin mukavemet momenti, h = kolonun yuva içindeki boyu olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$P / F_T = 5994.9 / 9025 = 664.3 \text{ N / cm}^2 < P_{cm}$$

$$h = 110 \text{ cm}, b = 90 \text{ cm için } F_k = 100 \times 90 = 9900 \text{ cm}^2, W_k = b \times h^2 / 6 = 181500 \text{ cm}^3$$

$$P = H / F_k + M / W_k = 308.8 \text{ N / cm}^2 < P_{cm}$$

olduğu için seçilen boyutlar doğrudur.

6. KESİT HESAPLARI VE BİRLEŞİMLER

6.1. Yapısal Elemanların Özellikleri

Binada kirişler geniş başlıklı I profiller olarak belirlendi. Düşey çaprazlar çift U profiller ve kolonlar yapma haç profiller olarak seçildi. Seçilen kesitler ve yapısal özellikleri aşağıdaki gibidir:

Kirişler:

HE300B	$F=149.1\text{cm}^2$	$I_x=25170\text{cm}^4$	$I_y=8563\text{cm}^4$
HE360B	$F=180.6\text{cm}^2$	$I_x=43190\text{cm}^4$	$I_y=10140\text{cm}^4$
HE450B	$F=218\text{cm}^2$	$I_x=79890\text{cm}^4$	$I_y=11720\text{cm}^4$
HE240B	$F=106\text{cm}^2$	$I_x=11260\text{cm}^4$	$I_y=3923\text{cm}^4$

Kolonlar:

HAÇHE900B	$F=668.4\text{cm}^2$	$I_x=374000\text{cm}^4$	$I_y=374000\text{cm}^4$
HAÇHE700B	$F=612.8\text{cm}^2$	$I_x=271340\text{cm}^4$	$I_y=271340\text{cm}^4$
HAÇHE550B	$F=508.2\text{cm}^2$	$I_x=149780\text{cm}^4$	$I_y=149780\text{cm}^4$

Düşey Çaprazlar:

[[UPN300	$F=117.6\text{cm}^2$	$I_x=16060\text{cm}^4$	$I_y=597\text{cm}^4$
-----------	----------------------	------------------------	----------------------

6.2. Kesit Hesapları

HAÇ HEB900:

Kesit özellikleri: Profil yüksekliği; $h = 90 \text{ cm}$, başlık genişliği; 30cm , başlık kalınlığı; $t = 3.5\text{cm}$, gövde genişliği; $s = 2.0\text{cm}$, başlık alanı; $F_b = 166\text{cm}^2$, gövde alanı; $F_g = 165\text{cm}^2$, $\sigma_a = 24 \text{ kN / cm}^2$, $F = 372 \text{ cm}^2$.

Kesit tesirleri: $N = -11962.8 \text{ kN}$, $Q_x = -158.1 \text{ kN}$, $Q_y = -117.5 \text{ kN}$, $M_x = -465.5 \text{ kNm}$, $M_y = -349.7 \text{ kNm}$.

Kolon profili olarak seçilen bu profil kesmeli bileşik eğilme durumunda olduğu kesme kuvvetleri doğrultularına paralel kesit bölümlerinde gerekli kalınlık azalmaları yapıldı. Daha sonra hesap kesme kuvvetleri yokmuş gibi bileşik eğik eğilme durumu kabulü ile hesaba devam edildi.

$$Q_{px} = 0.52 * \sigma_a * \sum F_b \quad (6.1)$$

$$Q_{py} = 0.52 * \sigma_a * \sum F_g \quad (6.2)$$

$Q_{px} = 2041 \text{ kN}$, $Q_{py} = 4642 \text{ kN}$ olarak hesaplanmıştır.

$$t'_g = t_g * \sqrt{1 - \left(\frac{Q_y}{Q_{py}}\right)^2} \quad (6.3)$$

$$t'_b = t_b * \sqrt{1 - \left(\frac{Q_x}{Q_{px}}\right)^2} \quad (6.4)$$

$$t'_g = 2 * \sqrt{1 - \left(\frac{117.5}{4642}\right)^2} = 1.9 \text{ cm}, \quad t'_b = 2 * \sqrt{1 - \left(\frac{158.1}{2071}\right)^2} = 1.9 \text{ cm} \quad \text{olarak hesaplandı.}$$

x-x yönü için:

$$\chi_x = \min (F_g / 2 F = 0.22 ; 0.25) \quad (6.5)$$

$$N_p = F_{eff} * \sigma_a \quad (6.6)$$

$$N_p = 744 * 24 = 17866 \text{ kN}, \quad N / N_p = 0.67$$

$$M_{px} = W_{px} * \sigma_a \quad (6.7)$$

$$M_{px} = 12580 * 24 = 301920 \text{ kNcm}, \quad \chi_x \leq N / N_p \leq 1 \text{ olduğu için ;}$$

$$M_{ux} = \frac{1 - (N / N_p)}{1 - \chi_x} * M_{px} \quad (6.8)$$

$M_{ux}=1268\text{kNm}$ olarak bulundu.

y-y yönü için:

$$\chi_x = \min (F_g / F = 0.44 ; 0.2) \quad (6.9)$$

$\chi_x \leq N / N_p \leq 1$ olduğu için ;

$$M_{uy} = \left[1 - \left(\frac{N / N_p - \chi_y}{1 - \chi_y} \right)^2 \right] * M_{py} \quad (6.10)$$

$M_{py} = M_{px}$ olduğu için $M_{uy}=1977 \text{ kNm}$ olarak bulundu.

$$\left(\frac{M_x}{M_{ux}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_y}{M_{uy}} \right)^\beta \leq 1 \quad (6.11)$$

$\alpha = 2, \beta = 1$ olduğu için bu değer 0.3'e eşit olarak bulunup kesit sağlanmıştır.

HEB300:

Kesit özellikleri: Profil yüksekliği; $h = 30 \text{ cm}$, başlık genişliği; 30cm , başlık kalınlığı; $t = 2.7\text{cm}$, gövde genişliği; $s = 1.9\text{cm}$.

$M_x = 211.0 \text{ kN}$ olduğu için basit eğilme durumu vardır. $W_{px} = 1869\text{cm}^3$ hali için $M_{px} = 448.6 \text{ kNm}$ olup $M_x < M_{px}$ eşitsizliği sağlanmıştır.

HEB450:

Kesit özellikleri: Profil yüksekliği; $h = 45 \text{ cm}$, başlık genişliği; 30cm , başlık kalınlığı; $t = 2.6\text{cm}$, gövde genişliği; $s = 1.4\text{cm}$.

$M_x = -578.56 \text{ kNm}$, $Q_x = 486.3 \text{ kN}$ kesit tesirleri için kesmeli eğilme durumu vardır. Bunun için kesit azaltması yapılarak basit eğilme hali gibi işlemlere devam edilir.

$t'_g = 1.2$ cm olarak bulundu. $Q_{py} = 0.52 * 24 * 55.7 = 695.1$ kN ve $W'_{px} = 3782$ cm³ olarak hesaplandı. M_{px} ise 907.8 kNm olduğu için $M_x < M_{px}$ eşitsizliği sağlanmış olur.

|| UNP 300:

$$N = -838.2 \text{ kN}$$

$i_x = 15.9$ cm², $S_{kx} = I = 430$ cm, $F = 120$ cm² $\lambda_x = 430 / 15.9 = 27.04$ için ω tablosundan $\omega_x = 1.07$ olarak bulundu.

$$\sigma_{\omega x} = \frac{\omega_x * N}{F} \leq \sigma_{em} \quad (6.12)$$

$\sigma_{\omega x} = 7.5$ kN / cm² < 24 kN / cm² olduğu için tahkik sağlandı.

6.3. Kirişlerin Kolonlardan Güçlü Olma Şartı

Kesit hesabı yapılan kolonlar ve kirişler için yeni yönetmelikte uyulması gereken bu şart aşağıdaki gibi sağlanmıştır.

Haç HEB 900'lük kolonlara iki HEB 450 ve iki HEB 300 'lük kirişler bağlanmıştır. Kolonların plastikleşme momenti toplamı kirişlerin plastikleşme momentinden büyüktür.

$$M_{pkolonlar} = 2736 \text{ kNm} < 2690 \text{ kNm} = M_{pkirişler} \text{ olduğu için bu koşul sağlanmıştır.}$$

6.4. Birleşimler

Tipik birleşimlerden kolon – kiriş rijit birleşimi, kiriş – kiriş mafsallı birleşimi için yapılan hesaplar Tablo 6.1 ve Tablo 6.2'de verilmiştir. Haç HEB900 ile Haç HEB700'lik kolon – kolon birleşimi ise aşağıdaki gibidir.

Tablo 6.1 Kolon-Kiriş Rijit Birleşimi

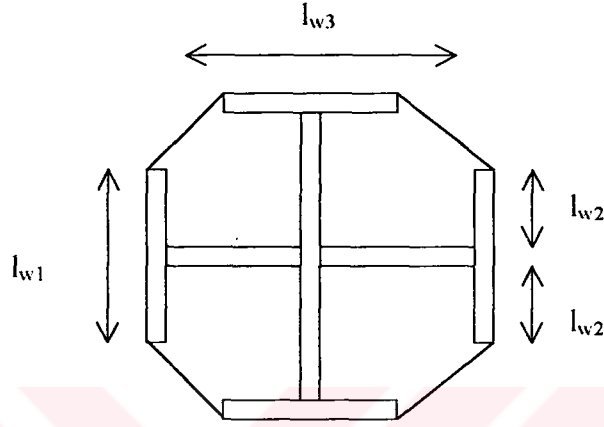
HAC HEB 900 - HEB 360		
F_{trk}	M 24 (10.9)	317,70 kN
$P=F_{trd}$	M 24 (10.9)	254,16 kN
$2c$	(plaka genişliği)	30,00 cm
t	(plaka kalınlığı)	2,50 cm
τ	(plakadaki kesme kuvveti)	6,78 kN/cm ²
σ_{yd}	(akma gerilmesi)	24,00 kN/cm ²
b	(bulonun gövdeye olan uzaklığı)	7,40 cm
t_{lim}	$t_{lim} = \{ 2 * P * b / [c * (\sigma_{yd}^2 - 3 * \tau^2)^{1/2}] \}^{1/2}$	3,46 cm
Akan bulon sayısı		3,00 adet
y_0	$y_0 = \Sigma N_u(i) / (2 * c * \sigma_{yd})$	2,12 cm
	($N_u(i) = 2 * P$)	
M_u	(birleşimin taşıma gücü momenti)	
	$M_u = \sigma_{yd} * c * y_0^2 + \Sigma N_u(i) * (y_i - y_0)$	95982,51 kNcm
y_1		80,00 cm
y_2		64,00 cm
y_3		48,00 cm
M_{plx}	(kesitin plastikleşme momenti)	
HEB 360	$\longrightarrow$ $W_{plx} = 2683 \text{ cm}^3$	
	$M_{plx} = \sigma_{yd} * W_{plx}$	64392,00 kNcm
$M_u > M_{plx}$		

Tablo 6.2 Kiriş –Kiriş Mafsallı Birleşimi

HEB 450 -HEB 300		
h_1	gövde yüksekliği	26,00 cm
t_w	gövde kalınlığı	1,20 cm
A_v	gövde alanı	31,20 cm ²
Kesitin taşıma gücüne erişmesi durumunda aktardığı kesme kuvveti V_{pl} :		
σ_{yd}	akma gerilmesi	24,00 kN/cm ²
γ_{MO}	malzeme güvenlik katsayısı	1,15
V_{pl}	$V_{pl} = A_v * \sigma_{yd} / \gamma_{MO}$	651,13 kN/cm2
I bulona gelen maksimum düşey kesme kuvveti V_1 :		
n_L	etki sayısı	2,00
n	bulon sayısı	4,00 Adet
V_1	$V_1 = V_{pl} / (n_L * n)$	81,39 kN
$P_{1max} = V_1$		81,39 kN
M16 (10.9) bulonun emniyetle taşıyabileceği kuvvet P_{1cmn1} :		
F_{vRk}	bulonun kesme dayanımı	78,50 kN
Bulonun güvenle taşıyabileceği kesme kuvveti:		
$P_{1cmn,t}$	$P_{1cmn,t} = F_{vRk}$	78,50 kN
Bulonun güvenle taşıyabileceği ezilme kuvveti:		
F_{bRk}	ezilme dayanımı (t = 10mm)	151,30 kN
F_{bRd}	$F_{bRd} = F_{bRk}$	151,30 kN
Bulonun güvenle taşıyabileceği ezilme kuvveti:		
$P_{1cmn,l}$	$P_{1cmn,l} = F_{bRd}$	151,30 kN
Bulonun güvenle taşıyabileceği kuvvet:		
P_{1cmn1}	$[\min(P_{1cmn,t} ; P_{1cmn,l})]$	78,50 kN
$P_{1max} < P_{1cmn1}$		

HAC HEB 900 – HAC HEB 700 :

İlk altı katta Haç HEB 900 'lük profil kullanıldıktan sonra kesit tesitleri küçüldüğü için Haç HEB 700 olarak küçültüldü. Kolon birleşimleri kat yüksekliğinin dörtte birinde gerçekleştirildi. Birleşimdeki Haç HEB 700 profili ile geçiş plakası arasındaki kaynaklar Şekil 6.1'de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Kolon Birleşim Kaynakları

Kesit tesirleri: $N = -2892.9 \text{ kN}$, $Q_x = 73.1 \text{ kN}$, $Q_y = 14.6 \text{ kN}$, $M_x = 152.3 \text{ kNm}$, $M_y = 29.1 \text{ kNm}$.

Kaynak kalınlığı ve boyları: $a = 1.4 \text{ cm}$, $l_{w1} = 30 - 2 \cdot 1.4 = 27.2 \text{ cm}$, $l_{w2} = 14 - 2 \cdot 1.4 = 11.2 \text{ cm}$, $l_{w3} = 63 - 2 \cdot 1.4 = 60.2 \text{ cm}$ $b' = \text{azaltılmış gövde genişliği} = 26.8 \text{ cm}$ olarak hesaplandı. $b = \text{gövde genişliği}$.

$$b' = b - 2 (2 \cdot a \cdot l_{w2} \cdot t_l) / (2 \cdot a \cdot l_{w2} + a \cdot l_{w1}) \quad (6.13)$$

$$-\sigma_{yd} \leq \frac{1}{0.85} \cdot \left(\frac{N}{\sum a \cdot l_w} \pm \frac{M_x / b'}{a \cdot l_{w1} + 2 \cdot a \cdot l_{w2}} \right) \leq \sigma_{yd} \quad (6.14)$$

$$\sigma_{\min} = 8.59 \text{ kN / cm}^2, \sigma_{\max} = 10.23 \text{ kN / cm}^2$$

$$\sqrt{\left(\frac{N}{0.85 \cdot \sum a \cdot l_w} \right)^2 + \left(\frac{Q_y}{0.75 \cdot 2 \cdot a \cdot l_{w3}} \right)^2} \leq \sigma_{yd} \quad (6.15)$$

$\sigma = 11.1 \text{ kN / cm}^2$ bulunarak tahkik sağlanmıştır.

7. YENİ VE ESKİ DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE YAPILAN HESAPLARIN KIYASLANMASI

Deprem hesabında yeni ve eski yönetmelik koşullarındaki farklar binaya etkidiği düşünülen yatay kuvvetlerin değişimine sebep olurken çelik yapı tasarımı için uyulması gereken yeni ilkeler nedeniyle farklı sonuçlara sebep oldu.

Yapılan hesaplar sonucunda eski yönetmelikte deprem hesabı için statik hesapta bulunan sonuçlar yeterli olurken, yeni yönetmelikte dinamik hesap da yapılması gerekti. Her iki yönetmelik için statik hesap sonuçlarını kıyaslarsak toplam taban kesme kuvveti eski yönetmelik için 4052 kN bulunurken yeni yönetmelikte bu değer 3412 kN değerine düşerek yaklaşık olarak %20'lik bir azalma meydana geldi. Yeni yönetmelik kurallarına göre dinamik hesapla çözüm yapılması gerektiği için taban kesme kuvveti 2260 kN olarak bulundu. Ancak statik hesapla dinamik hesapların kıyaslanması sonucunda dinamik hesap sonuçlarına göre bulunan yer değiştirmeler ve kesit tesirleri 0.57 oranında artırıldı. Bu oranın yüksek olmasının bir sebebi de A1 düzensizliğinin bulunmasıdır.

Yeni yönetmelikte her bir kata etkiyen fiktif yatay deprem kuvveti ise en üst kat hariç diğer katlarda %50 oranında azaldı. Toplam taban kesme kuvvetleri oranıyla ile bu oranlar arasındaki fark en üst kata etkiyen ek eşdeğer kuvvet nedeniyledir. Ek eşdeğer kuvvet yeni yönetmelikte 635.31 kN hesaplanırken eski yönetmelikte bu kuvvetin etki ettirilmesi için gereken şart sağlanmadığı için 0 olarak alındı. Bu şart binanın yüksekliğinin genişliğine oranının $1 / 3$ 'ten büyük olmasıdır.

Her iki yönetmelik için hesaplanan kat ağırlıkları katsayıların aynı olması nedeniyle aynı değerde bulundu. Yük kombinasyonları ise yeni yönetmelikte taşıma gücü yönteminde deprem etkisini içeren durumda değiştirilerek hesaplandığı için farklı şekiller aldı.

Burulma momenti hesabında kullanılacak olan kaydırılmış kütle merkezi A1 düzensizliği nedeniyle yeni yönetmelikte katsayı ile artırılarak hesaplandı, eski yönetmelikte ise böyle bir artırıma gidilmedi.

Binanın birinci doğal periyodu hesabı eski ve yeni yönetmelikte farklı şartlardan dolayı SAP2000'de yapılan dinamik analiz sonuçları kullanıldı. Eski yönetmelikteki bu sınır şartı bina yüksekliğinin 35m'yi geçmesi iken yeni yönetmelikte 25m olduğu halde bina yüksekliği 70m olduğu için periyot hesabında aynı yöntem sonuçları kabul edildi.

Yeni yönetmelikte kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu nedeniyle daha büyük kesitli kolonlar seçildi. Aynı zamanda bütün kesitler yerel burulmaları önlemek için uyulması gereken en kesit koşulları dikkate alınarak belirlendi.

Yeni yönetmelikte sünek tasarım ilkesine uygun olarak dış merkez çaprazlar kullanıldı. Bu sebeple süneklik katsayısı 8 olarak seçilip deprem yüklerinin azaltılması sağlandı. Eski yönetmelikte ise yapı tipi katsayısı belirlenirken sünek olan diyagonal çerçeveler için ayrı bir katsayı tanımlanmadığı için deprem yüklerinin yeni yönetmeliğe göre daha büyük çıkması sonucuna ulaşıldı.

Yeni ve eski yönetmelikte çıkan sonuçların en büyük etkisi temellerde oluşacağı için her iki yönetmelikte ayrı ayrı temel hesabı yapıldı. Bu hesaplar sonucunda radye temel yüksekliği aynı alındığı halde her iki yönetmelik için de bu değer yeterli oldu. Ancak yeni yönetmelikte ankastre kolon ayakları için BS20'lik beton yeterli olduğu halde, eski yönetmelik için BS30'luk beton seçimine geçildi. Radye temel için gerekli donatı miktarı ise açıklıklarda yaklaşık değerler alırken mesnetlerde eski yönetmelikte artırım yapmak zorunda kalındı.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yeni ve eski yönetmelik deprem hesabının aynı bina üzerinde yapılması sonucunda yeni deprem yönetmeliğine geçilmesiyle elde edilen olumlu ve olumsuz yönler belirlendi.

Yeni deprem yönetmeliğine göre düzensizlik kavramı geniş bir alanı kapsadığı için yapının taşıyıcı sistemi belirlenirken bu kurallara uyulmakla deprem anında yapının daha az etkilenmesi sağlanmış oldu. Düzensizlikler arasında yapının simetrik olup olmaması çok önemli bir yer tutmaktadır. Simetriklik rijitlik merkezi ile ağırlık merkezinin çakıştırılmasını sağlayıp depremdeki ek burulma etkisini azalttığı için deprem hesabında yer alması gereken olumlu bir gelişmedir. Her iki yönetmelikte yer alan düşey eleman süreksizliği yeni yönetmelikte daha kesin şartlarla sınırlandırılmış olmasıyla deprem anında elemanların birbirine yardım etmesi sağlanırken, sistemde elastik davranışın ötesinde taşıma kapasitesi de artırılmış oldu. Bu sayede ortaya çıkacak olan plastik mafsalların sayısı dolayısıyla dinamik enerjinin yutulan kısmı da büyütülmüş oldu. Yeni yönetmelikte komşu katlar arasındaki dayanım ve rijitlik düzensizliği kavramlarına yer verilerek katlar arasındaki yer değiştirmeler küçültülmekte ve normal kuvvetin ikinci mertebe momenti de azaltılmaktadır.

Yeni yönetmelikte sünek tasarım ilkesine uygun kurallar sayesinde deprem enerjisi kontrollü hasarlarla, göçmeden uzak kalınarak karşılanmış olmaktadır. Ayrıca binanın 1. doğal periyodunun belirlenmesinde zemin hakim periyodunda uzak değerler alınarak rezonans olayının önlenmesi sağlandı.

Yeni yönetmelikteki taban kesme kuvvetinin alt sınırını belirleyen $0.1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$ değeri bölüm 2'de denklem 2.8'deki koşulu sağlamak için sadeleştirildiğinde çıkan sonuca göre spektrum katsayısı, $S(T)$ 'nin $0.1 \cdot R_a(T_1)$ 'den büyük olma şartı ortaya çıkar. Böylelikle spektrum eğrisine deprem yükü azaltma katsayına bağlı bir alt sınır getirilmiş oldu. Bu ise eşdeğer deprem yükü yönteminde söz konusu olan bina süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlandığı halde bu alt koşul ile deprem kuvvetlerini artırma zorunluluğu doğurur. Eşdeğer yöntemde artırmadan elde edilen toplam taban kesme kuvveti dinamik hesaplara uyum içindeyken bu şart nedeniyle dinamik sonuçlarda da bir artırıma gidildi. Ayrıca binanın 1. doğal periyodu hesabında verilen

ampirik metoda bağı bir üst sınır getirilmesi $S(T)$ 'nin artırılmasıyla toplam taban kesme kuvvetinin de artmasına yol açarak periyodu yüksek çıkabilecek çok katlı yapılarda azaltmaya neden oldu Yine de çıkan sonuçlar eski yönetmeliğe göre daha küçük olduğu için çelik binaların yapımı için önemli bir etken olan ekonomide fayda sağlanmış oldu.

Bina sistemi yeni yönetmeliğe uygun olarak dış merkez çelik çaprazlı olarak seçilmesi nedeniyle yapı süneklik düzeyi yüksek sınıfına dahil edilebiliyor. Ancak eski yönetmelikte süneklik koşuluna dair bir açıklama ve yapının sünek olması halinde yapıya etkiyen kuvvetlerin azaltılmasına ait bir kural yer almıyor. Bu nedenle deprem kuvvetleri gereksiz olarak daha büyük olarak hesaplanıp kesit tesirlerinin artmasına sebep oldu. Yeni yönetmelikte süneklik koşuluna bağılı olarak bir azaltmaya gidilmesi yapının deprem halindeki gerçek davranışına daha yakın bir sonuca ulaştırdı. Sonuç olarak yeni yönetmelikteki bu koşul depreme dayanıklı yapı tasarımında ulaşılan bir gelişmedir.

Yeni yönetmelikte 1. ve 2. deprem bölgelerinde dinamik hesap yapma kısıtlaması eski yönetmeliğe göre daha fazla yer almaktadır. Dinamik hesap metodunun uygulanma şartı eski yönetmelikte olduğu gibi sadece düşey süreksizlikle birlikte bina yüksekliği olmayıp deprem halinde sakıncalar yaratabilecek rijitlik ve burulma düzensizliği koşullarını da kapsamaktadır. Bu nedenle deprem riskinin fazla olduğu bu bölgelerde dinamik hesap yapılması koşulu ile daha güvende kalınmış oldu.

Yeni yönetmelikte uyulması gereken kolonların kirişlerden güçlü olması sağlandığı için bu sayede plastik mafsallın ilk önce kirişte oluşması sağlandı. Bu şartın bazı yerlerde sağlanmaması halinde ise bazı sınır koşulları getirilerek kesit tesirlerinin artırılmasına sebep olmaktadır. Bu sayede kolon kesitleri daha büyük seçilerek toptan göçmenin azaltılmasına çalışıldı.

Elde edilen hesaplar çerçevesinde 1998 yılında yürürlüğe giren yeni yönetmelik ile çok katlı çelik bir binada deprem anında eskiye göre daha güvenli kalan ve daha ekonomik olan bir tasarım elde edildiği sonucuna varıldı.

KAYNAKLAR

- [1] **Özmen, G.**, 1999, 1997 Türkiye Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarım Uygulamaları, Türkiye Deprem Vakfı Teknik Raporu, TDV / TR 018 –32.
- [2] **Uluğ, T., N.**, Çelik Yapılar, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1977, İstanbul.
- [3] **Arda, T. S.**, Yapıların Yangın Güvenliği Ve Buna İlişkin Yapısal Önlemler
- [4] **Arda, T. S.**, Çelik Çatı Ve Binalarda Rüzgar Karşıt Düzenleri Ve Stabilitate Bağları, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1978, İstanbul.
- [5] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 1992, Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- [6] **İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi**, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No:25.
- [7] **İmar Ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı**, 1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- [8] **Çakıroğlu, A., Çetmeli, E.**, 1979, Yapı Statığı.

EKLER

EK A TABLOLAR

EK B SAP2000 ÇIKTILARI

EK C YENİ YÖNETMELİK TEMEL ÇIKTILARI

EK D ESKİ YÖNETMELİK TEMEL ÇIKTILARI



Tablo A.1 Düzensiz Binalar

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI:
<u>A1 – Burulma Düzensizliği:</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeyle oranını ifade <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi} 'nin 1.2 'den büyük olması durumu. $[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2]$
<u>A2 – Döşeme Süreksizlikleri:</u> Herhangi bir kattaki döşemede: I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3 'ünden fazla olması durumu. II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu. III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu.
<u>A3 – Planda Çıkıntıların Bulunması:</u> Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultulardaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20 'sinden daha büyük olması durumu.
<u>A4 – Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması:</u> Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu.
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI:
<u>B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği:</u> Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>etkili kesme alanı</i> 'nın, bir üst kattaki <i>etkili kesme alanı</i> 'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci} 'nin 0.80 'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\Sigma A_c)_i / (\Sigma A_c)_{i+1} < 0.80]$ Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı: $\Sigma A_c = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k$
<u>B2 – Komşu Katlar Arasın Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):</u> Birbirine dik herhangi iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'inci kattaki ortalama göreceli kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama göreceli kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ki} 'nin 1.5 'tan fazla olması durumu. $[\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5]$
<u>B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:</u> 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 veya kirişlere oturtulması durumu.

Tablo A.2 Bina Önem Katsayısı

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

Tablo A.3 Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar	-	-	>1000	>1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl	>50	85-100	-	>700
	3. Sert kil ve siltli kil	>32	-	>400	>700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar	-	-	500-1000	700-1000
	2. Sıkı kum, çakıl	30-50	65-85	-	400-700
	3. Çok katı kil ve siltli kil	16-32	-	200-400	300-700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar	-	-	<500	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl	10-30	35-65	-	200-400
	3. Katı kil ve siltli kil	8-16	-	100-200	
(D)	1. Yer altı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları	-	-	-	<200
	2. Gevşek kum	<10	<35	-	<200
	3. Yumuşak kil, siltli kil	<8	-	<100	<200

Tablo A.4 Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 2.5'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m. olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m. olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m. olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m.} < h_1 \leq 50$ m. olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m. olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m. olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m. olan (D) grubu zeminler

Tablo A.5 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

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

Tablo A.6 Yapı Tipi Katsayısı

Yapı Tipi	K
Aşağıda tanımı ayrıca yapılmamış tüm taşıyıcı sistemler	1.00
Tüm perde duvarlı kutu sistemler	1.33
Çerçeveleri yatay yüklerin tamamını taşıyabilen çerçeve taşıyıcı sistemler (Dolgu duvarı tipleri a, b ve c için bakınız dip not 1)	
1) Düktil Çerçeveler (çelik ya da betonarme)	a) 0.60 b) 0.80 c) 1.00
2) Düktil olmayan çerçeveler	a) 1.20 b) 1.50 c) 1.50
3) Diyagonal çelik kafes çerçeveler	a) 1.33 b) 1.50 c) 1.60
Düktil çerçeveleri ile yatay yüklerin en az %25'ini taşıyabilen perde duvarlı sistemler	a) 0.80 b) 1.00 c) 1.20
Yığma binalar	1.50
Bağımsız zemin üstü hazneleri (Maksimum yatay kuvvet katsayısı $C=0.30$)	3.00
Binalardan başka yapılar, bacalar, kuleler (Maksimum yatay kuvvet katsayısı $C=0.30$)	2.00

Dip not: 1) Dolgu duvarı tipleri: a) Betonarme ya da yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarlı.
b) Donatısız yığma bölme duvarlı. c) Hafif ve az bölme duvarlı ya da prefabrike beton bölme duvarlı [7].

EK B

MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE	PERIOD	INDIVIDUAL MODE (PERCENT)			CUMULATIVE SUM (PERCENT)		
		UX	UY	UZ	UX	UY	UZ
1	2.556542	32.9000	32.2522	0.0001	32.9000	32.2522	0.0001
2	2.432087	38.8898	24.3273	0.0000	71.7898	56.5795	0.0001
3	2.298989	0.2913	15.9028	0.0000	72.0811	72.4822	0.0001
4	0.776423	6.8543	7.9516	0.0003	78.9354	80.4338	0.0003
5	0.748718	8.1950	6.4733	0.0000	87.1304	86.9071	0.0004
6	0.368996	0.5124	7.3603	0.0000	87.6428	94.2674	0.0004
7	0.344470	7.4603	0.4234	0.0000	95.1030	94.6908	0.0004

RESPONSE SPECTRUM BASE REACTIONS

IN RESPONSE-SPECTRUM LOCAL COORDINATES

SPEC SPEC1 -----

FOR EACH MODE, DUE TO SPECTRAL ACCELERATION IN DIRECTION U1:

MODE	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	80.024708	79.232939	-0.046383	-3879.207	3924.985	-81.022599
2	98.409927	-77.833697	0.012801	3791.530	4813.635	22.627984
3	0.773995	-5.719169	0.002221	279.083713	36.790621	-28.073511
4	43.497793	46.850549	0.121012	-165.013041	179.348159	-12.160413
5	53.606502	-47.643539	-0.051616	127.051611	172.203993	-36.511740
6	5.966782	22.614527	-0.004337	-129.351384	37.984096	33.198686
7	91.933135	-21.900212	0.003063	121.577798	582.428295	-57.205034

FOR EACH MODE, DUE TO SPECTRAL ACCELERATION IN DIRECTION U2:

MODE	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	79.232939	78.449005	-0.045924	-3840.826	3886.151	-90.220958
2	-77.833697	61.559689	-0.010125	-2998.770	-3807.166	-17.896769
3	-5.719169	42.259827	-0.016413	-2062.193	-271.851605	207.439529
4	46.850549	50.461732	0.130339	-177.732044	193.064388	-13.097723
5	-47.643539	42.343871	0.045874	-112.918922	-153.048742	32.450327
6	22.614527	85.710662	-0.016436	-490.250921	143.962417	125.825376
7	-21.900212	5.217045	-0.000730	-28.962131	-138.745436	13.627321

COMBINED FOR ALL MODES AND ALL DIRECTIONS OF SPECTRAL ACCELERATION:

SPEC	F1	F2	F3	M1	M2	M3
225.981968	216.137413	0.203630	8378.935	8738.043	245.091102	

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	SELF WT FACTOR
G	DEAD 0.0000
Q	LIVE 0.0000
DUVAR	DEAD 0.0000
BUR75	QUAKE 0.0000
DEP75X	DEAD 0.0000
DEP75Y	DEAD 0.0000
DEP98X	DEAD 0.0000
DEP98Y	DEAD 0.0000
BUR98	QUAKE 0.0000
RUZY	WIND 0.0000

RESPONSE SPECTRUM CASES

SPECTRUM EXCITATION MODAL DIRECTION

CASE ANGLE COMBO
SPEC1 0.0000 CQC

FRAME ELEMENT DATA

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
29	198	16	HB90	2	0.000	0.000	1.000	1.750
74	63	64	HE300-B	4	0.000	0.000	1.000	7.350
113	40	43	HE360-B	4	0.000	0.000	1.000	7.350
957	601	588	2UPN300	2	0.000	0.000	1.000	3.770
1418	877	918	HE450-B	4	0.000	0.000	1.000	1.750
1462	779	896	HB900HC	2	0.000	0.000	1.000	5.500

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
DUSEY	ADD	3	1.7000	STATIC(DEAD)	dusey

		Q	1.7000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.7000	STATIC(DEAD)				
DINAMIK	ADD				DINAMIK			
		G	1.5600	STATIC(DEAD)				
		Q	1.5600	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.5600	STATIC(DEAD)				
		SPEC1	1.5600	SPECTRA				
		BUR98	1.5600	STATIC(QUAKE)				
STAT75X	ADD				STAT75X			
		G	1.0000	STATIC(DEAD)				
		Q	1.0000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.0000	STATIC(DEAD)				
		DEP75X	1.0000	STATIC(DEAD)				
		BUR75	1.0000	STATIC(QUAKE)				
STAT75Y	ADD				STAT75Y			
		G	1.0000	STATIC(DEAD)				
		Q	1.0000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.0000	STATIC(DEAD)				
		DEP75Y	1.0000	STATIC(DEAD)				
		BUR75	1.0000	STATIC(QUAKE)				
STAT98X	ADD				STAT98X			
		G	1.0000	STATIC(DEAD)				
		Q	1.0000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.0000	STATIC(DEAD)				
		DEP98X	1.0000	STATIC(DEAD)				
		BUR98	1.0000	STATIC(QUAKE)				
STAT98Y	ADD				STAT98Y			
		G	1.0000	STATIC(DEAD)				
		Q	1.0000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.0000	STATIC(DEAD)				
		DEP98Y	1.0000	STATIC(DEAD)				
		BUR98	1.0000	STATIC(QUAKE)				
RUZY	ADD				RUZY			
		G	1.5000	STATIC(DEAD)				
		Q	1.5000	STATIC(LIVE)				
		DUVAR	1.5000	STATIC(DEAD)				
		RUZY	1.5000	STATIC(WIND)				
09G	ADD				09G			
		G	0.9000	STATIC(DEAD)				
		DUVAR	0.9000	STATIC(DEAD)				
		SPEC1	1.0000	SPECTRA				
F R A M E E L E M E N T F O R C E S								
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
29	DUSEY	0.00	-808.81	-3.63	-3.10	-2.669E-04	-3.09	-3.45
		8.8E-01	-808.81	-3.63	-3.10	-2.669E-04	-3.677E-01	-2.586E-01
		1.75	-808.81	-3.63	-3.10	-2.669E-04	2.35	2.93
29	DINAMIK MAX	0.00	-285.50	6.98	7.88	1.232E-03	36.10	32.43
		8.8E-01	-285.50	6.98	7.88	1.232E-03	29.37	26.44
		1.75	-285.50	6.98	7.88	1.232E-03	22.74	20.53
29	DINAMIK MIN	0.00	-1196.28	-15.81	-11.75	-6.582E-04	-34.97	-46.55
		8.8E-01	-1196.28	-15.81	-11.75	-6.582E-04	-24.84	-32.80
		1.75	-1196.28	-15.81	-11.75	-6.582E-04	-14.84	-19.11
29	STAT75X	0.00	-1020.23	8.29	-2.51	5.333E-05	-8.083E-01	40.51
		8.8E-01	-1020.23	8.29	-2.51	5.333E-05	1.39	33.17
		1.75	-1020.23	8.29	-2.51	5.333E-05	3.58	25.70
29	STAT75Y	0.00	-1003.79	-3.91	8.41	6.311E-04	43.86	-5.45
		8.8E-01	-1003.79	-3.91	8.41	6.311E-04	36.41	-2.02
		1.75	-1003.79	-3.91	8.41	6.311E-04	28.82	1.42
29	STAT98X	0.00	-902.77	5.75	-2.40	1.675E-06	-1.08	30.57
		8.8E-01	-902.77	5.75	-2.40	1.675E-06	1.03	25.47
		1.75	-902.77	5.75	-2.40	1.675E-06	3.13	20.27
29	STAT98Y	0.00	-908.92	-3.53	5.92	4.438E-04	33.24	-4.68
		8.8E-01	-908.92	-3.53	5.92	4.438E-04	27.58	-1.57
		1.75	-908.92	-3.53	5.92	4.438E-04	20.62	1.54
29	RUZY	0.00	-1006.99	-3.39	3.64	-1.439E-04	14.83	-2.06
		8.8E-01	-1006.99	-3.39	3.64	-1.439E-04	11.69	9.203E-01

	1.75	-1006.99	-3.39	3.64	-1.439E-04	18.37	3.89
29	09G MAX						
	0.00	35.37	6.28	5.42	5.310E-04	21.91	24.36
	8.8E-01	35.37	6.28	5.42	5.310E-04	17.28	18.92
	1.75	35.37	6.28	5.42	5.310E-04	12.71	13.54
29	09G MIN						
	0.00	-548.46	-8.33	-7.16	-6.808E-04	-23.64	-26.27
	8.8E-01	-548.46	-8.33	-7.16	-6.808E-04	-17.47	-19.05
	1.75	-548.46	-8.33	-7.16	-6.808E-04	-11.37	-11.87
74	DUSEY						
	0.00	0.00	-11.48	0.00	3.160E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-5.74	0.00	3.160E-03	0.00	15.82
	3.68	0.00	0.00	0.00	3.160E-03	0.00	21.10
	5.51	0.00	5.74	0.00	3.160E-03	0.00	15.82
	7.35	0.00	11.48	0.00	3.160E-03	0.00	0.00
74	DINAMIK MAX						
	0.00	0.00	-10.54	0.00	3.293E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-5.27	0.00	3.293E-03	0.00	14.52
	3.68	0.00	0.00	0.00	3.293E-03	0.00	19.36
	5.51	0.00	5.27	0.00	3.293E-03	0.00	14.52
	7.35	0.00	10.54	0.00	3.293E-03	0.00	0.00
74	DINAMIK MIN						
	0.00	0.00	-10.54	0.00	2.630E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-5.27	0.00	2.630E-03	0.00	14.52
	3.68	0.00	0.00	0.00	2.630E-03	0.00	19.36
	5.51	0.00	5.27	0.00	2.630E-03	0.00	14.52
	7.35	0.00	10.54	0.00	2.630E-03	0.00	0.00
74	STAT75X						
	0.00	0.00	-6.75	0.00	1.562E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-3.38	0.00	1.562E-03	0.00	9.31
	3.68	0.00	0.00	0.00	1.562E-03	0.00	12.41
	5.51	0.00	3.38	0.00	1.562E-03	0.00	9.31
	7.35	0.00	6.75	0.00	1.562E-03	0.00	0.00
74	STAT75Y						
	0.00	0.00	-6.75	0.00	1.572E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-3.38	0.00	1.572E-03	0.00	9.31
	3.68	0.00	0.00	0.00	1.572E-03	0.00	12.41
	5.51	0.00	3.38	0.00	1.572E-03	0.00	9.31
	7.35	0.00	6.75	0.00	1.572E-03	0.00	0.00
74	STAT98X						
	0.00	0.00	-6.75	0.00	1.614E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-3.38	0.00	1.614E-03	0.00	9.31
	3.68	0.00	0.00	0.00	1.614E-03	0.00	12.41
	5.51	0.00	3.38	0.00	1.614E-03	0.00	9.31
	7.35	0.00	6.75	0.00	1.614E-03	0.00	0.00
74	STAT98Y						
	0.00	0.00	-6.75	0.00	1.624E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-3.38	0.00	1.624E-03	0.00	9.31
	3.68	0.00	0.00	0.00	1.624E-03	0.00	12.41
	5.51	0.00	3.38	0.00	1.624E-03	0.00	9.31
	7.35	0.00	6.75	0.00	1.624E-03	0.00	0.00
74	RUZY						
	0.00	0.00	-10.13	0.00	2.581E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-5.07	0.00	2.581E-03	0.00	13.96
	3.68	0.00	0.00	0.00	2.581E-03	0.00	18.62
	5.51	0.00	5.07	0.00	2.581E-03	0.00	13.96
	7.35	0.00	10.13	0.00	2.581E-03	0.00	0.00
74	09G MAX						
	0.00	0.00	-3.24	0.00	1.041E-03	0.00	0.00
	1.84	0.00	-1.62	0.00	1.041E-03	0.00	4.47
	3.68	0.00	0.00	0.00	1.041E-03	0.00	5.96
	5.51	0.00	1.62	0.00	1.041E-03	0.00	4.47
	7.35	0.00	3.24	0.00	1.041E-03	0.00	0.00
74	09G MIN						
	0.00	0.00	-3.24	0.00	6.164E-04	0.00	0.00
	1.84	0.00	-1.62	0.00	6.164E-04	0.00	4.47
	3.68	0.00	0.00	0.00	6.164E-04	0.00	5.96
	5.51	0.00	1.62	0.00	6.164E-04	0.00	4.47
	7.35	0.00	3.24	0.00	6.164E-04	0.00	0.00
113	DUSEY						
	0.00	0.00	-7.68	0.00	7.639E-05	0.00	-9.52
	1.84	0.00	-3.87	0.00	7.639E-05	0.00	1.09
	3.68	0.00	-6.71E-01	0.00	7.639E-05	0.00	4.72
	5.51	0.00	3.74	0.00	7.639E-05	0.00	1.34
	7.35	0.00	7.55	0.00	7.639E-05	0.00	-9.03

113	DINAMIK MAX	0.00	0.00	-5.82	0.00	3.514E-04	0.00	-4.21
		1.84	0.00	-2.33	0.00	3.514E-04	0.00	3.28
		3.68	0.00	1.16	0.00	3.514E-04	0.00	4.36
		5.51	0.00	4.66	0.00	3.514E-04	0.00	4.85
		7.35	0.00	8.15	0.00	3.514E-04	0.00	-9.938E-01
113	DINAMIK MIN	0.00	0.00	-9.05	0.00	-9.390E-04	0.00	-16.13
		1.84	0.00	-5.55	0.00	-9.390E-04	0.00	-2.71
		3.68	0.00	-2.06	0.00	-9.390E-04	0.00	4.28
		5.51	0.00	1.44	0.00	-9.390E-04	0.00	-9.919E-01
		7.35	0.00	4.93	0.00	-9.390E-04	0.00	-12.76
113	STAT75X	0.00	0.00	-4.73	0.00	-1.356E-04	0.00	-6.38
		1.84	0.00	-2.49	0.00	-1.356E-04	0.00	2.519E-01
		3.68	0.00	-2.498E-01	0.00	-1.356E-04	0.00	2.77
		5.51	0.00	1.99	0.00	-1.356E-04	0.00	1.17
		7.35	0.00	4.23	0.00	-1.356E-04	0.00	-4.54
113	STAT75Y	0.00	0.00	-3.00	0.00	-2.053E-04	0.00	1.016E-02
		1.84	0.00	-7.615E-01	0.00	-2.053E-04	0.00	3.47
		3.68	0.00	1.48	0.00	-2.053E-04	0.00	2.81
		5.51	0.00	3.77	0.00	-2.053E-04	0.00	-1.97
		7.35	0.00	5.96	0.00	-2.053E-04	0.00	-10.86
113	STAT98X	0.00	0.00	-4.68	0.00	-9.496E-05	0.00	-6.20
		1.84	0.00	-2.44	0.00	-9.496E-05	0.00	3.405E-01
		3.68	0.00	-2.022E-01	0.00	-9.496E-05	0.00	2.77
		5.51	0.00	2.04	0.00	-9.496E-05	0.00	1.09
		7.35	0.00	4.28	0.00	-9.496E-05	0.00	-4.72
113	STAT98Y	0.00	0.00	-3.35	0.00	-1.469E-04	0.00	-1.26
		1.84	0.00	-1.11	0.00	-1.469E-04	0.00	2.83
		3.68	0.00	1.13	0.00	-1.469E-04	0.00	2.80
		5.51	0.00	3.37	0.00	-1.469E-04	0.00	-1.34
		7.35	0.00	5.61	0.00	-1.469E-04	0.00	-9.60
113	RUZY	0.00	0.00	-5.48	0.00	1.980E-04	0.00	-3.61
		1.84	0.00	-2.12	0.00	1.980E-04	0.00	3.38
		3.68	0.00	1.24	0.00	1.980E-04	0.00	4.19
		5.51	0.00	4.60	0.00	1.980E-04	0.00	-1.17
		7.35	0.00	7.96	0.00	1.980E-04	0.00	-12.70
113	09G MAX	0.00	0.00	-1.60	0.00	4.274E-04	0.00	5.797E-01
		1.84	0.00	-2.895E-01	0.00	4.274E-04	0.00	2.31
		3.68	0.00	1.02	0.00	4.274E-04	0.00	1.64
		5.51	0.00	2.32	0.00	4.274E-04	0.00	2.32
		7.35	0.00	3.63	0.00	4.274E-04	0.00	6.481E-01
113	09G MIN	0.00	0.00	-3.66	0.00	-3.998E-04	0.00	-7.06
		1.84	0.00	-2.36	0.00	-3.998E-04	0.00	-1.53
		3.68	0.00	-1.05	0.00	-3.998E-04	0.00	1.60
		5.51	0.00	2.577E-01	0.00	-3.998E-04	0.00	-1.43
		7.35	0.00	1.56	0.00	-3.998E-04	0.00	-6.89

957	DUSEY	0.00	-30.65	-1.513E-04	-1.485E-04	1.401E-06	3.097E-04	0.00
		1.88	-30.65	-1.513E-04	-1.485E-04	1.401E-06	1.914E-04	0.00
		3.77	-30.65	-1.513E-04	-1.485E-04	1.401E-06	6.887E-05	0.00
957	DINAMIK MAX	0.00	10.80	2.006E-02	2.840E-02	2.131E-04	1.358E-02	0.00
		1.88	10.80	2.006E-02	2.840E-02	2.131E-04	1.020E-02	0.00
		3.77	10.80	2.006E-02	2.840E-02	2.131E-04	7.913E-03	0.00
957	DINAMIK MIN	0.00	-80.47	-2.583E-02	-2.011E-02	-5.794E-05	-2.397E-02	0.00
		1.88	-80.47	-2.583E-02	-2.011E-02	-5.794E-05	-2.373E-02	0.00
		3.77	-80.47	-2.583E-02	-2.011E-02	-5.794E-05	-2.430E-02	0.00
957	STAT75X	0.00	-83.80	-3.703E-02	1.572E-03	4.885E-05	-1.976E-03	0.00
		1.88	-83.80	-3.703E-02	1.572E-03	4.885E-05	-3.405E-03	0.00
		3.77	-83.80	-3.703E-02	1.572E-03	4.885E-05	-4.760E-03	0.00
957	STAT75Y	0.00	-4.63	-3.591E-03	-2.984E-03	4.207E-05	9.044E-03	0.00
		1.88	-4.63	-3.591E-03	-2.984E-03	4.207E-05	4.155E-03	0.00
		3.77	-4.63	-3.591E-03	-2.984E-03	4.207E-05	-8.248E-04	0.00
957	STAT98X	0.00	-83.80	-3.703E-02	1.572E-03	4.885E-05	-1.976E-03	0.00

	0.00	-68.26	-2.920E-02	1.170E-03	3.803E-05	-1.446E-03	0.00
	1.88	-68.26	-2.920E-02	1.170E-03	3.803E-05	-2.583E-03	0.00
	3.77	-68.26	-2.920E-02	1.170E-03	3.803E-05	-3.664E-03	0.00
957	STAT98Y						
	0.00	-7.07	-2.692E-03	-2.342E-02	3.260E-05	7.926E-03	0.00
	1.88	-7.07	-2.692E-03	-2.342E-02	3.260E-05	3.880E-03	0.00
	3.77	-7.07	-2.692E-03	-2.342E-02	3.260E-05	-2.507E-04	0.00
957	RUZY						
	0.00	-13.73	1.428E-05	-2.164E-02	-3.184E-05	7.421E-03	0.00
	1.88	-13.73	1.428E-05	-2.164E-02	-3.184E-05	6.217E-03	0.00
	3.77	-13.73	1.428E-05	-2.164E-02	-3.184E-05	4.877E-03	0.00
957	09G MAX						
	0.00	20.14	1.467E-02	1.548E-02	8.726E-05	1.217E-02	0.00
	1.88	20.14	1.467E-02	1.548E-02	8.726E-05	1.096E-02	0.00
	3.77	20.14	1.467E-02	1.548E-02	8.726E-05	1.036E-02	0.00
957	09G MIN						
	0.00	-39.65	-1.475E-02	-1.562E-02	-8.652E-05	-1.190E-02	0.00
	1.88	-39.65	-1.475E-02	-1.562E-02	-8.652E-05	-1.079E-02	0.00
	3.77	-39.65	-1.475E-02	-1.562E-02	-8.652E-05	-1.029E-02	0.00
1418	DUSEY						
	0.00	0.00	8.53	0.00	-4.371E-05	0.00	4.15
	3.1E-01	0.00	8.90	0.00	-4.371E-05	0.00	1.43
	6.3E-01	0.00	9.27	0.00	-4.371E-05	0.00	-1.41
	9.4E-01	0.00	9.64	0.00	-4.371E-05	0.00	-4.36
	1.25	0.00	10.01	0.00	-4.371E-05	0.00	-7.43
1418	DINAMIK MAX						
	0.00	0.00	37.99	0.00	6.885E-04	0.00	3.95
	3.1E-01	0.00	38.33	0.00	6.885E-04	0.00	8.07
	6.3E-01	0.00	38.67	0.00	6.885E-04	0.00	12.20
	9.4E-01	0.00	39.01	0.00	6.885E-04	0.00	16.22
	1.25	0.00	39.35	0.00	6.885E-04	0.00	20.14
1418	DINAMIK MIN						
	0.00	0.00	-13.73	0.00	-2.677E-03	0.00	3.67
	3.1E-01	0.00	-13.38	0.00	-2.677E-03	0.00	-8.14
	6.3E-01	0.00	-13.04	0.00	-2.677E-03	0.00	-20.17
	9.4E-01	0.00	-12.70	0.00	-2.677E-03	0.00	-32.31
	1.25	0.00	-12.36	0.00	-2.677E-03	0.00	-44.55
1418	STAT75X						
	0.00	0.00	47.76	0.00	-6.230E-04	0.00	2.40
	3.1E-01	0.00	47.98	0.00	-6.230E-04	0.00	-12.56
	6.3E-01	0.00	48.19	0.00	-6.230E-04	0.00	-27.59
	9.4E-01	0.00	48.41	0.00	-6.230E-04	0.00	-42.68
	1.25	0.00	48.63	0.00	-6.230E-04	0.00	-57.85
1418	STAT75Y						
	0.00	0.00	14.80	0.00	-3.870E-04	0.00	2.63
	3.1E-01	0.00	15.02	0.00	-3.870E-04	0.00	-2.03
	6.3E-01	0.00	15.24	0.00	-3.870E-04	0.00	-6.75
	9.4E-01	0.00	15.46	0.00	-3.870E-04	0.00	-11.55
	1.25	0.00	15.68	0.00	-3.870E-04	0.00	-16.42
1418	STAT98X						
	0.00	0.00	38.97	0.00	-4.953E-04	0.00	2.40
	3.1E-01	0.00	39.19	0.00	-4.953E-04	0.00	-9.81
	6.3E-01	0.00	39.41	0.00	-4.953E-04	0.00	-22.09
	9.4E-01	0.00	39.63	0.00	-4.953E-04	0.00	-34.44
	1.25	0.00	39.84	0.00	-4.953E-04	0.00	-46.86
1418	STAT98Y						
	0.00	0.00	12.88	0.00	-3.038E-04	0.00	2.58
	3.1E-01	0.00	13.10	0.00	-3.038E-04	0.00	-1.48
	6.3E-01	0.00	13.32	0.00	-3.038E-04	0.00	-5.61
	9.4E-01	0.00	13.54	0.00	-3.038E-04	0.00	-9.80
	1.25	0.00	13.75	0.00	-3.038E-04	0.00	-14.07
1418	RUZY						
	0.00	0.00	9.99	0.00	4.117E-04	0.00	3.79
	3.1E-01	0.00	10.32	0.00	4.117E-04	0.00	6.117E-01
	6.3E-01	0.00	10.65	0.00	4.117E-04	0.00	-2.66
	9.4E-01	0.00	10.98	0.00	4.117E-04	0.00	-6.04
	1.25	0.00	11.30	0.00	4.117E-04	0.00	-9.53
1418	09G MAX						
	0.00	0.00	19.19	0.00	1.067E-03	0.00	1.34
	3.1E-01	0.00	19.39	0.00	1.067E-03	0.00	5.60
	6.3E-01	0.00	19.59	0.00	1.067E-03	0.00	9.86
	9.4E-01	0.00	19.79	0.00	1.067E-03	0.00	14.07
	1.25	0.00	19.99	0.00	1.067E-03	0.00	18.22
1418	09G MIN						
	0.00	0.00	-13.96	0.00	-1.090E-03	0.00	1.16
	3.1E-01	0.00	-13.76	0.00	-1.090E-03	0.00	-4.79

		6.3E-01	0.00	-13.56	0.00	-1.090E-03	0.00	-10.88
		9.4E-01	0.00	-13.37	0.00	-1.090E-03	0.00	-17.04
		1.25	0.00	-13.17	0.00	-1.090E-03	0.00	-23.25
1462	DUSEY							
		0.00	-439.24	8.48	1.050E-02	1.016E-04	2.788E-01	14.39
		1.75	-439.24	8.48	1.050E-02	1.016E-04	2.368E-01	-5.116E-01
		3.50	-439.24	8.48	1.050E-02	1.016E-04	1.926E-01	-15.41
1462	DINAMIK MAX							
		0.00	-371.02	9.44	6.13	6.764E-03	11.99	18.59
		1.75	-371.02	9.44	6.13	6.764E-03	2.36	2.27
		3.50	-371.02	9.44	6.13	6.764E-03	7.00	-10.93
1462	DINAMIK MIN							
		0.00	-431.72	6.29	-3.64	-1.760E-03	-7.20	8.24
		1.75	-431.72	6.29	-3.64	-1.760E-03	-2.29	-3.23
		3.50	-431.72	6.29	-3.64	-1.760E-03	-11.65	-17.82
1462	STAT75X							
		0.00	-289.29	7.31	1.46	1.566E-03	2.91	15.23
		1.75	-289.29	7.31	1.46	1.566E-03	1.781E-01	1.24
		3.50	-289.29	7.31	1.46	1.566E-03	-2.55	-12.76
1462	STAT75Y							
		0.00	-223.57	4.41	8.92	1.002E-03	17.21	7.73
		1.75	-223.57	4.41	8.92	1.002E-03	4.303E-01	-1.094E-01
		3.50	-223.57	4.41	8.92	1.002E-03	-16.36	-7.94
1462	STAT98X							
		0.00	-285.79	6.90	1.18	1.241E-03	2.41	14.34
		1.75	-285.79	6.90	1.18	1.241E-03	2.062E-01	1.29
		3.50	-285.79	6.90	1.18	1.241E-03	-2.00	-11.77
1462	STAT98Y							
		0.00	-227.55	4.50	7.15	7.844E-04	14.19	7.86
		1.75	-227.55	4.50	7.15	7.844E-04	7.217E-01	-1.192E-01
		3.50	-227.55	4.50	7.15	7.844E-04	-12.75	-8.10
1462	RUZY							
		0.00	-371.72	7.12	4.11	-1.047E-03	7.59	12.20
		1.75	-371.72	7.12	4.11	-1.047E-03	-1.519E-01	-3.037E-01
		3.50	-371.72	7.12	4.11	-1.047E-03	-7.90	-12.81
1462	09G MAX							
		0.00	-115.72	3.42	3.25	2.759E-03	6.44	7.41
		1.75	-115.72	3.42	3.25	2.759E-03	1.56	1.63
		3.50	-115.72	3.42	3.25	2.759E-03	5.82	-2.16
1462	09G MIN							
		0.00	-154.63	1.40	-3.01	-2.705E-03	-5.86	7.771E-01
		1.75	-154.63	1.40	-3.01	-2.705E-03	-1.42	-1.90
		3.50	-154.63	1.40	-3.01	-2.705E-03	-6.14	-6.58

S T E E L S T R E S S C H E C K O U T P U T (E U R O C O D E 3-1993)							
FRAME	SECTION	/-----MOMENT INTERACTION CHECK-----//					
ID	ID	COMBO	RATIO	AXL +	B33 +	R2C1	
29	HB900HC	DINAMIK (C)	1.125	< 0.762	+ 0.194	+ 0.169	
74	HE300-B	DUSEY (T)	0.649	< 0.000	+ 0.649	+ 0.000	
113	HE360-B	DINAMIK (T)	0.341	< 0.000	+ 0.341	+ 0.000	
957	2UPN300	DINAMIK (C)	0.357	< 0.356	+ 0.000	+ 0.001	
1418	HE450-B	STAT98X (T)	0.564	< 0.000	+ 0.564	+ 0.000	
1462	HB900HC	DINAMIK (C)	0.399	= 0.275	+ 0.074	+ 0.050	

J O I N T R E A C T I O N S							
JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
18	G	27.1148	13.5092	1606.6328	-0.4983	-3.2858	9.201E-03
18	Q	23.7308	11.8211	1406.1036	-0.4360	-2.8757	8.050E-03
18	DEP75X	-321.3792	-2.6755	-1390.7723	-0.1623	-448.6115	5.8422
18	DEP75Y	-44.1173	-369.0937	-4039.5543	390.0552	7.7403	-5.4755
18	RUZY	-10.2321	-162.6739	-1464.8974	172.3953	10.4211	-2.4236
18	SPEC1	181.3243	194.1159	1624.5036	207.6761	246.6299	4.1854
124	G	0.4808	0.1659	1568.5508	-0.4679	0.3470	1.407E-05
124	Q	0.4208	0.1453	1372.8670	-0.4094	0.3038	1.231E-05
124	DEP75X	-69.5302	1.4240	-6.6558	2.0791	-383.1240	2.189E-03
124	DEP75Y	1.8436	-48.0435	-136.9592	390.3225	8.6087	1.129E-03
124	RUZY	3.9642	-26.8771	-411.5391	171.7779	19.3853	1.949E-03
124	SPEC1	53.2536	38.8946	50.7319	203.7905	230.3495	9.313E-03
125	G	0.4693	0.1653	1571.1099	-0.4673	-0.0662	1.407E-05
125	Q	0.4613	0.1447	1376.0619	-0.4089	-0.0579	1.231E-05
125	DEP75X	-80.2549	1.4241	7.3783	2.0791	-430.3499	2.189E-03
125	DEP75Y	0.7271	-48.0371	133.3144	390.3176	11.4841	1.129E-03
125	RUZY	-1.9466	-25.0461	40.9854	170.6997	-20.1051	1.949E-03
125	SPEC1	58.4064	38.8921	49.9287	203.7890	233.8796	9.313E-03

178	G	10.3855	3.8861	1132.7608	-3.9467	9.9250	1.407E-05
178	Q	9.0923	3.4022	991.6982	-3.4552	8.6893	1.231E-05
178	DEP75X	-55.5966	-3.2368	-644.0323	24.9941	-369.3761	2.189E-03
178	DEP75Y	1.6056	-58.8635	-624.2648	400.0133	8.3724	1.129E-03
178	RUZY	3.2979	-33.1907	-215.2528	194.5698	18.7271	1.949E-03
178	SPEC1	45.9081	47.3344	346.7976	243.9945	222.6332	9.313E-03
179	G	14.2401	0.6677	1731.1814	-0.8353	13.5974	1.407E-05
179	Q	12.4652	0.5834	1515.3673	-0.7300	11.9027	1.231E-05
179	DEP75X	-54.0673	-3.8461	-481.7124	25.6084	-379.0071	2.189E-03
179	DEP75Y	0.7420	-70.9676	-540.0624	412.1225	1.9992	1.129E-03
179	RUZY	1.3318	-36.3860	-192.1788	198.8228	7.2707	1.949E-03
179	SPEC1	42.6975	53.8245	291.3047	250.9482	210.9773	9.313E-03
180	G	0.4109	0.0974	1577.5199	-0.2831	0.1609	1.407E-05
180	Q	0.3596	0.0852	1380.7521	-0.2477	0.1409	1.231E-05
180	DEP75X	-49.4940	-4.2715	-134.9480	26.0137	-382.1617	2.189E-03
180	DEP75Y	1.5240	-74.0827	-9.1775	415.0333	-1.2047	1.129E-03
180	RUZY	0.5921	-37.8862	-3.0224	200.2246	-0.2821	1.949E-03
180	SPEC1	40.4863	55.5641	55.8230	252.6554	209.6053	9.313E-03
181	G	14.1800	-0.4796	1737.0608	0.2753	13.4407	1.407E-05
181	Q	12.4126	-0.4186	1520.5152	0.2400	11.7655	1.231E-05
181	DEP75X	-57.7509	-4.2866	-432.7375	26.0351	-397.9327	2.189E-03
181	DEP75Y	1.7897	-70.9824	477.1136	412.1408	-4.9089	1.129E-03
181	RUZY	-0.3544	-36.3900	170.6789	198.8287	-8.0354	1.949E-03
181	SPEC1	44.5626	53.8280	270.9010	250.9561	221.0973	9.313E-03
182	G	10.2133	-3.7117	1139.4157	3.4006	9.5220	1.407E-05
182	Q	8.9416	-3.2495	997.5252	2.9774	8.3365	1.231E-05
182	DEP75X	-64.7473	-3.3258	-582.4479	25.0804	-415.0481	2.189E-03
182	DEP75Y	1.2177	-58.8531	561.8394	400.0076	-10.9975	1.129E-03
182	RUZY	-2.1883	-31.9060	194.9349	193.8136	-19.3633	1.949E-03
182	SPEC1	50.3084	47.3287	331.3908	243.9915	245.3687	9.313E-03
183	G	-4.8941	7.7615	1730.2508	-7.7713	-4.8560	1.407E-05
183	Q	-4.2862	6.7913	1514.4131	-6.7999	-4.2526	1.231E-05
183	DEP75X	-66.6791	-1.1687	-537.2439	12.2675	-380.4658	2.189E-03
183	DEP75Y	2.0026	-54.2635	-434.3556	390.4064	8.7649	1.129E-03
183	RUZY	3.8981	-31.3182	-142.9546	182.6816	19.3265	1.949E-03
183	SPEC1	51.7052	42.2049	262.3704	217.0701	228.8393	9.313E-03
184	G	9.7561	32.1531	1843.5075	4.2045	-16.3178	6.677E-03
184	Q	8.5367	28.1427	1613.4660	3.6787	-14.2833	5.841E-03
184	DEP75X	-327.6207	-40.3007	-4901.8006	9.1841	-411.8318	5.5491
184	DEP75Y	-34.0798	-490.0602	-4665.1745	449.6414	14.7548	-5.5516
184	RUZY	-7.1073	-223.9018	-1763.8820	207.5068	12.8501	-2.5494
184	SPEC1	176.6682	264.2006	2621.2663	248.8113	231.1825	4.2032
185	G	0.3986	-33.1159	1639.3111	0.1333	0.1322	-5.086E-03
185	Q	0.3489	-28.9838	1434.7724	0.1163	0.1158	-4.450E-03
185	DEP75X	-51.7257	3.3490	-2150.1550	16.3939	-391.3291	-5.7225
185	DEP75Y	1.5355	-495.0697	3743.5855	450.5645	-2.3094	-0.0254
185	RUZY	0.3418	-227.2108	1499.3904	207.8870	-2.3952	0.0188
185	SPEC1	42.5818	268.9027	1862.7471	248.9389	215.2660	2.9743
186	G	11.4969	5.9243	1873.6554	-6.0003	-16.4454	4.620E-03
186	Q	10.0605	5.1834	1639.8616	-5.2499	-14.3951	4.042E-03
186	DEP75X	-350.2486	-5.2425	-5442.0887	16.4144	-425.1911	-0.1400
186	DEP75Y	20.4494	-86.2519	2151.6273	429.3707	-11.3964	-5.5647
186	RUZY	1.6314	-41.5359	699.8427	197.8429	-10.8682	-2.5092
186	SPEC1	187.6976	57.5896	2412.2603	237.2123	237.3551	2.8962
187	G	-5.0766	-7.4989	1740.5977	7.0013	-5.2696	1.407E-05
187	Q	-4.4460	-6.5615	1523.4707	6.1261	-4.6147	1.231E-05
187	DEP75X	-77.0980	0.3658	-529.6773	10.7821	-427.4131	2.189E-03
187	DEP75Y	0.5964	-53.9998	359.7263	390.1578	-11.6096	1.129E-03
187	RUZY	-0.8633	-29.0210	117.5752	181.2927	-20.0358	1.949E-03
187	SPEC1	56.6968	47.1583	262.5893	216.9939	252.2150	9.313E-03
188	G	-25.7363	0.1600	1556.8775	-0.4569	3.7038	-4.647E-03
188	Q	-22.5749	0.1401	1362.5909	-0.3999	3.2416	-4.066E-03
188	DEP75X	-316.5066	0.9635	1090.7444	4.5379	-440.5479	0.1302
188	DEP75Y	35.4555	-51.0575	-2531.1099	392.0776	-4.4608	5.5581
188	RUZY	18.6931	-24.8010	-910.3881	176.3286	6.0999	2.4998
188	SPEC1	181.8590	40.3918	1206.4133	211.2153	241.8228	2.8822

189	G	7.6616	0.1618	1864.2019	-0.4638	6.1172	1.800E-03
189	Q	6.7064	0.1416	1631.5843	-0.4059	5.3544	1.575E-03
189	DEP75X	-683.3400	0.9604	-629.1140	4.5584	-469.3260	0.1100
189	DEP75Y	-11.8041	-52.5329	2358.8277	398.7361	-1.4339	-0.2201
189	RUZY	-14.9415	-25.4453	792.9734	179.2372	-7.9285	-0.0229
189	SPEC1	374.9652	42.0368	954.0550	215.1400	257.6681	0.4667
190	G	0.4179	0.1599	0.1570	-0.4491	0.1790	1.407E-05
190	Q	0.3657	0.1400	0.1374	-0.3931	0.1567	1.231E-05
190	DEP75X	-51.4292	0.9934	-0.0276	4.3126	-381.2251	2.189E-03
190	DEP75Y	1.4970	-50.3595	0.0467	382.5283	-0.2874	1.129E-03
190	RUZY	0.8167	-24.4797	0.0166	172.0300	1.5585	1.949E-03
190	SPEC1	41.4416	40.0691	0.0813	206.2747	209.2491	9.313E-03
191	G	6.8843	-13.1722	1319.4491	-0.4984	0.1614	1.967E-03
191	Q	6.0247	-11.5262	1154.7597	-0.4362	0.1413	1.722E-03
191	DEP75X	-259.8750	1.8629	-1655.5576	-0.1623	-390.5539	-5.8170
191	DEP75Y	2.1185	-365.4725	2059.4551	390.3474	-0.8919	-5.5301
191	RUZY	1.3253	-161.5605	832.5114	172.5189	0.4491	-2.3370
191	SPEC1	144.3520	193.4623	1139.0519	207.8099	213.9574	4.0215
192	G	5.8499	7.8684	1753.8029	-7.9738	5.5448	1.407E-05
192	Q	5.1227	6.8849	1535.0228	-6.9772	4.8557	1.231E-05
192	DEP75X	-66.6683	3.8707	495.0149	-7.9671	-380.4701	2.189E-03
192	DEP75Y	1.5736	-54.3505	-431.9869	382.5833	8.3500	1.129E-03
192	RUZY	3.7464	-29.2891	-153.9083	167.0500	19.1803	1.949E-03
192	SPEC1	51.6691	41.7094	277.1479	203.2484	228.8095	9.313E-03
194	G	-10.3070	27.3174	1997.5965	8.1736	17.0395	-2.317E-03
194	Q	-9.0182	23.9085	1748.2675	7.1524	14.9150	-2.028E-03
194	DEP75X	-325.7664	45.7472	4792.7202	1.6869	-414.6053	5.7103
194	DEP75Y	45.7679	-388.5895	-4988.6248	426.1555	-9.2931	5.4832
194	RUZY	21.9288	-165.4613	-1890.3797	183.4707	3.7508	2.3029
194	SPEC1	178.6071	200.3078	2830.9678	225.6721	231.1360	3.9743
198	G	-27.2807	-26.2874	2231.9321	-9.6197	10.7805	-9.393E-03
198	Q	-23.8753	-23.0091	1953.4085	-8.4178	9.4367	-8.218E-03
198	DEP75X	-504.9239	-29.8695	5879.0359	-17.9189	-457.1330	-5.9702
198	DEP75Y	-35.8211	-448.4338	5724.7105	427.0294	1.6066	5.6671
198	RUZY	-20.4578	-190.4891	2145.6712	183.8068	-6.5502	2.4159
198	SPEC1	269.2477	226.8984	3163.8424	226.7946	252.4944	4.2840
200	G	5.6726	-7.5024	1764.1794	6.9062	5.1363	1.407E-05
200	Q	4.9675	-6.5646	1544.1072	6.0429	4.4981	1.231E-05
200	DEP75X	-77.0387	2.2237	576.9020	-6.3728	-427.3722	2.189E-03
200	DEP75Y	1.0238	-54.4361	494.7326	382.6726	-11.1964	1.129E-03
200	RUZY	-2.7123	-27.1242	174.2955	165.7890	-19.8904	1.949E-03
200	SPEC1	56.6637	41.6691	305.6221	203.2215	252.1865	9.313E-03
202	G	-9.4168	4.0572	1157.7935	-4.3491	-9.2251	1.407E-05
202	Q	-8.2446	3.5520	1013.6044	-3.8074	-8.0766	1.231E-05
202	DEP75X	-55.5680	5.8182	579.8354	-20.5817	-369.3636	2.189E-03
202	DEP75Y	1.5111	-58.5516	-566.9997	380.7326	8.2813	1.129E-03
202	RUZY	3.2629	-27.7290	-196.6632	156.5096	18.6941	1.949E-03
202	SPEC1	45.8852	45.7081	332.1588	212.6306	222.6184	9.313E-03
203	G	-13.3858	0.8396	1748.7716	-1.2386	-13.1457	1.407E-05
203	Q	-11.7175	0.7338	1530.7592	-1.0830	-11.5071	1.231E-05
203	DEP75X	-54.0243	6.1351	434.3253	-20.9086	-378.9763	2.189E-03
203	DEP75Y	2.2357	-69.9674	-477.9443	392.1525	3.4452	1.129E-03
203	RUZY	1.8958	-29.7646	-160.3804	159.6010	7.8169	1.949E-03
203	SPEC1	42.7271	51.1678	261.0907	218.4602	211.0173	9.313E-03
204	G	0.4097	0.2816	1584.4728	-0.6983	0.1598	1.407E-05
204	Q	0.3586	0.2465	1386.8364	-0.6111	0.1399	1.231E-05
204	DEP75X	-49.4837	6.5608	136.6591	-21.2568	-382.1566	2.189E-03
204	DEP75Y	1.5240	-72.8835	9.5365	394.8688	-1.1946	1.129E-03
204	RUZY	0.5921	-30.9548	3.0598	160.7098	-0.1821	1.949E-03
204	SPEC1	40.4813	52.6523	56.4907	219.9043	209.6024	9.313E-03
205	G	-13.4735	-0.2902	1760.1991	-0.1449	-13.3295	1.407E-05
205	Q	-11.7942	-0.2529	1549.9509	-0.1178	-11.6696	1.231E-05
205	DEP75X	-57.6905	6.5764	489.7998	-21.3361	-397.8797	2.189E-03
205	DEP75Y	0.5813	-69.9384	535.9119	39.1117	-8.7779	1.129E-03
205	RUZY	-0.7882	-29.7516	179.5554	159.5569	-8.4556	1.949E-03
205	SPEC1	44.5095	51.1736	73.6485	218.4689	211.0567	9.313E-03

206	G	-9.5912	-3.5379	1164.8453	2.9961	-9.6304	1.407E-05
206	Q	-8.3972	-3.0974	1019.7789	2.6232	-8.4314	1.231E-05
206	DEP75X	-64.7024	5.9050	647.8016	-20.6659	-415.0219	2.189E-03
206	DEP75Y	1.3161	-58.5407	628.9406	380.7265	-10.9028	1.129E-03
206	RUZY	-2.1517	-26.4453	216.7818	155.7540	-19.3288	1.949E-03
206	SPEC1	50.2833	45.7063	349.1284	212.6311	245.3519	9.313E-03
209	G	-6.7097	-9.5803	1935.1607	-0.8219	0.1566	-4.844E-03
209	Q	-5.8718	-8.3832	1693.6381	-0.7196	0.1371	-4.239E-03
209	DEP75X	-268.8266	4.1036	4389.7584	-8.9520	-398.5540	0.1777
209	DEP75Y	-2.8123	-678.5479	203.5354	468.8032	-0.9881	5.5739
209	RUZY	-0.5808	-291.3187	67.1642	201.0560	0.3666	2.4788
209	SPEC1	147.0049	352.2681	1764.4414	244.0495	218.1135	2.8477



EK C

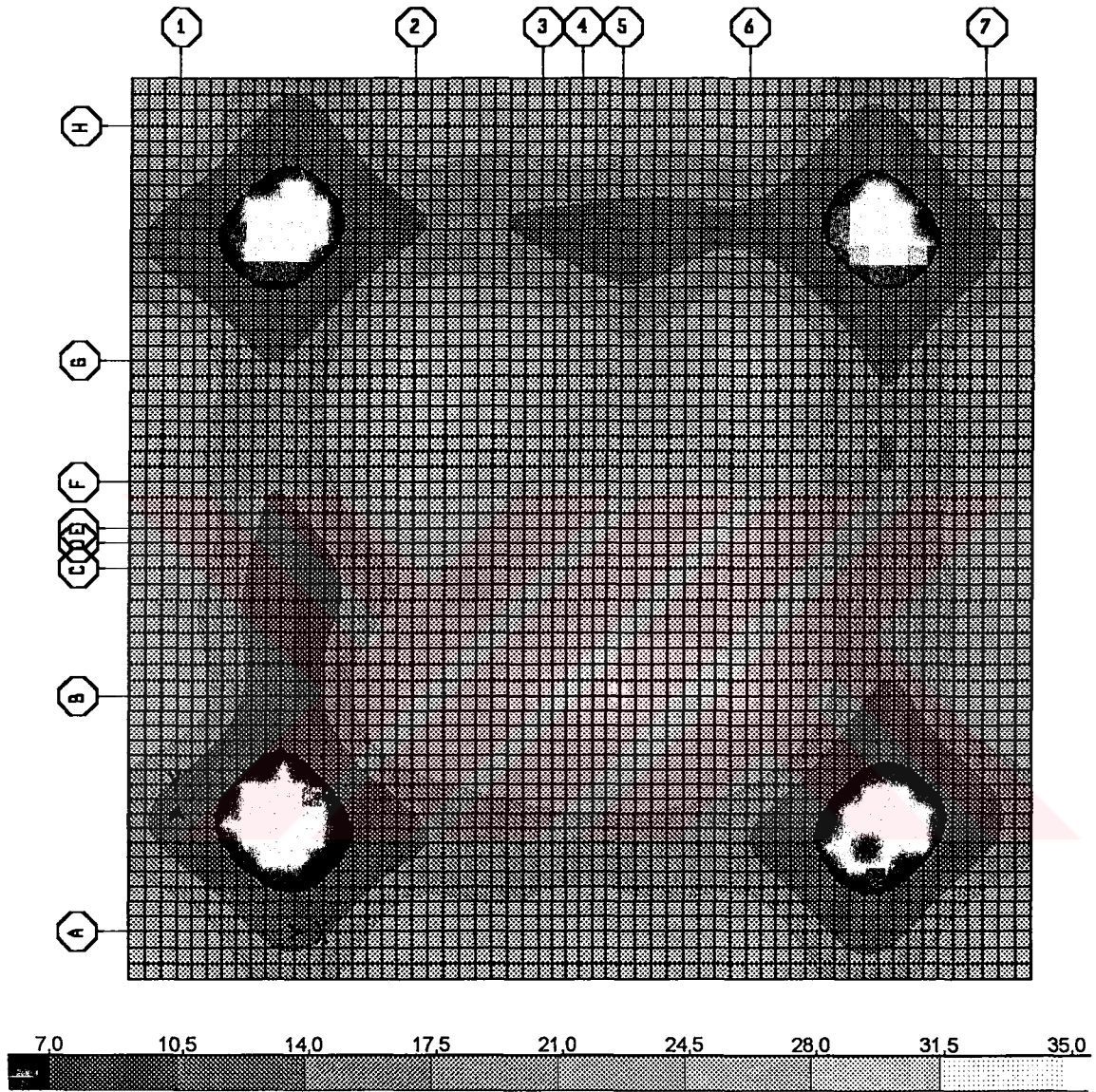
Y - STRIP REINFORCING (for whole strip in Sq-cm)

Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-REBAR LEFT OF Y	TOP-REBAR RIGHT OF Y	BOT-REBAR LEFT OF Y	BOT-REBAR RIGHT OF Y
18	4,500	-1,500		0,000		
18	4,500	-1,000			5,002	4,382
18	4,500	-0,500			20,039	19,622
18	4,500	0,000			45,640	47,285
18	4,500	0,482	2,622	1,860	16,258	16,525
18	4,500	0,925	18,634	18,495	1,092	1,098
18	4,500	1,388	34,831	34,445		
18	4,500	1,850	49,763	49,605		
18	4,500	2,306	59,837	59,954		
18	4,500	2,763	65,726	66,142		
18	4,500	3,219	67,682	68,386		
18	4,500	3,675	65,763	66,738		
18	4,500	4,131	59,837	61,114		
18	4,500	4,588	49,767	51,291		
18	4,500	5,044	34,939	36,946		
18	4,500	5,500	19,067	17,584		
18	4,500	5,963	4,395	6,108	16,116	14,585
18	4,500	6,425		0,000	55,191	55,191
18	4,500	6,888			99,532	99,131
18	4,500	7,350			165,100	161,139
18	4,500	7,850			89,322	90,330
18	4,500	8,350			41,834	46,067
18	4,500	8,850			11,156	14,685
18	4,500	9,350	8,806	7,405	0,000	1,271
18	4,500	9,850	20,459	18,333		
18	4,500	10,350	34,388	22,710		
18	4,500	10,850	50,600	19,621		
18	4,500	11,350	9,376	10,257		0,000
18	4,500	11,750			7,391	8,381
18	4,500	12,150			28,908	30,905
18	4,500	12,600	4,777	2,878	8,473	9,361
18	4,500	13,083	16,318	12,631	4,960	4,270
18	4,500	13,567	24,381	21,567	2,005	1,953
18	4,500	14,050	28,310	26,375	0,000	
18	4,500	14,525	28,760	28,018		
18	4,500	15,000	26,728	26,627		
18	4,500	15,475	21,088	21,591		
18	4,500	15,950	11,686	12,801	0,000	
18	4,500	16,425	2,345	3,135	4,011	5,668
18	4,500	16,900			20,018	18,442
18	4,500	17,375			44,277	41,070
18	4,500	17,850			78,648	78,164
18	4,500	18,313			41,210	41,914
18	4,500	18,775	0,000		14,685	15,101
18	4,500	19,238	6,430	5,799	5,273	5,619
18	4,500	19,700	12,731	22,823		
18	4,500	20,156	35,845	36,202		
18	4,500	20,613	46,078	46,711		
18	4,500	21,069	53,328	54,082		
18	4,500	21,525	57,664	58,456		
18	4,500	21,981	58,958	59,774		
18	4,500	22,438	57,051	57,914		
18	4,500	22,894	51,632	52,822		
18	4,500	23,350	42,377	43,493		
18	4,500	23,813	28,500	29,721		
18	4,500	24,275	9,427	10,578		
18	4,500	24,738			11,291	14,292
18	4,500	25,200			49,412	48,184
18	4,500	25,663			22	24
18	4,500	26,125			5,335	5,335
18	4,500	26,588	2,345	3,135		

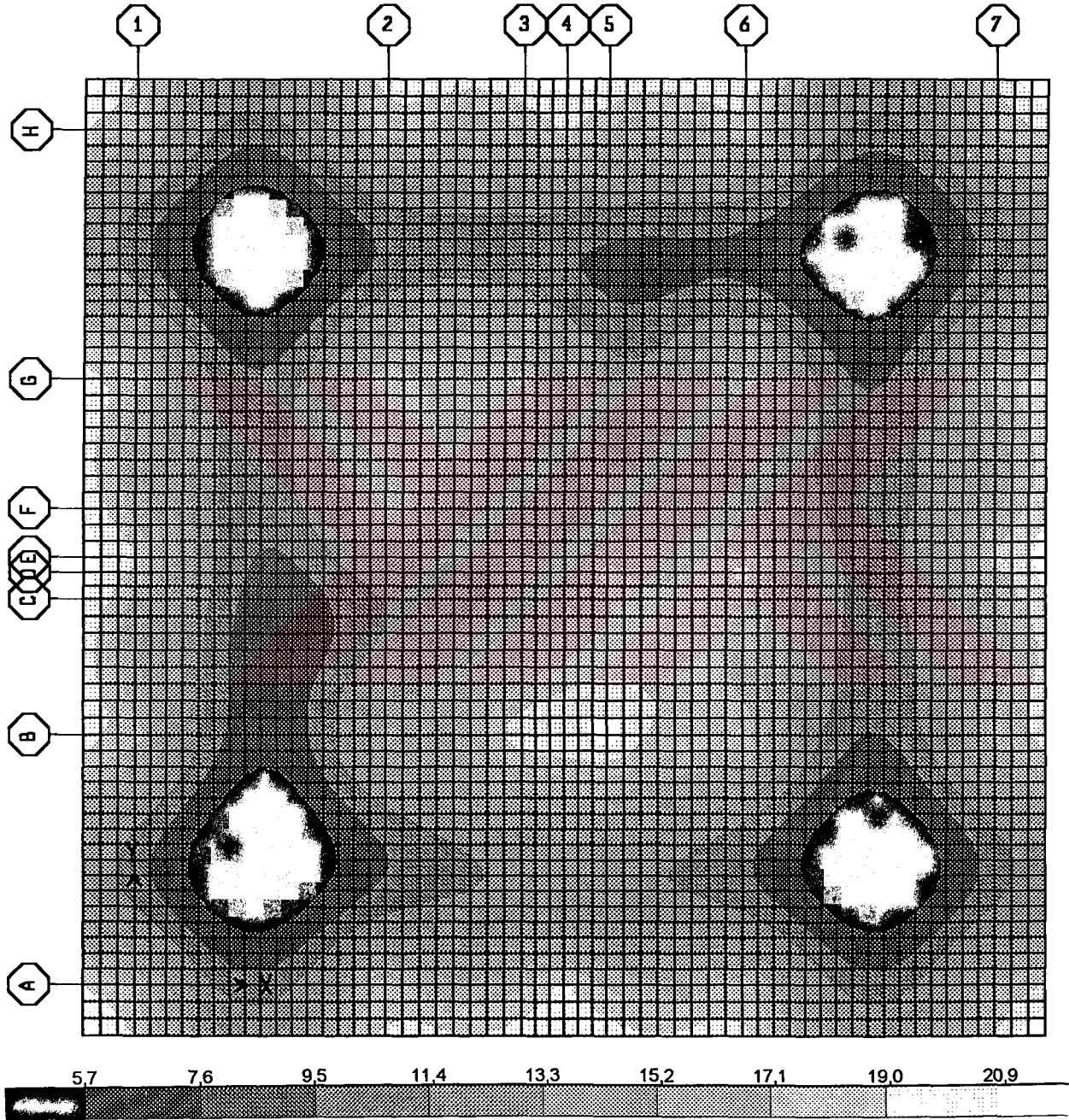
Y - S T R I P D E S I G N M O M E N T S

Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-MOMENT LEFT OF Y	TOP-MOMENT RIGHT OF Y	BOT-MOMENT LEFT OF Y	BOT-MOMENT RIGHT OF Y
18	4,500	-1,500		-1,184 97GQAS		
18	4,500	-1,000			17,370 14G16Q	15,177 14G16Q
18	4,500	-0,500			68,968 14G16Q	67,546 14G16Q
18	4,500	0,000			155,458 14G16Q	160,951 14G16Q
18	4,500	0,463	-8,089 97GQAS	-6,449 97GQAS	56,04 97QES	56,953 97QES
18	4,500	0,926	-64,168 97GQAS	-63,693 97GQAS	1,788 97QES	3,809 97QES
18	4,500	1,388	-119,129 14G16Q	-117,861 14G16Q		
18	4,500	1,850	-169,217 14G16Q	-168,689 14G16Q		
18	4,500	2,306	-201,634 14G16Q	-203,011 14G16Q		
18	4,500	2,765	-229,037 14G16Q	-223,405 14G16Q		
18	4,500	3,218	-258,464 14G16Q	-250,777 14G16Q		
18	4,500	3,675	-289,161 14G16Q	-285,362 14G16Q		
18	4,500	4,131	-308,685 14G16Q	-306,850 14G16Q		
18	4,500	4,588	-169,027 14G16Q	-174,303 14G16Q		
18	4,500	5,044	-119,526 14G16Q	-126,291 14G16Q		
18	4,500	5,500	-51,908 14G16Q	-60,614 14G16Q		
18	4,500	5,963	-15,216 97QES	-21,142 97QES	67,148 97GQAS	58,128 97GQAS
18	4,500	6,425		-0,945 97QES	180,620 97GQAS	170,906 97GQAS
18	4,500	6,888			331,568 97GQAS	327,095 97GQAS
18	4,500	7,350			534,951 97GQAS	523,004 14G16Q
18	4,500	7,850			98,913 14G16Q	308,469 14G16Q
18	4,500	8,350			147,713 14G16Q	156,885 14G16Q
18	4,500	8,850			28,535 14G16Q	50,651 14G16Q
18	4,500	9,350	-30,447 14G16Q	-25,617 14G16Q	0,992 97GQAS	4,407 14G16Q
18	4,500	9,850	-70,407 14G16Q	-63,141 14G16Q		
18	4,500	10,350	-83,450 14G16Q	-78,077 14G16Q		
18	4,500	10,850	-70,807 14G16Q	-67,541 14G16Q		
18	4,500	11,350	-37,409 14G16Q	-35,440 97GQAS		0,176 97QES
18	4,500	11,750			13,568 14G16Q	8,808 14G16Q
18	4,500	12,150			90,136 14G16Q	107,607 14G16Q
18	4,500	12,600	-16,541 97QAS	-8,074 97QAS	0,778 97QES	0,135 14G16Q
18	4,500	13,080	-46,146 97QAS	-43,611 97QAS	70,114 97QES	14,617 97QES
18	4,500	13,500	-3,000 97QAS	-3,100 97QAS	0,951 97QES	0,707 97QES
18	4,500	14,000	-17,100 97QAS	-10,000 97QAS	1,400 97QES	
18	4,500	14,500	-10,000 97QAS	-9,100 97QAS		

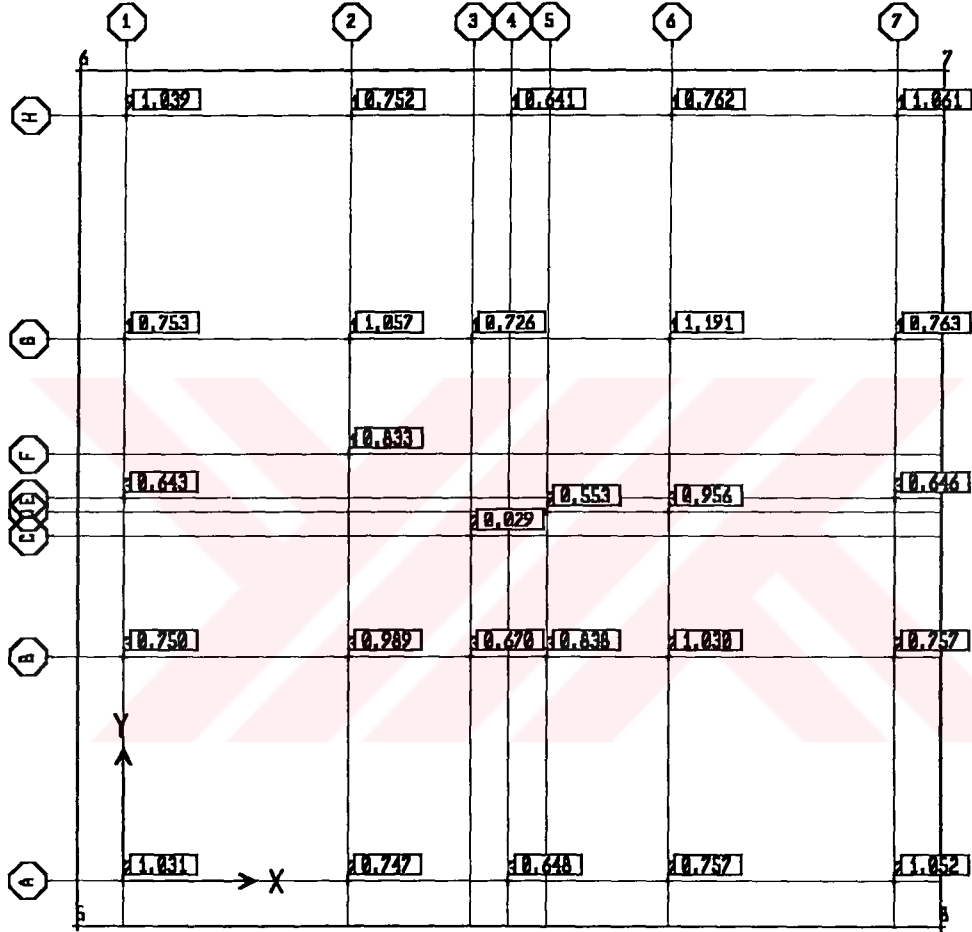
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	15,000	-91,743	-91,400		
			14G16Q	14G16Q		
Y - S T R I P D E S I G N M O M E N T S						
Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-MOMENT LEFT OF Y	TOP-MOMENT RIGHT OF Y	BOT-MOMENT LEFT OF Y	BOT-MOMENT RIGHT OF Y
18	4,500	15,475	-72,549	-74,263		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	15,950	-40,356	-44,185	0,533	
			14G16Q	14G16Q	97GQES	
18	4,500	16,425	-7,782	-10,828	13,894	12,326
			14G16Q	14G16Q	97GQAS	97GQAS
18	4,500	16,900			68,898	63,512
					97GQAS	97GQAS
18	4,500	17,375			151,066	143,504
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	17,850			264,280	262,510
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	18,313			140,620	142,981
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	18,775	-0,378		50,647	52,079
			97GQES		97GQAS	14G16Q
18	4,500	19,238	-22,153	-20,073	11,341	9,047
			14G16Q	14G16Q	97GQAS	97GQAS
18	4,500	19,700	-78,149	-78,461		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	20,156	-122,500	-114,139		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	20,613	-156,754	-159,037		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	21,069	-181,073	-183,576		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	21,525	-195,448	-198,068		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	21,981	-199,730	-202,425		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	22,438	-193,354	-196,276		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	22,894	-175,437	-178,729		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	23,350	-144,535	-148,278		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	23,813	-97,764	-101,893		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	24,275	-32,584	-36,537		
			14G16Q	14G16Q		
18	4,500	24,738			54,783	51,479
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	25,200			168,067	165,953
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	25,700			75,719	74,771
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	26,200			19,340	19,140
					14G16Q	14G16Q
18	4,500	26,700	-3,404		3,706	
			97GQAS		14G16Q	



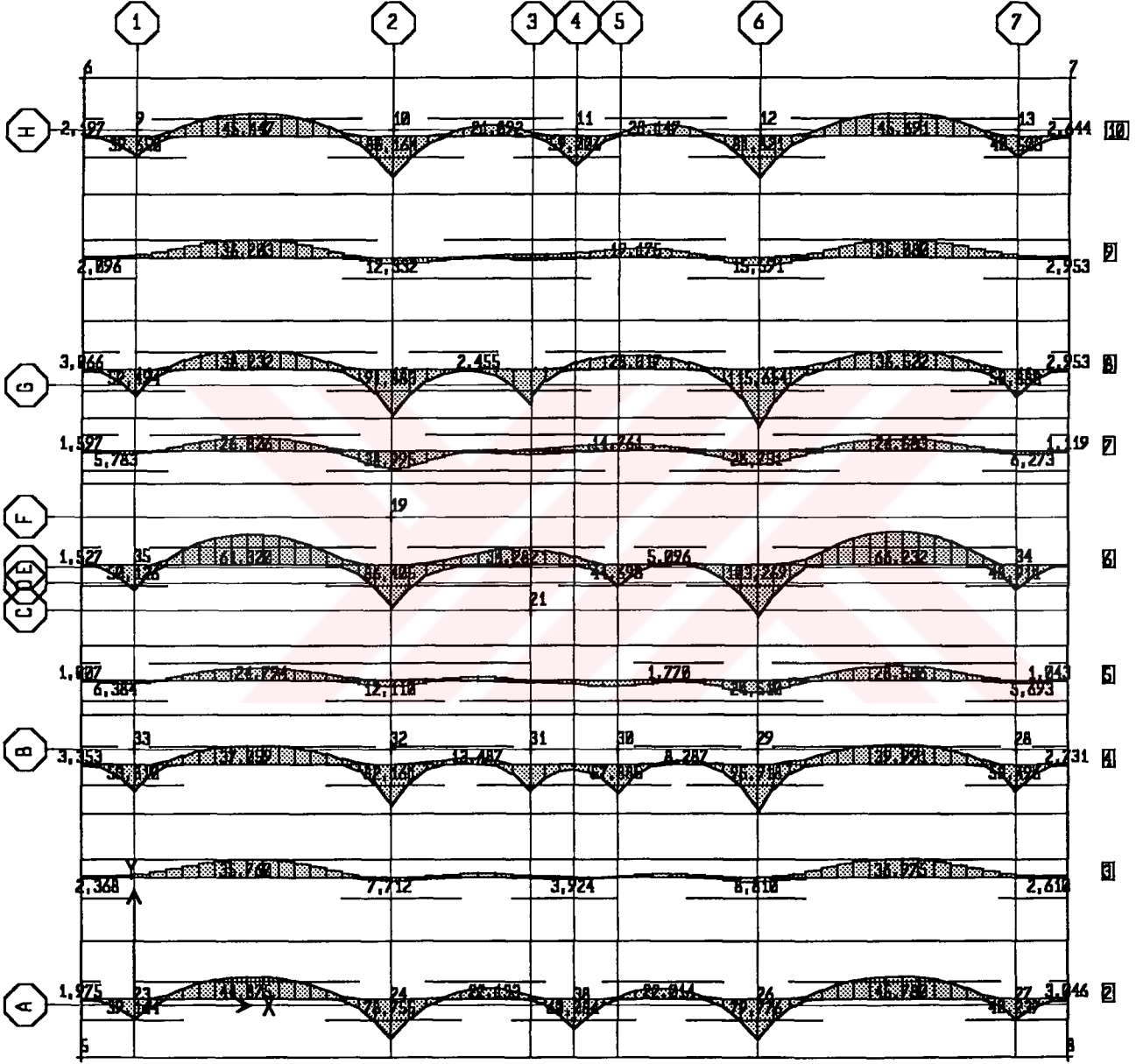
Şekil C.2 Depremlı Hal İin Zemin Emniyet Gerilmeleri



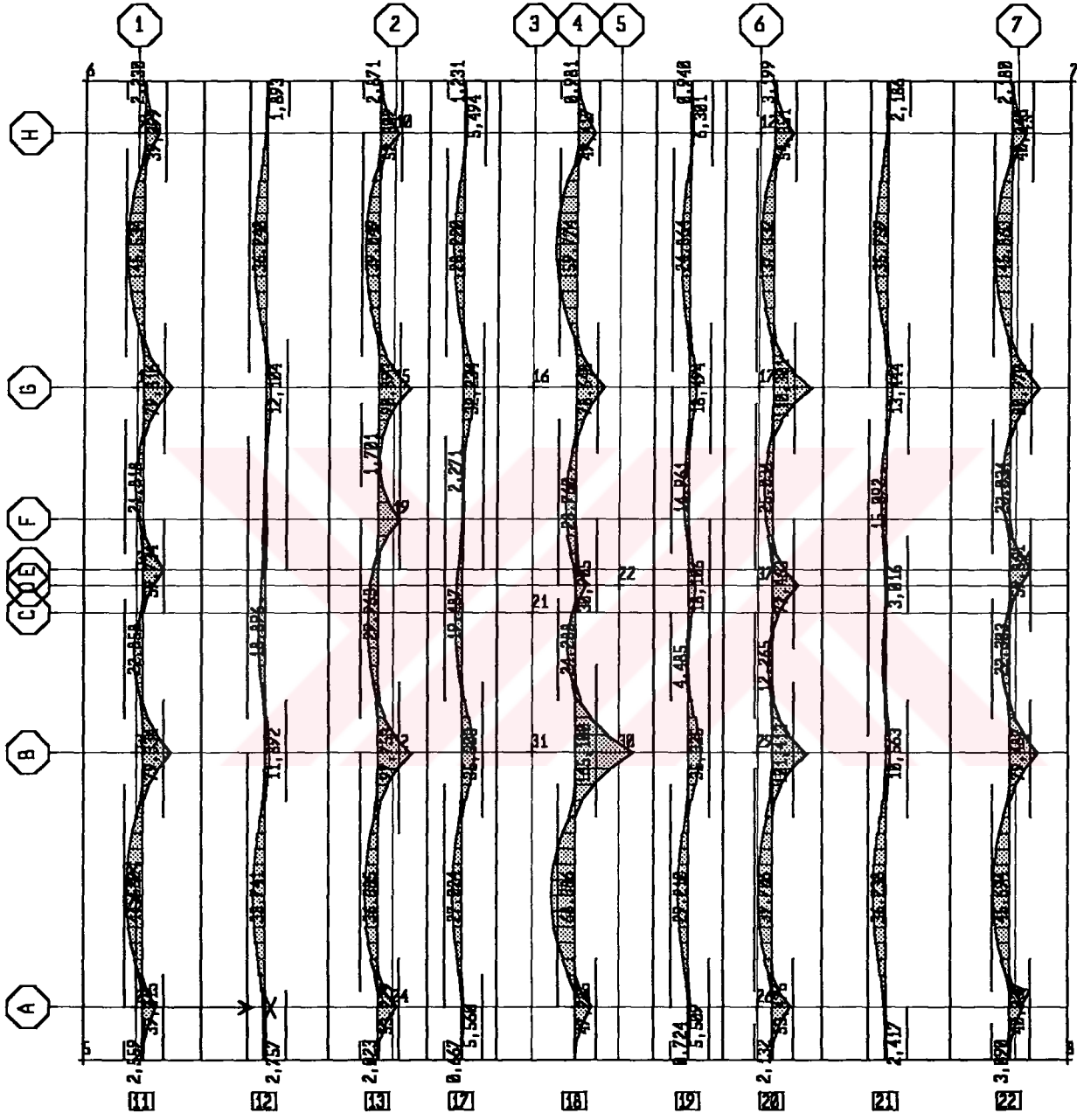
Şekil C.3 Düşey Yükleme İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri



Şekil C.4 Zimbalama Dayanımı Oranları



Şekil C.5 X Yönü Şerit Donatı Miktarı



Şekil C.6 Y Yönu Şerit Donatı Miktarı

EK D

Y - S T R I P R E I N F O R C I N G (for whole strip in Sq-cm)

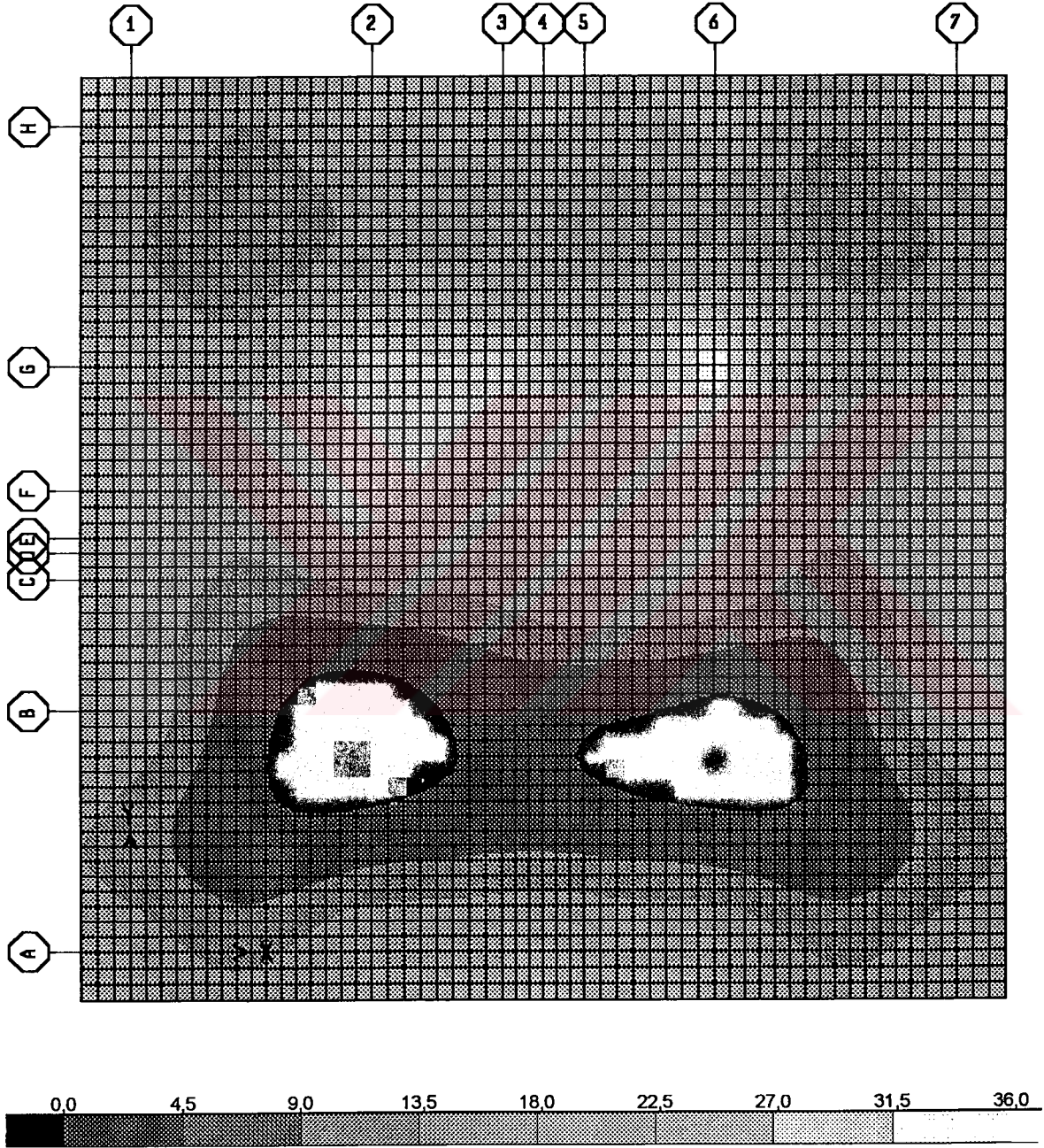
Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-REBAR LEFT OF Y	TOP-REBAR RIGHT OF Y	BOT-REBAR LEFT OF Y	BOT-REBAR RIGHT OF Y
18	4,500	-1,500		1,651		1,458
18	4,500	-1,000		0,000	5,002	4,874
18	4,500	-0,500			20,039	19,622
18	4,500	0,000			45,640	47,285
18	4,500	0,463			12,332	12,591
18	4,500	0,925	14,397	14,003		
18	4,500	1,388	34,821	34,445		
18	4,500	1,850	49,763	49,605		
18	4,500	2,306	59,837	59,954		
18	4,500	2,763	65,726	66,142		
18	4,500	3,219	67,682	68,386		
18	4,500	3,675	65,763	66,738		
18	4,500	4,131	59,852	61,114		
18	4,500	4,588	49,707	51,291		
18	4,500	5,044	34,939	36,946		
18	4,500	5,500	24,904	25,000	4,661	3,083
18	4,500	5,963	23,163	23,188	38,703	34,098
18	4,500	6,425	21,000	20,405	84,734	78,623
18	4,500	6,888	17,707	16,251	148,345	142,798
18	4,500	7,350	12,821	34,268	239,423	265,860
18	4,500	7,850	34,928	30,914	161,269	163,356
18	4,500	8,350	32,300	30,929	90,775	95,303
18	4,500	8,850	28,782	27,916	44,235	48,266
18	4,500	9,350	23,897	23,038	11,842	14,637
18	4,500	9,850	20,459	18,333		
18	4,500	10,350	26,470	25,338	0,947	1,606
18	4,500	10,850	36,191	36,109	8,014	9,268
18	4,500	11,350	41,309	29,306	28,239	19,527
18	4,500	11,750	30,077	31,199	40,054	42,513
18	4,500	12,150	29,252	18,390	69,177	60,710
18	4,500	12,600	23,893	24,622	30,723	35,176
18	4,500	13,083	27,833	28,254	13,017	15,992
18	4,500	13,567	29,323	29,600	6,818	8,110
18	4,500	14,050	29,076	29,500	1,968	2,929
18	4,500	14,525	28,760	28,303		
18	4,500	15,000	26,728	26,627		
18	4,500	15,475	22,754	23,510		0,000
18	4,500	15,950	19,219	20,134	3,468	2,874
18	4,500	16,425	15,017	16,160	17,659	16,139
18	4,500	16,900	10,051	11,672	37,621	35,409
18	4,500	17,375	4,195	5,729	65,484	64,018
18	4,500	17,850			104,956	92,283
18	4,500	18,313	2,127	1,732	52,010	53,041
18	4,500	18,775	4,480	3,233	22,722	23,880
18	4,500	19,238	12,451	11,590	9,013	8,759
18	4,500	19,700	22,731	22,823	3,035	2,749
18	4,500	20,156	35,845	36,307		
18	4,500	20,613	46,028	46,711		
18	4,500	21,069	53,328	54,082		
18	4,500	21,525	57,664	58,456		
18	4,500	21,981	58,958	59,774		
18	4,500	22,438	57,031	57,914		
18	4,500	22,894	51,632	52,622		
18	4,500	23,350	42,377	43,494		
18	4,500	23,813	28,503	29,721		
18	4,500	24,275	9,427	10,576		
18	4,500	24,738			15,891	14,926
18	4,500	25,200			49,417	48,784
18	4,500	25,700			20,018	21,740
18	4,500	26,200	1,870	1,425	5,587	5,529
18	4,500	26,700	3,188		3,161	

Y - S T R I P D E S I G N M O M E N T S

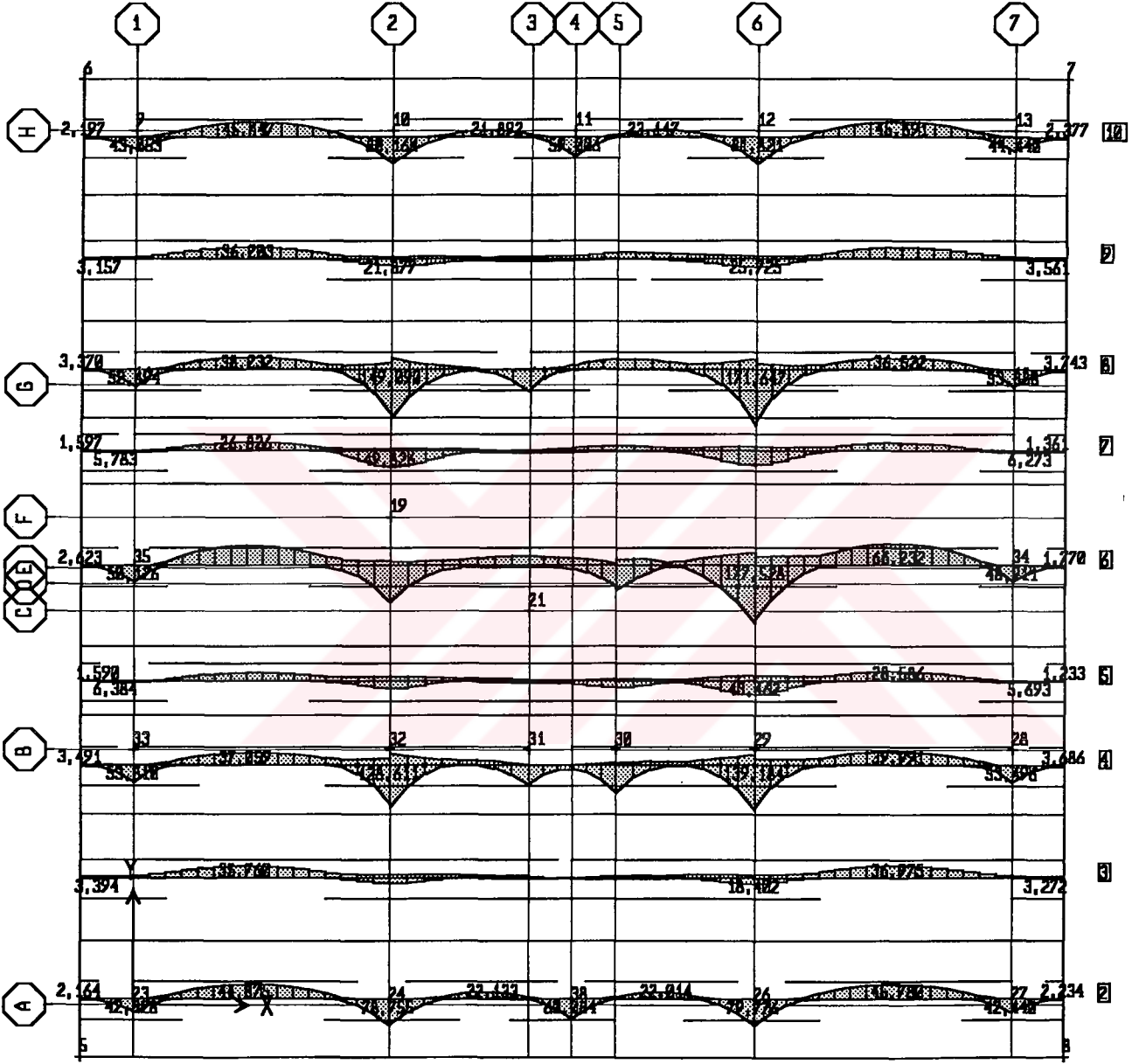
Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-MOMENT LEFT OF Y	TOP-MOMENT RIGHT OF Y	BOT-MOMENT LEFT OF Y	BOT-MOMENT RIGHT OF Y
18	4,500	-1,500		-5,725 75ZGQEX		5,055 75ZGQAX
18	4,500	-1,000		-2,916 75ZGQEX	17,320 14G16Q	16,878 75ZGQAY
18	4,500	-0,500			68,968 14G16Q	67,546 14G16Q
18	4,500	0,000			155,458 14G16Q	160,951 14G16Q
18	4,500	0,463			42,574 14G16Q	43,465 14G16Q
18	4,500	0,925	-49,665 14G16Q	-48,312 14G16Q		
18	4,500	1,388	-119,139 14G16Q	-117,861 14G16Q		
18	4,500	1,850	-169,217 14G16Q	-168,689 14G16Q		
18	4,500	2,306	-202,634 14G16Q	-203,021 14G16Q		
18	4,500	2,763	-222,037 14G16Q	-223,405 14G16Q		
18	4,500	3,219	-228,464 14G16Q	-230,771 14G16Q		
18	4,500	3,675	-222,161 14G16Q	-225,362 14G16Q		
18	4,500	4,131	-202,685 14G16Q	-206,850 14G16Q		
18	4,500	4,588	-169,027 14G16Q	-174,303 14G16Q		
18	4,500	5,044	-119,526 14G16Q	-126,291 14G16Q		
18	4,500	5,500	-85,543 75ZGQAY	-85,871 75ZGQAY	16,143 75ZGQEY	10,685 75ZGQEY
18	4,500	5,963	-79,621 75ZGQAY	-79,704 75ZGQAY	132,201 75ZGQEY	116,690 75ZGQEY
18	4,500	6,425	-72,250 75ZGQAY	-70,218 75ZGQAY	284,014 75ZGQEY	264,200 75ZGQEY
18	4,500	6,888	-60,999 75ZGQAY	-56,018 75ZGQAY	483,812 75ZGQEY	467,114 75ZGQEY
18	4,500	7,350	-44,254 75ZGQAY	-117,265 75ZGQAY	751,048 75ZGQEY	824,213 75ZGQEY
18	4,500	7,850	-119,489 75ZGQAY	-112,692 75ZGQAY	523,398 75ZGQEY	529,696 75ZGQEY
18	4,500	8,350	-110,617 75ZGQAY	-105,980 75ZGQAY	303,499 75ZGQEY	318,041 75ZGQEY
18	4,500	8,850	-98,711 75ZGQAY	-95,774 75ZGQAY	150,756 75ZGQEY	164,224 75ZGQEY
18	4,500	9,350	-82,118 75ZGQAY	-79,194 75ZGQAY	40,892 75ZGQEY	50,486 75ZGQEY
18	4,500	9,850	-70,402 14G16Q	-63,141 14G16Q		
18	4,500	10,350	-90,866 75ZGQEY	-87,021 75ZGQAY	3,285 75ZGQAY	5,568 75ZGQAY
18	4,500	10,850	-123,748 75ZGQEY	-123,469 75ZGQAY	27,717 75ZGQAY	32,035 75ZGQAY
18	4,500	11,350	-140,953 75ZGQEY	-100,484 75ZGQAY	96,868 75ZGQAY	67,221 75ZGQAY
18	4,500	11,750	-103,096 75ZGQEY	-106,894 75ZGQAY	136,741 75ZGQAY	144,992 75ZGQAY
18	4,500	12,150	-100,304 75ZGQEY	-63,336 75ZGQAY	233,365 75ZGQAY	205,517 75ZGQAY
18	4,500	12,600	-82,105 75ZGQEY	-84,585 75ZGQAY	105,184 75ZGQAY	170,377 75ZGQAY
18	4,500	13,083	-95,491 75ZGQEY	-96,970 75ZGQAY	44,929 75ZGQAY	55,129 75ZGQAY
18	4,500	13,567	-100,545 75ZGQEY	-101,484 75ZGQAY	23,592 75ZGQAY	28,047 75ZGQAY
18	4,500	14,050	-99,706 75ZGQEY	-101,144 75ZGQAY	6,824 75ZGQAY	10,142 75ZGQAY
18	4,500	14,525	-98,636 14G16Q	-97,085 75ZGQEY		

Y - S T R I P D E S I G N M O M E N T S

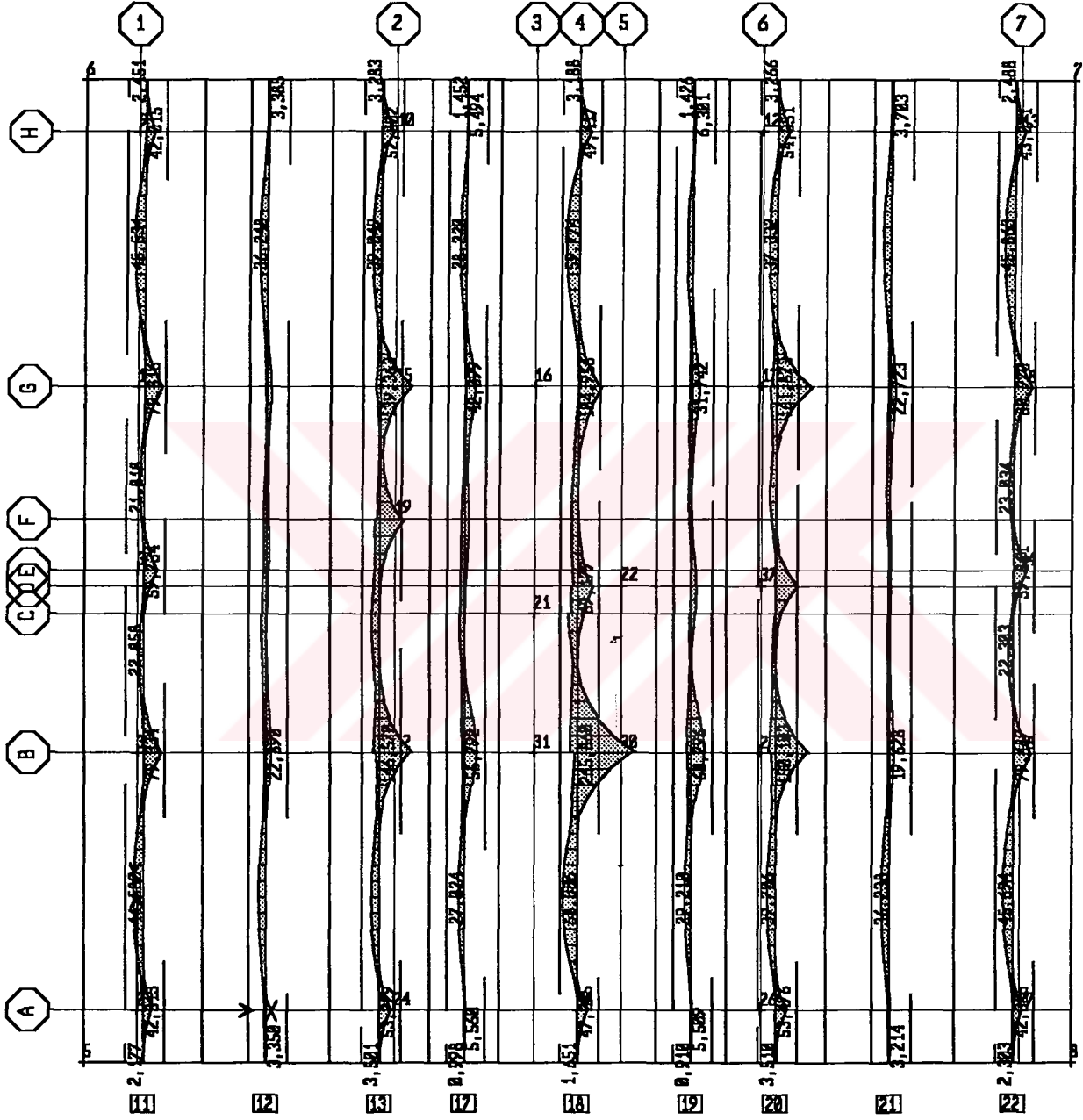
Y-STRIP ID	STRIP WIDTH	STATION Y-ORDINATE	TOP-MOMENT LEFT OF Y	TOP-MOMENT RIGHT OF Y	BOT-MOMENT LEFT OF Y	BOT-MOMENT RIGHT OF Y
18	4,500	15,000	-91,743 14G16Q	-91,400 14G16Q		
18	4,500	15,475	-78,228 75ZGQEX	-80,801 75ZGQEX		1,117 75ZGQEX
18	4,500	15,950	-66,169 75ZGQEX	-69,292 75ZGQEX	12,015 75ZGQAY	9,959 75ZGQAY
18	4,500	16,425	-51,791 75ZGQEX	-55,707 75ZGQEX	60,837 75ZGQAY	55,635 75ZGQAY
18	4,500	16,900	-34,732 75ZGQEX	-40,307 75ZGQEX	128,562 75ZGQAY	121,113 75ZGQAY
18	4,500	17,375	-14,530	-19,831	221,242	216,419
18	4,500	17,850			348,846 75ZGQAY	308,349 75ZGQAY
18	4,500	18,313	-7,372 75ZGQEX	-6,004 75ZGQEX	176,695 75ZGQAY	180,121 75ZGQAY
18	4,500	18,775	-15,516 75ZGQAX	-11,201 75ZGQEX	78,118 75ZGQAY	82,062 75ZGQAY
18	4,500	19,238	-42,986 75ZGQEX	-40,026 75ZGQEX	31,159 75ZGQEX	30,283 75ZGQEX
18	4,500	19,700	-78,149 14G16Q	-78,461 14G16Q	10,516 75ZGQEX	9,528 75ZGQEX
18	4,500	20,156	-122,580 14G16Q	-124,139 14G16Q		
18	4,500	20,613	-156,754 14G16Q	-159,037 14G16Q		
18	4,500	21,069	-181,073 14G16Q	-183,576 14G16Q		
18	4,500	21,525	-195,448 14G16Q	-198,068 14G16Q		
18	4,500	21,981	-199,730 14G16Q	-202,425 14G16Q		
18	4,500	22,438	-193,354 14G16Q	-196,276 14G16Q		
18	4,500	22,894	-175,437 14G16Q	-178,729 14G16Q		
18	4,500	23,350	-144,535 14G16Q	-148,278 14G16Q		
18	4,500	23,813	-97,764 14G16Q	-101,893 14G16Q		
18	4,500	24,275	-32,584 14G16Q	-36,537 14G16Q		
18	4,500	24,738			54,783 14G16Q	51,479 14G16Q
18	4,500	25,200			168,062 14G16Q	165,953 14G16Q
18	4,500	25,700			75,719 14G16Q	74,771 14G16Q
18	4,500	26,200	-6,482 75ZGQEX	-4,942 75ZGQEX	19,340 14G16Q	19,140 14G16Q
18	4,500	26,700	-11,048 75ZGQEX		10,953 75ZGQEX	



Şekil D.1 Depremlı Hal İçin Zemin Emniyet Gerilmeleri



Şekil D.2 X Yönu Şerit Donatı Miktarı



Şekil D.3 Y Yönü Şerit Donatı Miktarı

ÖZGEÇMİŞ

Tez sahibi Gonca Balcıoğlu, 28 Nisan 1975 tarihinde Kayseri’de doğdu. İlk öğrenimini Gaziantep’te tamamladıktan sonra, orta okul ve liseyi Gaziantep Anadolu Lisesi’nde bitirdi. 1993 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne girdi. 1997 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitede, Fen Bilimleri Enstitüsünde, Yapı Mühendisliği yüksek lisans programına girmeye hak kazandı. 1998 yılında ERDEMLİ Proje ve Müşavirlik Ltd. Şti.’nde çalışmaya başladı. Halen aynı şirkette çalışmaktadır.

