

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK AÇIKLIĞA SAHİP BİR UÇAK HANGARININ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet Bakır Bozkurt

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BÜYÜK AÇIKLIĞA SAHİP BİR UÇAK HANGARININ TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mehmet Bakır BOZKURT
(501051144)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mart 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 05 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. B. Özden ÇAĞLAYAN (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Filiz PİROĞLU (İTÜ)
Yrd.Doç.Dr. Fevzi DANSIK (MSU)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Sunulan bu çalışmada, Türkiye’de ilk defa kullanılacak olan A400M nakliye uçağının bakım-onarım çalışmalarını karşılayabilmek amacıyla yapılmış olan uçak hangarı günümüz tasarım kurallarına göre yeniden boyutlandırılmıştır.

Çalışmalarımın en başından beri, her daim desteğini esirgemeyen, hafta sonlarımı, akşamlarımı hiçe sayarak yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN’a en içten teşekkürü borç bilirim.

Meslek hayatıma başlayarak, bu yüksek lisans ve tez aşamasında teşvik ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen FAMER MÜHENDİSLİK ve NUROL ÇELİK çalışanlarına ve özellikle İnş. Yük. Müh. Mehran REZAZADEH’e ve Uçak Müh. Nevzat ŞENTÜRK’e sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgili eşim Aslı BOZKURT’a şükranlarımı sunuyorum.

Haziran 2009

Mehmet Bakır BOZKURT
(İnşaat ve Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOL LİSTESİ.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Amaç.....	1
1.3. Geometri Özellikleri.....	1
1.4. Tasarım Özellikleri.....	2
1.5. Konstrüksiyon ve İmalat Özellikleri.....	3
1.6. Malzeme Listesi.....	3
1.7. Dispozisyon.....	3
2. HESAP ESASLARI.....	7
2.1. Malzeme Özellikleri.....	7
2.1.1. Mekanik özellikler.....	7
2.2. Hesap Yöntemi.....	8
2.3. Yük Kabulleri ve Yükleme Halleri.....	8
2.3.1. Gerilme ve stabilite tahkikleri.....	8
2.3.2. Yüklerin ayrılması.....	8
2.3.3. Yükleme durumları.....	8
2.3.3.1. Esas yükler.....	8
2.3.3.2. İlave yükler.....	9
2.3.3.3. Esas yükleme.....	9
2.3.3.4. Esas ve ilave yükleme.....	9
2.3.4. Boyutlandırmaya esas olan yükleme hali.....	9
2.3.5. Boyutlandırmaya esas olan enkesitler.....	10
2.3.5.1. Kayıplı enkesitler.....	10
2.3.5.2. Deformasyon hesabında enkesitler.....	10
2.3.5.3. Faydalı enkesit hesabı.....	10
2.3.5.3.1. Delik büyüklükleri.....	11
2.3.5.3.2. Köşebentlerde ve U profillerinde faydalı genişlik....	11
2.3.5.4. Etkili faydalı enkesit alanı.....	11
2.3.5.4.1. Bulonlu birleşimler.....	12
2.3.5.4.1. Kaynaklı birleşimler.....	12
2.3.6. Stabilite.....	13
2.3.7. Yerel burkulma.....	13
2.3.7.1. Çelik kesitlerin sınıflandırılması.....	13
2.4. Tahkikler.....	15

2.4.1. Genel.....	15
2.4.2. Yapılması gereken tahkikler.....	16
2.4.2.1. Genel gerilme tahkikleri.....	16
2.4.2.2. Stabilitate tahkikleri.....	16
2.4.2.3. Devrilme tahkikleri.....	16
2.4.2.4. Deformasyon tahkikleri.....	16
3. YAPI SİSTEMİNE ETKİ EDEN YÜKLEMELER.....	17
3.1. Yapının Kendi Ağırlığı.....	17
3.2. Ölü Yükler.....	17
3.3. Kar Yüğü.....	18
3.4. Rüzgar Yüğü.....	20
3.5. Deprem Yüğü.....	22
3.5.1. Etkin yer ivmesi katsayısı.....	22
3.5.2. Bina önem katsayısı.....	23
3.5.3. Spektrum katsayısı.....	24
3.5.4. Spektrum karakteristik periyotları.....	24
3.5.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	25
3.5.6. Hareketli yük katılım katsayısı	26
3.5.7. Deprem yüklerinin atanması... ..	26
3.5.7.1. x-yönü.....	26
3.5.7.2. y-yönü.....	27
3.6. Kren Yüğü.....	28
3.7. Sıcaklık Yüğü.....	28
3.8. Yüklemelerin Uygulanması.....	28
3.8.1. Aşıklara etkiyen ölü yükler.....	28
3.8.2. Aşıklara etkiyen kar yüğü.....	29
3.8.3. Aşıklara etkiyen rüzgar yüğü.....	29
3.8.4. Kolonlara etkiyen rüzgar yüğü.....	30
3.8.5. Kolonlara etkiyen kren yüğü.....	32
4. ÖZEL BOYUTLANDIRMA KURALLARI.....	35
4.1. Çekmeye Çalışan Çubuklar.....	35
4.1.1. Emniyet gerilmesi.....	35
4.2. Merkezi Basınca Çalışan Çubuklar.....	35
4.2.1. Genel bilgi.....	35
4.2.2. Gerilme tahkikleri.....	38
4.2.2.1. Burkulma sayıları ile basınç gerilmesi tahkiki.....	38
4.2.2.2. Kompakt ve kompakt olmayan kesitli ve merkezi basınç kuvveti etkisindeki basınç çubuklarında gerilme tahkiki.....	39
4.2.2.3. Narin kesitli basınç çubuklarında gerilme tahkiki.....	41
4.2.3. Enkesitleri sabit çok parçalı çubuklar.....	42
4.2.3.1. Çok parçalı çubukları hesabında kullanılan semboller.....	42
4.2.3.2. Çok parçalı çubukların hesabı.....	44
4.2.3.2.1. I. Grup çubuklar.....	44
4.2.3.2.2. II. Grup çubuklar.....	46
4.2.3.2.3. III. Grup çubuklar.....	47
4.2.4. Bağlantı elemanlarının hesabı.....	48
4.2.4.1. Çerçeve bağlantılarının hesabı.....	49
4.2.4.1. Kafes bağlantılarının hesabı.....	51
5. DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARI.....	53
5.1. Kapsam.....	53

5.2. Genel Kurallar.....	53
5.2.1. Çelik taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması	53
5.2.2. İlgili standartlar	54
5.2.3. Malzeme koşulları ve emniyet gerilmeleri	54
5.2.4. Arttırılmış deprem etkileri	56
5.2.5. İç kuvvet kapasiteleri ve gerilme sınır değerleri.....	57
5.3. Süneklilik Düzeyi Yüksek Çerçevesler.....	57
5.3.1. Enkesit koşulları.....	57
5.3.2. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu.....	58
5.3.3. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması durumu.....	60
5.3.4. Kiriş - kolon birleşim bölgeleri	61
5.3.5. Kolon ve kiriş ekleri	64
5.3.6. Kiriş başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesi.....	65
5.4. Süneklilik Normal Çerçevesler.....	65
5.4.1. Enkesit koşulları.....	65
5.4.2. Kiriş - kolon birleşim bölgeleri	66
5.4.3. Kolon ve kiriş ekleri	67
5.5. Merkezi ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler	67
5.6. Süneklilik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler	68
5.6.1. Enkesit koşulları.....	68
5.6.2. Yatay yüklerin dağılımı.....	69
5.6.3. Çaprazların birleşimleri.....	69
5.6.4. Özel çapraz düzenleri için ek koşullar	70
5.6.5. Kolon ekleri.....	70
5.7. Süneklilik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler	70
5.7.1. Enkesit koşulları.....	71
5.7.2. Çaprazların birleşimleri.....	71
5.7.3. Özel çapraz düzenleri için ek koşulları.....	72
5.8. Süneklilik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler	72
5.8.1. Enkesit koşulları.....	72
5.8.2. Bağ kirişleri.....	73
5.8.3. Bağ kirişinin yanal doğrultuda mesnetlenmesi	74
5.8.4. Bağ kirişinin dönme açısı	74
5.8.5. Rijitlik (Berkitme) levhaları	75
5.8.6. Çaprazlar, kat kirişleri ve kolonlar	77
5.8.7. Çapraz – bağ kirişi birleşimi.....	77
5.8.8. Bağ kirişi – kolon birleşimi.....	77
5.8.8. Kiriş – kolon birleşimi.....	78
5.9. Temel Bağlantı Detayları.....	78
6. ÇELİK UÇAK HANGARININ TASARIMI	81
6.1. Sistem.....	81
6.2. Düzensizlik Kontrolü.....	84
6.3. Yerdeğiştirmelerin Kontrolü.....	85
6.4. Yapı Sisteminin Boyutlandırılması.....	86
6.4.1. Aşıkların hesabı.....	86
6.4.2. Kuşakların hesabı.....	90
6.4.3. Gergi Elemanlarının hesabı.....	91
6.4.4. Makas Elemanlarının hesabı.....	92
6.4.4.1. Depo alanı.....	92

6.4.4.1.1. Alt başlık elemanı.....	92
6.4.4.1.2. Üst başlık elemanı.....	96
6.4.4.1.3. Diyagonal elemanlar.....	99
6.4.4.2. Uçak hangar alanı.....	104
6.4.4.2.1. Alt başlık elemanı.....	104
6.4.4.2.2. Üst başlık elemanı.....	107
6.4.4.2.3. Diyagonal elemanlar.....	111
6.4.5. Çapraz elemanların hesabı.....	116
6.4.5.1. Depo alanı.....	116
6.4.5.1.1. Boru kesitli çapraz elemanlar.....	116
6.4.5.1.2. U Kesitli çapraz elemanlar.....	118
6.4.5.2. Uçak hangar alanı.....	121
6.4.5.2.1. Boru kesitli çapraz elemanlar.....	121
6.4.5.2.2. U Kesitli çapraz elemanlar.....	122
6.4.6. Kiriş elemanların hesabı.....	124
6.4.6.1. Depo alanı.....	124
6.4.6.2. Uçak hangar alanı.....	127
6.4.7. Kolon Elemanların hesabı.....	129
6.4.7.1. Depo alanı.....	129
6.4.7.2. Uçak hangar alanı.....	136
6.4.8. Birleşim hesabı.....	141
6.4.8.1. Diyagonal elemanların birleşim hesabı	141
6.4.8.2. Çapraz elemanların birleşim hesabı	142
6.4.8.3. Depo alanı kolonların temel bağlantı hesabı	143
6.4.8.4. Uçak hangar alanı kolonların temel bağlantı hesabı	148
7. METRAJ.....	153
8. SONUÇ.....	155
8.1. Dubai Yeni Mühendislik Merkezi A380 Bakım Hangarı.....	155
8.2. Qatar Al Saqaq Arena	155
8.3. 11nci Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı Uçak Hat Bakım Hangarı	155
8.4. A400M Uçak Hangarı (Tez Çalışması).....	156
KAYNAKLAR.....	157
EKLER.....	159

KISALTMALAR

ASTM	: Amerikan Test ve Malzemeler Derneği
CVN	: Charpy-V-Çentik
D	: Ölü Yükler
DBYYHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
E	: Deprem Yüğü
EY	: Esas Yükleme
EİY	: Esas ve İlave Yükleme
J	: Joule
L	: Hareketli Yüğüler
Lr	: Çatılarda Hesaba Katılacak Hareketli Yüğüler
S	: Kar Yüğü
St	: Çelik
T	: Sıcaklık Değışimi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
W	: Rüzgar Yüğü

SEMBOL LİSTESİ

A	: kaynak dikişi hesap kalınlığı
A	: enkesit alanı
A_b	: kirişin başlık enkesit alanı
A_b	: basınç başlığının alanı
A_g	: kirişin gövde enkesit alanı
A_k	: kaynak dikişi hesap alanı
A_s	: yüksek mukavemetli bulonlarda dışdibi enkesit alanı
b	: genişlik
b/t	: başlık narinlik oranı
C_b	: kiriş uç momentlerine bağlı olarak saptanan bir katsayı
C_m	: eğilmeli burkulma tahkikinde uç momentinin dikkate alınan katsayı
d	: kirişin yüksekliği
D	: dış çap
D/t_g	: boru elemanlarda kesit narinlik oranı
e	: münferit basınç çubuklarının eksenleri arasındaki uzaklık
E	: elastisite modülü
F	: çubuğun enkesit alanı
F_D	: bir diyagonal örgü çubuğunun kayıpsız enkesit alanı
G	: kayma modülü
h	: elemanın başlıklar arası mesafesi
i	: atalet yarıçapı
I	: atalet momenti
k	: başlığın kenarından gövdenin kenarına olan mesafe
l	: kaynak boyu
L_c	: basınç başlığının yanal burkulmasında sınır uzunluk değeri
M	: eğilme momenti
M₁, M₂	: kiriş uç momentleri
n	: emniyet katsayısı
N_{s1}	: tek tesirli bir bulonun makaslamaya göre taşıyabileceği kuvvet
N_{s2}	: çift tesirli bir bulonun makaslamaya göre taşıyabileceği kuvvet
P	: çubuğa etkiyen merkezi basınç kuvveti
Q_a	: alan azaltma faktörü
Q_s	: azaltma katsayısı
s	: eleman boyu
s_k	: basınç çubuğunun burkulma boyu
t	: et kalınlığı
t_b	: başlık et kalınlığı
t_w	: gövde et kalınlığı
x-x	: çubuğun asal eksen
α	: kafes örgülü çok parçalı çubuk
σ_a	: akma sınır gerilmesi
σ_b	: eğilme momentine göre hesaplanan eğilme-basınç gerilmesi
σ_B	: kopma mukavemeti
σ_B	: basınç başlığındaki en büyük eğilme gerilmesi

σ_{bem}	: sadece eksenel basınç kuvveti etkimesi halinde burkulma emn. ger.
τ_{em}	: kayma emniyet gerilmesi
τ_k	: hesaplanan kaynak kayma gerilmesi
τ_{sem}	: bulonda makaslama emniyet gerilmesi
λ	: narinlik
w	: çubuğun narinliği ile bağlantılı olarak saptanan burkulma boyu

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Çelikler ve Mekanik Özellikleri.....	7
Çizelge 2.2: Basınca Çalışan Elemanların Sınır (genişlik / kalınlık) Oranları.....	14
Çizelge 3.1: Trapezoid sandviç panel yük taşıma değerleri.....	18
Çizelge 3.2: Çatı Eğimine (α) Bağlı Olarak Azaltma Değeri (m).....	19
Çizelge 3.3: Zati Kar yükü (P_{ko}) Değerleri kg/m^2 (*).....	19
Çizelge 3.4: Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme.....	21
Çizelge 3.5: Deprem bölgelerine göre etkin yer ivmesi katsayısı.....	22
Çizelge 3.6: Bina kullanım amacı ve türüne göre bina önem katsayıları.....	23
Çizelge 3.7: Yerel zemin sınıflarına göre spektrum karakteristik periyotları.....	24
Çizelge 3.8: Bina taşıyıcı sistemine göre R katsayıları.....	25
Çizelge 3.9: Binanın kullanım amacına göre hareketli yük katılım katsayısı.....	26
Çizelge 3.10: Üç boyutlu yapı sisteminin zamana göre spektrum değerleri.....	27
Çizelge 4.1: Basınç çubuklarında burkulma boyu.....	36
Çizelge 4.2: Basınç çubuklarında burkulma boyu için kullanılan K burkulma boyu katsayı değeri için nomogram.....	37
Çizelge 5.1: D_a arttırma katsayıları.....	57
Çizelge 5.2: D_a arttırma katsayıları.....	57
Çizelge 5.3: Enkesit Koşulları.....	59

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Depo ve uçak hangar planı.....	2
Şekil 1.2: Depo ve uçak hangar kesiti.....	2
Şekil 1.3: Üç boyutlu görünüş.....	3
Şekil 1.4: Kesit görünüş.....	4
Şekil 1.5: Çatı planı.....	5
Şekil 1.6: Sistem kesitleri.....	6
Şekil 3.1: Çatı ve cephe kaplamasında kullanılan trapezoid sandviç panel.....	17
Şekil 3.2: Planda kare kesitli ve eğik çatılı kapalı yapılarda rüzgar yükünün ana taşıyıcı sistem doğrultusunda dağıtımı.....	21
Şekil 3.3: 5 ton'luk gezer vincinin mesnet reaksiyonları.....	33
Şekil 4.1: I. Grup basınç çubukları.....	46
Şekil 4.2: II. Grup basınç çubukları.....	48
Şekil 5.3: III. Grup basınç çubukları.....	49
Şekil 4.4: Bazı çok parçalı basınç çubukları.....	51
Şekil 5.1: Kolonların kirişlerden daha güçlü olması.....	59
Şekil 5.2: Kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi.....	63
Şekil 5.3: Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması.....	64
Şekil 5.4: Merkezi çelik çaprazlı perdeler.....	68
Şekil 5.5: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeler.....	69
Şekil 5.6: Bağ kirişi dönme açıları.....	76
Şekil 5.7: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeli sistemin rijitlik levhalarının yerleşimi..	77
Şekil 5.8: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeli sistemin rijitlik levhalarının yerleşimi..	79
Şekil 6.1: Çelik uçak hangarının üç boyutlu genel sistem görünüşü.....	82
Şekil 6.2: Çatı sistem planı.....	84
Şekil 6.3: Tipik çerçeve enkesiti.....	84
Şekil 6.4: Cephe sistem görünüşü.....	85
Şekil 6.5: Cephe sistem görünüşü.....	85
Şekil 6.6: Yapı sistem tipik kesit.....	87
Şekil 6.7: Yapı sistemi tipik kesit birinci açıklık.....	87
Şekil 6.8: Yapı sistemi tipik kesit ikinci açıklık.....	87
Şekil 6.9: Tipik aşık kesiti.....	88
Şekil 6.10: Tipik kuşak kesiti.....	91
Şekil 6.11: Tipik gergi elemanı plan görünüşü.....	92
Şekil 6.12: Depo alanı çekme çubuğu kesiti.....	93
Şekil 6.13: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	95
Şekil 6.14: Depo alanı basınç çubuğu kesiti.....	97
Şekil 6.15: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	99
Şekil 6.16: Depo alanı diyagonal eleman kesiti.....	101
Şekil 6.17: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	104
Şekil 6.18: Uçak hangar alanı çekme çubuğu kesiti.....	106
Şekil 6.19: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	107

Şekil 6.20: Depo alanı basınç çubuğu kesiti.....	109
Şekil 6.21: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	110
Şekil 6.22: Uçak hangar alanı diyagonal eleman kesiti.....	112
Şekil 6.23: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri.....	115
Şekil 6.24: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti.....	117
Şekil 6.25: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti.....	118
Şekil 6.26: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti.....	120
Şekil 6.27: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti.....	122
Şekil 6.28: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti.....	124
Şekil 6.29: Depo alanı kiriş eleman kesiti.....	126
Şekil 6.30: Uçak hangarı kiriş eleman kesiti.....	128
Şekil 6.31: Depo alanı kolon eleman kesiti.....	131
Şekil 6.32: Depo alanı kolon elemanı şematik görünüşü.....	132
Şekil 6.33: Uçak hangar kolon eleman kesiti.....	137
Şekil 6.34: Uçak hangar alanı kolon elemanı şematik görünüşü.....	138
Şekil 6.35: Uçak hangar alanı diyagonal çubuk düğüm noktası.....	142
Şekil 6.36: Depo alanı çapraz eleman düğüm noktası.....	143
Şekil 6.37: Depo alanı temel bağlantı detayı.....	145
Şekil 6.38: Uçak hangar alanı temel bağlantı detayı.....	149

BÜYÜK AÇIKLIĞA SAHİP BİR UÇAK HANGARININ TASARIMI

ÖZET

Ülkemizde sanayinin gelişimine bağlı olarak çelik konstrüksiyonda da gelişmeler olmuştur. Her geçen gün daha yüksek yapılar, daha büyük açıklığa sahip hangarlar yapılması hedeflenmiştir. Yapılan yapılarda aranan en önemli özellikler, yapının ekonomik, estetik ve emniyetli olmasıdır. Estetik mimar tarafından, emniyet mühendis tarafından, ekonomiklikte işveren tarafından olmazsa olmazlardır.

Betonarme, ahşap veya çelik malzemeden bağımsız olarak yapı sisteminin ekonomikliği işveren tarafından değil projeyi tasarımı yapan mühendis tarafından, proje aşamasında yapılmalıdır. Yapı sisteminde ekonomiklik sağlanması için, doğru taşıyıcı sistem ve doğru kesitler tercih edilmelidir. Yani, doğru tasarım yapılmalıdır.

Bu çalışmada dış ölçüleri ve fonksiyonu belli olan uçak hangarının taşıyıcı sistemini ekonomik ve emniyetli şekilde yeni deprem yönetmeliğine (deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, nisan 2007) bağlı kalarak tasarımı yapılacaktır. Ekonomik çözümlerin üretilebilmesi için kolon, kiriş vb. elemanların (aşık, kuşak, çapraz, diyagonal) kesitlerinin moment, kesme ve normal kuvvet kapasitelerini artırabilmek için en uygun şekilde çok parçalı kesitler kullanılacaktır.

Konstrüksiyon ve imalat resimlerinde çelik hangar yapısındaki taşıyıcı sistemlerin tümü ve kısımları Tekla X-Steel V.13 ve AutoCad 2009 programları yardımı ile uygun ölçekle çizilmiştir. Bu çizimler genel yerleşim planları ve imalat resimlerinden oluşmaktadır. Ayrıca, imalatın ve boyutlandırma hesaplarının kontrolü için gerekli boyutlar da çizimler üzerinde gösterilmiştir.

Gerekli projelendirme tamamlandıktan sonra ilgili çelik yapı sisteminin açıklığına ve üzerindeki yüklemelere (ölü yük ve kar yükü) bağlı olarak yapı sistemini ekonomik olarak tasarlanmış olduğunu sonuç bölümde farklı çelik yapılarla karşılaştırılarak gösterilmiştir.

DESIGN OF AN AIRPLANE HANGAR HAVING LARGE BAY

SUMMARY

Steel Construction has been recently developed depending on industry improvement in our country. It is aim to build more high story constructions and having more bay hangars. The most important properties of building costruction is being economic, safety and aesthetic construction. aesthetic is very important for architects, safety is very important for engineers and economic is very important for contractors.

Economic building independing on materials such as reinforced concrete, timer and steel should be performed by engineers on design stage. In order to build an economic construction, suitable construction system and suitable section should be preferred. That is, correct design should be performed.

In this study, construction system of the airport hangar known external dimensions is going to be designed as economic and safety with respect to new eartquake specification (specification for buildings to be built in earthquake areas, april 2007). In order to find as economic solution, shear, tension, pressure and moment capacity of constructions members like column, beam and other members should be selected more strength. Therefore, section of multiple member is going to be used.

Drawing of all steel construction is going to be performed in X-Steel V.13 and AutoCad 2009. This drawings are consist of general arrangement, assembly and single part drawings. Moreover, dimension of necessary drawings is goind to be showed on project in order to check calculation of production and dimension.

After necessary design is completed with respect to having bay and affected loads (dead load and snow load), it is showed that related steel costruction airplane hangar is designed as economic compared different steel costruction in summary section.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş

Ülkemizde sanayinin gelişimine bağlı olarak çelik konstrüksiyonda da gelişmeler olmuştur. Her geçen gün daha yüksek yapılar, daha büyük açıklığa sahip hangarlar yapılması hedeflenmiştir. Yapılan yapılarda aranan en önemli özellikler, yapının ekonomik, estetik ve emniyetli olmasıdır. Estetik mimar tarafından, emniyet mühendis tarafından, ekonomiklikte işveren tarafından olmazsa olmazlardır.

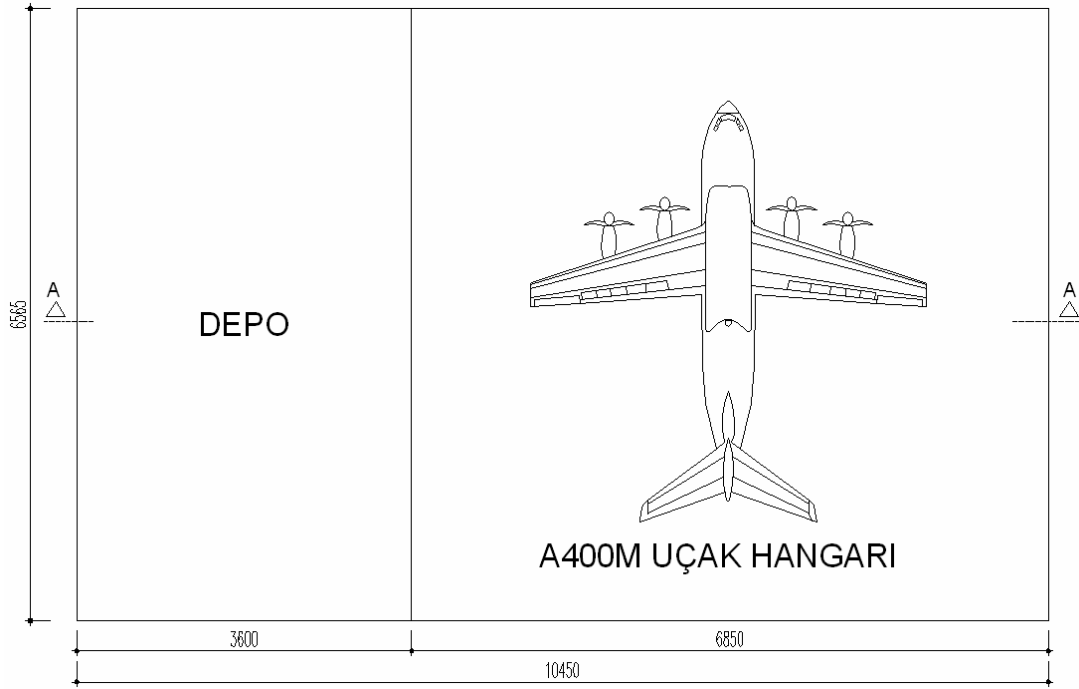
Betonarme, ahşap veya çelik malzemeden bağımsız olarak yapı sisteminin ekonomikliği işveren tarafından değil projeyi tasarımı yapan mühendis tarafından, proje aşamasında yapılmalıdır. Yapı sisteminde ekonomiklik sağlanması için, doğru taşıyıcı sistem ve doğru kesitler tercih edilmelidir. Yani, doğru tasarım yapılmalıdır.

1.2. Amaç

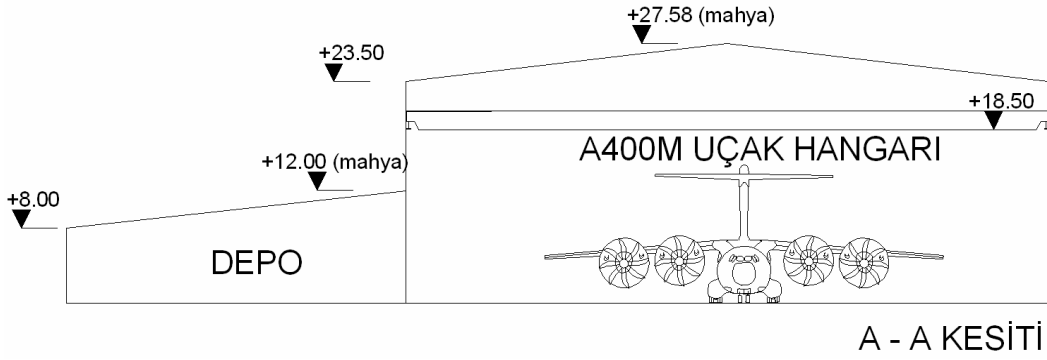
Dış ölçüleri ve fonksiyonu belli olan uçak hangarının taşıyıcı sistemini ekonomik ve emniyetli şekilde yeni deprem yönetmeliğine bağlı kalarak tasarımı yapmak. Ekonomik çözümlerin üretilebilmesi için kolon, kiriş vb. elemanların (aşık, kuşak, çapraz, diyagonal) kesitlerinin moment, kesme ve normal kuvvet kapasitelerini artırabilmek için en uygun şekilde çok parçalı kesitler kullanılacaktır.

1.3. Geometri Özellikleri

Bu çalışmada, Türkiye’de ilk defa kullanılacak olan 700 kN boş ağırlığında, 43.8 m uzunluğunda, 42.4 m kanat açıklığında ve 14.6 m yükseklikte olan A400M nakliye uçağının bakım-onarım çalışmalarını karşılayabilmek amacıyla yapılmış olan uçak hangarı günümüz tasarım kurallarına göre yeniden boyutlandırılmıştır. Yapı sisteminin x yönü süneklik düzeyi normal çerçevelerden, y yönü ise süneklik düzeyi normal çerçeve ve merkezi çaprazların birlikte kullanıldığı, 68,5 ile 36 m. açıklığa, 65,65 m. boya, bir başka ifade ile 7270 m² alana sahip bir uçak hangarı ve depodan oluşmaktadır.



Şekil 1.1: Depo ve uçak hangar planı



A - A KESİTİ

Şekil 1.2: Depo ve uçak hangar kesiti

1.4. Tasarım Özellikleri

Yapının 1. derece deprem bölgesinde ve Z4 yerel zemin sınıfına sahip olduğu kabul edilmiştir. Yapısal çelik sınıfı için 24.0 kN/cm² akma gerilmesine sahip ST37 (S235JR) ve 27.5 kN/cm² akma gerilmesine sahip ST44 (S275JR) malzemesi kullanılmış olup, taşıyıcı sistem SAP2000 V.11 sonlu elemanlar programında üç boyutlu olarak boyutlandırılmıştır. Tasarım emniyet gerilmesi esasına göre, deprem hesabı ise DBYYHY (Nisan 2007) ye uygun olarak yapılmıştır.

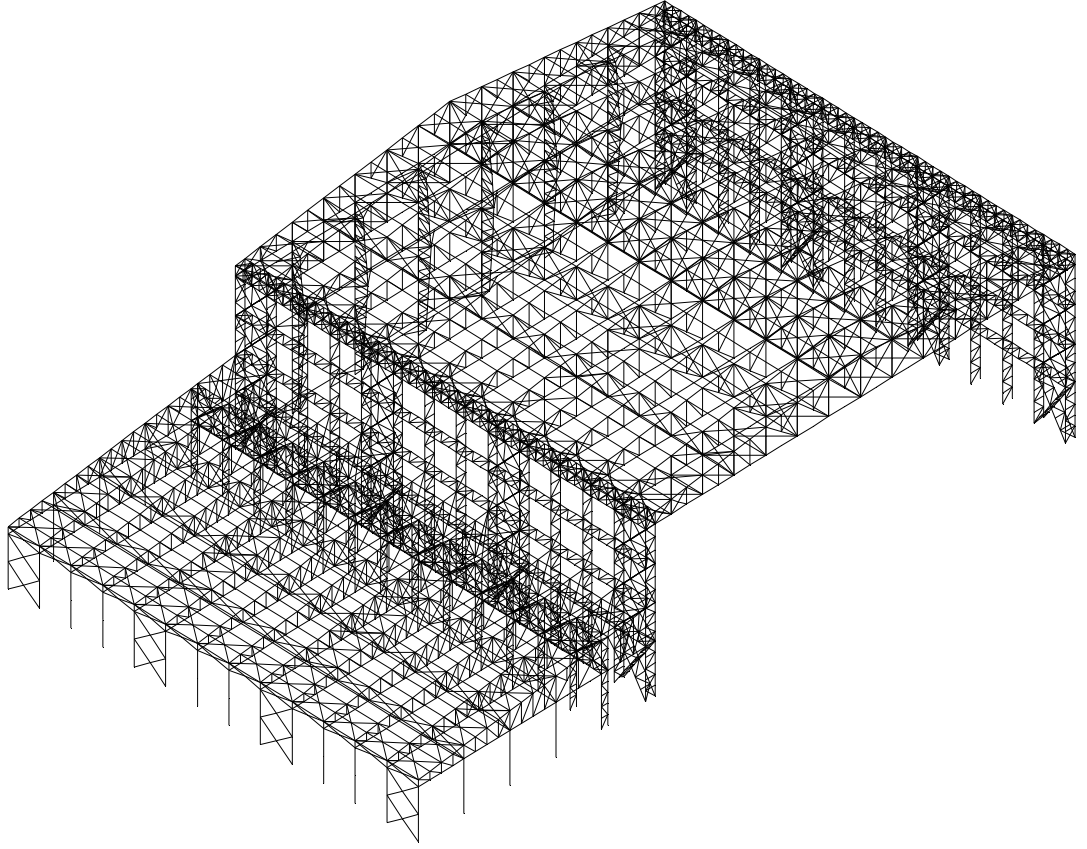
1.5. Konstrüksiyon ve İmalat Resimleri

Konstrüksiyon ve imalat resimlerinde çelik hangar yapısındaki taşıyıcı sistemlerin tümü ve kısımları Tekla X-Steel V.13 ve AutoCad 2009 programları yardımı ile uygun ölçekle çizilmiştir. Ayrıca, imalatın ve boyutlandırma hesaplarının kontrolü için gerekli boyutlar da çizimler üzerinde gösterilmiştir.

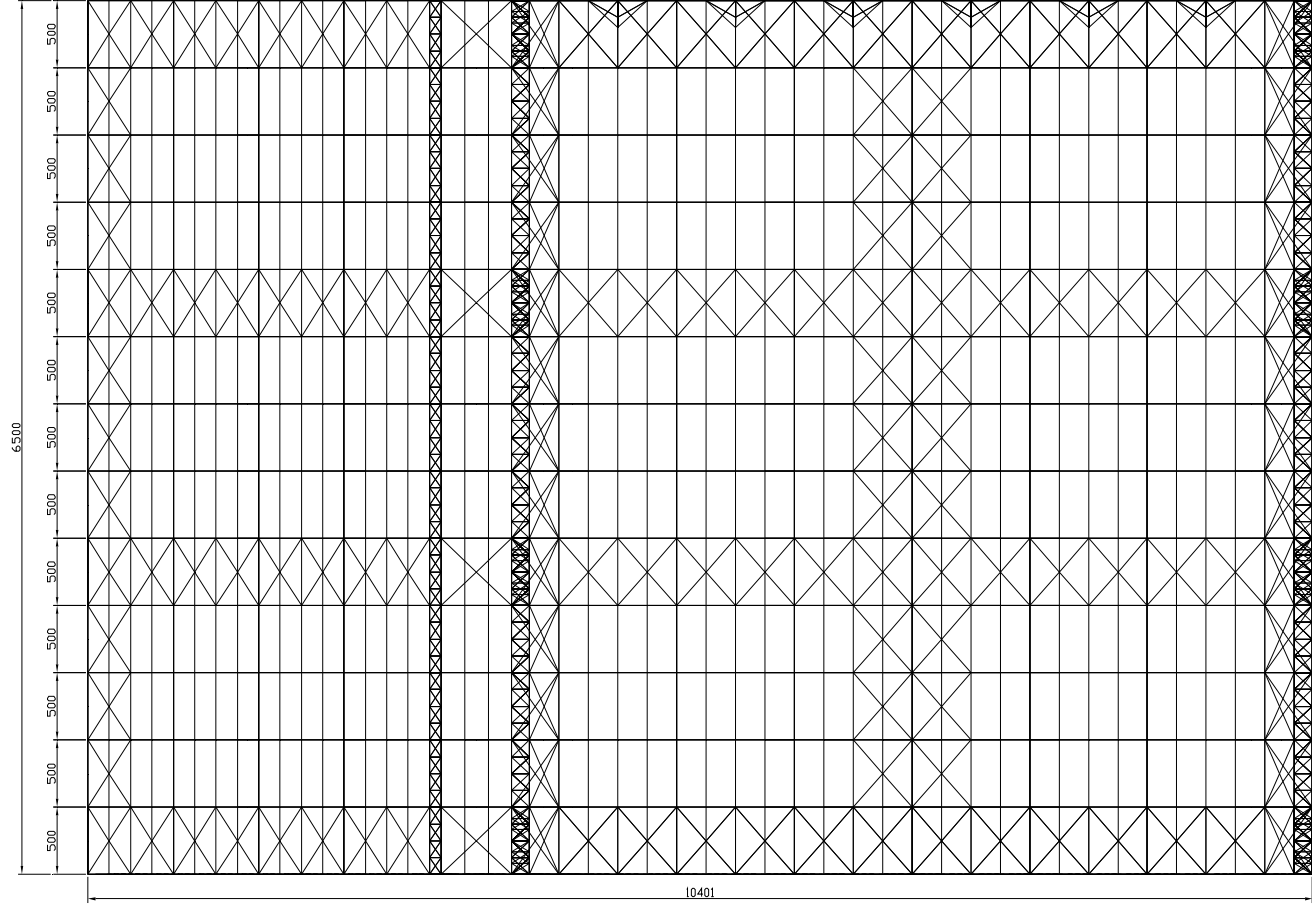
1.6. Malzeme Listesi

Çelik hangar taşıyıcı sisteminin tasarımı sonunda malzeme listeleri hazırlanacaktır.

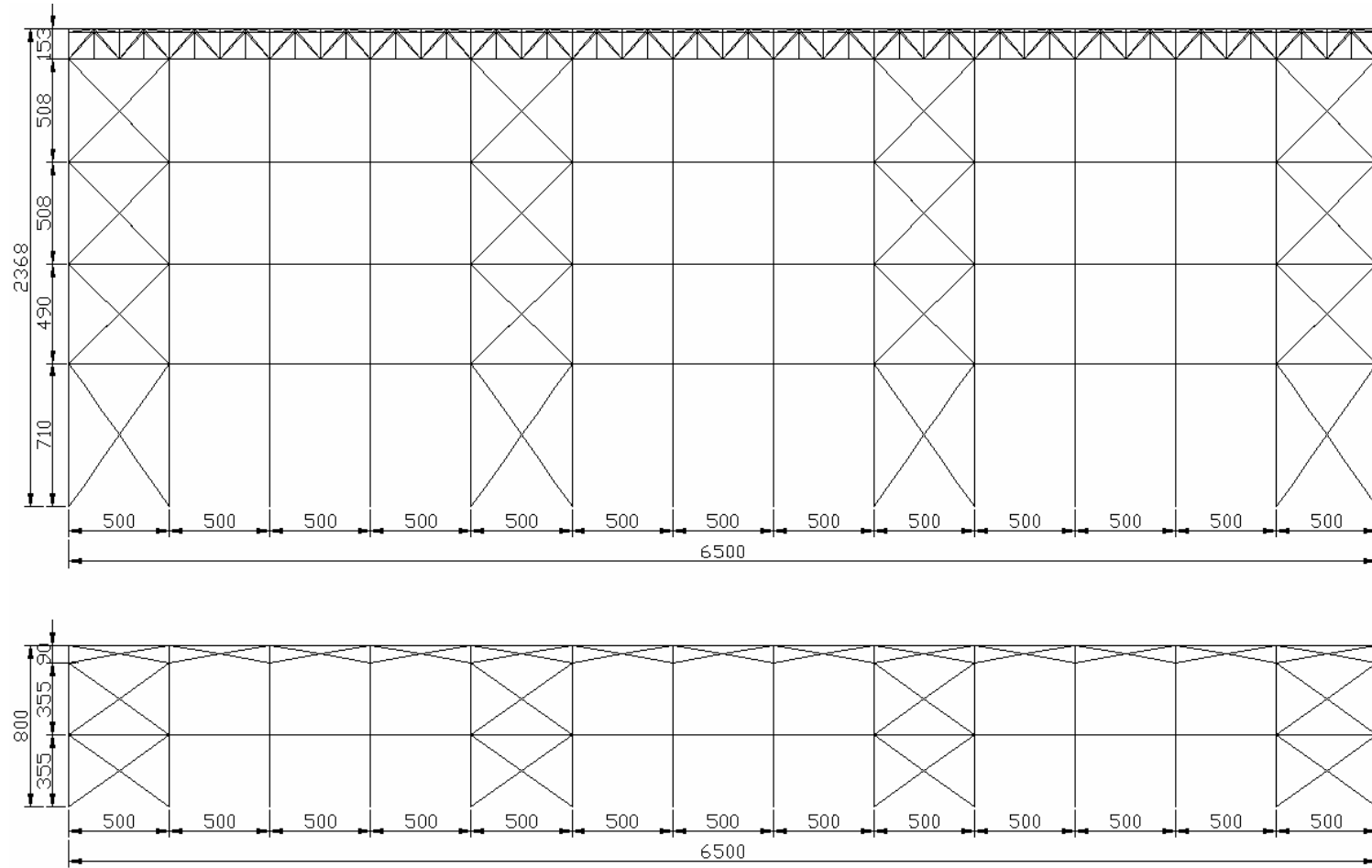
1.7. Dispozisyon



Şekil 1.3: Üç boyutlu görünüş



Şekil 1.5: Çatı planı



Şekil 1.6: Sistem kesitleri

2. HESAP ESASLARI

2.1. Malzeme Özellikleri

2.1.1 Mekanik özellikler :

Tasarımda kullanılan yapı çelikleri için hesaplarda göz önüne alınacak mekanik özellikler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.1: Çelikler ve Mekanik Özellikleri (İMO-02/2008 Sayfa 3-2)

Çelik Cinsi	Kalınlık, t (mm)	Akma Gerilmesi, σ_a (kN/cm ²)	Kopma Mukavemeti, σ_b (kN/cm ²)	Elastisite Modülü, E (kN/cm ²)	Kayma Modülü, G (kN/cm ²)	Lineer ısı genleşme katsayısı, α_r
St 37-2	t ≤ 40 40 < t ≤ 80	24,0 21,5	36,0	21000	8100	12x10 ⁻⁶
St 44	t ≤ 16 16 < t ≤ 40 40 < t ≤ 65	27,5 26,5 25,5	42,0 – 55,0			
St 52-3	t ≤ 40 40 < t ≤ 80	36,0 32,5	51,0			

Ayrıca başlıklarının et kalınlığı en az 40 mm olan hadde profillerinde, kalınlığı en az 50 mm olan levhalar ve bu levhalar ile imal edilen yapma profillerde, ASTM A 673 uyarınca yapılacak olan testlerde belirlenen Charpy-V-Notch (CVH) dayanımı (çentik dayanımı) değeri, 21,8°C’da 27 Nm (=27 Joule) olduğu kabul edilmiştir.

2.2. Hesap Yöntemi

Bu yapı sisteminde, lineer elastik malzeme kabulü ile emniyet gerilmesi hesabı kullanılmıştır. Yapı analiz hesapları, tasarım kuralları ve detaylar aşağıda sıralanan şartname ve yönetmeliklere uygun olarak yapılmıştır.

1. TS 498 - Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak hesap değerleri,
2. TS 648 - Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları,
3. TS 3357 - Çelik yapılarda kaynaklı birleşimlerin hesap ve yapım kuralları,
4. İMO - 01/2008 Çelik yapılarda kaynaklı birleşimler,
5. İMO - 02/2008 Çelik yapılarda emniyet gerilmesi esasına göre hesap ve proje esasları.

2.3. Yük Kabulleri ve Yükleme Halleri

2.3.1. Gerilme ve stabilite tahkikleri

Gerilme ve Stabilite tahkikleri için boyutlandırmada göz önüne alınan yükler, TS498'den alınmıştır.

2.3.2. Yüklerin ayrılması

Bir yapıya etki eden yükler esas yükler ve ilave yükler olarak ikiye ayrılır.

2.3.3. Yükleme durumları

2.3.3.1. Esas yükler

Esas yükler öz yükleri, faydalı ve hareketli yükleri, kar yüklerini (rüzgarsız), makinaların kütle kuvvetlerini kapsar. Yapımıza etkiyen esas yükler aşağıda tanımlanmıştır.

D : Yapının kendi ağırlığı ve kaplama ağırlığı

S : Kar yükü

2.3.3.2. İlave yükler

İlave yükler rüzgar etkisini, deprem etkisini, krenlerde fren kuvvetlerini ve yanal çarpma kuvvetlerini kapsar. Yapımıza etkiyen ilave yükler aşağıda tanımlanmıştır.

W : Rüzgar yükü

E : Deprem yükü

T : Sıcaklık yükü

K : Kren yükü

2.3.3.3. Esas yükleme (EY)

Esas yükleme (EY), esas yüklerin toplamını tanımlar.

2.3.3.4. Esas ve ilave yükleme (EİY)

Esas ve ilave yükleme (EİY), esas ve ilave yüklerin toplamını tanımlar.

2.3.4. Boyutlandırmaya esas olan yükleme hali

Boyutlandırma ve gerilme tahkiklerinde her zaman en büyük etkisini gerektiren yükleme hali gözönünde tutulmuştur.

Yapı sisteminde kullanılan yük kombinasyonları aşağıda verildiği gibidir:

1. D(EY)
2. D + S(EY)
3. D + S + T(EİY)
4. D + S + K(EİY)
5. D + S + W/2(EİY)
6. D + S/2 + W(EİY)
7. $0.9D \pm E/1.4(EİY)^*$
8. D + S + E/1.4(EİY)*
9. D + W(EİY)
10. D + E/1.4(EİY)*

$$11. D + T + W(EİY)$$

$$12. D + T + E/1,4(EİY)^*$$

Not: EİY halinde, emniyet gerilmeleri 1,15 ile büyütülecektir. EİY* halinde, emniyet gerilmeleri 1,33 ile büyütülecektir.

2.3.5. Boyutlandırmaya esas olan enkesitler

2.3.5.1. Kayıplı enkesitler

Enkesitlerinde bulon delikleri veya kesim kayıplarının söz konusu olduğu çubuklarda daima kayıpsız (net) enkesitinin ağırlık eksenini gözönüne alınmıştır.

2.3.5.2. Deformasyon hesabında enkesitler

Deformasyon hesabında enkesit değerleri, delik veya kesim kaybı gözönünde tutulmaksızın hesaba sokulmuştur.

2.3.5.3. Faydalı enkesit alanı

Faydalı (net, kayıplı) enkesit alanı F_n , dolu (brüt, kayıpsız) enkesit alanından en elverişsiz “faydalı genişlik (yırılma çizgisi)” üzerinde yer alan delik alanlarının veya kesim nedeniyle oluşan kayıp alanlarının çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Eğer bulon delikleri bir digonal üzerinde veya şaşırtmalı olarak yerleştirilişlerse bu durumda faydalı genişlik, toplam genişlikten öngörülen yırılma çizgisi üzerinde yer alan bütün delik çaplarının toplamı çıkarılmak ve bunun yanısıra her diyagonal aralık için aşağıdaki miktar eklenerek saptanmıştır:

$$\Delta s = \frac{s^2}{4 \cdot g} \quad (2.1)$$

Burada,

Δs : ilave edilecek genişlik (cm)

s : birbirini izleyen iki delik arasındaki kuvvet doğrultusundaki uzaklık (cm)

g : birbirini izleyen iki delik arasındaki kuvvete dik doğrultudaki uzaklık (cm)

Faydalı enkesit alanı F_n , elde edilen faydalı genişlik ile ortalama et kalınlığı çarpılarak bulunur.

Bulon delikleri dikkate alınarak hesaplanan faydalı genişlik, hiçbir durumda toplam genişliğin %85'inden daha fazla olamaz.

2.3.5.3.1. Delik büyüklükleri

Faydalı enkesit alanı ve faydalı genişlik hesaplarında bulon delikleri çapları, deliklerin anma (nominal) çapları 1,5 mm artılarak bulunacaktır.

2.3.5.3.2. Köşebentlerde ve U profillerinde faydalı genişlik

Köşebentlerde brüt genişlik, kol uzunluklarının toplamından köşebentlerde et kalınlığı ve U profillerde ise, başlık et kalınlıkları çıkarılarak elde edilecektir.

Köşebentlerin karşılıklı kollarındaki delikler arasında köşebentlerin iç yüzeylerinden ölçülen enlemesine mesafe, dış yüzeyden ölçülen aynı mesafeden köşebent et kalınlığı çıkarılarak hesaplanır.

2.3.5.4. Etkili faydalı enkesit alanı (Fe)

Eğer bir çekme çubuğu tarafından taşınan çekme kuvveti diğer bir elemana veya bir düğüm noktasına, kesitini oluşturan dikdörtgen elemanların herbirinden birleşim elemanlarıyla aktarılıyorsa, bu taktirde F_e etkili faydalı enkesit alanı, F_n faydalı enkesit alanına eşit alınacaktır.

Eğer çekme kuvveti, çekme çubuğunun enkesitini oluşturan dikdörtgen elemanların bazılarıyla bulon kullanılarak aktarılıyorsa, bu taktirde etkili enkesit alanı F_e aşağıdaki ifade ile hesaplanacaktır.

$$F_e = U \times F_n \quad (2.2)$$

Burada,

F_n : faydalı enkesit alanı

U : azaltma faktörü'dür.

Eğer çekme kuvveti, kaynaklı olarak çekme çubuğu kesitini oluşturan dikdörtgen elemanların bazıları ile aktarılıyorsa, etkili faydalı enkesit alanı F_e

$$F_e = U \times F_g \quad (2.3)$$

ifadesiyle hesaplanacaktır. Burada F_g , kesitin kayıpsız enkesit alanı'dır.

2.3.5.4.1. Bulonlu birleşimler

U azaltma faktörü için aşağıda verilen değerler kullanılır.

1. Başlık genişliği profil yüksekliğinin 2/3'ünden daha az olmayan dar veya geniş başlıklı I profiller ve bunlardan kesilerek oluşturulan T kesitler için, birleşimin başlık elemanına yapılmış olması halinde ve bulonlu birleşimin kuvvet doğrultusunda herbir sırada en az 3 adet birleşim aracı içermesi koşuluyla, U azaltma faktörü için aşağıdaki değer kullanılacaktır:

$$U = 0,90 \quad (2.4)$$

2. Madde 1'de verilen koşullara uymayan dar veya geniş başlıklı I profiller, bunlardan kesilerek oluşturulan T kesitler ve yapma profiller dahil olmak üzere, diğer bütün kesitler için. Bulonlu birleşimlerin kuvvet doğrultusunda herbir sırada en az 3 adet birleşim aracı içermesi koşuluyla, U azaltma faktörü için aşağıdaki değer kullanılacaktır:

$$U = 0,85 \quad (2.5)$$

3. Kuvvet doğrultusunda herbir sırada sadece 2 adet birleşim aracı içeren bulonlu birleşimli bütün kesitler için U azaltma faktörü için aşağıdaki değer kullanılacaktır:

$$U = 0,75 \quad (2.6)$$

2.3.5.4.2. Kaynaklı birleşimler

Eğer çekme kuvveti kuvvet doğrultusuna dik kaynaklarla, dar veya geniş başlıklı I profiller ve bunlardan kesilerek oluşturulan T kesitleri oluşturan dikdörtgen elemanların bazılarını aktarıyorsa, bu durumda Fe etkili faydalı enkesit alanı direkt olarak yük aktarmak üzere, kaynaklı dikdörtgen enkesit elemanlarının alanlarının toplamına eşit alınacaktır ($U = 1,0$).

Eğer çekme kuvveti dikdörtgen enkesitli bir çekme çubuğuna kuvvet doğrultusuna paralel iki kenarında yer alan boyuna doğrultudaki kaynaklarla aktarıyorsa, kaynakların uzunluğu (l) çekme çubuğu genişliğinden (w) daha küçük olmayacaktır.

Fe etkili faydalı enkesit alanı değerlerini hesaplamak için U azaltma faktörü değeri aşağıdaki ifade ile hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned}
l > 2w &\Rightarrow U = 1,00 \\
2w > l > 1,5w &\Rightarrow U = 1,87 \\
1,5w > l > w &\Rightarrow U = 0,75
\end{aligned}
\tag{2.7}$$

2.3.6. Stabilité

Yapının tümsel stabilitesi ve herbir basınç çubuğunun stabilitesi sağlanacaktır.

2.3.7. Yerel burkulma

2.3.7.1. Çelik kesitlerin sınıflandırılması

Çelik kesitler kompakt kesitler ve kompakt olmayan kesitler olarak ikiye ayrılırlar.

Bir kesitin kompakt olarak nitelendirilebilmesi için, başlık elemanları gövde levhasına veya levhalarına sürekli olarak birleştirilmiş olması ve bunların basınç çalışmalarının genişlik / kalınlık oranlarının Çizelge 2.2’de verilen sınır oranlarını aşmaması gerekir.

Kompakt olarak nitelendirilmeyen çelik kesitler, eğer basınç elemanlarının genişlik / kalınlık oranları Çizelge 2.2’de kompakt olmayanlar için verilen sınır değerleri aşmaması gerekir.

Eğer herhangi bir basınç elemanının genişlik / kalınlık oranı bu son sınır değerleri aşarsa, bu kesit bir narin elemanlı kesit olarak sınıflandırılır.

Çizelge 2.2: Basınca çalışan elemanların sınır (genişlik / kalınlık) oranları

Elemanın Tanımı	genişlik/kalınlık oranı	Kompakt	Kompakt Değil
- I kesitli hadde ürünleri - Eğilmeye çalışan U kesitlerin başlıkları	b/t	$54/\sqrt{\sigma_a}$	$79/\sqrt{\sigma_a}$
- Eğilmeye çalışan I kesitli kaynaklı yapma kirişlerin başlık elemanları	b/t	$54/\sqrt{\sigma_a}$	$79/\sqrt{\sigma_{ab}/k_c}$
- Hadde profili kiriş veya kolonların gövdelerinden dışarı taşan levhalar - Yapma kirişlerin takviye levhaları	b/t	uygulanmıyor	$79/\sqrt{\sigma_a}$
- Köşebentler veya kirişlerin çok parçalı basınç elemanlarının veya - Diğer basınç elemanlarının gövdelerinden dışarıya doğru uzanan levhaları - Yapma kirişlerin basınç başlıkları	b/t	uygulanmıyor	$79/\sqrt{\sigma_a/k_c}$
-T profil gövde levhaları	b/t	uygulanmıyor	$105/\sqrt{\sigma_a}$
- Sadece bir kenarı boyunca basit mesnetli, rijitleştirilmemiş elemanlar	b/t	uygulanmıyor	$63/\sqrt{\sigma_a}$
- Eğilmeye veya basınca çalışan kutu kesitlerin başlıkları, birleşim araçlarının yer aldığı çizgiler arasındaki başlık takviye levhaları ve diyafram levhaları	b/t	$158/\sqrt{\sigma_a}$	$197/\sqrt{\sigma_a}$
- Her iki kenarından mesnetli üniform basınç etkisindeki rijitleştirilmiş elemanlar	b/t h/t _g	uygulanmıyor	$210/\sqrt{\sigma_a}$
- Eğilme basıncı etkisindeki gövde elemanları	d/t	$531/\sqrt{\sigma_a}$	-
	h/ t _g	-	$631/\sqrt{\sigma_B}$
- Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki gövde elemanları	d/ t _g	A*	-
	h/ t _g	-	$631/\sqrt{\sigma_B}$
- Eksenel basınç etkisindeki borular	D/t	$2275/\sigma_a$	-
- Eğilme etkisindeki borular			-

Burada,

σ_B : eğilme emniyet gerilmesi (kN/cm²)

σ_a : akma sınır gerilmesi (kN/cm²)

σ_{ab} : başlık malzemesini akma sınır gerilmesi (kN/cm²)

σ_{eb} : sadece basınç kuvveti etkimesi halinde hesaplanan gerilme (kN/cm²)

D: dış çap (cm)

t: kalınlık (cm)

t_g: gövde et kalınlığı (cm)

$$\text{Eğer } \frac{h}{t} > 70 \text{ olması halinde } k_c = \frac{4,05}{(h/t)^{0,46}}; \quad (2.8)$$

$$\text{aksi halde } k_c = 1,0 \quad (2.9)$$

$$\text{Eğer } \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_a} \leq 0,16 \text{ olması halinde } A^* = \frac{531}{\sqrt{\sigma_a}} \times (1 - 3,74 \times \frac{\sigma_b}{\sigma_a}); \quad (2.10)$$

$$\text{aksi halde } A^* = \frac{213}{\sqrt{\sigma_a}} \quad (2.11)$$

2.4. Tahkikler

2.4.1. Genel

Genel olarak gerilmeler ve mesnet reaksiyonları her yükleme için ayrı ayrı belirlenecektir.

Böylece elde edilebilen değerlerin en elverişsiz olası bileşik etkileri, birbirlerine eklenip toplanarak hesaplanacaktır.

Enkesitler boyutlandırıldıktan sonra, en çok etkilenen kesitlerde gerilmelerin oluşturdukları en büyük değerler saplanır ve emniyet gerilmeleri ile karşılaştırılacaktır.

Bu tahkikler EY, EİY ve EİY* yükleme durumları için ayrı ayrı yapılacaktır.

2.4.2. Yapılması gereken tahkikler

Yapılması gereken tahkikler aşağıda gösterilmiştir.

- Gerilme tahkikleri
- Stabilite tahkikleri
- Devrilme tahkikleri
- Deformasyon tahkikleri

Bu tahkikler imalat, nakliye, montaj ve işletme durumlarında yapılacaktır.

2.4.2.1. Genel gerilme tahkikleri

Genel gerilme tahkikleri Çizelge 2.2’de tanımlanan boyutlandırmaya esas alınan enkesit değerleri ile EY, EİY ve EİY* yükleme halleri için ayrı ayrı yapılacaktır.

2.4.2.2. Stabilite tahkikleri

Stabilite tahkikleri burkulma, buruşma ve yanal burkulma tahkiklerini kapsar.

2.4.2.3. Devrilme tahkikleri

Devrilme tahkikinde yapı sisteminin devrilme emniyet katsayısı 2 (iki) alınacaktır. (Bazı özel hallerde 1,5 alınabilir.)

2.4.2.4. Deformasyon tahkikleri

Kullanılma amacı ve konstrüktif bakımdan gereken hallerde deformasyonlar irdelenecek ve sınırlandırılacaktır.

Öz yüklerden ileri gelen deformasyonlar, ters sehim verilerek giderilebilir.

Açıklığın 5,0 metre’den fazla olan kiriş açıkların sehimleri açıklığın 1/300’ünden, konsol kirişlerin ucundaki sehim ise konsol uzunluğun 1/250’sinden fazla olmamalıdır.

3. YAPI SİSTEMİNE ETKİ EDEN YÜKLEMELER

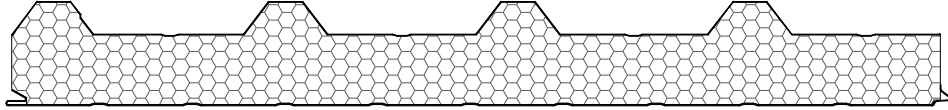
Yapı sistemine etki eden yüklemeler aşağıda ifade edildiği gibidir.

3.1. Yapının Kendi Ağırlığı

Yapı sisteminin kendi ağırlığı SAP2000 programı tarafından alınacaktır.

3.2. Ölü Yükler, “D”

Yapı sisteminin çatı ve cephe kaplamasında aynı trapezoid sandeviç panel kullanılacaktır.



Şekil 3.1: Çatı ve cephe kaplamasında kullanılan trapezoid sandeviç panel

Trapezoid sandeviç panel aşağıda ifade edilen malzemelerden oluşmaktadır.

1. Dış panel: 0,7 mm sac (78500 N/m^3)
2. İzolasyon malzemesi: 75 mm extrüde polistren köpük (1000 N/m^3)
3. İç panel: 0,5 mm sac (78500 N/m^3)

Trapezoid sandeviç panelin toplam ağırlığı:

$$0,6 \text{ mm sac} = 0,6 * 78500 / 1000 = 47,10 \text{ N/m}^2$$

$$75 \text{ mm köpük} = 75 * 1000 / 1000 = 75,00 \text{ N/m}^2$$

$$0,5 \text{ mm sac} = 0,5 * 78500 / 1000 = 39,25 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Toplam Kaplama Ağırlığı} = 161,35 \text{ N/m}^2$$

Yapı sisteminde alınan toplam ölü yük 200 N/m^2 mekanik tesisat yükü ile beraber **400 N/m^2** ‘dir.

Çizelge 3.1: Trapezoid sandviç panel yük taşıma değerleri (sehim = L/200)

Aşık Aralığı (m)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Taşıdığı yayılı yük (N/m ²)	1881	731	314	168	100

3.3. Kar Yüğü, “S” (TS 498 Madde.7 Kar Yüğü Hesap Değeri)

P_k : Kar yüğü hesap değeri

P_{ko} : Kar yüğü

α : Çatının yatayla yaptığı açı

$$P_k = m \times P_{ko} \quad (3.1)$$

$$m = 1 - \frac{\alpha - 30^\circ}{40^\circ} \quad (3.2)$$

Not: 30⁰,ye kadar eğimli çatılarda kar yüğü hesap değeri (P_k), kar yüğü (P_{ko}) değerine eşit kabul edilir ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yüğü olarak dikkate alınır.

Çizelge 3.2: Çatı Eğimine (α) Bağlı Olarak Azaltma Değeri (m)

α	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
0-30°	1,0									
30°	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,82	0,80	0,77
40°	0,75	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	0,60	0,57	0,55	0,52
50°	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,32	0,30	0,27
60°	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10	0,07	0,05	0,02
70-90°										

Çizelge 3.3: Zati Kar yükü (P_{ko}) Değerleri N/m2 (*)

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤ 200	750	750	750	750
2	300	750	750	750	800
	400	750	750	750	800
	500	750	750	750	850
3	600	750	750	800	900
	700	750	750	850	950
	800	800	850	1250	1400
4	900	800	950	1300	1500
	1000	800	1050	1350	1600
5	>1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

* Kar yağmayan yerlerde kar yükü hesap değeri sıfır alınır.

Kar Bölgesi : II

Rakım : 850 m

α : 6.34° (%12)

m : 1

P_{ko} : 950 N/m²

$$P_k = m \times P_{ko} \Rightarrow P_k = P_{ko} \Rightarrow P_k = 950 \text{ N/m}^2$$

3.4. Rüzgar Yüğü (TS 498 Madde.11 Rüzgar Yüğü Hesap Değeri)

$$W = C_f \times q \times A \text{ (Rüzgar yüğü hesap değeri)} \quad (3.3)$$

W : Rüzgar yüğü hesap değeri N

C_f : Aerodinamik yüğü basıncı N/m²

q : Emme (hız basıncı) m²

$$w = C_p \times q \text{ (Yapı üst düzeyine tesir eden rüzgar basıncı)} \quad (3.4)$$

w : Rüzgar basıncı N/m²

q : Rüzgar basıncı N/m²

C_p : Emme katsayısı Rüzgar basıncı etki yüzeyine dik olarak etkir.

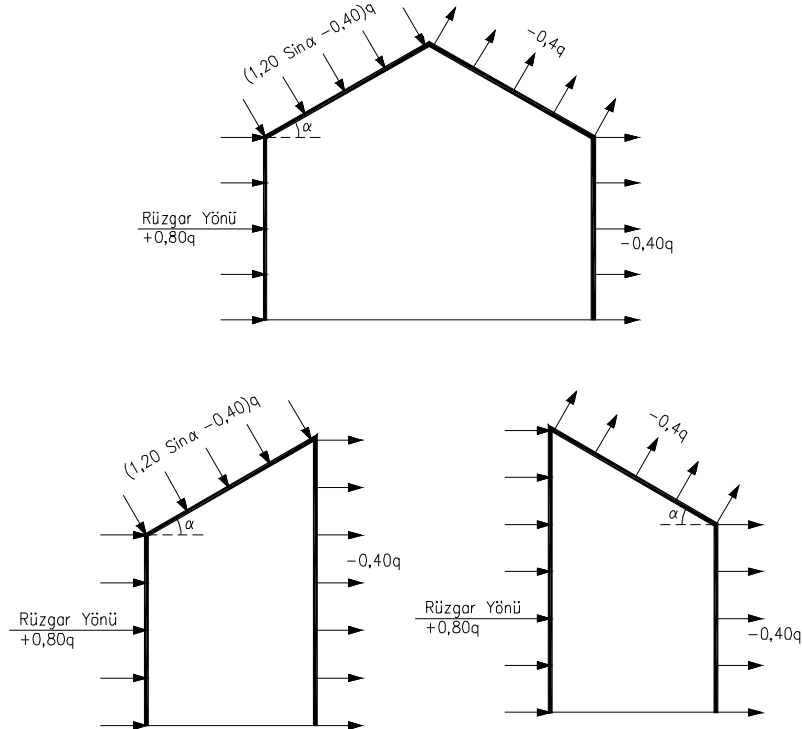
$$q = \frac{v^2}{16} \text{ (Emme hız basıncı)} \quad (3.5)$$

q : Rüzgar basıncı N/m^2

v : Rüzgar basıncı m/s

Çizelge 3.4: Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme

Zeminden Yükseklik (m)	Rüzgar Hızı V (m/s)	Emme q (N/m^2)
0 – 8	28	500
9 – 20	36	800
21 – 100	42	1100
> 100	46	1300



Şekil 3.2: Planda kare kesitli ve eğik çatılı kapalı yapılarda rüzgar yükünün ana taşıyıcı sistem doğrultusunda dağıtımını

	1. Hangar	2. Hangar	3. Hangar	
α	: 6,34° (%12)	6,34° (%12)	6,34° (%12)	
Yapı yüksekliği	: 0-8	9-20	21-27,58	m
Rüzgar Hızı	: 28	36	46	m/s
q (emme)	: 500	800	1100	N/m ²
0,80q	: 400	640	880	N/m ²
-0,4q	: -200	-320	-440	N/m ²
(1,20sin α -0,40)q	: -294,2 (emme)	-294,2 (emme)	-294,2 (emme)	N/m ²

3.5. Deprem Yüğü (DBYBHE Madde.2.4 Elastik Deprem Yüğülerinin Tanımlanması)

Sönüm oranı %5 olarak alınmıştır.

$$A(T) = A_o \times I \times S(T) \quad (\text{Spektral ivme katsayısı}) \quad (3.6)$$

A(T) : Spektral ivme katsayısı

A_o : Etkin yer ivmesi katsayısı

I : Bina önem katsayısı

S(T) : Spektrum katsayısı

3.5.1. Etkin yer ivmesi katsayısı

Çizelge 3.5: Deprem bölgelerine göre etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A _o
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10

3.5.2. Bina önem katsayısı

Çizelge 3.6: Bina kullanım amacı ve türüne göre bina önem katsayıları

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrası hemen kullanılması gereken 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 yerler.	1,5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1,4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1,2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlamalara girmeyen diğer binalar (Konut, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1,0

3.5.3. Spektrum katsayısı

$$S(T) = 1 + 1,5 \times \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.7)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3.8)$$

$$S(T) = 2,5 \times \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0,8} \quad (0 \leq T > T_B) \quad (3.9)$$

3.5.4. Spektrum karakteristik periyotları (TA , TB)

Çizelge 3.7: Yerel zemin sınıflarına göre spektrum karakteristik periyotları

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

3.5.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

Çizelge 3.8: Bina taşıyıcı sistemine göre R katsayıları

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
(1.1) Betonarme yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.	4	8
(1.2) Betonarme yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.	4	7
(1.3) Betonarme yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.	4	6
(1.4) Betonarme yüklerinin, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.	4	7
(3) Çelik Binalar		
(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
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme Betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar.		
(a) Çaprazların merkezi olması hali	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	7
(c) Betonarme perde durumu	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı perdeler veya yerinde dökme Betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.		
(a) Çaprazların merkezi olması hali	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	8
(c) Betonarme perde durumu	4	7

3.5.6. Hareketli yük katılım katsayısı (n)

$$w_i = g_i + n \times q_i \text{ (} w_i \text{ kat ağırlıkları)} \quad (3.10)$$

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

Çizelge 3.9: Binanın kullanım amacına göre hareketli yük katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,30

3.5.7. Deprem yüklerinin atanması

3.5.7.1. x-yönü (süneklik düzeyi yüksek)

D.B.	: Deprem Bölgesi	:	1.Bölge
A _o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı	:	0.40
I	: Yapı Önem Katsayısı	:	1.50
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı	:	0.30
R	: Süneklik Düzeyi	Yüksek	: 5.00
Z.S.	: Zemin Sınıfı	:	Z4
T _A	: Spektrum Karakteristik Periyodu	:	0.20
T _B	: Spektrum Karakteristik Periyodu	:	0.90
f	: Deprem Olcek Katsayısı	$A_o \cdot g \cdot I \cdot / R$	: 1.1772

3.5.7.2. y-yönü (süneklik düzeyi normal)

D.B.	: Deprem Bölgesi	:	1.Bölge
A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı	:	0.40
I	: Yapı Önem Katsayısı	:	1.50
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı	:	0.30
R	: Süneklik Düzeyi	Normal	: 5.00
Z.S.	: Zemin Sınıfı	:	Z4
T_A	: Spektrum Karakteristik Periyodu	:	0.20
T_B	: Spektrum Karakteristik Periyodu	:	0.90
f	: Deprem Olcek Katsayısı	$A_o \cdot g \cdot I \cdot R$	: 1.1772

Çizelge 3.10: Üç boyutlu yapı sisteminin zamana göre spektrum değerleri

T	S(T)	T	S(T)	T	S(T)	T	S(T)
0.00	1.00	1.25	1.92	3.75	0.80	10.00	0.36
0.10	1.75	1.50	1.66	4.00	0.76	11.00	0.34
0.15	2.13	1.75	1.47	4.25	0.72	12.00	0.31
0.20	2.50	2.00	1.32	4.50	0.69	13.00	0.30
0.30	2.50	2.25	1.20	4.75	0.66	14.00	0.28
0.40	2.50	2.50	1.10	5.00	0.63	15.00	0.26
0.50	2.50	2.75	1.02	6.00	0.55	16.00	0.25
0.60	2.50	3.00	0.95	7.00	0.48	17.00	0.24
0.90	2.50	3.25	0.90	8.00	0.44	18.00	0.23
1.00	2.30	3.50	0.84	9.00	0.40	19.00	0.22

3.6. Kren Yüğü (IBC 2006 1607.12)

Yapı sisteminin 65m’lik açıklığında 50 kN’luk gezer tavan vinci kullanılacaktır. Yapılacak olan kren konstrüksiyon ağırlığı yaklaşık 400 kN’dur. IBC ye göre kren fren yukleri aşağıdaki ifade ile hesaplanacaktır.

$$K_x = 1,25 \times P_{kapasite} \times 0,20 = 1,25 \times 50 \times 0,20 = 12,5 \text{ ton}$$

$$K_y = 1,25 \times P_{kapasite} \times 0,20 = 1,25 \times 50 \times 0,20 = 12,5 \text{ ton}$$

3.7. Sıcaklık Yüğü

Yapı sisteminin montajı +35 derecede yapıp ve ilgili sitemin içerisinde ısı sıcaklığı yaz – kış +20 derecede ayarlanacağından dolayı ısı farkı 15 derece alınacaktır.

3.8. Yüklemlerin uygulanması

Seçilen aşık aralıkları depo için 1824 mm ve 2013 mm, hangar için 2518 mm.’dir.

3.8.1. Aşıklara etkiyen ölü yük

1824 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen ölü yük;

$$D = l_{aa} * P_{ölü} = 1,824 \times 400 = 729,6 \text{ N / m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$D = \frac{l_{aa}}{2} * P_{ölü} = \frac{1,824}{2} \times 400 = 364,8 \text{ N / m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

2013 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen ölü yük;

$$D = l_{aa} * P_{ölü} = 2,013 \times 400 = 805,2 \text{ N / m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$D = \frac{l_{aa}}{2} * P_{ölü} = \frac{2,013}{2} \times 400 = 402,6 \text{ N / m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

2518 mm aşık aralığına sahip hangar alanı için elemana etkiyen ölü yük;

$$D = l_{aa} * P_{ölü} = 2,518 \times 400 = 1007,2 \text{ N / m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$D = \frac{l_{aa}}{2} * P_{ölü} = \frac{2,518}{2} \times 400 = 503,6 \text{ N / m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

3.8.2. Aşıklara etkiyen kar yükü

1824 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen kar yükü:

$$S = l_{aa} * P_{kar} = 1,800 \times 950 = 1710,0 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$S = \frac{l_{aa}}{2} * P_{kar} = \frac{1,800}{2} \times 950 = 855,0 \text{ N/m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

2013 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen kar yükü:

$$S = l_{aa} * P_{kar} = 2,000 \times 950 = 1900,0 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$S = \frac{l_{aa}}{2} * P_{kar} = \frac{2,000}{2} \times 950 = 950,0 \text{ N/m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

2518 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen kar yükü:

$$S = l_{aa} * P_{kar} = 2,500 \times 950 = 2375,0 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$S = \frac{l_{aa}}{2} * P_{kar} = \frac{2,500}{2} \times 950 = 1187,5 \text{ N/m (kenar aşık “-z global eksen”)}$$

3.8.3. Aşıklara etkiyen rüzgar yükü

1824 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 1,824 \times (-294,2) = -536,62 \text{ N/m (sol orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{1,824}{2} \times (-294,2) = -268,31 \text{ N/m (sol kenar aşık “asal eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 1,824 \times (-440,0) = -802,56 \text{ N/m (sağ orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{1,824}{2} \times (-440,0) = -401,28 \text{ N/m (sağ kenar aşık “asal eksen”)}$$

2013 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,013 \times (-294,2) = -592,22 \text{ N/m (sol orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{2,013}{2} \times (-294,2) = -296,11 \text{ N/m (sol kenar aşık “asal eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,013 \times (-440,0) = -885,72 \text{ N/m (sağ orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{2,013}{2} \times (-440,0) = -442,86 \text{ N/m (sağ kenar aşık “asal eksen”)}$$

2518 mm aşık aralığına sahip depo alanı için elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,518 \times (-294,2) = -740,80 \text{ N/m (sol orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{2,518}{2} \times (-294,2) = -370,40 \text{ N/m (sol kenar aşık “asal eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,518 \times (-440,0) = -1107,92 \text{ N/m (sağ orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = \frac{l_{aa}}{2} * P_{rüz} = \frac{2,518}{2} \times (-440,0) = -553,96 \text{ N/m (sağ kenar aşık “asal eksen”)}$$

3.8.4. Kolonlara etkiyen rüzgar yükü

5000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 0 - 8 m yüksekliğe sahip elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 400 = 2000 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 400 = 1000 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 200 = 1000 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 200 = 500 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

5000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 9 - 20 m yüksekliğe sahip elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 640 = 3200 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 640 = 1600 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 320 = 1600 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 320 = 800 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

5000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 20 – 21,58 m yüksekliğe sahip elemana etkileyen rüzgar yükü;

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 880 = 4400 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 880 = 2200 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 5,00 \times 440 = 2200 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{5,00}{2} \times 440 = 1100 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

8000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 0 - 8 m yüksekliğe sahip elemana etkileyen rüzgar yükü;

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 8,00 \times 400 = 3200 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{8,00}{2} \times 400 = 1600 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 8,00 \times 200 = 1600 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{8,00}{2} \times 200 = 800 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

8000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 9 - 20 m yüksekliğe sahip elemana etkileyen rüzgar yükü;

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 8,00 \times 640 = 5120 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{8,00}{2} \times 640 = 2560 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 8,00 \times 320 = 2560 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{8,00}{2} \times 320 = 1280 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

10000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 0 - 8 m yüksekliğe sahip elemana etkileyen rüzgar yükü;

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 400 = 4000 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 400 = 2000 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 200 = 2000 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 200 = 1000 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

10000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 9 - 20 m yüksekliğe sahip elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 640 = 6400 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 640 = 3200 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 320 = 3200 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 320 = 1600 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

10000 mm kolon aralığına sahip yapı sistemini 20 – 21,58 m yüksekliğe sahip elemana etkiyen rüzgar yükü:

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 880 = 8800 \text{ N/m (orta kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

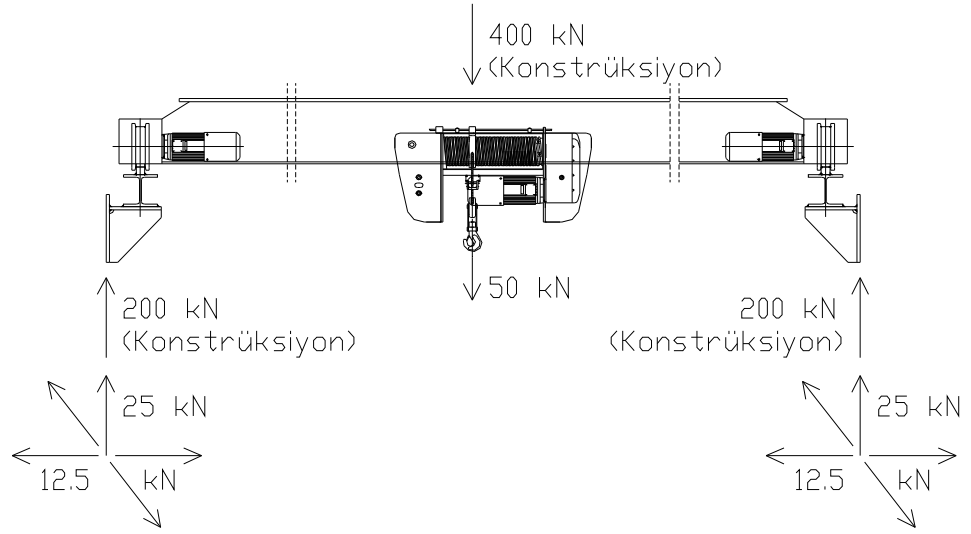
$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 880 = 4400 \text{ N/m (kenar kolon basınç “rüzgar yönü”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 10,00 \times 440 = 4400 \text{ N/m (orta kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

$$W = \frac{l_{ka}}{2} * P_{rüz} = \frac{10,00}{2} \times 440 = 2200 \text{ N/m (kenar kolon emme “rüzgar yönü”)}$$

3.8.5. Kolonlara etkiyen kren yükü

Kren, gezer tavan vinci olarak tasarlandığı için, sahip olduğu konstrüksiyon yükünü ve taşıdığı ilave yükleri çalıştığı bölgelerle geçtiği her kolona sırasıyla aktaracaktır. Gezer vinç, mesnete yaklaştıkça kolona etkiyen yük artar. Dolayısıyla en olumsuz konumda mesnetlendiği iki kolona aşağıdaki şekilde yük aktarır.



Şekil 3.3: 5 kN'lık gezer vincinin mesnet reaksiyonları

4. ÖZEL BOYUTLANDIRMA KURALLARI

4.1. Çekmeye Çalışan Çubuklar

4.1.1. Emniyet gerilmesi

Çekme emniyet gerilmesi ($\sigma_{\text{çem}}$), kayıpsız enkesit alanında en fazla

$$\sigma_{\text{çem}} \leq 0,60 \times \sigma_a \quad (4.1)$$

olmalıdır.

Ayrıca, etkili faydalı enkesit alanında çekme emniyet gerilmesi, çekme mukavemetinin yarısını aşmamalıdır.

$$\sigma_{\text{çem}} \leq 0,50 \times \sigma_d \quad (4.2)$$

Burada,

σ_a = malzemenin akma sınır gerilmesi,

σ_d = malzemenin çekme mukavemetidir.

4.2. Merkezi Basınca Çalışan Çubuklar

4.2.1. Genel bilgi

Bu kısımda merkezi basınca çalışan iki ucu mafsallı düz çubukların burkulmalarına ait hesap esasları verilmiştir. Burada incelenen hallerin dışında kalan basınca maruz çubuklar, o halin gerektirdiği kurallara göre hesaplanacaktır.

Basınca çalışan çubukların narinliği aşağıda verilen sınır değeri aşmamalıdır:

$$\lambda \leq 250 \quad (4.3)$$

Basınca çalışan çubukların kafes giriş düzlemi içindeki burkulma boyları “ s_k ”, çubukların “s” sistem uzunluğuna eşit alınacaktır.

Kafes kiriş düzlemi dışındaki burkulma boyunun da çubuk uzunluğuna eşit olabilmesi için, basınç başlığı düğüm noktalarının kiriş düzleminde dışarıya doğru hareketleri önlenmiş olmalıdır.

Basınca çalışan çubukların mesnet şartlarına göre değişen burkulma boyları altı farklı durum için Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu Çizelgede yer alan mesnetlerde istenilen durumlar tamamıyla gerçekleştiremeyeceğinden, tavsiye edilen değerler eşdeğer teorik değerden daha fazla tutulmuştur.

Çerçevelerde basınç çubuklarının burkulma boyu katsayısı K, çerçevenin yanal hareketinin ötelenmesinin önlenip önlenmesine göre Çizelge 4.2’deki nomogramlardan elde edilir.

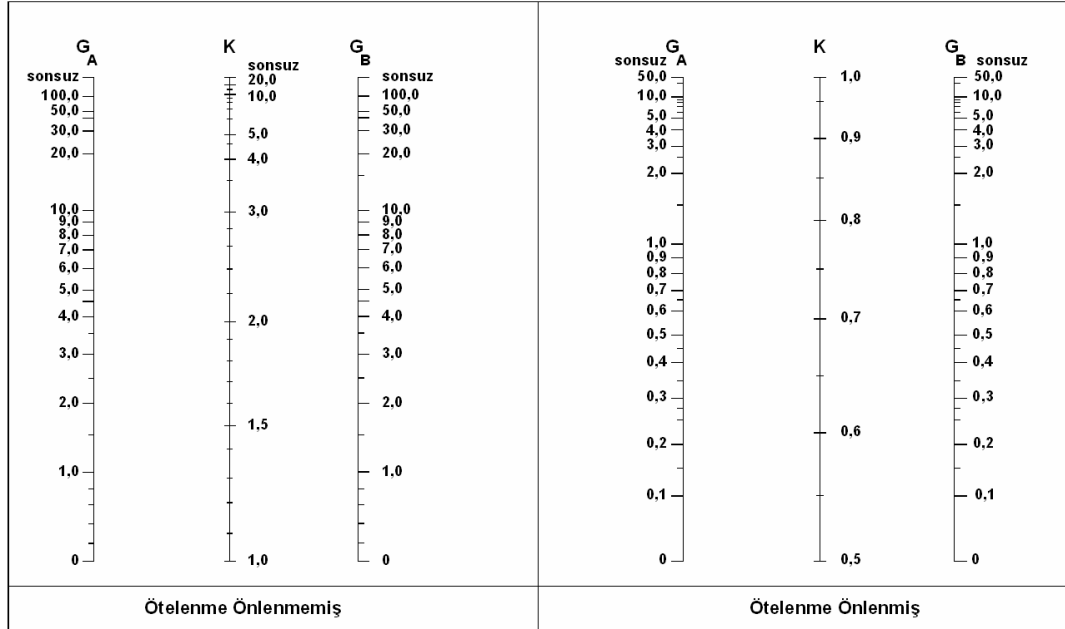
Çerçeve basınç çubuğunun A ve B uçlarında Çizelge 4.2’de kullanılan G katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplanacaktır.

$$G = \frac{\sum \frac{I_c}{s_c}}{\sum \frac{I_g}{s_g}} \quad (4.4)$$

Çizelge 4.1: Basınç çubuklarında burkulma boyu

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Not: Kesikli çizgilerle basınç çubuğunun burkulma şekli gösterilmiştir.						
Teorik burkulma boyu	0,5s	0,7s	1,0s	1,0s	2,0s	2,0s
Tavsiye edilen burkulma boyu	0,65s	0,8s	1,2s	1,0s	2,1s	3,0s
Bilgi		Dönme ve öteleme önlenmiş Dönme serbest, öteleme önlenmiş Dönme önlenmiş, öteleme serbest Dönme ve öteleme serbest				

Çizelge 4.2: Basınç çubuklarında burkulma boyu için kullanılan K burkulma boyu katsayı değeri için nomogram



Burada;

G: burkulma boyu hesabında kullanılan katsayı

I_c : gözönüne alınan noktaya rijit olarak bağlanmış ve burkulma boyunun hesaplanacağı düzlemdeki kolonların atalet momenti (cm^2)

I_g : gözönüne alınan noktaya rijit olarak bağlanmış ve burkulma boyunun hesaplanacağı düzlemdeki kirişlerin atalet momenti (cm^2)

s_c : gözönüne alınan noktaya rijit olarak bağlanmış kolonların boyu (cm)

s_g : gözönüne alınan noktaya rijit olarak bağlanmış kirişlerin boyu'dur (cm).

Kolon temele rijit olarak bağlıysa o noktada G değeri aşağıdaki gibi alınacaktır:

$$G = 1,0 \quad (4.5)$$

Kolon temele sürtünmesiz, tamamıyla dönebilir bir mafsalla temele bağlı ise o noktada G değeri aşağıdaki gibi alınacaktır:

$$G = 10,0 \quad (4.6)$$

Kolonun iki ucundaki G_A ve G_B değerleri elde edildikten sonra izelge 4.1'den K burkulma boyu katsayısı değeri elde edilir.

Burkulma boyu aşağıdaki formül ile hesaplanacaktır.

$$S_k = K \times s \quad (4.7)$$

4.2.2. Gerilme tahkikleri

Enkesitleri sabit ve kompakt veya kompakt olmayan tek parçalı basınç çubuklarının gerilme tahkiklerinde aşağıda verilen yöntemlerden ilk ikisi kullanılır (bkz. Bölüm 4.2.2.1 ve 4.2.2.2):

Narin kesiti olan tek parçalı basınç çubuklarının gerilme tahkiklerinde ise Bölüm 4.2.2.3'de verilen yöntem kullanılacaktır.

Madde 3.2.2.1'de verilen izelgeler St37, St44 ve St52 elikleri için geçerlidir.

Çok parçalı basınç çubuklarında kullanılması gereken yöntem, narinlik değerlerinin hesabı dışında diğerleri ile aynıdır. Narinlik değerleri Bölüm 4.2.3 ve alt bölümlerince saptanır.

4.2.2.1. Burkulma sayıları ile basınç gerilmesi tahkiki

Burkulma sayıları metodu ile basınç gerilmesinin tahkiki aşağıdaki gibi yapılır:

$$\sigma_b = w \times \frac{P}{F} \leq \sigma_{\text{em}} \quad (4.8)$$

Narinliği $\lambda < 20$ olan çubuklar için burkulma hesabı yapılmaz, yani bunlar için $w = 1$ alınır.

Burada;

P: ubuğa etkiyen en büyük basınç kuvveti (kN)

F: Çubuğun enkesit alanı (cm^2)

$\sigma_{\text{em}}$: Çekme emniyet gerilmesi (kN/cm^2)

w: Çubuğun λ değerine bağlı narinliği. Aşağıdaki formülle de hesaplanabilir.

$$w = \frac{\sigma_{cem}}{\sigma_{bem}} \quad (4.9)$$

σ_{bem} : basınç emniyet gerilmesi (kN/cm²)

λ : λ_x veya λ_y değerlerinden büyük olanını gösterir.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} \quad (4.10)$$

s_{kx} : çubuğun x-x asal eksenine dik düzlemdeki burkulma boyu (cm)

s_{ky} : çubuğun y-y asal eksenine dik düzlemdeki burkulma boyu (cm)

i_x : çubuğun x-x asal eksenine ait asal atalet yarıçapı (cm)

i_y : çubuğun y-y asal eksenine ait asal atalet yarıçapı (cm)

4.2.2.2. Kompakt ve kompakt olmayan kesitli ve merkezi basınç kuvveti etkisindeki basınç çubuklarında gerilme tahkiki

Burkulma emiyet gerilmesi σ_{bem} gözönünde bulundurularak basınç gerilmelerinin tahkiki aşağıdaki gibi yapılır:

$$\sigma_{be} = \frac{P}{F} \leq \sigma_{bem} \quad (4.11)$$

Burada;

P: çubuğa etkiyen merkezi basınç kuvveti (kN)

F: basınç çubuğun kayıpsız enkesit alanı (cm²)

Basınç emniyet gerilmesi σ_{bem} aşağıdaki gibi hesaplanır:

a) $\lambda \leq \lambda_p$ ise,

$$\sigma_{bem} = \frac{\left[1 - \frac{1}{2} \times \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right)^2 \right] \times \sigma_a}{n} \quad (4.12)$$

b) $\lambda \geq \lambda_p$ ise,

$$\sigma_{bem} = \frac{2}{5} \times \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2} \quad (4.13)$$

olup, kN/cm² cinsinden

$$\sigma_{bem} = \frac{81302}{\lambda^2} \quad (4.14)$$

formülü kullanılarak hesaplanacaktır.

c) $\lambda < 20$ ise,

$$\sigma_{bem} = \sigma_{\text{çem}} \quad (4.15)$$

Burada,

n: emniyet katsayısı

$$\text{Eğer } \lambda < 20 \text{ ise } n = 1,67 \quad (4.16)$$

$$\text{Eğer } 20 \leq \lambda < \lambda_p \text{ ise } n = 1,5 + 1,2 \times \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right) - 0,2 \times \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right)^3 \quad (4.17)$$

$$\text{Eğer } \lambda > \lambda_p \text{ ise } n = 2,5 \quad (4.18)$$

E: elastisite modülü (kN/cm²)

σ_a : çeliğin akma sınırı (kN/cm²)

$\sigma_{\text{çem}}$: çeliğin çekme emniyet gerilmesi (kN/cm²)

λ_p : plastik akma sınırı olup, aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times E}{\sigma_a}} \quad (4.19)$$

olup, kN/cm² cinsinden

$$\lambda_p = \frac{637,6}{\sqrt{\sigma_a}} \quad (4.20)$$

4.2.2.3. Narin kesitli basınç çubuklarında gerilme tahkiki

Narin kesitli basınç çubuklarında gerilme tahkiki yaparken σ_{bem} basınç emniyet gerilmesi ifadelerinde aşağıda görüldüğü gibi değişiklikler yapılması gerekir:

a) $\lambda \leq \lambda_p$ ise,

$$\sigma_{bem} = \frac{Q \times \left[1 - \frac{1}{2} \times \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right)^2 \right] \times \sigma_a}{n} \quad (4.21)$$

b) $\lambda > \lambda_p$ ise,

$$\sigma_{bem} = \frac{2}{5} \times \frac{\pi^2 \times E}{\lambda^2} \quad (4.22)$$

olup, kN/cm² cinsinden

$$\sigma_{bem} = \frac{8290}{\lambda^2} \quad (4.23)$$

formülü kullanılarak hesaplanacaktır.

c) $\lambda < 20$ ise,

$$\sigma_{bem} = \sigma_{\zeta em} \quad (4.24)$$

Burada,

λ_p : plastik akma sınırı olup, aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times E}{Q \times \sigma_a}} \quad (4.25)$$

Q: azaltma faktörü olup, aşağıdaki gibi hesaplanır,

$$Q = Q_s \times Q_a \quad (4.26)$$

Q azaltma faktörü için şu haller söz konusudur,

i) Enkesit tümüyle rijitleştirilmemiş elemanlardan oluşmuşsa:

$$Q = Q_s \text{ yani } (Q_s = 1,0) \quad (4.27)$$

ii) Enkesit tümüyle rijitleştirilmiş elemanlardan oluşmuşsa:

$$Q = Q_a \text{ yani } (Q_a = 1,0) \quad (4.28)$$

iii) Enkesit tümüyle rijitleştirilmiş ve rijitleştirilmemiş elemanlardan oluşmuşsa:

$$Q = Q_s \times Q_a \quad (4.29)$$

Q_s azaltma faktörü ve Q_a alan azaltma faktörü değerlerinin tanımı ve hesabı ileride tanımlanacak buruşma bölümünde yer alacaktır.

4.2.3. Enkesitleri sabit çok parçalı çubuklar

Çok parçalı olmakla beraber, bu parçalar bütün çubuk uzunluğunca birbirlerine, bulon veya kaynakla sürekli olarak birleştirilmiş olan çubuklar da tek parçalı sayılır ve yukarıda gösterildiği gibi hesaplanır.

Münferit parçalar arasındaki bağlantıyı sağlamak için kullanılan bulonlar fazla bir kuvvete maruz olmadıklarından, d bulon çapı olmak üzere, buradaki bulonların aralıkları (7~10 x d) kadar alınabilir.

Çok parçalı olarak kabul edilen çubuklarda, parçalar arasında çoğunlukla genişçe bir aralık vardır.

Çubuğu teşkil eden münferit parçaların birlikte çalışması ya kafes şeklinde bir bağlantı ile ya da bağ levhaları ile sağlanmalıdır.

4.2.3.1. Çok parçalı çubukların hesabında kullanılan semboller

Çok parçalı çubukların hesabında kullanılan semboller aşağıda görülmektedir.

m: Basınç çubuğunu teşkil eden parçaların veya sürekli birleşik parçalardan oluşup, tek bir parça gibi çalışan grupların sayısı

P: Çubuğun tümüne etkiyen basınç kuvveti (kN)

F: Çubuğun tamamının kayıpsız enkesit alanı (cm²)

x-x, y-y : çubuğun asal eksen

Not: Enkesitteki asal eksenlerden biri bütün enkesitleri kestiği takdirde, o eksene malzeme eksen denir.

i: atalet yarıçapı (cm)

Basınç çubuğunun x-x ve y-y eksenlerine göre atalet yarıçapları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} \quad (4.30)$$

I_x: basınç çubuğunun x-x asal eksenlerine göre atalet momenti (cm⁴)

I_y: basınç çubuğunun y-y asal eksenlerine göre atalet momenti (cm⁴)

s_{kx}: basınç çubuğun x-x asal eksenine dik düzlemdeki burkulma boyu (cm)

s_{ky}: basınç çubuğun y-y asal eksenine dik düzlemdeki burkulma boyu (cm)

λ_x: basınç çubuğunun x-x asal eksenine dik düzlemdeki burkulma narinliği

λ_y: basınç çubuğunun y-y asal eksenine dik düzlemdeki burkulma narinliği

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} \quad (4.31)$$

1-1: çok parçalı basınç çubuğunu oluşturan münferit çubukların küçük atalet yarıçapını verecek olan asal eksen

F₁: münferit çubuk kesitinin alanı (cm²)

I_1 : münferit çubuk kesitinin 1-1 eksenine göre atalet momenti (cm^4)

i_1 : münferit çubuk kesitinin 1-1 eksenine göre atalet yarıçapı (cm)

$$i_1 = \sqrt{\frac{I_1}{F_1}} \quad (4.32)$$

λ_1 : 1-1 eksenine ait narinlik, şöyle ki:

- çerçeve bağlantılarda (bağ levhali teşkil)

$$\lambda_1 = \frac{s_1}{i_1} \quad (4.33)$$

- kafes bağlantılarda

$$\lambda_1 = \pi \times \sqrt{\frac{F}{z \times F_D} - \frac{d^3}{s_1 \times e^2}} \quad (4.34)$$

z : paralel düzlemler içinde yer alan kafes örgü sistemlerinin sayısı

s_1 : enleme bağlantılar arasındaki en büyük aralık (cm)

F_D : bir diyagonal örgü çubuğunun kayıpsız enkesit alanı (cm^2)

Not: Çapraz diyagonaller kullanıldığında F_D , birbirini kesen diyagonallerin enkesit alanlarının toplamıdır.

d : kafes tipi bağlantılarda diyagonalin sistem boyu (cm)

n : bağlantıların çubuğu böldüğü parçaların sayısı (göz sayısı)

e : münferit çubukların eksenleri arasındaki uzaklık

F : çok parçalı basınç çubuğunun toplam enkesit alanı'dır (cm^2)

4.2.3.2. Çok parçalı çubuklarının hesabı

4.2.3.2.1. I. Grup çubuklar

Enkesitlerinin asal eksenlerinden biri malzemeli eksen, diğeri malzemesiz eksen karakterinde olan çubuklardır (bkz. Şekil 5.1).

Bu gruba giren çok parçalı basınç çubuklarının malzemeli eksene dik burkulmaları, tek parçalı basınç çubuklarındaki gibi hesaplanır. n parçalı basınç çubuğu için toplam kesitin (x-x) malzemeli eksene göre atalet yarıçapı, tek profil enkesit alanının aynı eksene göre atalet yarıçapına (i_{1x}) eşittir.

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = i_{1x} \quad (4.35)$$

ve bu eksende narinlik, s_{kx} (x-x) eksene dik burkulmadaki burkulma boyu olmak üzere, aşağıda görüldüğü gibi hesaplanır.

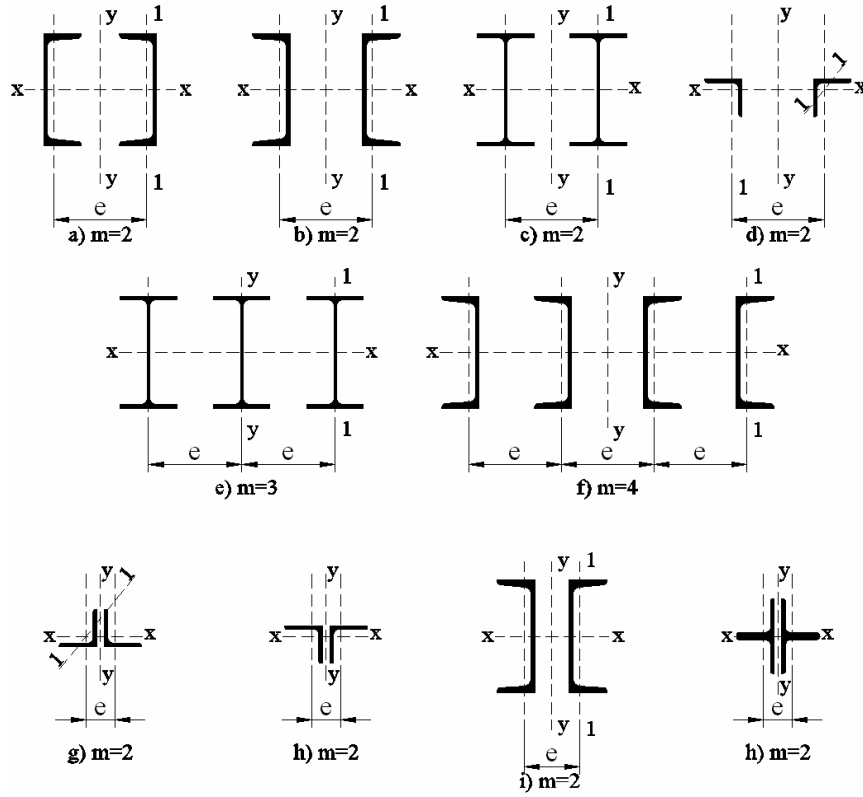
$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} \quad (4.36)$$

Bu çubukların malzemesiz y-y asal eksene dik burkulmada çubuk narinliği, aşağıda formülü verilen ideal narinlik derecesi ile yapılır.

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} \quad (4.37)$$

Burada s_{ky} y-y eksene dik burkulmaki burkulma boyu ve i_y çubuğun y-y eksene göre atalet yarıçapı olmak üzere, y-y eksene dik burkulmada λ_y narinliği aşağıda görüldüğü gibi hesaplanır.

$$\lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} \quad (4.38)$$



Şekil 4.1: I. Grup basınç çubukları

Bağ levhaları arasındaki aralıklar eşitse, bağ levhalarının her münferit basınç çubuğu parçasına birleşimleri en az 2 (iki) civata veya buna denk kaynak dikişiyle yapılmışsa, çerçeve bağlantılarında göz sayısı $n \geq 3$ olmalıdır.

Ayrıca aşağıdaki şartı sağlayacak şekilde bağ levhaları aralığı veya kafes örgü aralığı s_1 belirlenir.

$$\lambda_x \leq 100 \text{ ise } \lambda_1 = \frac{s_1}{i_1} \leq 50 \quad (4.39)$$

$$\lambda_x > 100 \text{ ise } \lambda_1 = \frac{s_1}{i_1} \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \quad (4.40)$$

4.2.3.2.2. II. Grup çubuklar

Bu gruba köşeleme konmuş iki korniyer ile düzenlenen basınç çubukları girer (bkz. Şekil 5.2). Buradaki çubukların yalnız x-x malzemeli eksene dik burkulmaya göre hesaplamak yeterlidir. Burada w_x burkulma katsayısı, aşağıda hesaplanan narinlik derecesi ile bağlantılıdır.

$$\lambda_x = \frac{s_k}{i_x} \quad (4.41)$$

Burada s_k burkulma boyu olarak, çubuğun taşıyıcı sistem düzlemi içindeki burkulma boyu ile bu düzleme dik boylarının aritmetik ortalamasıdır.

Çubuğun eşit kollu köşebent ile teşkil edilmiş olması hali enkesitinin asal eksenleri korniyer kollarına göre 45^0 eğimlidir. Çubuk enkesitinin i_x atalet yarıçapı, bir tek köşebent enkesitinin köşesinden geçen asal eksenine göre atalet yarıçapına eşittir.

Çubuğun farklı kollu köşebent ile teşkil edilmiş olması halinde enkesitinin asal eksenlerinin saptanması ve $i_x = \sqrt{I_x / F}$ olarak atalet yarıçapının hesaplanması gerekir. Bunun yerine;

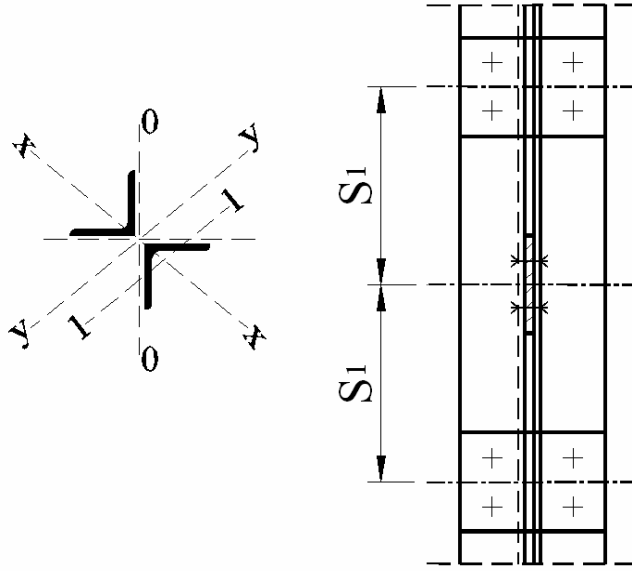
$$i_x \approx i_0 / 1,15 \quad (4.42)$$

alınabilir. Burada i_0 , çubuk enkesitinin korniyerlerin uzun kollarına paralel 0-0 ağırlık eksenine göre atalet yarıçapını gösterir. Narinlik de aşağıda görüldüğü gibi hesaplanır.

$$\lambda_x = \frac{s_k}{i_x} = 1,15 \times s_k / i_0 \quad (4.43)$$

Bu gruptaki basınç çubuklarının teşkilinde bağ levhaları Şekil 4.2’de görüldüğü gibi sırasıyla birbirine dik olarak tertip edilirler. Ayrıca aşağıdaki koşullarda sağlanmalıdır.

$$\lambda_1 = \frac{s_1}{i_{1\min}} \leq 50 \quad (4.44)$$



Şekil 4.2: II. Grup basınç çubukları

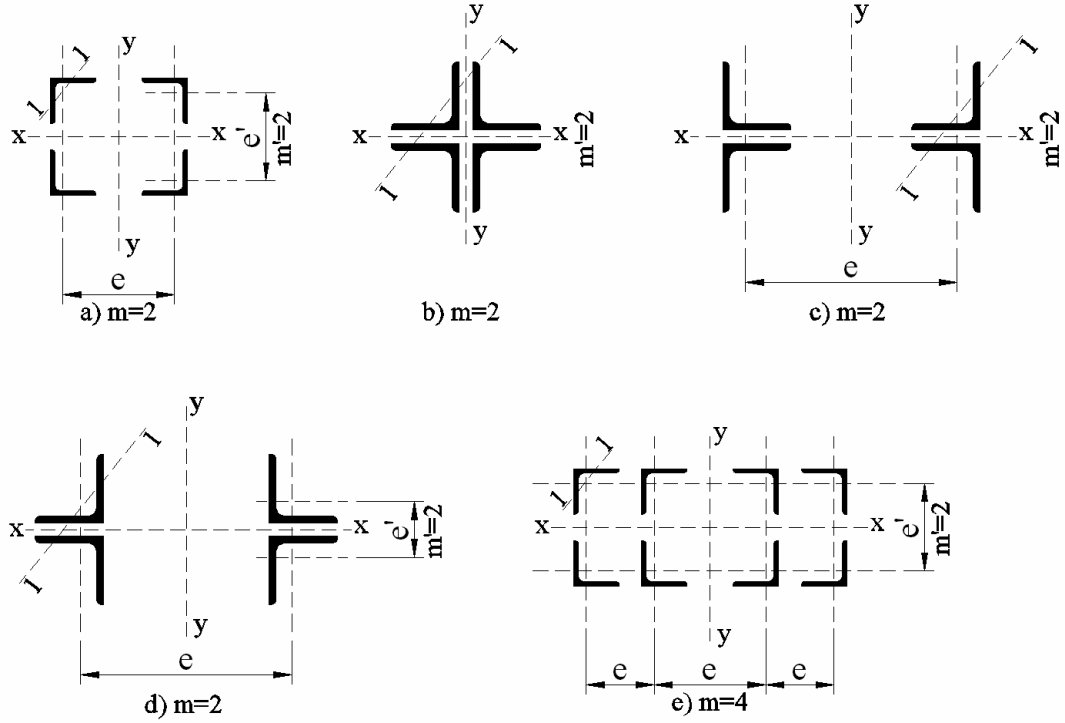
4.2.3.2.3. III. Grup çubuklar

Bu gruptaki çubuklar, enkesitlerinin asal eksenlerinin her ikisinde malzemesiz eksen üzerinde olan basınç çubuklarıdır (bkz. Şekil 4.3). Her iki eksene dik burkulma tahkiklerinde ideal narinlik dereceleri aşağıda görüldüğü gibi hesaplanır;

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_{1,y}^2} \text{ ve } \lambda_{xi} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_{1,x}^2} \quad (4.45)$$

Hesaplanan bu iki ideal narinlik değerinden daha büyük olanına karşı gelen w burkulma katsayısı çelik cinsine bağlı olarak ilgili Çizelgelardan alınarak, burkulma tahkiki yapılır. Yüksek yapılarda λ_1 değerleri 50'den büyük olmamalıdır.

$$\lambda_{1,x} = \frac{s_{1,x}}{i_1} \leq 50 \text{ ve } \lambda_{1,y} = \frac{s_{1,y}}{i_1} \leq 50 \quad (4.46)$$



Şekil 5.3: III. Grup basınç çubukları

4.2.4. Bağlantı elemanlarının hesabı

Çok parçalı basınç çubuklarında örgülü çubuk (kafes bağlantı) veya bağ levhası (çerçeve bağlantı) olarak düzenlenen enleme bağlantıları çubuk boyunca sabit bir Q_i itibari kesme kuvvetine göre boyutlandırılır.

$$Q_i = \frac{F \times \sigma_{cem}}{80} \quad (4.47)$$

Burada F çok parçalı basınç çubuğunun toplam alanı (cm^2) ve σ_{cem} ise, kayıpsız enkesit alanı için tanımlanan çekme emniyet gerilmesidir (kN/cm^2).

Çok parçalı basınç çubuklarının münferit çubuklarının ağırlık eksenleri arasındaki aralık (e – aralığı), eğer çerçeve bağlantılı basınç çubuklarında $20 \times i$ 'den fazla ise, enleme bağlantının boyutlandırılmasında itibari kesme kuvveti aşağıda görülen şekilde artırılır.

$$Q_i = \frac{F \times \sigma_{cem}}{80} \times \left[1 + 0,05 \times \left(\frac{e}{i_1} - 20 \right) \right] \quad (4.48)$$

4.2.4.1. Çerçeve bağlantılarının hesabı

Çerçeve bağlantıları çok parçalı basınç çubuklarında bağlantı elemanındaki itibari kesme kuvveti, T ile gösterilmiştir.

a) iki parçalı çubukta (m=2):

$$T = \frac{Q_i \times s_1}{e} \quad (4.49)$$

b) üç parçalı çubukta (m=3):

$$T = \frac{Q_i \times s_1}{2 \times e} \quad (4.50)$$

c) dört parçalı çubukta (m=4):

$$T = 0,4 \times \frac{Q_i \times s_1}{e} \text{ (orta gözde bağlantı elemanında)} \quad (4.51)$$

$$T = 0,3 \times \frac{Q_i \times s_1}{e} \text{ (kenar gözde bağlantı elemanında)} \quad (4.52)$$

Enleme bağlantılarda T itibari kesme kuvveti altında meydana gelen momentlerin sıfır noktalarının yerleri Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

Bağ levhalarının aralıkları s_1 eşit veya eşite yakın olacak şekilde düzenlenmelidir. Çerçeve çubuklarının sayısı $n \geq 3$ olmalıdır, yani çubuk boylarının en az 1/3 noktalarında birer bağ levhası bulunmalıdır.

Bağ levhalarının her münferit çubuğa birleşimleri en az 2 (iki) adet cıvata veya buna denk bir kaynak dikişi ile yapılmalıdır.

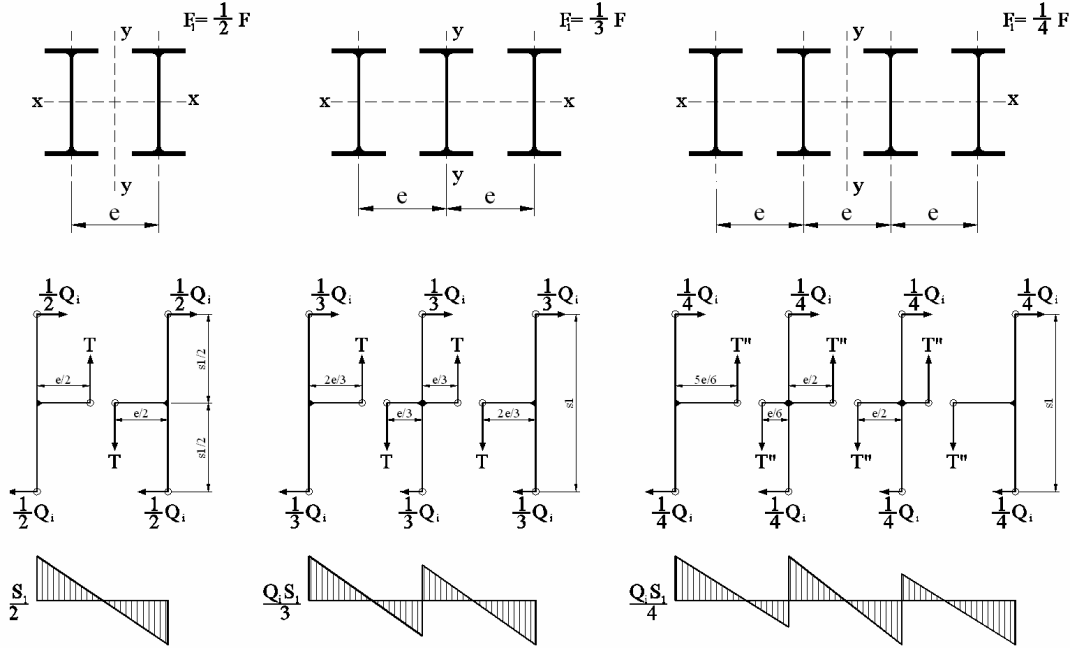
Gerek kafes örgülü, gerek çerçeve bağlantılı bütün çok parçalı basınç çubuklarının baş (uç) kısımlarında, her münferit çubuğa en az 3 (üç) adet cıvata veya buna denk bir kaynak dikişiyle birleştirilmiş birer bağ levhası bulunmalıdır.

Çift gövdeli (iki parçalı) basınç elemanlarının münferit çubuklarında başlardaki (çubuk uçlarındaki) bu bağ levhaları olabildiği kadar iki düğüm noktasının arasına sokulmalıdır. Aksi halde, münferit çubuk eksenlerinin düğüm levhalarının içinde

veya dışında kalmasından meydana gelen $(1/2 \times P \times a)$ değerindeki birleşim eksantrisite momentlerinin yarısı, bu uç bağ levhalarının ve birleşmelerinin hesabında itibari kesme kuvveti T' 'den ileri gelen momentlere katılmalıdır.

Düğüm levhaları çubuğun enleme bağlantısı düzleminde bulunuyorsa, çubuk başlarındaki bağ levhalarının konması gerekli değildir.

Münferit basınç çubuklarının aralıkları düğüm levhası kalınlığı eşit veya bundan az fazla olan iki parçalı basınç çubuklarında, çubuk baş (uç) kısımlarına ayrıca bağ levhası konması gerekmez. Bunun yanı sıra, her münferit basınç çubuğu bağ levhasına en az (iki) adet civata veya buna denk bir kaynak dikişiyle birleştirilmelidir.



Şekil 4.4: Bazı çok parçalı basınç çubukları

4.2.4.2. Kafes bağlantılarının hesabı

İki parçalı kafes örgü çubuklarında itibari makaslama kuvvetinden meydana gelen diyagonal kuvvet aşağıda görülen ifade yardımıyla hesaplanır.

$$D = \frac{Q_i}{z \times \sin \alpha} \quad (4.53)$$

Burada kullanılan ifadeler aşağıda açıklanmadır.

z : paralel düzlemlerde bulunan enleme bağlantılarının sayısı

α : diyagonalin çubuk eksenine ile yaptığı açısı

Q_i : itibari makaslama kuvveti (kN)

D : kafes örgülü bağlantı çubuklarında diyagonale gelen kuvvet (kN)

5. DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARI

5.1. Kapsam

5.1.1. Deprem bölgelerinde yapılacak tüm çelik binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, öncelikle bu bölümde belirtilen özel kurallara uyularak yapılacaktır.

5.1.2. Bu bölümün kapsamı içindeki çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece çelik çerçevelerden, sadece merkezi veya dışmerkez çelik çaprazlı perdelerden veya çerçevelerin, çelik çaprazlı perdeler ya da Betonarme perdelerle birleşiminden oluşabilir. Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemler de bu bölümün kapsamı içindedir.

5.2. Genel Kurallar

5.2.1. Çelik taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması

Depreme karşı davranışları bakımından, çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri, 5.2.1.1 ve 5.2.1.2’de tanımlanan iki sınıfa ayrılmıştır. Bu iki sınıfa giren sistemlerin karma olarak kullanılmasına ilişkin özel durum ve koşullar, 5.2.1.3 ile 5.2.1.4’te verilmiştir.

5.2.1.1. Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler olarak tanımlanmıştır:

(a) 3.3’te belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 5.6’da belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden veya 5.8’de belirtilen koşulları sağlayan dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler.

(c) (a) ve (b) paragraflarında belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşan çaprazlı çelik perdeli-çerçeve sistemler.

5.2.1.2. Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, Süneklik Düzeyi Normal Sistemler olarak tanımlanmıştır:

(a) 5.4’de belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 5.7’de belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler.

(c) (a) ve (b) paragraflarında belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşan çaprazlı çelik perdeli-çerçeve sistemler.

5.2.1.3 Yukarıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemlerin her iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması durumunda sözkonusu olabilir.

5.2.1.4 Düşey doğrultuda en çok iki farklı yatay yük taşıyıcı sistem içeren çelik veya Betonarme-çelik karma binalar sözkonusu olabilir.

5.2.2. İlgili standartlar

5.2.2.1. Bu bölümün kapsamı içinde bulunan çelik taşıyıcı sistemlerin tasarımı; bu Yönetmelikte Bölüm 3’de verilen deprem yükleri ve hesap kuralları, TS-498’de öngörülen diğer yükler, emniyet gerilmeleri yöntemine ilişkin olarak TS-648’de verilen kurallara göre yapılacaktır. İlgili standartlarda verilen kuralların farklı olduğu özel durumlarda, bu bölümdeki kurallar esas alınacaktır.

5.2.2.2. Bu bölümde verilen kuralların dışında kalan diğer hususlar için TS-648 ve TS-3357’deki kurallara uyulacaktır. Bu standartlarda ve Yönetmeliğin bu bölümünde yer almayan hususlar için, uluslararası düzeyde kabul görmüş standart ve yönetmeliklerden yararlanılabilir.

5.2.3. Malzeme koşulları ve emniyet gerilmeleri

5.2.3.1. Bu Yönetmelik kapsamında, TS-648’de veya uluslararası düzeyde kabul görmüş diğer standartlarda tanımlanan ve kaynaklanabilme özelliğine sahip olan tüm yapı çelikleri kullanılabilir. Başlıklarının et kalınlığı en az 40 mm olan hadde

profillerinde, kalınlığı en az 50 mm olan levhalar ve bu levhalar ile imal edilen yapma profillerde, ASTM A673 veya eşdeğeri standartlar uyarınca yapılan testlerde minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (Çentik Dayanımı) değeri 218C'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

5.2.3.2. Deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve eklerinde kullanılacak bulonlar ISO 8.8, 10.9 veya daha yüksek kalitede olacaktır. Bu bulonlar, moment aktaran birleşimlerde kendilerine uygulanabilecek öngerme kuvvetinin tümü ile, diğer birleşimlerde ise en az yarısı ile öngerilecektir. Deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve ekleri ile temel bağlantı detaylarında ISO 4.6 ve 5.6 kalitesinde bulonlar kullanılabilir.

5.2.3.3. Kaynaklı birleşimlerde çelik malzemesine ve kaynaklama yöntemine uygun elektrod kullanılacak ve elektrodun akma dayanımı birleştirilen malzemelerin akma dayanımından daha az olmayacaktır. Moment aktaran çerçevelerin kaynaklı kolon-kiriş birleşimlerinde tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı dikişleri kullanılacaktır. Bu kaynaklarda kullanılan elektrodun minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (Çentik Dayanımı) -298C'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

5.2.3.4. Deprem yükleri etkisindeki elemanlarda, aynı birleşim noktasında, kaynaklı ve bulonlu birleşimler birarada kullanılamaz.

5.2.3.5. Düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında Emniyet Gerilmeleri Yöntemi'ne göre yapılan kesit hesaplarında, emniyet gerilmeleri en fazla %33 arttırılacaktır. Birleşim ve eklerin emniyet gerilmeleri esasına göre tasarımında ise, bu arttırım %15'i aşmayacaktır. Birleşim ve ekler ayrıca, bu bölümün ilgili maddelerinde belirtildiği şekilde, eleman kapasitelerine veya arttırılmış deprem etkilerine göre kontrol edilecektir.

5.2.3.6. Bu bölümün 5.3.2.1, 5.3.4.1, 5.8.6 ve 5.9.1 bölümlerinde öngörüldüğü şekilde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının gerekli kapasitelerinin hesabında, σ_a akma gerilmesi yerine $D_a \times \sigma_a$ arttırılmış akma gerilmesi değerleri kullanılacaktır. Arttırılmış akma gerilmesinin hesabında uygulanacak D_a katsayıları, yapı çeliğinin sınıfına ve eleman türüne bağlı olarak, Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1: D_a arttırma katsayıları

Yapı Çeliği Sınıfı ve Eleman Türü	D_a
St37 (S235JR) çeliğinden imal edilen hadde profilleri	1.2
Diğer yapı çeliklerinden imal edilen hadde profilleri	1.1
Tüm yapı çeliklerinden imal edilen levhalar	1.1

5.2.4. Arttırılmış deprem etkileri

Bu bölümün 53.3.1.2, 5.3.5.3, 5.4.2.1, 5.4.2.3, 5.6.3.1, 5.6.5.2, 5.7.2.1, 5.8.6.4 ve 5.9.1 maddelerinde gerekli görülen yerlerde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının tasarımında, aşağıda verilen arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınacaktır. Arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler

$$1.0 G + 1.0 Q \pm \Omega_0 E \quad (5.1a)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi halinde

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (5.1b)$$

şeklinde tanımlanmıştır.

Bölüm 3'ye göre hesaplanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetlere uygulanacak Ω_0 *Büyütme Katsayısı*'nın değerleri, çelik taşıyıcı sistemlerin türlerine bağlı olarak, Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2: D_a arttırma katsayıları

Taşıyıcı Sistem Türü	Ω_0
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler	2.5
Süneklik düzeyi normal çerçeveler	2.0
Merkezi çelik çaprazlı perdeler (süneklik düzeyi yüksek veya normal)	2.0
Dışmerkez çelik çaprazlı perdeler	2.5

5.2.5. İç kuvvet kapasiteleri ve gerilme sınır değerleri

Gerekli durumlarda kullanılmak üzere, yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri ve birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri aşağıda tanımlanmıştır.

Yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri:

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi : } M_p = W_p \times \sigma_a \quad (5.2a)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi : } V_p = 0,6 \times \sigma_a \times A_k \quad (5.2b)$$

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi : } N_{bd} = 1,7 \times \sigma_{bem} \times A \quad (5.2c)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi : } N_{cp} = \sigma_a \times A_n \quad (5.2d)$$

Birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri:

Tam penetrasyonlu kaynak : σ_a

Kısmi penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı: $1,7 \times \sigma_{em}$

Bulonlu birleşimler : $1,7 \times \sigma_{em}$

Burada, σ_{em} ilgili birleşim elemanına ait emniyet gerilmelerini (normal gerilme, kayma ve ezilme gerilmeleri) göstermektedir.

5.3. Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

5.3.1. Enkesit koşulları

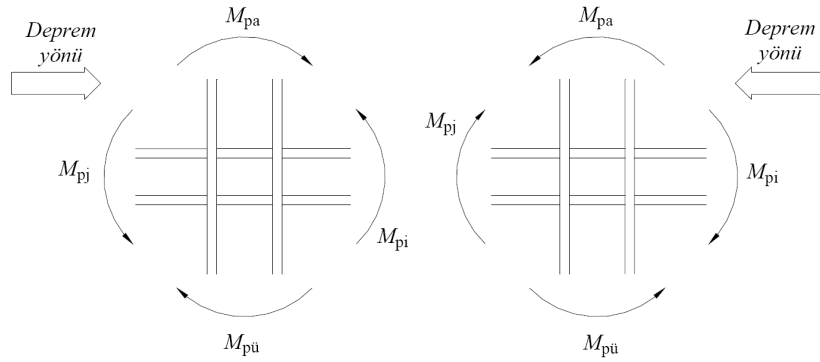
5.3.1.1. Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 5.3'te verilmiştir.

5.3.1.2. Kolonlar, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan eksenel kuvvet ve eğilme momentleri altında gerekli gerilme kontrollerini sağlamaları yanında, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'ye göre

arttırılmış yükleme durumlarından oluşan aksel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli dayanım kapasitesine sahip olacaktır. Kolon enkesitlerinin aksel basınç ve çekme kapasiteleri Denk.(5.2c) ve Denk.(5.2d) ile hesaplanacaktır.

5.3.2. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu

5.3.2.1. Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 1.1Da katından daha büyük olacaktır (Şekil 5.1):



Şekil 5.1: Kolonların kirişlerden daha güçlü olması

Çizelge 5.3: Enkesit Koşulları

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

$$(M_{pa} + M_{pi}) \geq 1,1 \times D_a \times (M_{pi} + M_{vi} + M_{pj} + M_{vj}) \quad (5.3)$$

Bu denklemdeki M_{vi} ve M_{vj} terimleri, zayıflatılmış kiriş enkesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında guseler oluşturulması halinde, kiriş uçlarındaki olası plastik mafsallardaki kesme kuvvetlerinden dolayı, kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momentlerini göstermektedir. Plastik momentlerin kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerinde oluşması halinde, bu terimler sıfır değerini almaktadır.

5.3.2.2. Denk.(5.3), depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon eğilme momenti kapasitelerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu moment kapasitelerini en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

5.3.2.3. Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında Denk.(5.3)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

5.3.3. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması Durumu

5.3.3.1. Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i'inci katında, Denk.(6.4)'ün sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında Denk.(6.3)'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = \frac{V_{is}}{V_{ik}} \geq 0,70 \quad (5.4)$$

5.3.3.2. Denk.(5.4)'ün sağlanması durumunda, $0,70 < \alpha_i < 1,00$ aralığında, Denk.(5.3)'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1/\alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. Denk.(5.3)'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında hesaplanacaktır.

5.3.3.3. Herhangi bir katta Denk.(5.4)'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler Süneklik Düzeyi Normal Çerçeve olarak gözönüne alınacak ve

Çizelge 3.8'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır. Ancak süneklik düzeyi normal çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması da mümkündür.

5.3.4. Kiriş - Kolon birleşim bölgeleri

5.3.4.1. Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde aşağıdaki üç koşul birarada sağlanacaktır:

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

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

(c) Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak Ve kesme kuvveti Denk.(5.5) ile hesaplanacaktır.

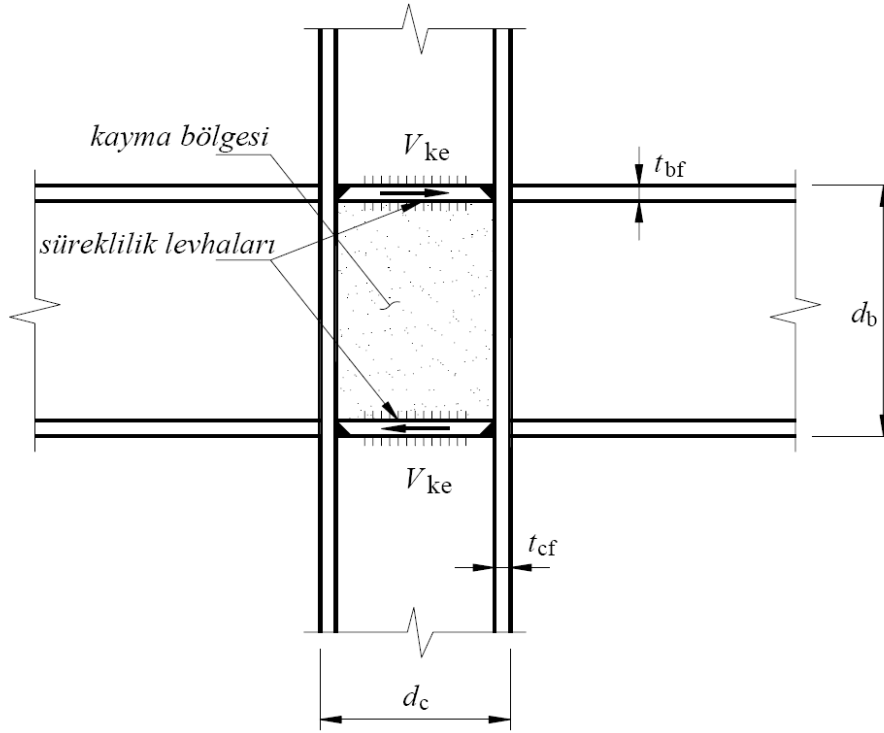
$$V_e = V_{dy} \pm 1,1 \times D_a \times \frac{(M_{pi} + M_{pj})}{l_n} \quad (5.5)$$

5.3.4.2. Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 5.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

5.3.4.3. Kiriş – kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (Şekil 5.2) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

(a) Kayma bölgesinin gerekli V_{ke} kesme kuvveti dayanımı, düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 0.80 katından meydana gelen kesme kuvvetine eşit olarak alınacaktır.

$$V_{ke} = 0,8 \times \sum M_p \times \left(\frac{1}{d_b} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (5.6)$$



Şekil 5.2: Kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi

(b) Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti kapasitesi

$$V_p = 0,6 \times \sigma_a \times d_c \times t_p \times \left[1 + \frac{3 \times b_{cf} \times t_{cf}^2}{d_b \times d_c \times t_p} \right] \quad (5.7)$$

denklemleri ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için

$$V_p \geq V_{ke} \quad (5.8)$$

(a) Süreklilik levhalarının kalınlıkları, tek taraflı kiriş birleşimlerinde birleşen kirişin başlık kalınlığından, kolona iki taraftan kiriş birleşmesi durumunda ise birleşen kirişlerin başlık kalınlıklarının büyüğünden daha az olmayacaktır.

(b) Süreklilik levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Süreklilik levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir, (Şekil 5.2). Ancak bu kaynağın, süreklilik levhasının kendi düzlemindeki kesme kapasitesine eşit bir kuvveti kolon gövdesine aktaracak boy ve kalınlıkta olması gereklidir.

(c) Kolon başlık kalınlığının

$$t_{cf} \geq 0,54 \times \sqrt{b_{bf} \times t_{bf}} \quad (5.10a)$$

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (5.10b)$$

koşullarının her ikisini de sağlaması durumunda süreklilik levhasına gerek olmayabilir.

5.3.5. Kolon ve kiriş ekleri

5.3.5.1. Tam penetrasyonlu küt kaynaklı veya bulonlu olarak yapılan kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az net kat yüksekliğinin 1/3'ü kadar uzakta olacaktır. Köşe kaynağı ile veya tam penetrasyonlu olmayan küt kaynakla yapılan eklerde bu uzaklık, ayrıca 1.20 m' den az olmayacaktır.

5.3.5.2. Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim kesitinden en az kiriş yüksekliğinin iki katı kadar uzakta yapılacaktır.

5.3.5.3. Kolon ve kiriş eklerinin eğilme kapasitesi, eklenen elemanın eğilme kapasitesinden, kesme kuvveti kapasitesi ise Denk.(5.5)'te verilen değerden az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet kapasiteleri Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b) ile hesaplanan eksenel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının taşıma güçlerinin hesabında, (5.2.5)'te verilen kaynak ve bulon gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

5.3.6. Kiriş başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesi

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

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \quad (5.11)$$

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

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

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

5.4. Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

5.4.1. Enkesit koşulları

5.4.1.1. Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 5.3'te verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

5.4.1.2. Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kolonları için 5.3.1.2'de verilen koşullar süneklik düzeyi normal çerçevelerin kolonları için de geçerlidir.

5.4.1.3. Süneklik düzeyi normal çerçevelerde, süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için 5.3.2 ve 5.3.3'te verilen koşullara uyulması zorunlu değildir.

5.4.2. Kiriş – Kolon birleşim bölgeleri

5.4.2.1. Süneklik düzeyi normal çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Kolona birleşen kirişin 5.3.4.1(b)'de tanımlandığı şekilde hesaplanan eğilme momenti kapasitesi ve Denk.(5.5) ile hesaplanan gerekli kesme kuvveti dayanımı.

(b) Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış yükleme durumlarından dolayı kolon yüzünde meydana gelen eğilme momenti ve kesme kuvveti.

5.4.2.2. Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 5.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

5.4.2.3. Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (Şekil 5.2) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

(a) Kayma bölgesinin V_{ke} gerekli kesme kuvveti dayanımının hesabında, Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış deprem yüklemesinden meydana gelen kesme kuvveti ve Denk.(5.6) ile hesaplanan kesme kuvvetinden küçük olanı kullanılacaktır.

(b) Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti dayanımı Denk.(5.7) ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için Denk.(5.8)'in sağlanması gerekmektedir.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kayma bölgesi hesabı için 5.3.4.3(c) ve 5.3.4.3(d)'de verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

5.4.2.4. Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde süreklilik levhalarının hesabı için 5.3.4.4' te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

5.4.3. Kiriş ve kolon ekleri

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kolon ve kiriş ekleri için 5.3.5'te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

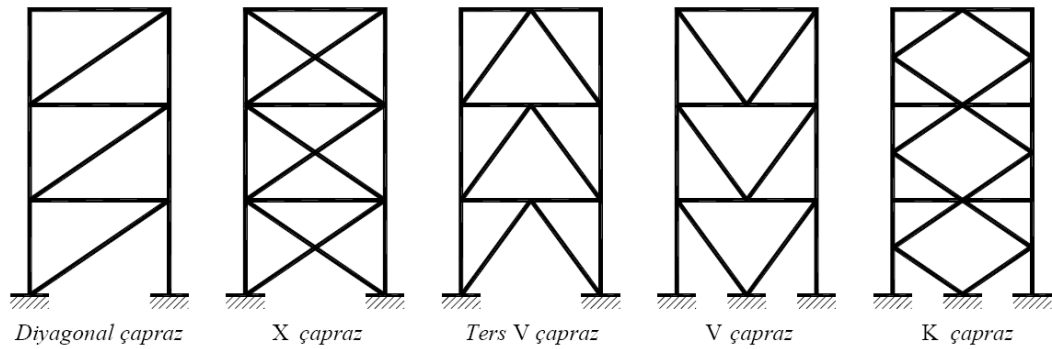
5.5. Merkezi ve dışmerkez çelik çaprazlı perdeler

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

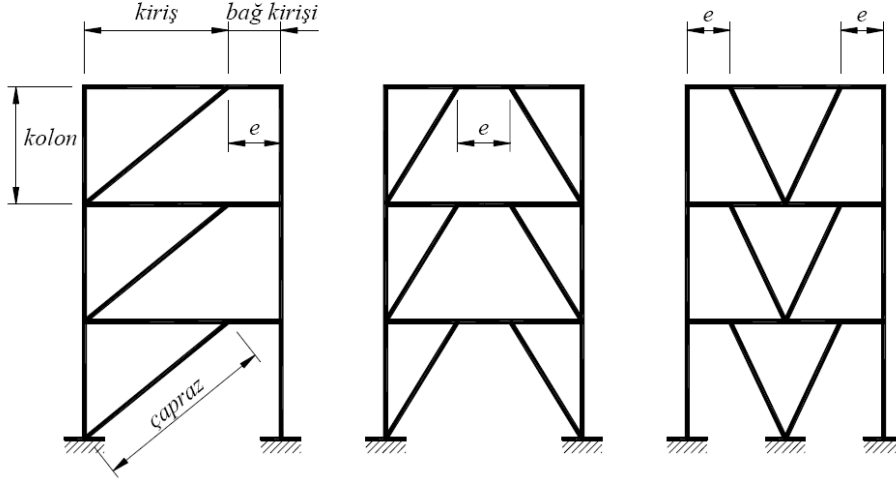
(a) Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 5.4)

(b) Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 5.5)

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlandığı Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır.



Şekil 5.4: Merkezi çelik çaprazlı perdeler



Şekil 5.5: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeler

5.6. Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler, basınç elemanlarının bazılarının burkulması halinde dahi, sistemde önemli ölçüde dayanım kaybı meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

5.6.1. Enkesit koşulları

5.6.1.1. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 5.3'te verilmiştir.

5.6.1.2. Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik

oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}}$ sınır değerini aşmayacaktır.

5.6.1.3. Çok parçalı çaprazlarda bağ levhalarının aralıkları, ardışık iki bağ levhası arasındaki tek elemanın narinlik oranı tüm çubuğun narinlik oranının 0.40 katını aşmayacak şekilde belirlenecektir. Çok parçalı çaprazın burkulmasının bağ levhasında kesme etkisi oluşturmadığının gösterilmesi halinde, bağ levhalarının aralıkları, iki bağ levhası arasındaki tek çubuğun narinlik oranı çok parçalı çubuğun etkin narinlik oranının 0.75 katını aşmayacak şekilde belirlenebilir. Bağ levhalarının

toplam kesme kuvveti kapasitesi, her bir çubuk elemanının eksenel çekme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacak ve bağ levhaları eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. Bulonlu bağ levhalarının, çubuğun temiz açıklığının orta dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez.

5.6.2. Yatay yüklerin dağılımı

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

5.6.3. Çaprazların birleşimleri

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

- (a) Çaprazın eksenel kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.
- (b) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çaprazla aktarılabilecek en büyük eksenel kuvvet.
- (c) Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış yükleme durumlarından meydana gelen çapraz eksenel kuvveti.

5.6.3.2. Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 5.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

5.6.3.3. Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhaları aşağıdaki iki koşulu da sağlayacaklardır:

- (a) Düğüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.
- (b) Düğüm noktası levhasının düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun kiriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır. Buna uyulamadığı durumlarda, ilave berkitme levhaları kullanarak, düğüm levhasının düzlem dışına burkulması önlenecektir.

5.6.4. Özel çapraz düzenleri için ek koşullar

5.6.4.1. V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.

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

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için 5.3.6'da verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

5.6.4.2. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde K şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilemez.

5.6.5. Kolon ekleri

5.6.5.1. Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3'lük bölgesinde yapılacaktır.

5.6.5.2. Kolon eklerinin eğilme dayanımı eklenen elemanlardan küçüğünün eğilme kapasitesinin %50'sinden, kesme kuvveti dayanımı ise eklenen elemanlardan küçüğünün kesme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet taşıma güçleri Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında, 5.2.5'te verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.

5.7. Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda belirtilmiştir.

5.7.1. Enkesit koşulları

5.7.1.1. Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 5.3'te verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

5.7.1.2. Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}}$ sınır değerini aşmayacaktır.

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

5.7.1.4. Sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde hesaplanan çaprazlarda narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır. Ancak en çok iki katlı binalardaki çapraz elemanların, Bölüm 3'ye göre hesaplanan çekme kuvvetinin Çizelge 5.2'deki Ω_o katsayısı ile çarpımını taşıyacak şekilde boyutlandırılmaları halinde bu kural uygulanmayabilir.

5.7.2. Çaprazların birleşimleri

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

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

(b) Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen çapraz eksenel kuvveti.

(c) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanlar tarafından söz konusu çapraza aktarılabilecek en büyük kuvvet.

5.7.2.2. Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 5.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

5.7.2.3. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için 5.6.3.3’ te verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

5.7.3. Özel çapraz düzenleri için ek koşullar

5.7.3.1. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için 5.6.4.1(a) ve 5.6.4.1(b)’ de verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

5.7.3.2. Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için 5.4.4’de verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

5.8. Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdeler, deprem etkileri altında bağ kirişlerinin önemli ölçüde doğrusal olmayan şekildeğiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu yatay yük taşıyıcı sistemleridir. Bu sistemler, bağ kirişlerinin plastik şekildeğiştirmesi sırasında, kolonların, çaprazların ve bağ kirişi dışındaki diğer kirişlerin elastik bölgede kalması sağlanacak şekilde boyutlandırılırlar. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

5.8.1. Enkesit koşulları

5.8.1.1. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin bağ kirişleri, diğer kirişleri, kolon ve çaprazlarında başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarında Çizelge 5.3’teki koşullara uyulacaktır. Bağ kirişlerine ilişkin ek koşullar, 5.8.2’de verilmiştir.

5.8.1.2. Çaprazların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}}$

sınır değerini aşmayacaktır.

5.8.1.3. Çok parçalı çaprazlar için 5.6.1.3’te verilen koşullar dışmerkez çelik çaprazlı perdeler için de aynen geçerlidir.

5.8.2. Bağ kirişleri

5.8.2.1. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde, her çapraz elemanın en az bir ucunda bağ kirişi bulunacaktır.

5.8.2.2. Bağ kirişinin boyu, 5.8.8.1'deki özel durumun dışında, aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

$$1,0 \times \frac{M_p}{V_p} \leq e \leq 5,0 \times \frac{M_p}{V_p} \quad (5.13)$$

Bu bağıntıdaki M_p eğilme momenti ve V_p kesme kuvveti kapasiteleri Denk.(5.2a) ve Denk.(5.2b) ile hesaplanacaktır.

5.8.2.3. Bağ kirişleri, düşey yükler ve Bölüm 3'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan tasarım iç kuvvetleri (kesme kuvveti, eğilme momenti ve eksenel kuvvet) altında boyutlandırılacaktır.

5.8.2.4. Bağ kirişinin V_d tasarım kesme kuvveti, aşağıdaki koşulların her ikisini de sağlayacaktır.

$$V_d \leq V_p \quad (5.14)$$

$$V_d \leq 2 \times \frac{M_p}{e} \quad (5.15)$$

5.8.2.5. Bağ kirişi tasarım eksenel kuvvetinin

$$\frac{N_d}{\sigma_a \times A} > 0,15 \quad (5.16)$$

olması halinde, Denk.(5.14) ve Denk.(5.15)'te M_p ve V_p yerine

$$M_{pn} = 1,18 \times M_p \times [1 - N_d / (\sigma_a \times A)] \quad (5.17)$$

$$V_{pn} = V_p \times \sqrt{1 - \left(\frac{N_d}{\sigma_a \times A} \right)^2} \quad (5.18)$$

değeri kullanılacaktır.

5.8.2.6. Bağ kirişinin gövde levhası tek parçalı olacak, gövde düzlemi içinde takviye levhaları bulunmayacaktır. Gövde levhasında boşluk açılmayacaktır.

5.8.3. Bağ kirişinin yanal doğrultuda mesnetlenmesi

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

5.8.3.2. Ayrıca, bağ kirişi dışında kalan kiriş bölümü de, $0,45 \times b_{bf} \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}}$ aralıklarla yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Bu mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.01'inden daha az olmayacaktır.

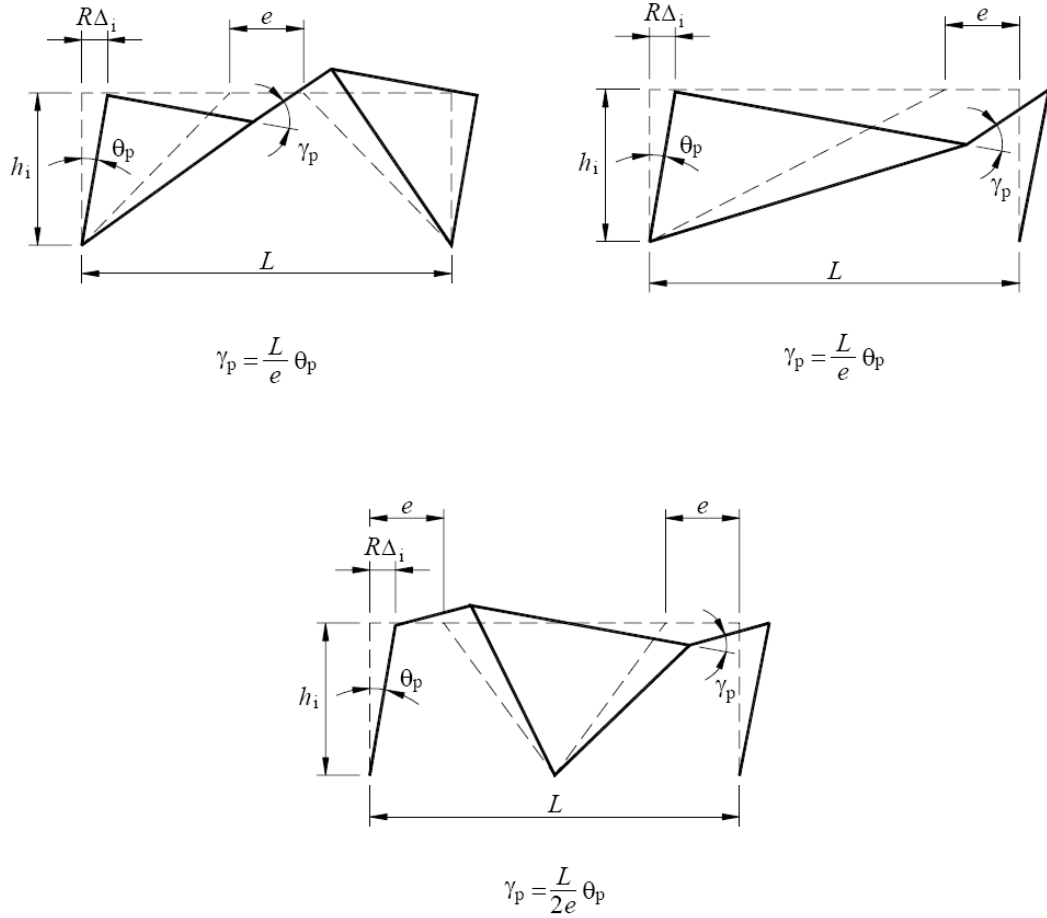
5.8.3.3. Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

5.8.4. Bağ kirişinin dönme açısı

Bağ kirişinin bulunduğu i' inci katın Δ_i görelî kat ötelemesine bağlı olarak

$$\theta_p = R \times \frac{\Delta_i}{h_i} \quad (5.19)$$

denklemleri ile bulunan görelî kat ötelemesi açısından dolayı, bağ kirişi ile bu kirişin uzantısındaki kat kirişi arasında meydana gelen p γ bağ kirişi dönme açısı aşağıda verilen sınır değerleri aşmayacaktır (Şekil 5.6):



Şekil 5.6: Bağ kirişi dönme açıları

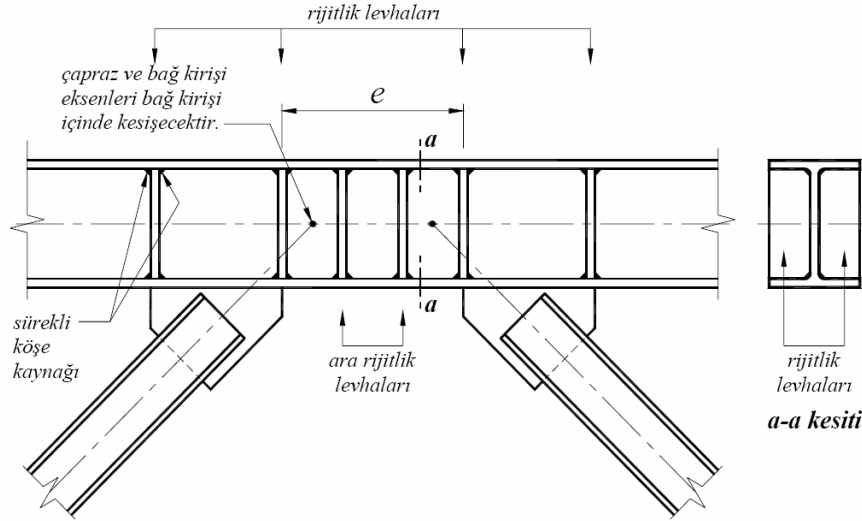
(a) Bağ kirişi uzunluğunun $1,6 \times \frac{M_p}{V_p}$, 'ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.10 radyan.

(b) Bağ kirişi uzunluğunun $2,6 \times \frac{M_p}{V_p}$, 'ye eşit veya daha büyük olması halinde 0.03 radyan. Bağ kirişi uzunluğunun bu iki sınır değeri arasında olması halinde doğrusal interpolasyon yapılacaktır.

5.8.5. Rijitlik (Berkitme) levhaları

5.8.5.1. Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında rijitlik levhaları düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve

$(b_{bf} - t_w)/2$ genişliğinde olacaktır (Şekil 5.7). Rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10 mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağ kirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır.



Şekil 5.7: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeli sistemin rijitlik levhalarının yerleşimi

5.8.5.2. Bağlantı kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan ara rijitlik levhaları konulacaktır:

(a) Boyu $1,6 \times M_p / V_p$ 'den daha kısa olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları, bağ kirişi dönme açısının 0.10 radyan olması halinde $(30 t_w - d_b/5)$ 'den, bağ kirişi dönme açısının 0.03 radyandan daha küçük olması halinde ise $(52 t_w - d_b/5)$ den daha fazla olmayacaktır. Dönme açısının ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılacaktır.

(b) Boyu $2,6 \times M_p / V_p$ 'den büyük ve $5 \times M_p / V_p$ 'den küçük olan bağ kirişlerinde, bağ kirişi uçlarından $1,5 \times b_{bf}$ uzaklıkta birer rijitlik levhaları konulacaktır.

(c) Boyu $1,6 \times M_p / V_p$ ve $2,6 \times M_p / V_p$ arasında olan bağ kirişlerinde, (a) ve (b)' de belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.

5.8.6. Çaprazlar, kat kirişleri ve kolonlar

5.8.6.1. Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, Bölüm 3'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan iç kuvvetlerin, bağ kirişinde kesit seçimi sonucunda hesaplanan M_p/M_d ve V_p/V_d Tasarım Büyütme Katsayıları'nın küçüğü ile uyumlu olacak şekilde arttırılması suretiyle belirlenecektir.

5.8.6.2. Çaprazlar, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.25D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

5.8.6.3. Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

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

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

(b) Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

5.8.6.5. Çapraz, kat kirişi ve kolon enkesitlerinin iç kuvvet kapasiteleri Denk.(5.2)'de verilen bağıntılar ile hesaplanacaktır.

5.8.7. Çapraz – Bağ kirişi birleşimi

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı 5.8.6.2'de belirtilen şekilde hesaplanan arttırılmış iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

5.8.8. Bağ kirişi – Kolon birleşimi

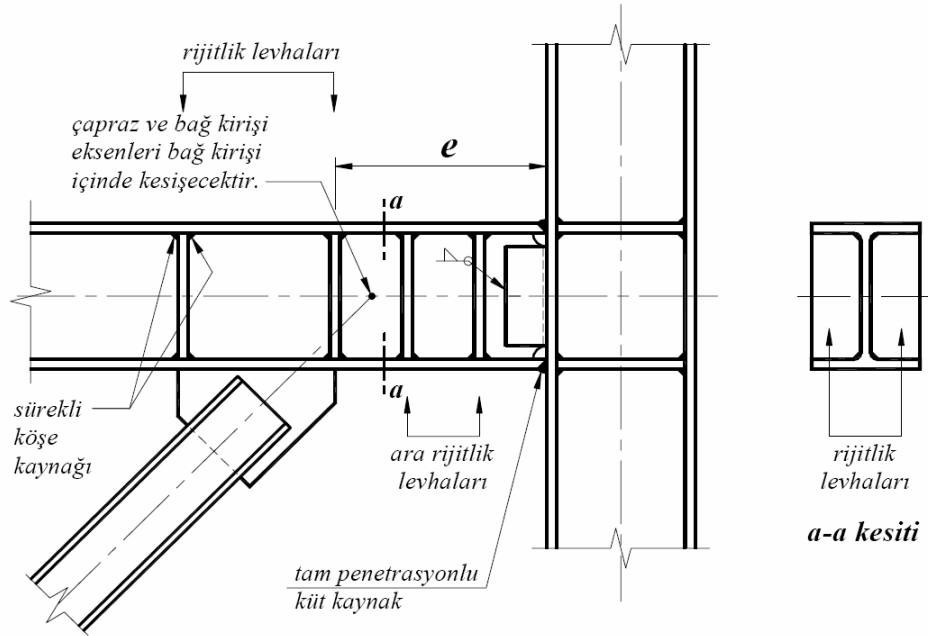
5.8.8.1. Kolona birleşen bağ kirişinin boyu aşağıdaki koşulu sağlayacaktır.

$$e \leq 1,6 \times \frac{M_p}{V_p} \quad (5.20)$$

5.8.8.2. Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme ve kesme dayanımları, sırasıyla bağ kirişinin M_p eğilme momenti kapasitesinden ve V_p kesme kuvveti kapasitesinden daha az olmayacaktır. Bağ kirişi başlıklarının kolona bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanacaktır (Şekil 5.8).

5.8.9 Kiriş – Kolon birleşimi

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



Şekil 5.8: Dışmerkez çelik çaprazlı perdeli sistemin rijitlik levhalarının yerleşimi

5.9. Temel Bağlantı Detayları

5.9.1. Çelik taşıyıcı sistem elemanlarının temel bağlantı detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan mesnet tepkileri esas alınarak gerekli gerilmeleri kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, temel bağlantı detayının taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Temele birleşen kolonun eğilme momenti kapasitesinin $1.1D_a$ katından oluşan eğilme momenti ile temele birleşen kolon ve çaprazların eksenel yük kapasitelerinin $1.1D_a$ katından oluşan toplam düşey ve yatay kuvvetler.

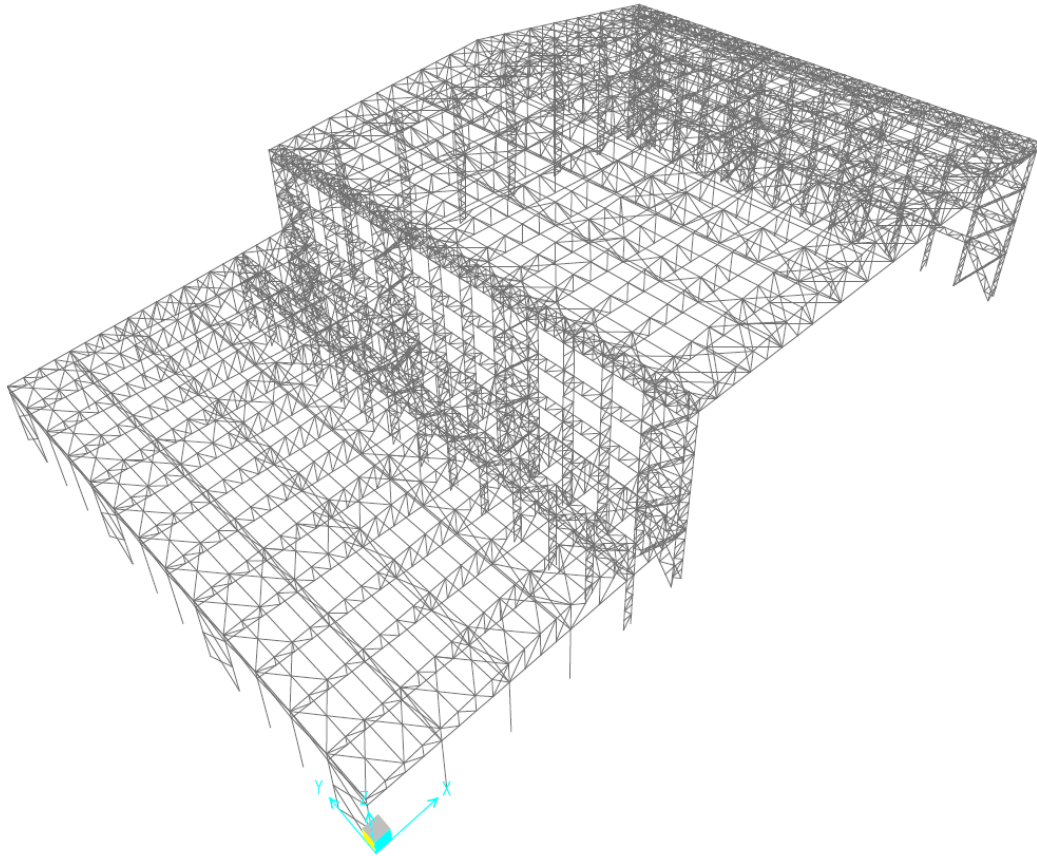
(b) Denk.(5.1a) ve Denk.(5.1b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

5.9.2. Bağlantı detayının taşıma kapasitesinin hesabında, 5.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

6. ÇELİK UÇAK HANGARININ TASARIMI

6.1. Sistem

Üç boyutlu genel sistem görünüşü Şekil 6.1’de, çatı sistem planı Şekil 6.2’de, tipik çerçeve enkesiti ve cephe sistem görünüşü 6.3’de verilen tek katlı çelik hangar binasının tasarıma ait başlıca sonuçlar ile tipik boyutlandırma ve detay hesapları açıklanacaktır.



Şekil 6.1: Çelik uçak hangarının üç boyutlu genel sistem görünüşü

Binanın (x) doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemi, Bölüm 5.4’te tanımlanarak ilgili tasarım koşulları verilen süneklik düzeyi normal moment aktaran çerçevelerden, (y) doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemi ise, Bölüm 5.7’de tanımlanarak ilgili tasarım koşulları verilen süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerden oluşmaktadır.

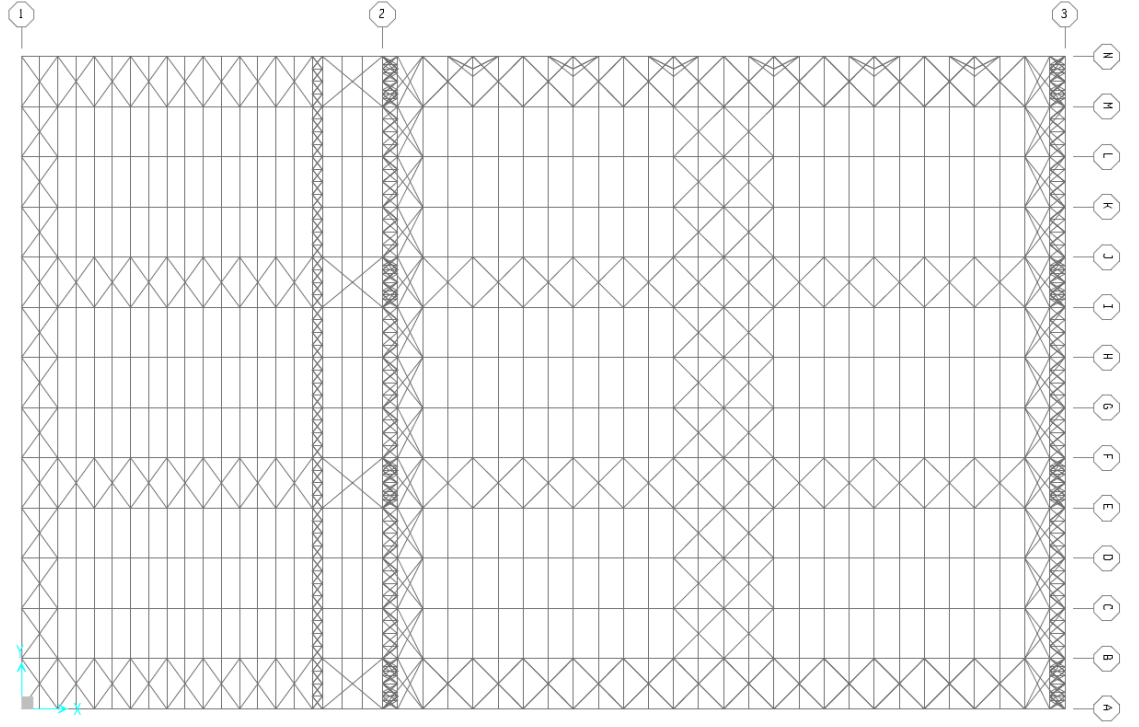
Çelik döşemesi, çelik aşıklar ile bunlara mesnetlenen ve oluklu sac levhalardan teşkil edilen çatı kaplamasından meydana gelmektedir. Düzlemi içinde rijit bir diyafram oluşturmeyen çatı döşemesinde, A-B, E-F, I-J ve M-N aksları arasında merkezi çatı çapraz sistemi bulunmaktadır. Çatı çapraz sistemi, aynı akslar arasında, düşey düzlem de devam ederek binanın (y) doğrultusundaki yatay yük taşıyıcı sistemini meydana getirmektedir. Çatı döşemesinin rijit bir diyafram oluşturmaması nedeniyle, (x) ve (y) doğrultularındaki yatay yük taşıyıcı sistemler birbirinden bağımsız olarak davranmaktadırlar.

Çatı çapraz sisteminin elemanları ile bunları birbirine bağlayan (y) doğrultusundaki kirişler çerçeve kirişlerine ve kolonlara mafsallı olarak bağlanmaktadır. Akslardaki çerçeve kirişlerinin kolonlara bağlantısı ise rijit olacaktır. Kolonların +0,50 kotunda, temele ankastre olarak mesnetlendiği gözönünde tutulacaktır.

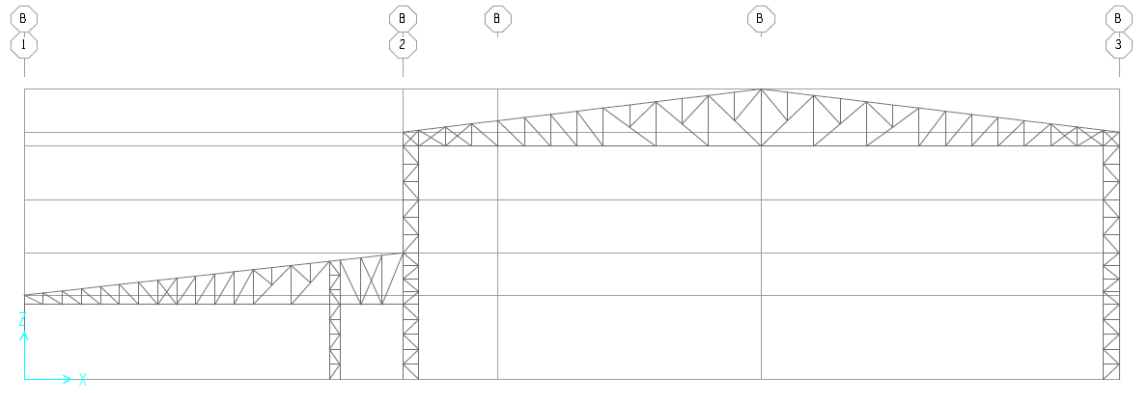
Çerçeve sistemin kiriş ve kolonları Avrupa norm profilleri (IPE, HEB, NPU, L profilleri) kullanılarak boyutlandırılacaktır. Çatı ve düşey düzlem bağlantıları ile (y) doğrultusundaki kirişler ise L profilleri ve BORU kesitli profiller ile teşkil edilecektir.

Sistem tasarımında St37 (S235JR) ie St44 (S275JR) yapı çelikleri kullanılacaktır. Çelik yapı malzemesinin özellikleri ile ilgili olarak Bölüm 5.2.3.1. geçerlidir.

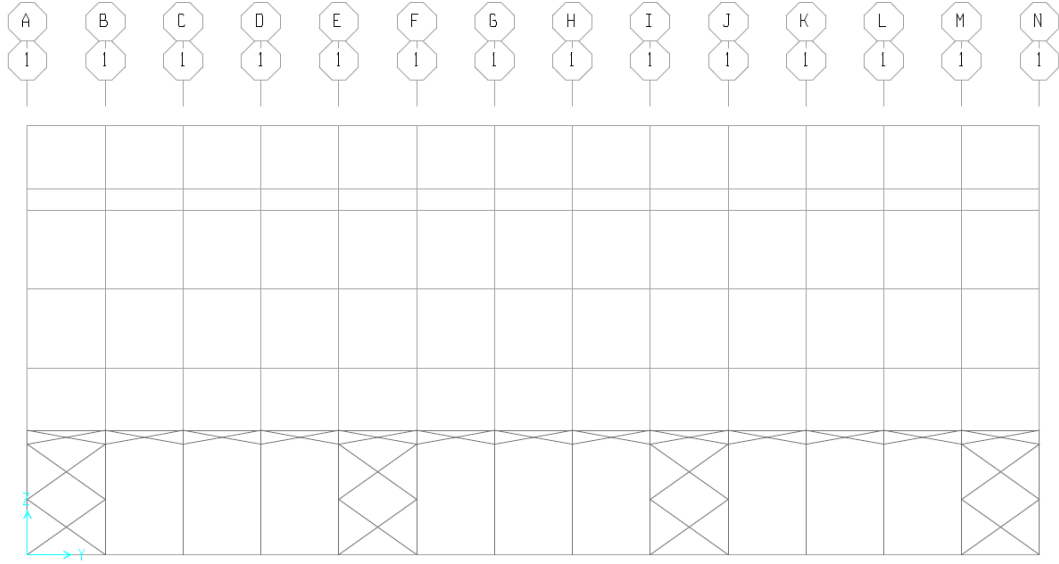
Bölüm 5.2.3.2'ye uygun olarak, deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve ekleri ISO 10.9 kalitesinde (akma gerilmesi, $\sigma_a=90 \text{ kN/cm}^2$), deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve eklerinde ISO 5.6 kalitesinde (akma gerilmesi, $\sigma_a=3\text{kN/cm}^2$) civata kullanılacaktır. Kaynaklı birleşimler ve kaynak malzemesi ile ilgili olarak Bölüm 5.2.3.3. ve Bölüm 5.2.3.4. geçerlidir.



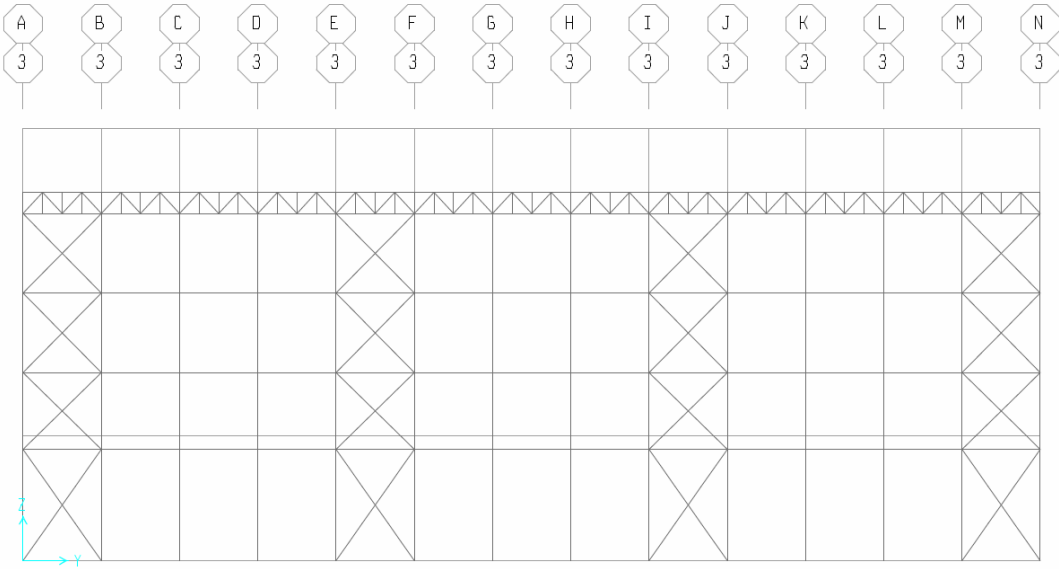
Şekil 6.2: Çatı sistem planı



Şekil 6.3: Tipik çerçeve enkesiti



Şekil 6.4: Cephe sistem görünüşü



Şekil 6.5: Cephe sistem görünüşü

6.2. Düzensizlik Kontrolü

Deprem yönetmeliği Madde 2.3 uyarınca düzensizlik kontrolleri yapılacaktır. Çatı düzlemi rijit bir diyafram oluşturmadığından taşıyıcı sistemde A2 türü düzensizlik bulunmaktadır. Bu nedenle, Deprem Yönetmeliği Madde 2.3.2.2 uygun olarak, (x) doğrultusundaki deprem etkileri altında çerçeveler birbirinden bağımsız olarak

hesaplanacak ve (y) doğrultusundaki deprem etkilerinin, bu doğrultudaki düşey düzlem bağlantılarına güvenle aktarıldığı hesapla doğrulanacaktır.

6.3. Yerdeğiştirmelerin Kontrolü

Görelî kat ötelemelerin, in kontrolü, Deprem Yönetmeliği Madde 2.10.1'e göre yapılacaktır.

Buna göre, herhangi bir kolon için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi, Δ_i

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (6.1)$$

denklem ile hesaplanır. Bu denklemde d_i ve d_{i-1} , binanın ardışık iki katında, herhangi bir kolonun uçlarında azaltılmış deprem yüklerinden meydana gelen en büyük yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

$$\Delta_i = d_i \quad (6.2)$$

şeklini alır. Çerçevenin etkin görelî kat ötelemesi, δ_i ise;

$$\delta_i = R \times \Delta_i \quad (6.3)$$

bağıntısı ile hesaplanacaktır.

Sap2000 programından alınan sonuçlar doğrultusunda maksimum azaltılmış görelî kat ötelenmesi

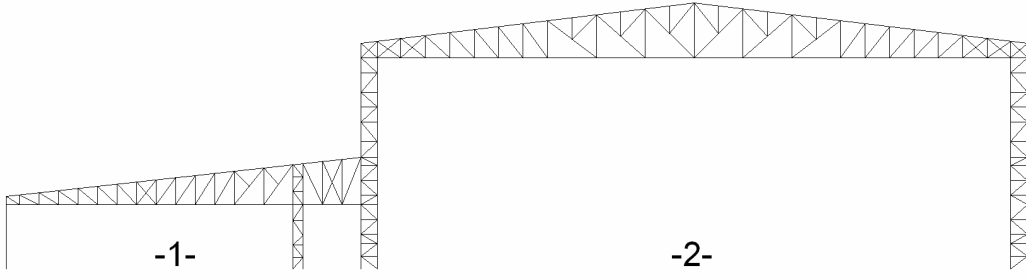
$$\Delta_i = d_i = 5,40 \text{ cm}$$

olduğuna göre, etkili görelî kat ötelemesi

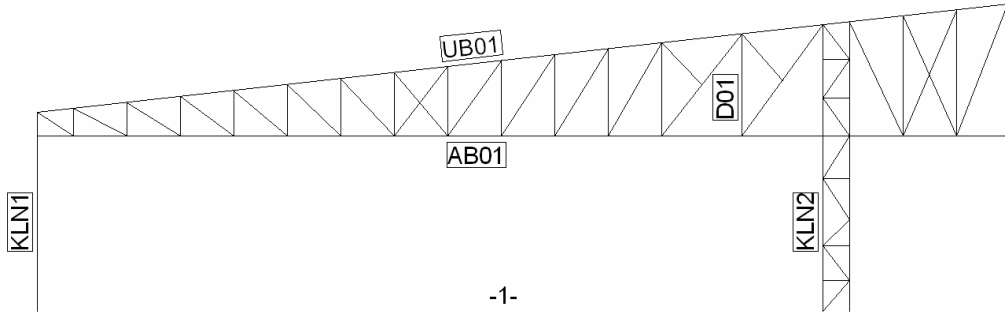
$$\delta_i = 5 \times 5,40 = 27 \text{ cm}$$

olarak hesaplanır. Buna göre

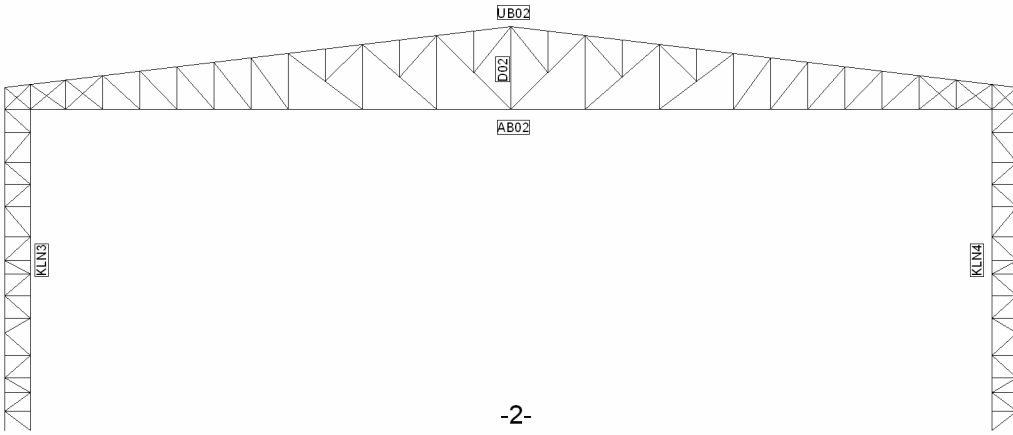
$$\frac{\delta_i}{h_i} = \frac{27,0}{2758} = 0,0098 \leq 0,02 \text{ koşulu sağlanmaktadır.}$$



Şekil 6.6: Yapı sistem tipik kesit



Şekil 6.7: Yapı sistemi tipik kesit birinci açıklık



Şekil 6.8: Yapı sistemi tipik kesit ikinci açıklık

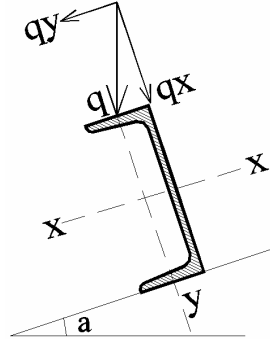
6.4. Yapı Sisteminin Boyutlandırılması

6.4.1. Aşıkların hesabı

Gerek imalat, gerek montaj yönlerinden en kolay uygulanan sistem olan basit kiriş yöntemi tercih edilmiştir. En önemli dezavantajları, büyük moment değeri vermesi sonucunda ekonomik çıkmaması ve profillerin fazla kesilmesi nedeniyle malzeme

kaybının olmasıdır. Bu sistemde, aşık kesidinin saptanmasına esas olan moment değeri aşağıda ifade edildiği gibidir.

$$M = \frac{q \times l^2}{8} \quad (6.4)$$



Şekil 6.9: Tipik aşık kesiti

a-) Depo alanı

$$D = l_{aa} * P_{ölü} = 2,013 \times 400 = 805,2 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$S = l_{aa} * P_{kar} = 2,000 \times 950 = 1900,0 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,013 \times (-440,0) = -885,72 \text{ N/m (sağ orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,013 \times (-294,2) = -592,22 \text{ N/m (sol orta aşık “asal eksen”)}$$

Rüzgar yüklemeleri emme etkisi yarattığı için rüzgarlı kombinezonların kontrollerinin yapılmasına gerek yoktur.

Gerilme:

Çift gergi elemanı kullanılacağından dolayı $l_y = 500/3 = 166,7 \text{ cm}$ alınacaktır.

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{cem} \quad (6.5)$$

Aşığa gelen toplam yük;

$$q = SW + D + S \quad (6.6)$$

Burada, SW, kullanılacak aşıkların kendi ağırlığı, D, aşağıya etkiyen ölü yük, S, aşağıya etkiyen kar yükü

NPU200 (St37) seçilirse;

$$G = 253.0 \text{ N/m}^2 I_x = 1910 \text{ cm}^4 I_y = 148 \text{ cm}^4 \alpha = 6,5^\circ$$

$$\sigma_{\text{çem}} = 14,40 \text{ kN/cm}^2 W_x = 191 \text{ cm}^3 W_y = 27 \text{ cm}^3$$

$$q = 253,0 + 805,2 + 1900 = 2958,2 \text{ N/m}^2$$

$$q_x = 2958,2 * \cos \alpha = 2939,2 \text{ N/m}^2$$

$$q_y = 2958,2 * \sin \alpha = 334,9 \text{ N/m}^2$$

$$M_x = \frac{q_x \times l_x^2}{8} = \frac{2939,2 \times 5,0^2}{8} = 9185 \text{ N.m} = 918500 \text{ N.cm}$$

$$M_y = \frac{q_y \times l_y^2}{8} = \frac{334,9 \times 1,667^2}{8} = 116,33 \text{ N.m} = 11633 \text{ N.cm}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{918500}{191} + \frac{11633}{27} = 5239,8 \leq 14400 \text{ N/cm}^2$$

Sehim:

$E = 2,1 \times 10^6 \text{ N/cm}^2$, $q_{x,y}$ (kN/m), $I_{x,y}$ (cm⁴) olarak alındığında sehim aşağıdaki ifade ile hesaplanabilir

$$f_x = 6,20 \times \frac{q_x \times l_x^4}{I_x} \quad f_y = 6,20 \times \frac{q_y \times l_y^4}{I_y} \quad (6.7)$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{\text{max}} = \frac{l}{300} \quad (6.8)$$

$$f_x = 6,20 \times \frac{0,29392 \times 5^4}{1910} = 0,60 \text{ cm} \quad f_y = 6,20 \times \frac{0,03349 \times 1,667^4}{191} = 0,008 \text{ cm}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,60^2 + 0,008^2} = 0,60 \leq 1,67 \text{ cm}$$

Seçilen NPU200 kesit uygundur.

b-) Uçak hangar alanı

$$D = l_{aa} * P_{ölü} = 2,518 \times 400 = 1007,2 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$S = l_{aa} * P_{kar} = 2,500 \times 950 = 2375,0 \text{ N/m (orta aşık “-z global eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,518 \times (-294,2) = -740,80 \text{ N/m (sol orta aşık “asal eksen”)}$$

$$W = l_{aa} * P_{rüz} = 2,518 \times (-440,0) = -1107,92 \text{ N/m (sağ orta aşık “asal eksen”)}$$

Rüzgar yüklemeleri emme etkisi yarattığı için rüzgarlı kombinezonların kontrollerinin yapılmasına gerek yoktur.

Gerilme:

Çift gergi elemanı kullanılacağından dolayı $l_y = 500/3 = 166,7 \text{ cm}$ alınacaktır.

NPU240 (St37) seçilirse;

$$G = 332,0 \text{ N/m}^2 I_x = 3600 \text{ cm}^4 I_y = 248 \text{ cm}^4 \alpha = 6,9^\circ$$

$$\sigma_{cem} = 14,40 \text{ kN/cm}^2 W_x = 300 \text{ cm}^3 W_y = 39,6 \text{ cm}^3$$

$$q = 332,0 + 1007,2 + 2375 = 3714,2 \text{ N/m}$$

$$q_x = 2958,2 * \cos \alpha = 3687 \text{ N/m}$$

$$q_y = 2958,2 * \sin \alpha = 446 \text{ N/m}$$

$$M_x = \frac{q_x \times l_x^2}{8} = \frac{3687 \times 5,0^2}{8} = 11522 \text{ N.m} = 1152200 \text{ N.cm}$$

$$M_y = \frac{q_y \times l_y^2}{8} = \frac{446 \times 1,667^2}{8} = 155 \text{ N.m} = 11500 \text{ N.cm}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{1152200}{300} + \frac{11500}{39,7} = 4130 \leq 14400 \text{ N/cm}^2$$

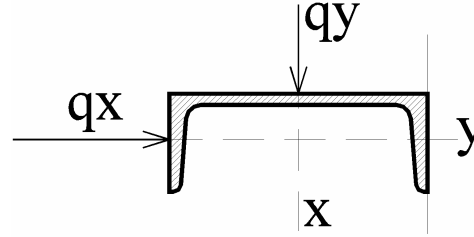
Sehim:

$$f_x = 6,20 \times \frac{0,3687 \times 5^4}{3600} = 0,40 \text{ cm} \quad f_y = 6,20 \times \frac{0,0446 \times 1,667^4}{248} = 0,009 \text{ cm}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,40^2 + 0,009^2} = 0,40 \leq 1,67 \text{ cm} \quad \text{Seçilen NPU240 kesit uygundur.}$$

6.4.2. Kuşakların hesabı

Kuşak elemanlarında da gerek imalat, gerek montaj yönlerinden en kolay uygulanan sistem olan basit kiriş yöntemi tercih edilmiştir.



Şekil 6.10: Tipik kuşak kesiti

$$D = l_{ka} * P_{ölü} = 2,00 \times 400 = 800,0 \text{ N/m (orta kuşak “-z global eksen”)}$$

$$W = l_{ka} * P_{rüz} = 2,00 \times (-880,0) = -1760 \text{ N/m (sağ orta kuşak “asal eksen”)}$$

Gerilme:

Çift gergi elemanı kullanılacağından dolayı $l_y = 500/3 = 166,7 \text{ cm}$ alınacaktır.

NPU140 (St37) seçilirse;

$$G = 160,0 \text{ N/m}^2 I_x = 605 \text{ cm}^4 I_y = 62,7 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{cem} = 14,40 \text{ N/cm}^2 W_x = 86,4 \text{ cm}^3 W_y = 14,8 \text{ cm}^3$$

$$q_x = 1760 \text{ N/m}^2$$

$$q_y = 800 + 160 = 960 \text{ N/m}^2$$

$$M_x = \frac{q_x \times l_x^2}{8} = \frac{1760 \times 5,0^2}{8} = 5500 \text{ N.m} = 550000 \text{ N.cm}$$

$$M_y = \frac{q_y \times l_y^2}{8} = \frac{960 \times 1,667^2}{8} = 333,5 \text{ N.m} = 33350 \text{ N.cm}$$

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{550000}{86,4} + \frac{33350}{14,8} = 8620 \leq 14400 \text{ N/cm}^2$$

Sehim:

$$f_x = 6,20 \times \frac{0,176 \times 5^4}{605} = 1,127 \text{ cm} \quad f_y = 6,20 \times \frac{0,096 \times 1,667^4}{14,8} = 0,311 \text{ cm}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{1,127^2 + 0,311^2} = 1,17 \leq 1,67 \text{ cm}$$

Seçilen NPU140 kesit uygundur.

6.4.3. Gergi elemanlarının hesabı

Gergiler yuvarlak demirlerden seçilerek, profillere civata tarzında bağlanır, bundan ötürüde gergi demiri uçlarına diş açılır ve gerilme kontrolleri diş dibi alanına göre yapılmalıdır. Gergideki $Z_{\max}$ en büyük çekme kuvveti eğik gergi çubuğunda oluşur.

İki gergi kullanıldığı için aşağıdaki ifade ile $Z_{\max}$ hesaplanır.

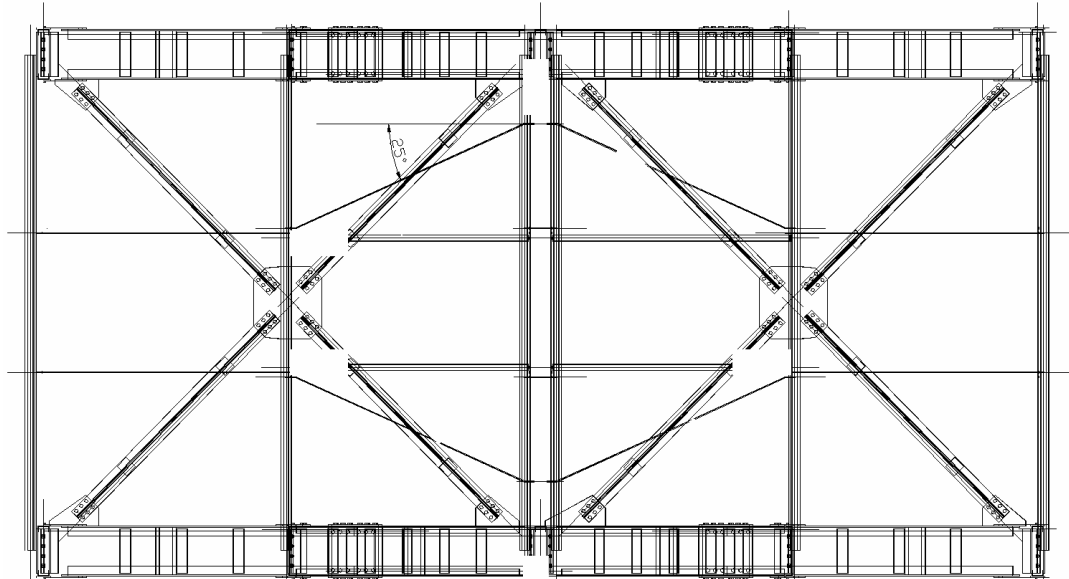
$$Z_{\max} = \frac{1}{\cos \beta} \times (q_y \times \frac{e}{3} \times \frac{n-3}{2}) \quad (6.9)$$

Burada;

β : eğik gergi elemanının dikeyle yaptığı açı ($^{\circ}$)

e : İki makas arasındaki uzunluk (cm)

n : bir çatı makası üzerindeki yer alan toplam aşık adedidir.



Şekil 6.11: Tipik gergi elemanı plan görünüşü

$$Z_{\max} = \frac{1}{\cos(25)} \times (446 \times \frac{5}{3} \times \frac{6-3}{2}) = 1230 \text{ N} = 1,23 \text{ kN}$$

Seçilen gergi elemanı Ø12 dolu çubuk.

$$F_z = \pi \times \frac{(0,86 \times d)^2}{4} = 0,836 \text{ cm}^2 \quad \sigma = \frac{Z_{\max}}{F_z} = \frac{1,23}{0,836} = 1,50 \leq 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Seçilen gergi elemanın kesiti uygundur.

6.4.4. Makas elemanlarının hesabı

6.4.4.1. Depo alanı

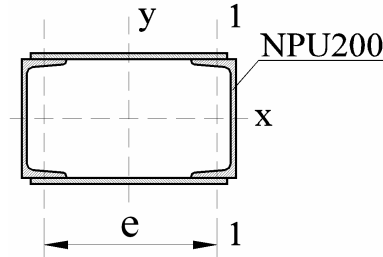
6.4.4.1.1. Alt başlık elemanı (çekme çubuğu)

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S” yüklemesi için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Düşey sabit ve kar yüklerinden dolayı çekme çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = 232 \text{ kN} \quad M_{(D+S)} = 245 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S)} = 16,8 \text{ kN}$$

Seçilen çekme çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.12: Depo alanı çekme çubuğu kesiti

Seçilen çekme çubuğu kesiti 2NPU200 için gerekli enkesit karakteristikleri

NPU200 için;

$$h: 200 \text{ mm} \quad b: 75 \text{ mm} \quad s: 8,5 \text{ mm} \quad t: 11,5 \text{ mm} \quad F: 32,2 \text{ cm}^2$$

$$I_x: 1910 \text{ cm}^4 \quad W_x: 191 \text{ cm}^3 \quad i_x: 7,70 \text{ cm} \quad e_x: -$$

$$I_y: 148 \text{ cm}^4 \quad W_y: 27 \text{ cm}^3 \quad i_y: 2,14 \text{ cm} \quad e_y: 2,01 \text{ cm}$$

2NPU200 için;

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 1910 = 3820 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{3820}{10} = 382 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{3820}{2 \times 32,2}} = 7,7 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 148 + 2 \times 32,2 \times \left(\frac{31,98}{2}\right)^2 = 16761,8 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{16761,8}{18} = 931,2 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{16761,8}{2 \times 32,2}} = 16,13 \text{ cm}$$

gövde yüksekliği = 11,4 cm

$$\text{başlık alanı} = 2 \times 7,5 \times 1,15 = 17,25 \text{ cm}^2$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \quad (6.10)$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \quad (6.11)$$

Burada,

b : çok parçalı çubuklarda başlık genişliği

h : çok parçalı çubuklarda gövde yüksekliği

t : çok parçalı çubuklarda başlık kalınlığı

t_w : çok parçalı çubuklarda gövde kalınlığı

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{75}{11,5} = 6,5 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{200 - 2 \times 11,5}{8,5} = 20,82 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Çekmeye çalışan çubukların narinliği aşağıda verilen sınır değerleri aşmamalıdır.

$$\lambda \leq 250 \Rightarrow \frac{s_{ki}}{i_x} = \frac{360}{7,7} = 46,8 \leq 250 \checkmark$$

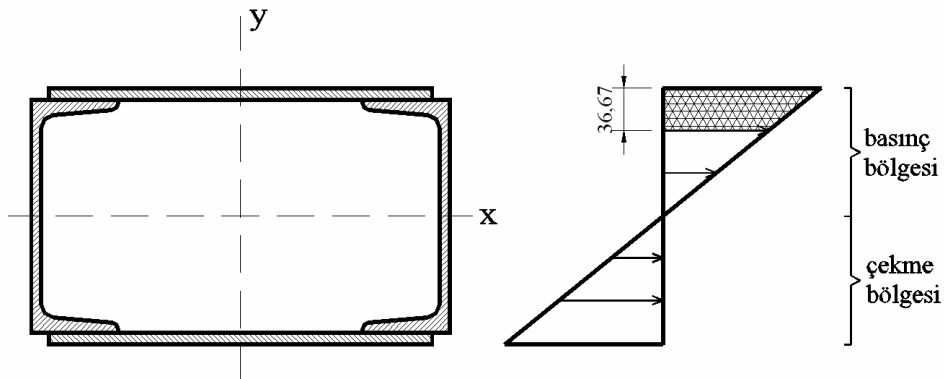
Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \quad (6.12)$$

koşulunu sağlaması öngörülmektedir. Çatı düzleminde, 800 cm aralıklarla yerleştirilen boyuna elemanlarla yanal doğrultuda mesnetlenen çerçeve kirişlerinde bu koşulu sağladığı öngörülmektedir.

Burada,

r_y : Kiriş başlığının ve gövdenin basınç gerilmeleri etkisindeki bölümünün 1/3'ünün yanal doğrultudaki atalet yarıçapı



Şekil 6.13: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,15 \times 7,5^3}{12} + \frac{3,55 \times 0,85^3}{12} + 3,55 \times 0,85 \times (17,6)^2 + 1,15 \times 7,5 \times 14,25^2 \right) = 4999$$

$$A = 2 \times 1,15 \times 7,5 + 2 \times 0,85 \times 3,55 = 23,285 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{4999}{23,285}} = 14,65 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 800 \leq 0,086 \times \frac{14,65 \times 2100}{2,40} = 1102,4 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a \quad (6.13)$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3 \quad (6.14)$$

Momentlerin oran M_1/M_2 aynı işarete (iki yönlü eğilme) pozitif ayrı işarete sahipse (tek yönlü eğilme) negatiftir. Yanal mesnetler arasında bir noktadaki moment uç momentlerinden fazlaysa $C_b=1,0$ olarak alınmalıdır.

Burada,

σ_B : Basınç başlığının akma gerilmesi (kN/cm^2)

s: Kirişin basınç başlığında dönmeye ve yanal deplasmana karşı mesnetleri arasındaki mesafe (cm)

F_b : Basınç başlığının enkesit alanı(cm^2)

d: Eğilme elemanının yüksekliği (cm)

C_b : Bir katsayıdır.

M_1 : Kirişin yanal desteklerinin olduğu noktalardaki uç momentlerin küçüğü,

M_2 : Kirişin yanal desteklerinin olduğu noktalardaki uç momentlerin büyüğü,

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{21,5}{24,5} \right) + 0,3 \times \left(\frac{21,5}{24,5} \right)^2 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 2,9 \Rightarrow C_b = 2,3 \text{ alınacaktır.}$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 2,3}{800 \times \frac{20}{17,25}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 20,9 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\sigma_{\zeta em} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{232}{64,4} + \frac{245}{382} = 4,24 \leq 14,4 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Kayma gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{16,8 \times 2 \times 114}{3820 \times 0,85} = 1,2 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Sehim: analiz sonuçlarına göre mesnetler arası görelî düşey yerdeğîştirme,

$$f_{\max} = 1,85 \text{ cm } L = 2900 \text{ cm}$$

$$\frac{f_{\max}}{L} = \frac{1,85}{2900} = \frac{1}{1568} \leq \frac{1}{300} \checkmark$$

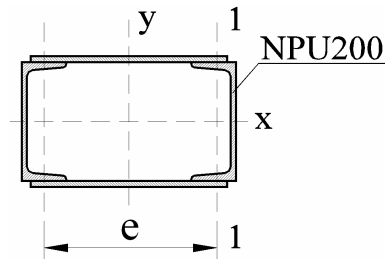
6.4.4.1.2. Üst başlık elemanı (basınç çubukları)

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S” yükleme için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Düşey sabit ve kar yüklerinden dolayı basınç çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = -208,5 \text{ kN } M_{(D+S)} = 216,2 \text{ kN.cm } V_{(D+S)} = 10,4 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.14: Depo alanı basınç çubuğu kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti 2NPU200 için gerekli enkesit karakteristikleri

NPU200 için;

h: 200 mmb: 75 mms: 8,5 mmt: 11,5 mmF: 32,2 cm²

I_x: 1910 cm⁴W_x: 191 cm³i_x:7,70 cme_x: -

I_y: 148 cm⁴W_y: 27 cm³i_y:2,14 cme_y: 2,01 cm

2NPU200 için;

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 1910 = 3820 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{3820}{10} = 382 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{3820}{2 \times 32,2}} = 7,7 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 148 + 2 \times 32,2 \times \left(\frac{31,98}{2}\right)^2 = 16761,8 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{16761,8}{18} = 931,2 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{16761,8}{2 \times 32,2}} = 16,13 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{75}{11,5} = 6,5 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{200 - 2 \times 11,5}{8,5} = 20,82 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118 \quad (6.15)$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{200}{7,7} = 25,97 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{400}{16,13} = 24,80$$

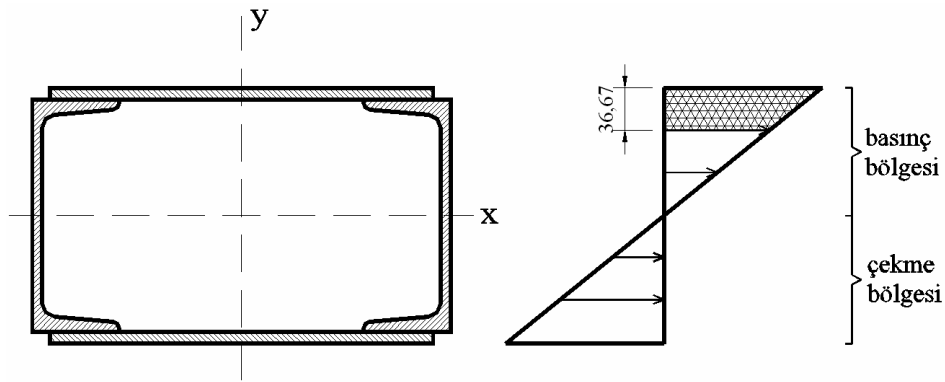
Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=100$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{100}{7,7} = 13,0 \leq 50 \quad \lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{24,80^2 + \frac{2}{2} \times 13,0^2} = 28$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_{yi} \approx 28 \leq 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın sınır değerin altında olması gerekmektedir.



Şekil 6.15: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,15 \times 7,5^3}{12} + \frac{3,55 \times 0,85^3}{12} + 3,55 \times 0,85 \times (17,6)^2 + 1,15 \times 7,5 \times 14,25^2 \right) = 4999$$

$$A = 2 \times 1,15 \times 7,5 + 2 \times 0,85 \times 3,55 = 23,285 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{4999}{23,285}} = 14,65 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 400 \leq 0,086 \times \frac{14,65 \times 2100}{2,40} = 1102,4 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{11,05}{21,62} \right) + 0,3 \times \left(\frac{11,05}{21,62} \right)^2 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 2,37 \Rightarrow C_b = 2,3 \text{ alınacaktır.}$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 2,3}{200 \times \frac{20}{17,25}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 83,7 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \quad \lambda_{maks} = \lambda_{yi} \approx 28 \leq 118$$

$$\lambda_{maks} = 28 \Rightarrow \sigma_{bem} = 13,37 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{208,5}{64,4} = 3,3 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_{bx} = \frac{M}{W} = \frac{216,2}{382} = 0,6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{3,3}{13,37} + \frac{0,6}{14,4} = 0,25 + 0,05 = 0,30 \leq 1,00 \checkmark$$

Kayma Gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{10,4 \times 2 \times 114}{3820 \times 0,85} = 0,8 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Sehim: analiz sonuçlarına göre mesnetler arası görelî düşey yerdeğiştirme,

$$f_{\max} = 1,85 \text{ cm} \quad L = 2900 \text{ cm}$$

$$\frac{f_{\max}}{L} = \frac{1,85}{2900} = \frac{1}{1568} \leq \frac{1}{300} \checkmark$$

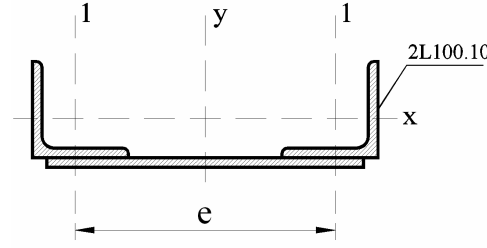
6.4.4.1.3. Diyagonal elemanlar

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S + E / 1,4” yüklemesi için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Depremlî kombinasyondan dolayı basınç çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = -210 \text{ kN} \quad M_{(D+S)} = 0 \quad V_{(D+S)} = 0$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.16: Depo alanı diyagonal eleman kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti 2L100.10 için gerekli enkesit karakteristikleri

L100.10 için;

$$I_x: 177 \text{ cm}^4 W_x: 24,7 \text{ cm}^3 i_x: 3,04 \text{ cm} e_x: 2,82 \text{ cm} F: 19,2 \text{ cm}^2$$

$$I_y: 177 \text{ cm}^4 W_y: 24,7 \text{ cm}^3 i_y: 3,04 \text{ cm} e_y: 2,82 \text{ cm}$$

2L100.10 için;

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 177 = 354 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{354}{7,18} = 49,3 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{354}{2 \times 19,2}} = 3,04 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 177 + 2 \times 19,2 \times \left(\frac{30,36}{2}\right)^2 = 9202 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{9202}{18} = 511 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{9202}{2 \times 19,2}} = 15,5 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{h}{t_w} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \quad (6.16)$$

Burada,

h : çok parçalı çubuklarda gövde yüksekliği

t_w : çok parçalı çubuklarda gövde kalınlığı

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,2 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{100}{10} = 10,0 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118 \quad \text{Sınır değerini aşmayacaktır.}$$

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{445}{3,04} = 147,4 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{445}{15,5} = 28,71$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=67$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{67}{3,04} = 22 \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \Rightarrow 22 \leq 73,7$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{28,71^2 + \frac{2}{2} \times 22,0^2} = 36,17 \quad \lambda_{maks} = \lambda_x \approx 147,4 > 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmamıştır. Kesit değiştirilerek narinlik koşulunun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmelidir. Depo alanında kullanılan diyagonellerin boyları 110 ile 550 arasında değişmektedir. 2L100.10 kesitini kurtaran maksimum uzunluğu hesaplayalım.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{s_{kx}}{3,04} = 118 \Rightarrow s_{kx} \leq 358,7 \text{ cm'dir.}$$

Dolayısıyla burkulma boyu 358,7 cm den kısa olan diyagonal elemanlar için 2L100.10 kesiti kullanılacaktır. 358,7 cm den büyükler için 2U120 profili kontrol edilecektir.

NPU120 için;

h : 120 mmb: 55 mms: 7,0 mmt: 9,0 mmF: 17,0 cm²

I_x : 364 cm⁴ W_x : 60,7 cm³ i_x : 4,62 cm e_x : 1,60

I_y : 43,2 cm⁴ W_y : 11,1 cm³ i_y : 1,59 cm

2NPU120 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 364 = 728 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{728}{6} = 121,4 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{728}{2 \times 17,0}} = 4,62 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 43,2 + 2 \times 17,0 \times \left(\frac{32,8}{2}\right)^2 = 9231,0 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{9231}{18} = 512,8 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{9231}{2 \times 17}} = 16,48 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{55}{9} = 6,1 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{120 - 2 \times 9}{7,0} = 14,6 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{445}{4,62} = 96,3 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{445}{16,48} = 27,0$$

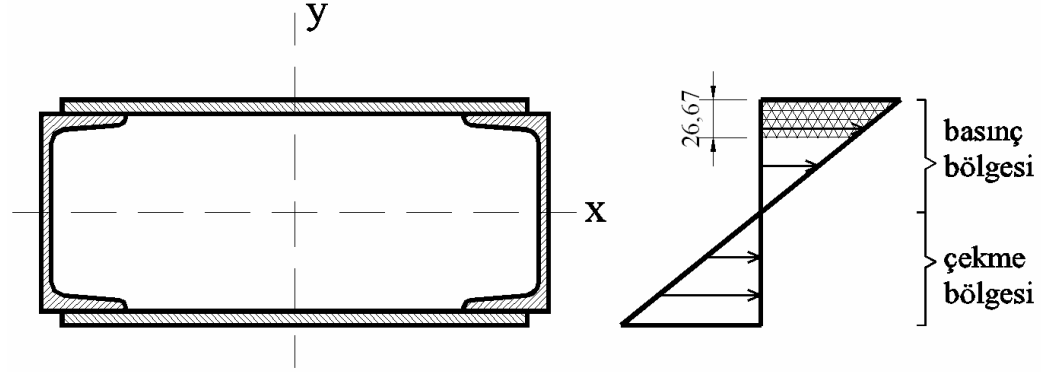
Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=67$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{67}{4,62} = 14,5 \leq 50$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{27,0^2 + \frac{2}{2} \times 14,5^2} = 30,65$$

$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 97 > 118$ olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın sınır değerin altında olması gerekmektedir.



Şekil 6.17: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,0 \times 6,0^3}{12} + \frac{2,1 \times 0,7^3}{12} + 2,1 \times 0,7 \times (17,65)^2 + 1,0 \times 6,0 \times 15,0^2 \right) = 3652$$

$$A = 2 \times 1,0 \times 6,0 + 2 \times 0,7 \times 2,1 = 14,94 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3652}{14,94}} = 15,63 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 400 \leq 0,086 \times \frac{15,63 \times 2100}{2,40} = 1176,2 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi

$C_b = 1$ alınacaktır (eksenel basınç durumu.)

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 1,0}{405 \times \frac{14}{(4 \times 1 \times 6)}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 35,7 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1.00$$

$$\lambda_{maks} = 97 \Rightarrow \sigma_{bem} = 7,58 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{210}{34,0} = 6,2 \text{ kN/cm}^2 \quad \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1.00 \Rightarrow \frac{6,20}{7,58} = 0,82 \leq 1,00 \checkmark$$

Kayma gerilmesi:

Yapı elemanı sadece eksenel basınç kuvvetine maruz kaldığı için kayma gerilmesi tahkikine gerek yoktur.

Sehim:

Yapı elemanı sadece eksenel basınç kuvvetine maruz kaldığı için sehim tahkikine gerek yoktur.

6.4.4.2. Uçak hangar alanı

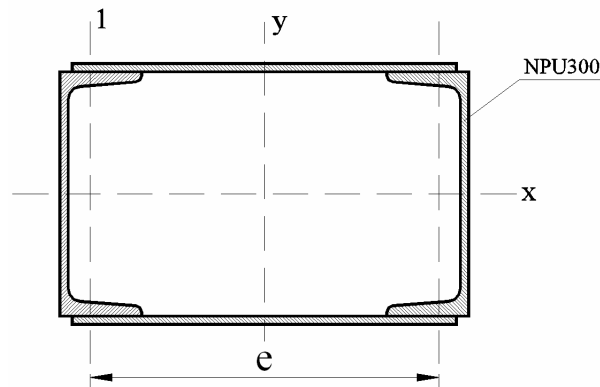
6.4.4.2.1. Alt başlık elemanı (çekme çubuğu)

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S” yüklemesi için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Düşey sabit ve kar yüklerinden dolayı çekme çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = 359 \text{ kN} \quad M_{(D+S)} = 3107 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S)} = 17 \text{ kN}$$

Seçilen çekme çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.18: Uçak hangar alanı çekme çubuğu kesiti

Seçilen çekme çubuğu kesiti 2NPU300 için gerekli enkesit karakteristikleri

NPU300 için:

h: 300 mmb: 100 mms: 10,0 mmt: 16,0 mmF: 58,8 cm²

I_x: 8030 cm⁴W_x: 535 cm³i_x:11,7 cme_x: -

I_y: 495 cm⁴W_y: 67,8 cm³i_y:2,90 cme_y: 2,70 cm

2NPU300 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 8030 = 16060 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{16060}{15} = 1070 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{16060}{2 \times 58,8}} = 11,7 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 495 + 2 \times 58,8 \times \left(\frac{44,6}{2}\right)^2 = 59471 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{59471}{25} = 2379 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{59471}{2 \times 58,8}} = 22,49 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{100}{16,0} = 6,25 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

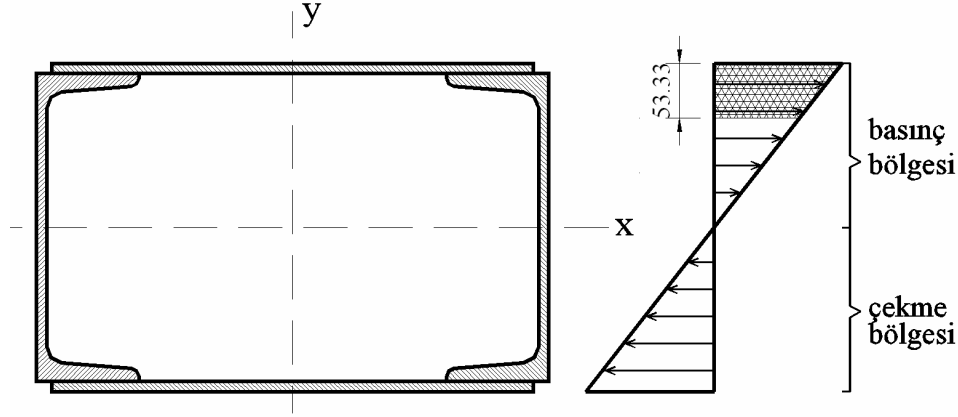
$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{300 - 2 \times 16,0}{10} = 26,8 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Çekmeye çalışan çubukların narinliği aşağıda verilen sınır değerleri aşmamalıdır.

$$\lambda \leq 250 \Rightarrow \frac{s_{ki}}{i_x} = \frac{360}{7,7} = 46,8 \leq 250 \checkmark$$

Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın aşağıdaki koşulları sağlaması gerekir.



Şekil 6.19: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,6 \times 10,0^3}{12} + \frac{5,3 \times 1,0^3}{12} + 5,3 \times 0,85 \times (24,5)^2 + 1,6 \times 10,0 \times 20,0^2 \right) = 18375,8$$

$$A = 2 \times 1,6 \times 10,0 + 2 \times 1,0 \times 5,33 = 42,66 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18375,8}{42,66}} = 20,75 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 1000 \leq 0,086 \times \frac{20,75 \times 2100}{2,40} = 1561,4 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi aşağıdaki koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{297,7}{310,7} \right) + 0,3 \times \left(\frac{297,7}{310,7} \right)^2 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 3,03 \Rightarrow C_b = 2,3 \text{ alınacaktır.}$$

$$\sigma_B = \frac{844 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 2,3}{1000 \times \frac{30}{64,0}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 41,4 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\sigma_{\zeta em} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{359}{117,6} + \frac{3107}{1070} = 6,0 \leq 14,4 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Kayma Gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{17 \times 2 \times 316}{16060 \times 1,0} = 0,7 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Sehim: analiz sonuçlarına göre mesnetler arası görelî düşey yerdeğıştirme,

$$f_{\max} = 9,4 \text{ cm } L = 6500 \text{ cm}$$

$$\frac{f_{\max}}{L} = \frac{9,4}{6500} = \frac{1}{692} \leq \frac{1}{300} \checkmark$$

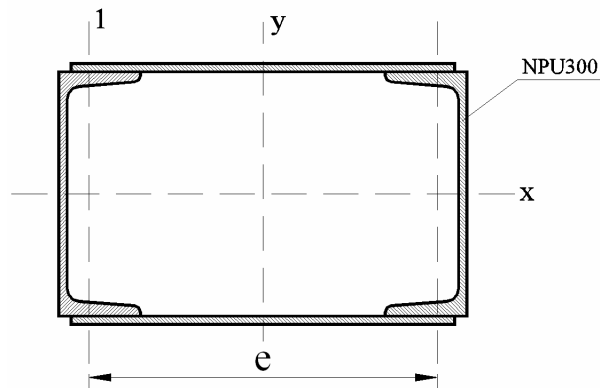
6.4.4.2.2. Üst başlık elemanı (basınç çubukları)

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S” yüklemesi için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Düşey sabit ve kar yüklerinden dolayı basınç çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = -897 \text{ kN } M_{(D+S)} = 6345 \text{ kN.cm } V_{(D+S)} = 28,0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.20: Depo alanı basınç çubuğu kesiti

Seçilen çekme çubuğu kesiti 2NPU300 için gerekli enkesit karakteristikleri

NPU300 için;

h: 300 mmb: 100 mms: 10,0 mmt: 16,0 mmF: 58,8 cm²

I_x: 8030 cm⁴W_x: 535 cm³i_x:11,7 cme_x: -

I_y: 495 cm⁴W_y: 67,8 cm³i_y:2,90 cme_y: 2,70 cm

2NPU300 için;

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 8030 = 16060 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{16060}{15} = 1070 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{16060}{2 \times 58,8}} = 11,7 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 495 + 2 \times 58,8 \times \left(\frac{44,6}{2}\right)^2 = 59471 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{59471}{25} = 2379 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{59471}{2 \times 58,8}} = 22,49 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{100}{16,0} = 6,25 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{300 - 2 \times 16,0}{10} = 26,8 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı aşağıdaki koşulu sağlayacaktır.

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{250}{11,7} = 21,37 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{500}{22,49} = 22,23$$

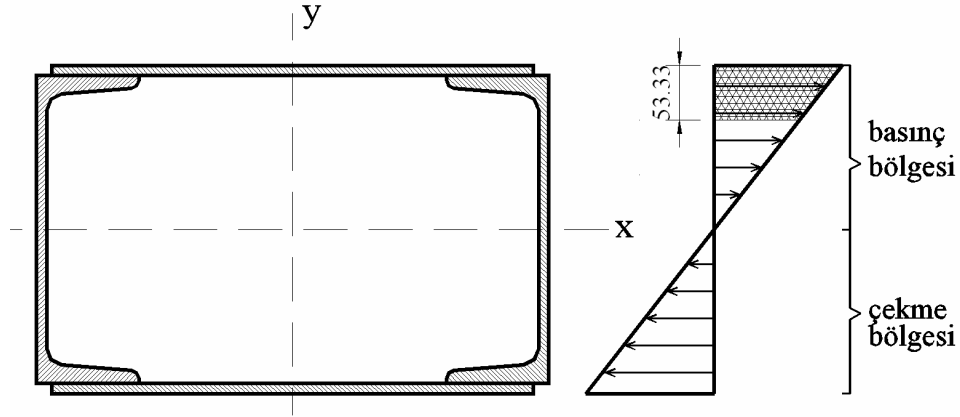
Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=125$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{125}{11,7} = 10,7 \leq 50 \quad \lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{22,23^2 + \frac{2}{2} \times 10,7^2} = 25$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_{yi} \approx 25 \leq 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın aşağıdaki koşulları sağlaması gerekir.



Şekil 6.21: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,6 \times 10,0^3}{12} + \frac{5,3 \times 1,0^3}{12} + 5,3 \times 0,85 \times (24,5)^2 + 1,6 \times 10,0 \times 20,0^2 \right) = 18375,8$$

$$A = 2 \times 1,6 \times 10,0 + 2 \times 1,0 \times 5,33 = 42,66 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18375,8}{42,66}} = 20,75 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 1000 \leq 0,086 \times \frac{20,75 \times 2100}{2,40} = 1561,4 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi aşağıdaki koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{590}{635} \right) + 0,3 \times \left(\frac{590}{635} \right)^2 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 2,99 \Rightarrow C_b = 2,3 \text{ alınacaktır.}$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 2,3}{500 \times \frac{30}{64,0}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 82,8 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 25 \Rightarrow \sigma_{bem} = 13,65 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{897}{117,6} = 7,6 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_{bx} = \frac{M}{W} = \frac{6345}{1070} = 6,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{7,6}{13,65} + \frac{6,0}{14,4} = 0,56 + 0,42 = 0,98 \leq 1,00 \checkmark$$

Kayma Gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{28,0 \times 2 \times 316}{16060 \times 1,0} = 1,1 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Sehim: analiz sonuçlarına göre mesnetler arası görelî düşey yerdeğiştirme,

$$f_{\max} = 9,4 \text{ cm} \quad L = 6500 \text{ cm}$$

$$\frac{f_{\max}}{L} = \frac{9,4}{6500} = \frac{1}{692} \leq \frac{1}{300} \checkmark$$

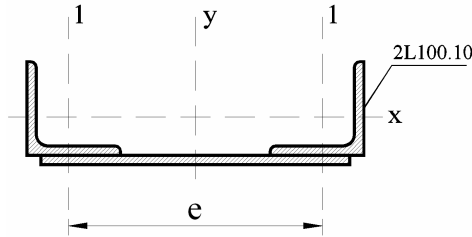
6.4.4.2.3. Diyagonal Elemanlar

Makas kirişlerinde en elverişsiz olan “D + S + E / 1,4” yüklemesi için gerilme ve sehim kontrolleri yapılacaktır.

Depremlı kombinasyondan dolayı basınç çubuğunda oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = -103 \text{ kN} \quad M_{(D+S)} = 0 \quad V_{(D+S)} = 0$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.22: Uçak hangar alanı diyagonal eleman kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti 2L100.10 için gerekli enkesit karakteristikleri

L100.10 için:

$$I_x: 177 \text{ cm}^4 \quad W_x: 24,7 \text{ cm}^3 \quad i_x: 3,04 \text{ cm} \quad e_x: 2,82 \text{ cm} \quad F: 19,2 \text{ cm}^2$$

$$I_y: 177 \text{ cm}^4 \quad W_y: 24,7 \text{ cm}^3 \quad i_y: 3,04 \text{ cm} \quad e_y: 2,82 \text{ cm}$$

2L100.10 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 177 = 354 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{354}{7,18} = 49,3 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{354}{2 \times 19,2}} = 3,04 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 177 + 2 \times 19,2 \times \left(\frac{47,18}{2}\right)^2 = 21723 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{21723}{25} = 869 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{21723}{2 \times 19,2}} = 23,8 \text{ cm}$$

gövde yüksekliği = 9 cm

$$\text{başlık alanı} = 2 \times 9 \times 1 = 18 \text{ cm}^2$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,2 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{100}{10} = 10,0 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{506}{3,04} = 166 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{506}{23,8} = 21,3$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=80$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{80}{3,04} = 26 \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \Rightarrow 26 \leq 115$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{21,3^2 + \frac{2}{2} \times 26,0^2} = 33,6 \quad \lambda_{maks} = \lambda_x \approx 166 > 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmamıştır. Kesit değiştirilerek narinlik koşulunun sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmelidir. Uçak hangarı alanında kullanılan diyagonellerin boyları 210 ile 506 arasında değişmektedir. 2L100.10 kesitini kurtaran maksimum uzunluğu hesaplayalım.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{s_{kx}}{3,04} = 118 \Rightarrow s_{kx} \leq 358,7 \text{ cm'dir.}$$

Dolayısıyla burkulma boyu 358,7 cm den kısa olan diyagonal elemanlar için 2L100.10 kesiti kullanılacaktır. 358,7 cm den büyükler için 2U120 profili kontrol edilecektir.

NPU120 için:

h: 120 mmb: 55 mms: 7,0 mmt: 9,0 mmF: 17,0 cm²

I_x: 364 cm⁴W_x: 60,7 cm³i_x:4,62 cm e_x: 1,60

I_y: 43,2 cm⁴W_y: 11,1 cm³i_y:1,59 cm

2NPU120 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 364 = 728 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{728}{6} = 121,4 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{728}{2 \times 17,0}} = 4,62 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 43,2 + 2 \times 17,0 \times \left(\frac{32,8}{2}\right)^2 = 9231,0 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{9231}{18} = 512,8 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{9231}{2 \times 17}} = 16,48 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{55}{9} = 6,1 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{120 - 2 \times 9}{7,0} = 14,6 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{506}{4,62} = 110,0 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{506}{16,48} = 30,7$$

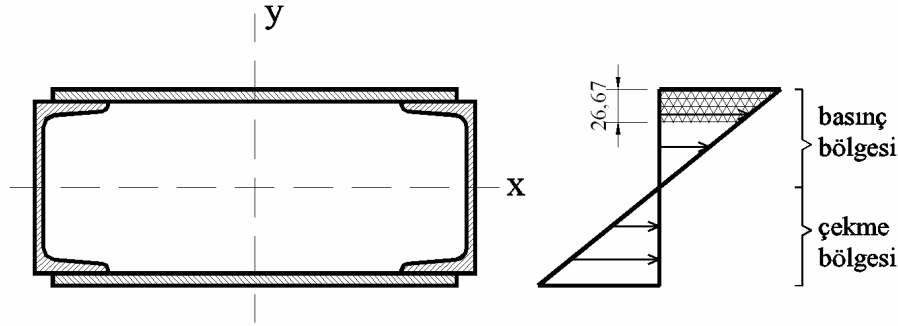
Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=80$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{80}{4,62} = 17,3 \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \Rightarrow 17,3 \leq 55,0$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{30,7^2 + \frac{2}{2} \times 17,3^2} = 35,2 \quad \lambda_{maks} = \lambda_x \approx 110 > 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Deprem yönetmeliği Madde 4.3.6.1, yatay yük taşıyıcı sistemin kirişlerinin üst ve alt başlıklarının yanıl doğrultuda mesnetlenmesini ve mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklığın sınır değerin altında olması gerekmektedir.



Şekil 6.23: Kiriş başlığının ve gövdenin basınç ve çekme gerilmesi bölgeleri

$$I_y = 2 \times \left(\frac{1,0 \times 6,0^3}{12} + \frac{2,1 \times 0,7^3}{12} + 2,1 \times 0,7 \times (17,65)^2 + 1,0 \times 6,0 \times 15,0^2 \right) = 3652$$

$$A = 2 \times 1,0 \times 6,0 + 2 \times 0,7 \times 2,1 = 14,94 \text{ cm}^2$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3652}{14,94}} = 15,63 \text{ cm}$$

$$l_b \leq 0,086 \times \frac{r_y \times E_s}{\sigma_a} \Rightarrow 400 \leq 0,086 \times \frac{15,63 \times 2100}{2,40} = 1176,2 \text{ cm}$$

TSE 648 Standardı Madde 3.3.4.2'ye göre, basınç başlığının dolu dikdörtgen kesit olması ve enkesit alanından daha küçük olmaması halinde, basınç emniyet gerilmesi

$C_b = 1$ alınacaktır (eksenel basınç durumu.)

$$\sigma_B = \frac{8440 \times 1,0}{405 \times \frac{14}{(4 \times 1 \times 6)}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow 35,7 \leq 0,6 \times 24 = 14,4 \Rightarrow \sigma_B = 14,4 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 110 \Rightarrow \sigma_{bem} = 6,53 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{103}{34,0} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{3,0}{6,53} = 0,46 \leq 1,00 \checkmark$$

Kayma gerilmesi:

Yapı elemanı sadece eksenel basınç kuvvetine maruz kaldığı için kayma gerilmesi tahkikine gerek yoktur.

Sehim:

Yapı elemanı sadece eksenel basınç kuvvetine maruz kaldığı için sehim tahkikine gerek yoktur.

6.4.5. Çapraz elemanların hesabı

6.4.5.1. Depo alanı

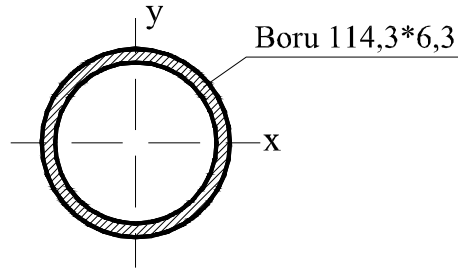
6.4.5.1.1. Boru kesitli çapraz elemanlar

Çapraz elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı çapraz elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -57 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.24: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti Boru 114,3*6,3 için gerekli enkesit karakteristikleri

Boru 114,3*6,3 için:

$$I_{x,y}: 312,7 \text{ cm}^4 \quad W_{x,y}: 54,7 \text{ cm}^3 \quad i_x: 3,8 \text{ cm} \quad F: 21,4 \text{ cm}^2$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{D}{t} \leq 0,08 \times E_s / \sigma_a \quad (6.17)$$

Burada,

D : boru kesitli elemanlarda dış çap

t : boru kesitli elemanlarda et kalınlığı

$$\frac{D}{t} \leq 0,08 \times E_s / \sigma_a \Rightarrow \frac{114,3}{6,3} = 18,14 \leq 0,08 \times 2100 / 2,4 = 70 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

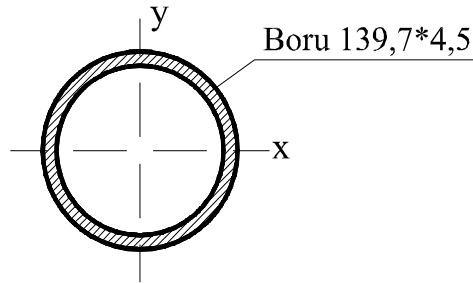
Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{516}{3,8} = 135,8 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{516}{3,8} = 135,8$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 136 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmamaktadır. Dolayısıyla profilin kesiti Boru 168,3*6,3 büyütülecektir.

Değiştirilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.25: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti Boru 139,7*4,5 için gerekli enkesit karakteristikleri

Boru 139,7*4,5 için:

$$I_{x,y}: 437,2 \text{ cm}^4 \quad W_{x,y}: 62,6 \text{ cm}^3 \quad i_x: 4,8 \text{ cm} \quad F: 19,1 \text{ cm}^2$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1'de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3'te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{D}{t} \leq 0,08 \times E_s / \sigma_a \Rightarrow \frac{139,7}{4,5} = 31,1 \leq 0,08 \times 2100 / 2,4 = 70 \quad \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{516}{4,8} = 107,5 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{516}{4,8} = 107,5$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 108 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 107 \Rightarrow \sigma_{bem} = 6,77 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{57}{19,1} = 3,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{3,0}{6,8} = 0,44 \leq 1,00 \checkmark$$

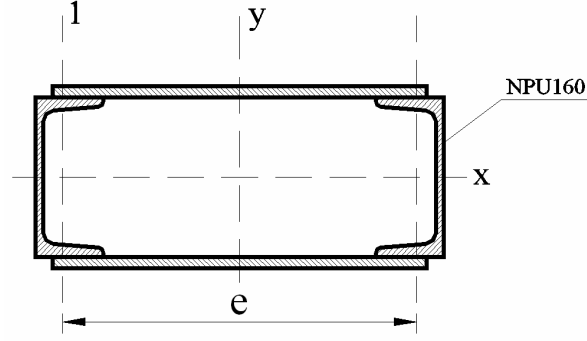
6.4.5.1.2. U Kesitli çapraz elemanlar

Çapraz elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı çapraz elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -74 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.26: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti

NPU160 için:

h: 160 mmb: 65 mms: 7,5 mmt: 10,5 mmF: 24,0 cm²

I_x: 925 cm⁴W_x: 116 cm³i_x:6,21 cm e_x: 1,84

I_y: 85,3 cm⁴W_y: 18,3 cm³i_y:1,89 cm

2NPU160 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 925 = 1850 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{1850}{8} = 231,25 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{1850}{2 \times 24,0}} = 6,21 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 85,3 + 2 \times 24,0 \times \left(\frac{95,32}{2}\right)^2 = 109201 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{109201}{49,5} = 2206 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{109201}{2 \times 24}} = 47,7 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{65}{10,5} = 6,2 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{160 - 2 \times 10,5}{7,5} = 18,5 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{725}{6,21} = 116,7 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{725}{47,7} = 15,2$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1} = 175$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{175}{6,21} = 28,1 \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \Rightarrow 28,1 \leq 58,4$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{15,2^2 + \frac{2}{2} \times 28,1^2} = 31,95 \quad \lambda_{maks} = \lambda_x \approx 117 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 117 \Rightarrow \sigma_{bem} = 0,597 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{7,4}{48,0} = 0,15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{0,15}{0,60} = 0,25 \leq 1,00 \checkmark$$

6.4.5.2. Uçak hangar alanı

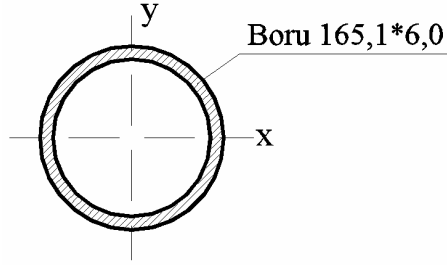
6.4.5.2.1. Boru kesitli çapraz elemanlar

Çapraz elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı çapraz elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -7,8 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.27: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti

Seçilen basınç çubuğu kesiti Boru 114,3*6,3 için gerekli enkesit karakteristikleri

Boru 165,1*6,0 için;

$$I_{x,y}: 950,252 \text{ cm}^4 \quad W_{x,y}: 115,112 \text{ cm}^3 \quad i_x: 5,629 \text{ cm} \quad F: 29,99 \text{ cm}^2$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir.

$$\frac{D}{t} \leq 0,08 \times E_s / \sigma_a \Rightarrow \frac{165,1}{6,0} = 27,52 \leq 0,08 \times 2100 / 2,4 = 70 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{585}{5,63} = 103,9 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{585}{5,63} = 103,9$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 104 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 104 \Rightarrow \sigma_{bem} = 7,01 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{78}{29,99} = 2,6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{2,6}{7,0} = 0,37 \leq 1,00 \checkmark$$

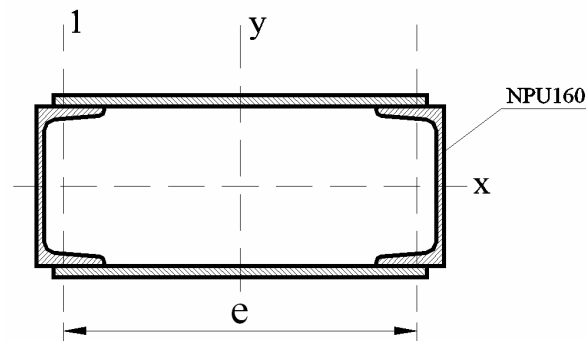
6.4.5.2.2. U kesitli çapraz elemanlar

Çapraz elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı çapraz elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -196 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.28: Uçak hangarı çapraz eleman kesiti

NPU160 için:

h: 160 mmb: 65 mms: 7,5 mmt: 10,5 mmF: 24,0 cm²

I_x: 925 cm⁴W_x: 116 cm³i_x:6,21 cme_x: 1,84

I_y: 85,3 cm⁴W_y: 18,3 cm³i_y:1,89 cm

2NPU160 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 925 = 1850 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{1850}{8} = 231,25 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{1850}{2 \times 24,0}} = 6,21 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 85,3 + 2 \times 24,0 \times \left(\frac{95,32}{2}\right)^2 = 109201 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{109201}{49,5} = 2206 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{109201}{2 \times 24}} = 47,7 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{65}{10,5} = 6,2 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{160 - 2 \times 10,5}{7,5} = 18,5 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{725}{6,21} = 116,7 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{725}{47,7} = 15,2$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=175$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{175}{6,21} = 28,1 \leq \frac{1}{2} \times \lambda_x \Rightarrow 28,1 \leq 58,4$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{15,2^2 + \frac{2}{2} \times 28,1^2} = 31,95 \quad \lambda_{maks} = \lambda_x \approx 117 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 117 \Rightarrow \sigma_{bem} = 5,97 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{196}{48,0} = 4,1 \text{ kN/cm}^2 \quad \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{4,1}{6,0} = 0,68 \leq 1,00 \checkmark$$

6.4.6. Kiriş elemanların hesabı

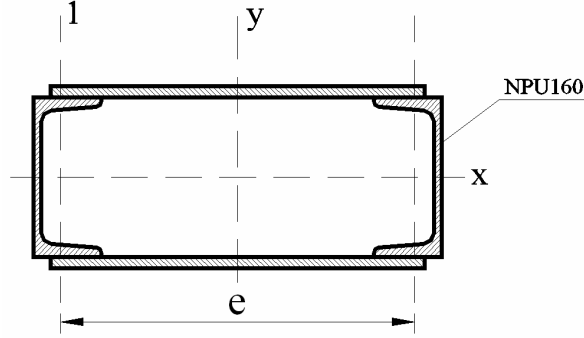
6.4.6.1. Depo alanı

Kiriş elemanlarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı kiriş elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -181,6 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.29: Depo alanı kiriş eleman kesiti

NPU160 için:

h: 160 mmb: 65 mms: 7,5 mmt: 10,5 mmF: 24,0 cm²

I_x: 925 cm⁴W_x: 116 cm³i_x:6,21 cm e_x: 1,84

I_y: 85,3 cm⁴W_y: 18,3 cm³i_y:1,89 cm

2NPU160 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 925 = 1850 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{1850}{8} = 231,25 \text{ cm}^3 i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{1850}{2 \times 24,0}} = 6,21 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 85,3 + 2 \times 24,0 \times \left(\frac{95,32}{2}\right)^2 = 109201 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{109201}{49,5} = 2206 \text{ cm}^3 i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{109201}{2 \times 24}} = 47,7 \text{ cm}$$

Süneklilik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1'de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3'te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{65}{10,5} = 6,2 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{160 - 2 \times 10,5}{7,5} = 18,5 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşularının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{500}{6,21} = 80,5 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{500}{47,7} = 10,48$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1}=125$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_1 = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{125}{6,21} = 20,13 \leq 50 \Rightarrow 20,13 \leq 50$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{10,48^2 + \frac{2}{2} \times 20,13^2} = 22,7$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 81 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 81 \Rightarrow \sigma_{bem} = 8,87 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{181,6}{48,0} = 3,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{3,8}{8,87} = 0,43 \leq 1,00 \checkmark$$

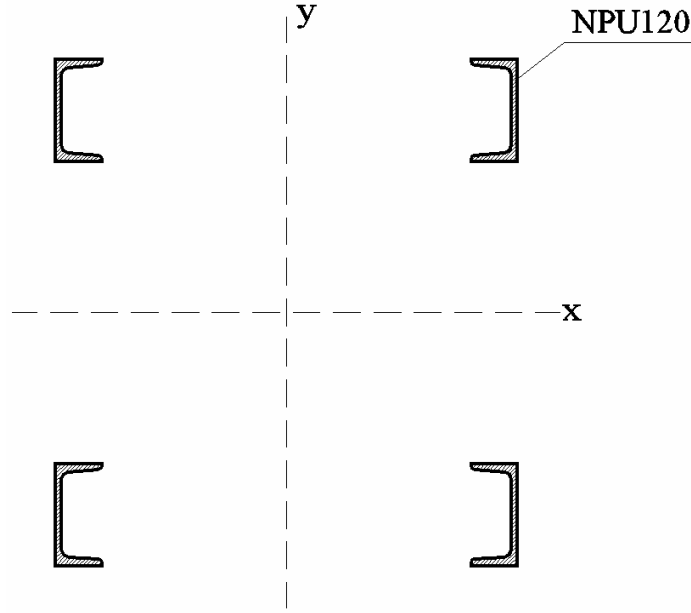
6.4.6.2. Uçak hangar alanı

Kiriş elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı kiriş elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+T)} = -363,2 \text{ kN} \quad M_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+T)} = 0 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.30: Uçak hangarı kiriş eleman kesiti

NPU120 için;

$$h: 120 \text{ mm} \quad b: 55 \text{ mm} \quad t: 7,0 \text{ mm} \quad F: 17,0 \text{ cm}^2$$

$$I_x: 364 \text{ cm}^4 \quad W_x: 60,7 \text{ cm}^3 \quad i_x: 4,62 \text{ cm} \quad e_x: 1,60$$

$$I_y: 43,2 \text{ cm}^4 \quad W_y: 11,1 \text{ cm}^3 \quad i_y: 1,59 \text{ cm}$$

4NPU120 için;

$$I_x = 4 \times I_x + 4 \times A \times \left(\frac{e}{2} \right)^2 = 4 \times 364 + 4 \times 17 \times \left(\frac{135}{2} \right)^2 = 311281 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{311281}{73,5} = 4235,1 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{311281}{4 \times 17,0}} = 67,66 \text{ cm}$$

$$I_y = 4 \times I_y + 4 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 4 \times 43,2 + 4 \times 17,0 \times \left(\frac{145,8}{2}\right)^2 = 361553 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{361553}{74,5} = 4853,1 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{361553}{4 \times 17}} = 72,92 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\frac{b}{t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{55}{9} = 6,1 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 14,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{120 - 2 \times 9}{7,0} = 14,6 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,4} = 148 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2’ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 118$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{500}{67,66} = 7,39 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{500}{72,92} = 6,86$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1x}=80$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_{1,x} = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{80}{1,59} = 50 \leq 50$$

$$\lambda_{xi} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{7,39^2 + \frac{2}{2} \times 50^2} = 50,6$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1y}=80$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_{1,y} = \frac{s_{ky}}{i_1} = \frac{80}{4,62} = 17,3 \leq 50$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{6,86^2 + \frac{2}{2} \times 17,3^2} = 18,6$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 51 > 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 51 \Rightarrow \sigma_{bem} = 11,36 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{363,2}{68,0} = 5,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{5,4}{11,36} = 0,48 \leq 1,00 \checkmark$$

6.4.7. Kolon elemanların hesabı

6.4.7.1. Depo alanı

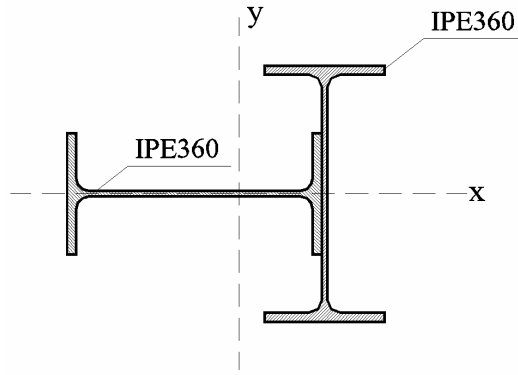
Kolon elemalarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı kolon elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+E)} = -135 \text{ kN} \quad V_{(D+S+E)} = 29 \text{ kN}$$

$$M_{üst(D+S+E)} = -11532 \text{ kN.cm} \quad M_{alt(D+S+E)} = 10283 \text{ kN.cm}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.31: Depo alanı kolon eleman kesiti

IPE360 için;

h: 360 mm b: 170 mm t_f: 8,0 mm t_w: 12,7 mm F_y: 72,7 cm²

I_x: 16270 cm⁴ W_x: 904 cm³ i_x: 15 cm S_x: 510 cm³

I_y: 1040 cm⁴ W_y: 123 cm³ i_y: 3.79 cm

2IPE360 için;

$$\bar{y} = 18 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = \frac{72,7 \times 18 + 72,7 \times 36,8}{2 \times 72,7} = 27,4 \text{ cm}$$

$$I_x = I_x + I_y = 16270 + 1040 = 17310 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{\bar{y}} = \frac{17310}{18} = 961,7 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{17310}{2 \times 72,7}} = 10,9 \text{ cm}$$

$$I_y = I_x + A \times (27,4 - 18)^2 + I_y + A \times (36,8 - 27,4)^2 = 16270 + 2 \times 72,7 \times 9,4^2 + 1040 = 30105$$

$$W_y = \frac{I_y}{\bar{y}} = \frac{30105}{27,4} = 1098,7 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{30105}{2 \times 72,7}} = 14,4 \text{ cm}$$

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 5.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini amaçlayan koşullar

$$\frac{b}{2 \times t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \quad (6.18)$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \quad (6.19)$$

Burada,

b : çok parçalı çubuklarda başlık genişliği

h : çok parçalı çubuklarda gövde yüksekliği

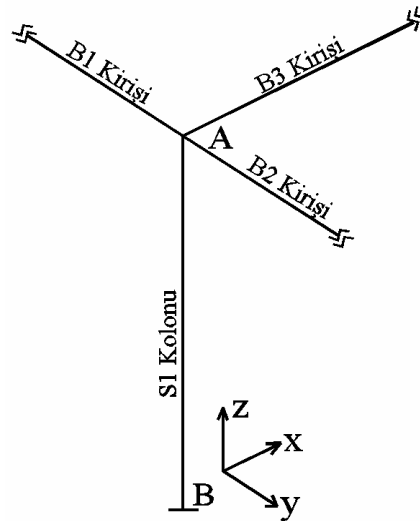
t : çok parçalı çubuklarda başlık kalınlığı

t_w : çok parçalı çubuklarda gövde kalınlığı

$$\frac{b}{2 \times t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{170}{2 \times 12,7} = 6,7 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,75} = 13,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{360 - 2 \times 12,7}{8,0} = 41,8 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,75} = 138 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.



Şekil 6.32: Depo alanı kolon elemanı şematik görünüşü

I_{B1}: 56072,5 cm⁴ L_{B1}: 500 cm

$$I_{B2}: 56072,5 \text{ cm}^4 L_{B2}: 500 \text{ cm}$$

$$I_{B3}: 213720 \text{ cm}^4 L_{B3}: 2900 \text{ cm}$$

S1 kolonunda (x aksı) :

$$x \text{ aksı ve (A) ucu için } \rightarrow \sum \frac{I_c}{L_c} = \frac{30105}{750} = 40,14 \text{ cm}^3$$

$$\sum \frac{I_g}{L_g} = \frac{213720}{2900} = 73,7 \text{ cm}^3$$

$$G_A = \frac{40,14}{73,7} = 0,55$$

x aksı ve (B) ucu için $\rightarrow$ Temele ankastre bağlantı olduğu için $G_B = 1,0$

Çizelge 4.2 kullanılarak G_A doğrusu üzerindeki 0,55 noktası ile G_B doğrusu üzerindeki 1,0 noktası bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizginin k doğrusu üzerindeki değer okunur. Bu değer $k_x=1,25$ tir ve S1 burkulma boyu,

$$s_{kx} = 1,25 \times 750 = 937,5 \text{ cm.}$$

S1 kolonunda (y aksı) :

$$y \text{ aksı ve (A) ucu için } \rightarrow \sum \frac{I_c}{L_c} = \frac{17310}{750} = 23,08 \text{ cm}^3$$

$$\sum \frac{I_g}{L_g} = \frac{56072,5}{500} + \frac{56072,5}{500} = 224,3 \text{ cm}^3$$

$$G_A = \frac{23,08}{224,3} = 0,10$$

y aksı ve (B) ucu için $\rightarrow$ Temele ankastre bağlantı olduğu için $G_B = 1,0$

Çizelge 4.2 kullanılarak G_A doğrusu üzerindeki 0,10 noktası ile G_B doğrusu üzerindeki 1,0 noktası bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizginin k doğrusu üzerindeki değer okunur. Bu değer $k_y=1,18$ tir ve S1 burkulma boyu,

$$s_{ky} = 1,18 \times 750 = 885 \text{ cm.}$$

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 110,5$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{937,5}{10,9} = 86,0 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{885}{14,4} = 61,5$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 86 > 110,5$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Bileşik eğilme etkisindeki bu kolonda, normal gerilme tahkiki TS648 Çelik Yapılar Standardı Madde 3.4'te verilen

$$\left(\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} \right) + \frac{C_{mx} \times \sigma_{bx}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex}} \right) \times \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \times \sigma_{by}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey}} \right) \times \sigma_{By}} \leq 1,0 \quad (6.20)$$

formülü ile yapılacaktır. Burada,

σ_{bem} : sadece eksenel basınç kuvveti etkisi halinde burkulma emniyet gerilmesi

σ_B : sadece eğilme momenti etkisi halinde burkulma emniyet gerilmesi

σ_{eb} : eksenel basınç kuvvetine göre hesaplanan gerilme

σ_b : eğilme momentine göre hesaplanan eğilme-basınç gerilmesi

C_m : bir katsayı olup aşağıdaki gibi hesaplanır.

i) yanal harekete serbest olan çerçeve kolonlarda :

$$C_m = 0,85 \quad (6.21)$$

ii) yanal harekete karşı tutulmuş çerçevelerin, uçları rijit bağlı ve üzerinde eğilme düzleminde yanal yükü bulunmayan kolonlarında:

$$C_m = 0,6 - 0,4 \times \frac{M_1}{M_2} \geq 0,4 \quad (6.22)$$

iii) yanal harekete karşı tutulmuş çerçevelerde, üzerinde yanal yük bulunmayan basınç çubuklarında aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$C_m = 1,0 + \psi \times \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_e'} \quad (6.23)$$

Bu ifadedeki ψ aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\psi = \frac{\pi^2 \times \delta_0 \times E \times I}{M_0 \times s^2} - 1 \quad (6.24)$$

Burada,

δ_0 : enine yükten dolayı maksimum çökme

M_0 : enine yükten dolayı maksimum açıklık momenti

I : atalet momenti

E : elastisite modülü

s : eleman boyudur.

$$\sigma_e' = \frac{1}{2,5} \times \frac{\pi^2 \times E}{\left(K \times \frac{s_b}{i_b}\right)^2} \text{ kN/cm}^2 \text{ cinsinden } \sigma_e' = \frac{8290}{\left(K \times \frac{s_b}{i_b}\right)^2} \quad (6.25)$$

Burada,

K : eğilme düzlemindeki etkin burkulma boyu katsayısı

s_b : elemanın eğilme düzleminde serbest gerçek boyu

i_b : eğilmenin meydana geldiği düzleme dik eksene göre atalet yarıçapı

Yalnız basınç kuvveti altında hesaplanan gerilme:

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{135}{145,4} = 0,9 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 86 \Rightarrow \sigma_{bem} = 9,14 \text{ kN/cm}^2$$

Yalnız eğilme momenti altında hesaplanan gerilme:

$$\sigma_{bx} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{11532}{961,7} = 12 \text{ kN/cm}^2$$

$C_{mx} \cong 0,85$: yanal ötelenmesi önlenmemiş sistem

$$\sigma'_e = \frac{8290}{\lambda_x^2} = \frac{8290}{86^2} = 1,12 \text{ kN/cm}^2$$

Yanal burkulma halinde basınç emniyet gerilmesi

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0,3 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = \left(\frac{1028,3}{1153,2} \right) = 0,89$$

$$C_b = 1,75 + 1,05 \times 0,89 + 0,3 \times 0,89^2 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 2,92 \leq 2,3 \Rightarrow C_b = 2,3$$

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow \frac{8440 \times 2,3}{750 \times \frac{36}{43,18}} = 31,0 \leq 0,6 \times 27,5 \Rightarrow \sigma_B = 16,5 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\left(\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} \right) + \frac{C_{mx} \times \sigma_{bx}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ex}} \right) \times \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \times \sigma_{by}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ey}} \right) \times \sigma_{By}} \leq 1,0$$

$$\left(\frac{0,9}{9,14} \right) + \frac{0,85 \times 12}{\left(1,0 - \frac{0,09}{1,12} \right) \times 16,5} \leq 0,11 + 0,71 = 0,82 \leq 1,0 \checkmark$$

Kayma gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{30 \times 510}{17310 \times 0,80} = 1,1 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

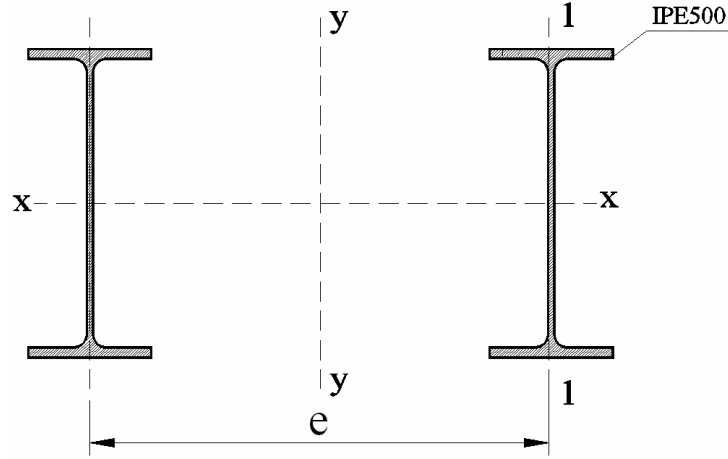
6.4.7.2. Uçak hangar alanı

Kolon elemanlarının en elverişsiz olan zarf yüklemesi için gerilme kontrolleri yapılacaktır.

Zarf yüklemesinden dolayı kolon elemanında oluşan toplam en büyük iç kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S+E)} = -1350 \text{ kN} \quad M_{\text{üst}(D+S+E)} = -5285 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+E)} = 48 \text{ kN}$$

Seçilen basınç çubuğu kesiti ve özellikleri aşağıdaki gibidir.



Şekil 6.33: Uçak hangar kolon eleman kesiti

IPE500 için:

$$h: 500 \text{ mm} \quad b: 200 \text{ mm} \quad t_f: 10,2 \text{ mm} \quad t_w: 16,0 \text{ mm} \quad F: 116 \text{ cm}^2$$

$$I_x: 48200 \text{ cm}^4 \quad W_x: 1930 \text{ cm}^3 \quad i_x: 20,4 \text{ cm} \quad S_x: 1100 \text{ cm}^3$$

$$I_y: 2140 \text{ cm}^4 \quad W_y: 214 \text{ cm}^3 \quad i_y: 4,31 \text{ cm}$$

2IPE500 için:

$$I_x = 2 \times I_x = 2 \times 48200 = 96400 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{I_x}{y} = \frac{96400}{25} = 3856 \text{ cm}^3 \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{96400}{2 \times 116}} = 20,4 \text{ cm}$$

$$I_y = 2 \times I_y + 2 \times A \times \left(\frac{e}{2}\right)^2 = 2 \times 2140 + 2 \times 116 \times \left(\frac{150}{2}\right)^2 = 1309280 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{I_y}{y} = \frac{1309280}{85} = 15403,3 \text{ cm}^3 \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{1309280}{2 \times 116}} = 75,1 \text{ cm}$$

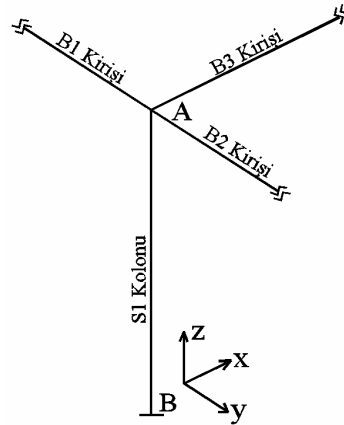
Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için Deprem Yönetmeliği Madde 4.3.1’de verilen enkesit koşulları uyarınca, kiriş enkesitinin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarının Çizelge 4.3’te verilen koşulları sağlaması gerekmektedir.

Kiriş enkesitinde yerel burkulmanın önlenmesini için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir.

$$\frac{b}{2 \times t} \leq 0,5 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{200}{2 \times 16,0} = 6,25 \leq 0,5 \times \sqrt{2100 / 2,75} = 13,8 \checkmark$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 5,0 \times \sqrt{E_s / \sigma_a} \Rightarrow \frac{500 - 2 \times 16}{10,2} = 45,9 \leq 5 \times \sqrt{2100 / 2,75} = 138 \checkmark$$

Enkesit koşullarının sağlandığı görülmektedir.



Şekil 6.34: Uçak hangar alanı kolon elemanı şematik görünüşü

$$I_{B3}: 878840 \text{ cm}^4 \quad L_{B3}: 6480 \text{ cm}$$

S1 kolonunda (x aksı) :

$$x \text{ aksı ve (A) ucu için} \rightarrow \sum \frac{I_c}{L_c} = \frac{1309280}{2310} = 566,8 \text{ cm}^3$$

$$\sum \frac{I_g}{L_g} = \frac{878840}{6480} = 135,6 \text{ cm}^3$$

$$G_A = \frac{566,8}{135,6} = 4,18$$

x aksı ve (B) ucu için →Temele mafsallı bağlantı olduğu için $G_B = 10,0$

Çizelge 4.2 kullanılarak G_A doğrusu üzerindeki 4,18 noktası ile G_B doğrusu üzerindeki 10,0 noktası bir çizgi ile birleştirilir. Bu çizginin k doğrusu üzerindeki değer okunur. Bu değer $k_x=2,5$ tir ve S1 burkulma boyu,

$$s_{kx} = 2,5 \times 2310 = 5775 \text{ cm.}$$

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,62 = 110,5$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{5775}{75,1} = 76,9 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{645}{20,4} = 31,6$$

Bağ levhalarının aralığı $s_{k1x}=200$ cm seçilmiştir.

$$\lambda_{1,x} = \frac{s_{kx}}{i_1} = \frac{200}{4,31} = 46,4 \leq 50$$

$$\lambda_{xi} = \sqrt{\lambda_x^2 + \frac{m}{2} \times \lambda_1^2} = \sqrt{76,9^2 + \frac{2}{2} \times 46,4^2} = 89,8$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 90 < 110,5$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Yalnız basınç kuvveti altında hesaplanan gerilme:

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{1350}{232} = 5,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 90 \Rightarrow \sigma_{bem} = 8,74 \text{ kN/cm}^2$$

Yalnız eğilme momenti altında hesaplanan gerilme:

$$\sigma_{bx} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{5285}{15403,3} = 0,3 \text{ kN/cm}^2$$

$C_{mx} \approx 0,85$: yanal ötelenmesi önlenmemiş sistem

$$\sigma'_e = \frac{8290}{\lambda_x^2} = \frac{8290}{90^2} = 1,02 \text{ kN/cm}^2$$

Yanal burkulma halinde basınç emniyet gerilmesi

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a$$

$C_b = 1$ alınacaktır.

$$\sigma_B = \frac{8440 \times C_b}{s \times \frac{d}{F_b}} \leq 0,6 \times \sigma_a \Rightarrow \frac{8440 \times 1}{2310 \times \frac{50}{128}} = 9,35 \leq 0,6 \times 27,5 \Rightarrow \sigma_B = 9,35 \text{ kN/cm}^2$$

Normal gerilme:

$$\left(\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} \right) + \frac{C_{mx} \times \sigma_{bx}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex}} \right) \times \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \times \sigma_{by}}{\left(1,0 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey}} \right) \times \sigma_{By}} \leq 1,0$$

$$\left(\frac{5,8}{8,74} \right) + \frac{0,85 \times 0,3}{\left(1,0 - \frac{0,58}{1,02} \right) \times 9,35} \leq 0,66 + 0,06 = 0,72 \leq 1,0 \checkmark$$

Kayma Gerilmesi:

$$\tau = \frac{V \times S_x}{I_x \times t_w} \leq \tau_{em} \Rightarrow \frac{48 \times 510}{1309280 \times 1,02} = 0,02 \leq 8,1 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Örgü çubukları:

$$V_i = 17,3 \text{ kN} \tan \alpha = \frac{200}{150} = 1,33 \Rightarrow \alpha = 60^\circ \sin \alpha = 0,81$$

$$D = \frac{48}{2 \times 0,81} = 29,6 \text{ kN}$$

Bağlantı kaynaklı yapıldığından örgü çubuklarını basınca göre irdelemek yeterlidir.

L100.10 için:

$$I_x: 177 \text{ cm}^4 W_x: 24,7 \text{ cm}^3 i_x: 3,04 \text{ cm} e_x: 2,82 \text{ cm} F: 19,2 \text{ cm}^2$$

$$I_y: 177 \text{ cm}^4 W_y: 24,7 \text{ cm}^3 i_y: 3,04 \text{ cm} e_y: 2,82 \text{ cm}$$

Deprem Yönetmeliği Madde 4.7.1.2'ye göre, basınca çalışan elemanların narinlik oranı

$$4,0 \times \sqrt{\frac{E_s}{\sigma_a}} = 4,0 \times 29,58 = 118,3$$

Sınır değerini aşmayacaktır.

$$\lambda_x = \frac{s_{kx}}{i_x} = \frac{170}{2,82} = 60,3 \quad \lambda_y = \frac{s_{ky}}{i_y} = \frac{170}{2,82} = 60,3$$

$$\lambda_{maks} = \lambda_x \approx 61 < 118$$

olduğundan narinlik koşulu sağlanmaktadır.

Normal gerilme:

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00$$

$$\lambda_{maks} = 61 \Rightarrow \sigma_{bem} = 10,60 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N}{A} = \frac{29,6}{19,2} = 1,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1,00 \Rightarrow \frac{1,5}{10,6} = 0,15 \leq 1,00 \checkmark$$

Birleşim noktasındaki kaynak hesabı:

$$a = 5 \text{ mm} \quad l'_1 = l'_2 = 200 \text{ mm}$$

$$F_k = 0,5 \times 2 \times (20 - 2 \times 0,5) = 19 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{kay} = \frac{V}{F_k} = \frac{29,6}{19} = 1,6 \leq 11 \text{ kN/cm}^2$$

6.4.8. Birleşim hesabı

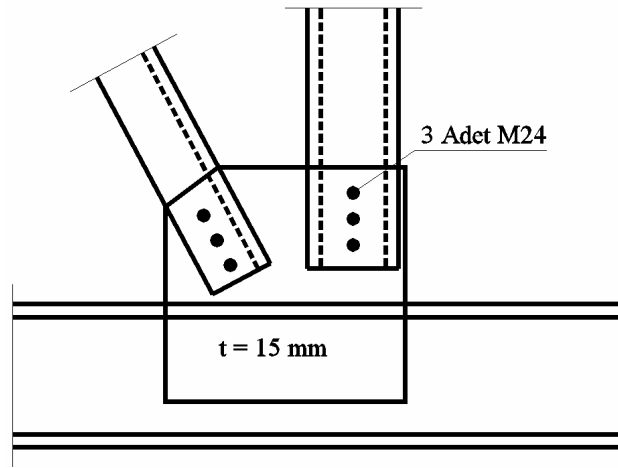
6.4.8.1. Diyagonal elemanların birleşim hesabı

Birleşim noktasına etkiyen en elverişsiz zarf yüklemesi için gerekli kontroller yapılacaktır.

Yüklemelerden dolayı düğüm noktasında oluşan kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D)} = -24,8 \text{ kN} \quad N_{(S)} = -13,4 \text{ kN}$$

$$N_{(W)} = -12,7 \text{ kN} \quad N_{(E)} = -23,7 \text{ kN}$$



Şekil 6.35: Uçak hangar alanı diyagonal çubuk düğüm noktası

Birleşime etkiyen en büyük eksenel kuvvet :

$$N_{(D)} + N_{(S)} + \Omega \cdot N_{(E)} = 24,8 + 13,4 + 2 \cdot 23,7 = 85,6 \text{ kN}$$

Enkesit profili : 2NPU120

Seçilen düğüm noktası kalınlığı : $t = 15 \text{ mm}$

Birleşimde 2x3 Adet M24 (ISO 8.8) bulon kullanılacaktır.

$$\text{Bir bulona gelen kuvvet: } V = \frac{85,6}{6} = 15 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceği kuvvet,

a. Makaslamaya göre

$$N_{s1} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \tau_{sem} \quad (6.26)$$

b. Ezilmeye göre

$$N_{s1} = d \times t_{\min} \times \sigma_{Lem} \quad (6.27)$$

$$N_{s1} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \tau_{sem} = \frac{3,14 \times 2,4^2}{4} \times 22 = 99,5 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = d \times t_{\min} \times \sigma_{Lem} = 2,4 \times 0,7 \times 32 = 54 \text{ kN}$$

$$\min N_{s1} = 54 \text{ kN} > 15 \text{ kN} \checkmark$$

Diyagonellerin aksenal basınç kapasitesi:

$$N_{bd} = 1,7 \times \sigma_{bem} \times A = 1,7 \times 6,53 \times 34 = 377,4 < 1,7 \times 60 \times 5,4 = 550,8 \text{ kN} \checkmark$$

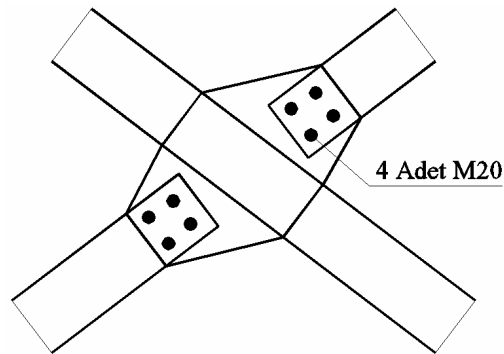
6.4.8.2. Çapraz elemanların birleşim hesabı

Birleşim noktasına etkiyen en elverişsiz zarf yüklemesi için gerekli kontroller yapılacaktır.

Yüklemelerden dolayı düğüm noktasında oluşan kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D)} = 3 \text{ kN} \quad N_{(S)} = 3 \text{ kN}$$

$$N_{(W)} = 1 \text{ kN} \quad N_{(E)} = -1 \text{ kN} \quad N_{(T)} = -53 \text{ kN}$$



Şekil 6.36: Depo alanı çapraz eleman düğüm noktası

Birleşime etkiyen en büyük eksenel kuvvet :

$$N_{(D)} + N_{(S)} + N_{(T)} + \Omega \cdot N_{(E)} = 3 + 3 + 53 + 2 \cdot 1 = 61,0 \text{ kN}$$

Enkesit profili : Ø139,7*4,5

Seçilen düğüm noktası kalınlığı : $t = 12 \text{ mm}$

Birleşimde 4 Adet M24 (ISO 8.8) bulon kullanılacaktır.

$$\text{Bir bulona gelen kuvvet: } V = \frac{61,0}{4} = 15,3 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceği kuvvet,

$$N_{s1} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times \tau_{sem} = \frac{3,14 \times 2,0^2}{4} \times 22 = 69,1 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = d \times t_{\min} \times \sigma_{Lem} = 2,0 \times 1,2 \times 32 = 76,8 \text{ kN}$$

$$\min N_{s1} = 69 \text{ kN} > 15,3 \text{ kN} \checkmark$$

Diyagonellerin eksenel basınç kapasitesi:

$$N_{bd} = 1,7 \times \sigma_{bem} \times A = 1,7 \times 6,77 \times 19,1 = 21,98 < 1,7 \times 40 \times 6,9 = 469,2 \text{ kN} \checkmark$$

6.4.8.3. Depo alanı kolonların temel bağlantı hesabı

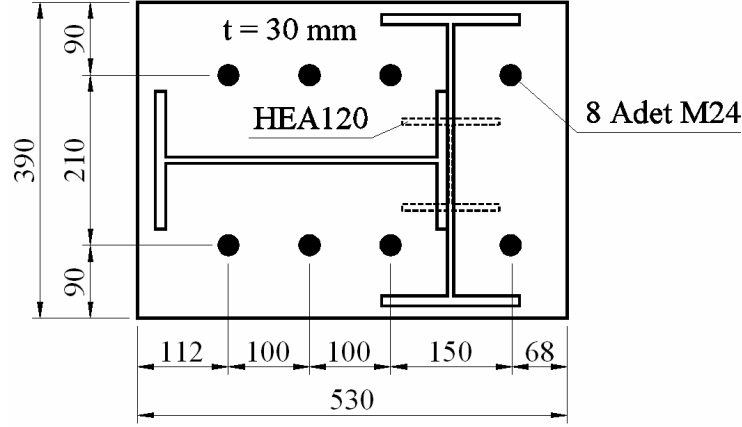
Birleşim noktasına etkiyen en elverişsiz zarf yüklemesi için gerekli kontroller yapılacaktır.

Yüklemelerden dolayı düğüm noktasında oluşan kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

$$N_{(D+S)} = 130,2 \text{ kN} \quad M_{(D+S)} = 4980,9 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S)} = 20,7 \text{ kN}$$

$$N_{(E)} = 13,4 \text{ kN} \quad M_{(E)} = 3904,3 \text{ kN.cm} \quad V_{(E)} = 13,2 \text{ kN}$$

$$N_{(D+S+E)} = 143,6 \text{ kN} \quad M_{(D+S+E)} = 8885,2 \text{ kN.cm} \quad V_{(D+S+E)} = 33,9 \text{ kN}$$



Şekil 6.37: Depo alanı temel bağlantı detayı

Seçilen taban plakası kalınlığı : $t = 30 \text{ mm}$

Birleşimde 8 Adet M24 (ISO 10.9) bulon kullanılacaktır.

Kullanılan bekN kalitesi : BS30

Eğilme momenti ve normal kuvvetten dolayı kolon tabanında oluşan çekme ve basınç kuvvetleri:

$$D = \frac{M + N \times e_z}{(e_z + e_d)} \quad (6.28)$$

$$Z = \frac{M - N \times e_d}{(e_z + e_d)} \quad (6.29)$$

$$e_z = \frac{A}{2} - e_1 \quad e_d = \frac{3}{8} \times A \quad (6.30)$$

Burada,

D : mesnette oluşan en büyük basınç kuvveti

Z : mesnette oluşan en büyük çekme kuvveti

A : taban plakasının uzunluğu

e_d : plakanın merkezinden basınç kuvvetine olan mesafe

e_z : plakanın merkezinden çekme kuvvetine olan mesafe

e_1 : en dıştaki ankraj deliğinin plaka ucuna olan mesafesi

$$e_z = \frac{A}{2} - e_1 = \frac{53}{2} - 11,2 = 15,3 \text{ cm} \quad e_d = \frac{3}{8} \times A = \frac{3}{8} \times 53 = 20,0 \text{ cm}$$

$$D = \frac{M + N \times e_z}{(e_z + e_d)} = \frac{8885,2 + 143,6 \times 15,3}{(15,3 + 20,0)} = \frac{11082}{35,3} = 314 \text{ kN}$$

$$Z = \frac{M - N \times e_d}{(e_z + e_d)} = \frac{8885,2 - 143,6 \times 20}{(15,3 + 20,0)} = \frac{6013,2}{35,3} = 170,3 \text{ kN}$$

Bir bulona gelen çekme kuvveti:

$$P = \frac{Z}{2} = \frac{170,3}{2} = 85,2 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceği kuvvet,

$$N_{s1} = \frac{\pi \times (0,86 \times d)^2}{4} \times \sigma_{\text{çem}} = \frac{3,14 \times (0,86 \times 2,4)^2}{4} \times 45 = 150,5 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = 150,5 \text{ kN} > 85,2 \text{ kN} \quad \checkmark$$

BekN basınç gerilmesi (ρ):

$$\rho = \frac{D}{\frac{A}{4} \times B} = \frac{314000}{\frac{53}{4} \times 39} = 607,7 \leq 800 \text{ N/cm}^2$$

Taban plakası kalınlığı tahkiki (t):

$$M = \rho \times \frac{c_1^2}{2} = 607,7 \times \frac{6,8^2}{2} = 14,1 \text{ kN/cm}^2$$

$$t = 2,45 \times \sqrt{\frac{M}{\sigma_{\text{çem}}}} = 2,45 \times \sqrt{\frac{14,1}{14,4}} = 2,42 \text{ cm} < 3 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Kolon gövdesini taban levhasına bağlayan kaynak dikişlerin kontrolü:

$$\tau_{\text{kay}} = \frac{33,9}{2 \times 0,6 \times (46,8 - 2 \times 0,6)} = 0,7 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Kesme elemanında tahkikler (HEA 120):

BekN gerilmesi:

$$\rho' = \frac{33900}{9,8 \times 15} = 231 \leq 800 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Profilde tahkik:

$$M = 0,231 \times 9,8 \times \frac{15^2}{2} = 254,7 \text{ kN.cm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{254,7}{38,50} = 6,6 \leq 16,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Kesme elemanını taban levhasına bağlayan kaynaklarda tahkik:

$$I_k = 2 \times \frac{0,6 \times 45,6^3}{12} = 9482 \text{ cm}^4 \quad F_k = 2 \times 0,6 \times 45,6 = 54,72 \text{ cm}^2$$

$$M = 33,9 \times \frac{15}{2} = 254 \text{ kN.cm}$$

$$\sigma_{kay} = \frac{254}{9482} \times \frac{45,6}{2} = 0,6 \leq 7,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

$$\tau_{kay} = \frac{33,9}{54,72} = 0,6 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{kay}^2 + \tau_{kay}^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,6^2} = 0,85 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Yukarıdaki tahkiklere ek olarak, temel bağlantı detayının kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır.

a) Temele birleşen kolonun eğilme momenti ve eksenel kuvvet kapasitelerinin $1,1 \times D_a$ katına eşit olan eğilme momenti ve normal kuvvet.

Kolonun eğilme momenti kapasitesi (plastik moment) ve eksenel kuvvet kapasitesi

$$M_p = W_{xp} \times \sigma_a = 2 \times 510 \times 27,5 = 28050 \text{ kN.cm}$$

$$N_p = A \times \sigma_a = 145,4 \times 27,5 = 3998,5 \text{ kN}$$

St44 çeliğinden yapılan hadde profilleri için arttırma katsayısı: $D_a=1,1$

$$1,1 \times D_a \times M_p = 1,1 \times 1,1 \times 28050 = 33940,5 \text{ kN.cm}$$

$$1,1 \times D_a \times N_p = 1,1 \times 1,1 \times 3998,5 = 4838,2 \text{ kN}$$

b) Deprem yönetmeliği Bölüm 4.2.4'te tanımlanan arttırılmış yükleme durumlarından dolayı kolon taban kesitinde meydana gelen eğilme momenti ve normal kuvvet.

D+S+ Ω_0 ·E yüklemesi için:

$$M=M_{(D+S)} + \Omega_0 \cdot M_{(E)} = 4980,9 + 2,0 \cdot 3904,3 = 12789,5 \text{ kN.cm}$$

$$N=N_{(D+S)} + \Omega_0 \cdot N_{(E)} = 130,2 + 2,0 \cdot 13,4 = 157 \text{ kN}$$

Eğilme momenti ve normal kuvvetten dolayı kolon tabanında oluşan çekme ve basınç kuvvetleri:

$$e_z = \frac{A}{2} - e_1 = \frac{53}{2} - 11,2 = 15,3 \text{ cm} \quad e_d = \frac{3}{8} \times A = \frac{3}{8} \times 53 = 20,0 \text{ cm}$$

$$D = \frac{M + N \times e_z}{(e_z + e_d)} = \frac{12789,5 + 157 \times 15,3}{(15,3 + 20,0)} = \frac{15191,6}{35,3} = 410,4 \text{ kN}$$

$$Z = \frac{M - N \times e_d}{(e_z + e_d)} = \frac{12789,5 - 157 \times 20}{(15,3 + 20,0)} = \frac{9649,5}{35,3} = 273,4 \text{ kN}$$

Bir bulona gelen çekme kuvveti:

$$P = \frac{Z}{2} = \frac{273,4}{2} = 136,7 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceği kuvvet,

$$N_{s1} = \frac{\pi \times (0,86 \times d)^2}{4} \times \sigma_{\text{çem}} = \frac{3,14 \times (0,86 \times 2,4)^2}{4} \times 45 = 150,5 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = 150,5 \text{ kN} > 136,7 \text{ kN} \quad \checkmark$$

BekN basınç gerilmesi (ρ):

$$\rho = \frac{D}{\frac{A}{4} \times B} = \frac{410400}{\frac{53}{4} \times 39} = 794,2 \leq 800 \text{ N/cm}^2$$

Taban plakası kalınlığı tahkiki (t):

$$M = \rho \times \frac{c_1^2}{2} = 800 \times \frac{6,8^2}{2} = 18,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$t = 2,45 \times \sqrt{\frac{M}{\sigma_{\zeta em}}} = 2,45 \times \sqrt{\frac{18,5}{14,4}} = 2,78 \text{ cm} < 3 \text{ cm} \checkmark$$

Kolon gövdesini taban levhasına bağlayan kaynak dikişlerin kontrolü:

$$\tau_{kay} = \frac{33,9}{2 \times 0,6 \times (46,8 - 2 \times 0,6)} = 0,7 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

6.4.8.4. Uçak hangar alanı kolonların temel bağlantı hesabı

Birleşim noktasına etkiyen en elverişsiz zarf yüklemesi için gerekli kontroller yapılacaktır.

Yüklemelerden dolayı düğüm noktasında oluşan kuvvetler aşağıda ifade edilmiştir.

Sol Mesnet (Basınç):

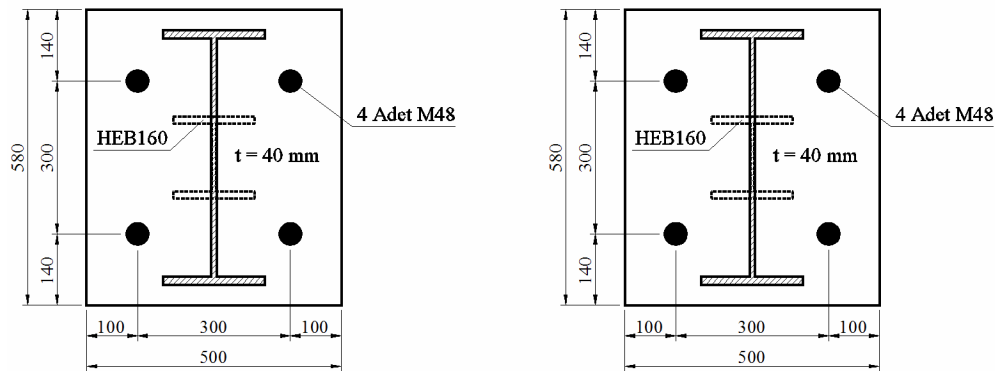
$$N_{(D+S)} = -230,7 \text{ kN} \quad N_{(E)} = -556,4 \text{ kN} \quad N_{(D+S+E)} = -787,1 \text{ kN}$$

$$V_{(D+S)} = 84,7 \text{ kN} \quad V_{(E)} = 61,7 \text{ kN} \quad V_{(D+S+E)} = 146,4 \text{ kN}$$

Sağ Mesnet (Çekme):

$$N_{(D+S)} = 668,6 \text{ kN} \quad N_{(E)} = 577,5 \text{ kN} \quad N_{(D+S+E)} = 1246,1 \text{ kN}$$

$$V_{(D+S)} = 54,9 \text{ kN} \quad V_{(E)} = 46,2 \text{ kN} \quad V_{(D+S+E)} = 101,1 \text{ kN}$$



Şekil 6.38: Uçak hangar alanı temel bağlantı detayı

Seçilen taban plakası kalınlığı : t = 40 mm

Birleşimde 4 Adet M42 (ISO 10.9) bulon kullanılacaktır.

Kullanılan bekN kalitesi : BS30

Bir bulona gelen çekme kuvveti:

$$P = \frac{Z}{4} = \frac{1246,1}{4} = 311,6 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceğı kuvvet,

$$N_{s1} = \frac{\pi \times (0,86 \times d)^2}{4} \times \sigma_{\text{çem}} = \frac{3,14 \times (0,86 \times 4,2)^2}{4} \times 45 = 460 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = 460 \text{ kN} > 311,6 \text{ kN} \checkmark$$

BekN basınç gerilmesi (ρ):

$$\rho = \frac{D}{A \times B} = \frac{787100}{50 \times 58} = 271,4 \leq 800 \text{ N/cm}^2$$

Taban plakası kalınlığı tahkiki (t):

$$t = c \times \sqrt{\frac{3 \times \rho}{\sigma_{\text{çem}}}} = 15 \times \sqrt{\frac{3 \times 0,27}{21,6}} = 2,91 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \checkmark$$

Kolon gövdesini taban levhasına bağlayan kaynak dikişlerin kontrolü:

$$\tau_{\text{kay}} = \frac{146,4}{2 \times 0,6 \times (46,8 - 2 \times 0,6)} = 2,7 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Kesme elemanında tahkikler (HEB 160):

BekN gerilmesi:

$$\rho' = \frac{146400}{13,4 \times 15} = 778 \leq 800 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

Profilde tahkik:

$$M = 0,778 \times 13,4 \times \frac{15^2}{2} = 1173 \text{ kN.cm}$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1173}{111} = 10,6 \leq 16,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Kesme elemanını taban levhasına bağlayan kaynaklarda tahkik:

$$I_k = 2 \times \frac{0,6 \times 45,6^3}{12} = 9482 \text{ cm}^4 \quad F_k = 2 \times 0,6 \times 45,6 = 54,72 \text{ cm}^2$$

$$M = 146,4 \times \frac{15}{2} = 1098 \text{ kN.cm}$$

$$\sigma_{kay} = \frac{1098}{9482} \times \frac{45,6}{2} = 2,64 \leq 7,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

$$\tau_{kay} = \frac{146,4}{54,72} = 2,68 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{kay}^2 + \tau_{kay}^2} = \sqrt{2,64^2 + 2,68^2} = 2,8 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \quad \checkmark$$

Yukarıdaki tahkiklere ek olarak, temel bağlantı detayının kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır.

a) Temele birleşen kolonun eğilme momenti ve eksenel kuvvet kapasitelerinin $1,1 \times D_a$ katına eşit olan eğilme momenti ve normal kuvvet.

Kolonun eğilme momenti kapasitesi (plastik moment) ve eksenel kuvvet kapasitesi

$$M_p = W_{xp} \times \sigma_a = 2 \times 15403 \times 27,5 = 847165 \text{ kN.cm}$$

$$N_p = A \times \sigma_a = 232 \times 27,5 = 6380 \text{ kN}$$

St44 çeliğinden yapılan hadde profilleri için arttırma katsayısı: $D_a = 1,1$

$$1,1 \times D_a \times M_p = 1,1 \times 1,1 \times 847170 = 1025970 \text{ kN.cm}$$

$$1,1 \times D_a \times N_p = 1,1 \times 1,1 \times 6380 = 7720 \text{ kN}$$

b) Deprem yönetmeliği Bölüm 4.2.4'te tanımlanan arttırılmış yükleme durumlarından dolayı kolon taban kesitinde meydana gelen eğilme momenti ve normal kuvvet.

D+S+Ω₀·E yüklemesi için:

$$N = N_{(D+S)} + \Omega_0 \cdot N_{(E)} = -230,7 + 2,0 \cdot -556,4 = -1343,5 \text{ kN}$$

$$N = N_{(D+S)} + \Omega_o \cdot N_{(E)} = 668,6 + 2,0 \cdot 577,5 = 1823,6 \text{ kN}$$

Eğilme momenti ve normal kuvvetten dolayı kolon tabanında oluşan çekme ve basınç kuvvetleri:

Bir bulona gelen çekme kuvveti:

$$P = \frac{Z}{4} = \frac{1823,6}{4} = 456 \text{ kN}$$

Bir bulonun aktarabileceği kuvvet,

$$N_{s1} = \frac{\pi \times (0,86 \times d)^2}{4} \times \sigma_{\zeta em} = \frac{3,14 \times (0,86 \times 4,2)^2}{4} \times 45 = 460 \text{ kN}$$

$$N_{s1} = 460 \text{ kN} > 456 \text{ kN} \checkmark$$

BekN basınç gerilmesi (ρ):

$$\rho = \frac{D}{A \times B} = \frac{1343500}{50 \times 58} = 463,3 \leq 800 \text{ N/cm}^2$$

Taban plakası kalınlığı tahkiki (t):

$$t = c \times \sqrt{\frac{3 \times \rho}{\sigma_{\zeta em}}} = 15 \times \sqrt{\frac{3 \times 0,46}{21,6}} = 3,8 \text{ cm} < 4 \text{ cm} \checkmark$$

Kolon gövdesini taban levhasına bağlayan kaynak dikişlerin kontrolü:

$$\tau_{kay} = \frac{146,4}{2 \times 0,6 \times (46,8 - 2 \times 0,6)} = 2,7 \leq 11 \text{ kN/cm}^2 \checkmark$$

7. METRAJ

Yapı sisteminin malzeme listesi EK1 de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Yapı sisteminin toplam kNajı 12.733.508 N' dır.

8. SONUÇ

Yapı sistemimin toplam kNaj miktarını daha önce yapılmış olan benzer projeler ile karşılaştırarak seçmiş olduğumuz taşıyıcı sistemin ve herbir elemanın (kolon, kiriş, çapraz vs.) doğruluğunu tez çalışmasının amacı doğrultusunda değerlendirilmiştir.

8.1. Dubai Yeni Mühendislik Merkezi A380 Bakım Hangarı

Toplam KNaj: 18000 kN

Ebatlar: 108 x 100 x 30: 10800 m² kapalı alan

Yüklemeler: 300 N/m² (ölü yük) + 500 N/m² (toz yükü) : 800 N/m²

Değerlendirme: 1670 N/m² (birim alandaki kNaj)2,09 (taşıdığı yüke oranı)

8.2. Qatar Al Saqaq Arena

Toplam KNaj: 70000 kN

Ebatlar: 350 x 150 x 35: 52500 m² kapalı alan

Yüklemeler: 300 N/m² (ölü yük) + 500 N/m² (toz yükü) : 800 N/m²

Değerlendirme: 1330 N/m² (birim alandaki kNaj)1,66 (taşıdığı yüke oranı)

8.3. 11nci Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı Uçak Hat Bakım Hangarı

Toplam KNaj: 7440 kN

Ebatlar: 60,8 x 73,17 x 16: 4449 m² kapalı alan

Yüklemeler: 400 N/m² (ölü yük) + 800 N/m² (kar yükü) : 1200 N/m²

Değerlendirme: 1670 N/m² (birim alandaki kNaj)1,39 (taşıdığı yüke oranı)

8.4. A400M Uçak Hangarı (Tez Çalışması)

Toplam KNaj: 12740 kN

Ebatlar: 104,5 x 65,65 x 27,5: 6860 m² kapalı alan

Yüklemeler: 400 N/m² (ölü yük) + 950 N/m² (kar yükü) : 1350 N/m²

Değerlendirme: 1850 N/m² (birim alandaki kNaj)1,37 (taşıdığı yüke oranı)

Yukarıda verilen farklı çelik konstrüksiyon projelere ait değerler doğrultusunda yapının birim alanına gelen toplam kNaj miktarı ilgili konstrüksiyona etki eden yüklemelere, yapı sisteminin sahip olduğu geometriye ve yapı sisteminin taşıyıcı sistemi ile herbir taşıyıcı elemanın kesitlerinin seçimine göre değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Bu tez çalışmasında tasarımı yapılan A400M Uçak Hangarı'nda tercih edilen taşıyıcı sistemin ve seçimi yapılan herbir taşıyıcı elemanın yukarıdaki değerlendirmeler doğrultusunda ekonomik çözümler sağladığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- AISC – LRFD**, 1993: “Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Steel Buildings”, AISC, 2nd Ed., American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois.
- Aydinoğlu, N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H.** 2006: “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Örnekler Kitabı” , İnkansa Matbaacılık, Ankara.
- CSI**, 2004. “SAP2000 Users’s Manual” , Computers and Structures, Inc., Berkeley, California.
- Deren, H., Uzgider, E. ve Piroğlu F.**, 2004: “Çelik Yapılar” , ISBN : 9754360618, Çağlayan Kitabevi, Beyoğlu, İstanbul.
- Odabaşı, Y.**, 1997: “Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları” , ISBN : 9754862141, Beta Basım A.Ş., Çağaloğlu, İstanbul.
- Uzgider, E., Piroğlu, F., Çağlayan B.Ö., Vural, M., Eskimumcu, T., Altıneller, M., Güvensoy, S., Dinç, A.T., Parlar, N.**, 2008: “Çelik Yapılar Emniyet Gerilmesi Esasına Göre Hesap ve Proje Esasları” , Maya Basın Yayın, Sultanahmet, İstanbul.
- TSE 498**, 1997. “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE 648**, 1980. “Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları” , Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

EKLER

EK A.1 : Mazleme Listesi

EK A.2 : Genel Yerleşim Planları

EK A.1

Size	Grade	Qty.	Length(mm)	Area(m ²)	Weight(N)
Ø88.9*3	St 37.2	13	5066	1.4	316
Ø88.9*3	St 37.2	13	4668	1.2	291
Ø88.9*3	St 37.2	13	4152	1.1	257
Ø88.9*3	St 37.2	13	4038	1.1	254
Ø88.9*3	St 37.2	13	4029	1.1	253
Ø88.9*3	St 37.2	13	3941	1.1	248
Ø88.9*3	St 37.2	13	2147	0.6	135
Ø88.9*3	St 37.2	13	2139	0.6	134
Ø88.9*3	St 37.2	13	2019	0.5	127
Ø88.9*3	St 37.2	13	1974	0.5	124
Ø88.9*3	St 37.2	13	1700	0.5	106
Ø88.9*3	St 37.2	13	1666	0.4	104
Ø88.9*3	St 37.2	13	1590	0.4	100
Ø88.9*3	St 37.2	9	4304	1.1	265
Ø88.9*3	St 37.2	9	1590	0.4	100
Ø88.9*3	St 37.2	4	4292	1.1	264
Ø88.9*3	St 37.2	4	1578	0.4	99
585226			156.6	36566	
Ø88.9*4	St 37.2	12	2095	0.6	171
Ø88.9*4	St 37.2	12	2039	0.5	166
Ø88.9*4	St 37.2	12	1878	0.5	152
Ø88.9*4	St 37.2	12	1748	0.5	142
Ø88.9*4	St 37.2	12	1632	0.4	132
Ø88.9*4	St 37.2	6	2232	0.6	182
Ø88.9*4	St 37.2	6	1989	0.5	162
Ø88.9*4	St 37.2	6	1819	0.5	148
Ø88.9*4	St 37.2	6	1587	0.4	128
Ø88.9*4	St 37.2	6	1511	0.4	122
Ø88.9*4	St 37.2	6	1498	0.4	121
Ø88.9*4	St 37.2	6	1464	0.4	118
Ø88.9*4	St 37.2	6	1379	0.4	111
Ø88.9*4	St 37.2	6	1347	0.4	108
Ø88.9*4	St 37.2	6	1316	0.3	106
Ø88.9*4	St 37.2	6	1236	0.3	99
Ø88.9*4	St 37.2	1	1314	0.4	109
Ø88.9*4	St 37.2	6	1218	0.3	98

			225583	59.0	18274
Ø114.3*6.3	St 37.2	5	2301	0.8	383
Ø114.3*6.3	St 37.2	4	5162	1.7	856
Ø114.3*6.3	St 37.2	4	4927	1.7	816
Ø114.3*6.3	St 37.2	3	2301	0.8	383
Ø114.3*6.3	St 37.2	8	2164	0.7	360
			76075	25.8	12629
Ø114.3*6.5	St 37.2	32	3155	1.1	538
Ø114.3*6.5	St 37.2	24	2623	0.9	447
Ø114.3*6.5	St 37.2	16	2436	0.8	414
Ø114.3*6.5	St 37.2	16	2436	0.8	414
Ø114.3*6.5	St 37.2	12	1330	0.4	223
Ø114.3*6.5	St 37.2	8	2432	0.8	414
Ø114.3*6.5	St 37.2	6	1710	0.6	288
Ø114.3*6.5	St 37.2	6	1100	0.4	183
Ø114.3*6.5	St 37.2	4	3205	1.1	547
Ø114.3*6.5	St 37.2	4	3173	1.1	541
Ø114.3*6.5	St 37.2	4	2447	0.8	416
Ø114.3*6.5	St 37.2	4	2398	0.8	408
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	3071	1.0	524
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	3071	1.0	524
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	3071	1.0	524
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	3071	1.0	524
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	2670	0.9	455
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	2670	0.9	455
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	2621	0.9	446
Ø114.3*6.5	St 37.2	2	2621	0.9	446
Ø114.3*6.5	St 37.2	6	986	0.3	164
			390683	131.7	66425
Ø139.7*6	St 37.2	8	3463	1.5	681
Ø139.7*6	St 37.2	8	3091	1.3	607
Ø139.7*6	St 37.2	6	1917	0.8	372
Ø139.7*6	St 37.2	6	1278	0.5	246
Ø139.7*6	St 37.2	6	905	0.4	173
Ø139.7*6	St 37.2	6	893	0.4	170
Ø139.7*6	St 37.2	6	866	0.4	165
			87589	36.6	17059
CFCHS48.3X2	St 37.2	52	1000	0.2	23
CFCHS48.3X2	St 37.2	39	1425	0.2	33
CFCHS48.3X2	St 37.2	26	548	0.1	13
CFCHS48.3X2	St 37.2	13	4816	0.7	110
CFCHS48.3X2	St 37.2	26	270	0.0	06

			191472	29.1	4374
CFCHS114.3X3	St 37.2	12	2899	1.0	239
CFCHS114.3X3	St 37.2	12	2334	0.8	192
CFCHS114.3X3	St 37.2	12	2261	0.8	186

			89929	32.3	7405
D12	St 37.2	532	2618	0.1	21
D12	St 37.2	312	2112	0.1	17
D12	St 37.2	200	1600	0.1	13
D12	St 37.2	112	2822	0.1	23
D12	St 37.2	108	2114	0.1	17
D12	St 37.2	108	1933	0.1	15
D12	St 37.2	104	1115	0.0	09
D12	St 37.2	84	2533	0.1	20
D12	St 37.2	78	2484	0.1	20
D12	St 37.2	69	1750	0.1	14
D12	St 37.2	69	1100	0.0	9.0
D12	St 37.2	66	2100	0.1	17
D12	St 37.2	56	2745	0.1	22
D12	St 37.2	52	1503	0.1	12
D12	St 37.2	52	1450	0.1	12
D12	St 37.2	52	1350	0.0	11
D12	St 37.2	39	1577	0.1	13
D12	St 37.2	27	1350	0.0	11
D12	St 37.2	26	2336	0.1	19
D12	St 37.2	26	2112	0.1	17
D12	St 37.2	26	2013	0.1	16
D12	St 37.2	26	2007	0.1	16
D12	St 37.2	26	1701	0.1	14
D12	St 37.2	26	1700	0.1	14
D12	St 37.2	26	1637	0.1	13
D12	St 37.2	26	1581	0.1	13
D12	St 37.2	26	1400	0.1	11
D12	St 37.2	26	1376	0.1	11
D12	St 37.2	26	1336	0.0	11
D12	St 37.2	26	1300	0.0	10
D12	St 37.2	26	1212	0.0	10
D12	St 37.2	26	1200	0.0	10
D12	St 37.2	26	1175	0.0	9.0
D12	St 37.2	26	1115	0.0	9.0
D12	St 37.2	26	1000	0.0	8.0
D12	St 37.2	26	700	0.0	6.0
D12	St 37.2	25	1250	0.0	10
D12	St 37.2	22	1600	0.1	13
D12	St 37.2	16	1400	0.1	11
D12	St 37.2	13	1577	0.1	13
D12	St 37.2	10	3879	0.1	31

D12	St 37.2	10	3571	0.1	29
D12	St 37.2	9	1100	0.0	9.0
D12	St 37.2	8	3647	0.1	29
D12	St 37.2	8	1600	0.1	13
D12	St 37.2	6	2780	0.1	22
D12	St 37.2	6	2595	0.1	21
D12	St 37.2	5	1100	0.0	9.0
D12	St 37.2	4	3667	0.1	29
D12	St 37.2	4	3420	0.1	27
D12	St 37.2	4	3338	0.1	27
D12	St 37.2	4	2146	0.1	17
D12	St 37.2	4	2114	0.1	17
D12	St 37.2	4	1600	0.1	13
D12	St 37.2	2	2873	0.1	23
D12	St 37.2	2	2484	0.1	20
D12	St 37.2	2	730	0.0	6.0
D12	St 37.2	1	1750	0.1	14
D12	St 37.2	1	1250	0.0	10
D12	St 37.2	30	329	0.0	3.0

			5521119	203.4	44131
HEA120	St 44.2	42	150	0.1	30

			6300	4.2	1251
HEB100	St 44.2	44	150	0.1	31

			6600	3.7	1347
HEB160	St 44.2	4	150	0.1	64

			600	0.6	256
HEB300	St 44.2	6	11930	20.6	13954
HEB300	St 44.2	6	4430	7.7	5182

			98160	169.8	114813
HI300-15-20*30	St 37.2	1	480	0.7	429
HI300-15-20*30	St 37.2	5	480	0.7	429

			2880	4.0	2574
HI800-20-25*40	St 37.2	4	5260	16.7	14452
HI800-20-25*40	St 37.2	22	4990	15.8	13710

			130820	415.2	359428
INP120	St 37.2	52	842	0.4	94

		43784	19.2	4881	
INP160	St 37.2	27	825	0.5	148
INP160	St 37.2	26	4876	2.8	872
INP160	St 37.2	14	7195	4.1	1287
INP160	St 37.2	13	6978	4.0	1248
INP160	St 37.2	13	4878	2.8	873
INP160	St 37.2	27	482	0.3	86

		416906	239.7	74585	
INP200	St 37.2	150	4775	3.4	1252
INP200	St 37.2	14	1177	0.8	309
INP200	St 37.2	6	2888	2.0	757
INP200	St 37.2	2	7204	5.1	1889
INP200	St 37.2	2	6604	4.7	1732
INP200	St 37.2	2	6304	4.5	1653
INP200	St 37.2	2	6004	4.3	1574
INP200	St 37.2	2	5704	4.0	1496
INP200	St 37.2	2	5404	3.8	1417
INP200	St 37.2	2	5112	3.6	1340
INP200	St 37.2	2	5104	3.6	1338
INP200	St 37.2	2	4804	3.4	1260
INP200	St 37.2	2	4504	3.2	1181
INP200	St 37.2	2	4204	3.0	1102
INP200	St 37.2	2	3724	2.6	976
INP200	St 37.2	2	1240	0.9	325
INP200	St 37.2	2	1214	0.9	318
INP200	St 37.2	1	7582	5.4	1988
INP200	St 37.2	1	7504	5.3	1968
INP200	St 37.2	1	7504	5.3	1968
INP200	St 37.2	1	6904	4.9	1810
INP200	St 37.2	1	6904	4.9	1810
INP200	St 37.2	1	6847	4.9	1795
INP200	St 37.2	1	3904	2.8	1024
INP200	St 37.2	1	3904	2.8	1024
INP200	St 37.2	1	3483	2.5	913
INP200	St 37.2	1	3483	2.5	913
INP200	St 37.2	2	1118	0.8	293

		944579	669.7	247659	
INP260	St 37.2	27	4740	4.3	1983
INP260	St 37.2	18	4440	4.0	1858

		207900	188.4	86986	
INP300	St 37.2	10	11930	12.3	6462
INP300	St 37.2	10	4430	4.6	2400

INP300	St 37.2	6	10914	11.2	5912
INP300	St 37.2	6	10426	10.7	5647
INP300	St 37.2	6	9243	9.5	5007
INP300	St 37.2	6	9095	9.4	4926
INP300	St 37.2	6	6370	6.6	3450
INP300	St 37.2	6	1638	1.7	887
INP300	St 37.2	6	1524	1.6	825
INP300	St 37.2	1	11983	12.3	6491
INP300	St 37.2	1	11983	12.3	6491
INP300	St 37.2	1	11945	12.3	6470
INP300	St 37.2	1	11945	12.3	6470
INP300	St 37.2	1	10427	10.7	5648
INP300	St 37.2	1	10427	10.7	5648
INP300	St 37.2	6	500	0.5	271

530572 546.5 287384

IPE360	St 37.2	14	10768	14.6	6145
IPE360	St 37.2	14	10657	14.4	6082
IPE360	St 37.2	14	7429	10.1	4240
IPE360	St 37.2	14	7419	10.0	4234

507827 687.1 289814

IPE500	St 37.2	28	12268	21.4	11171
IPE500	St 37.2	28	12118	21.1	11035
IPE500	St 37.2	28	11141	19.4	10145
IPE500	St 37.2	28	10811	18.9	9845

1297469 2262.8 1181476

L50*5	St 37.2	56	1325	0.3	50
L50*5	St 37.2	50	1212	0.2	46
L50*5	St 37.2	13	1973	0.4	74
L50*5	St 37.2	12	1472	0.3	55
L50*5	St 37.2	8	1273	0.2	48
L50*5	St 37.2	2	1212	0.2	46
L50*5	St 37.2	2	973	0.2	37
L50*5	St 37.2	1	1972	0.4	74
L50*5	St 37.2	26	758	0.1	29

214334 41.6 8076

L60*6	St 37.2	156	1313	0.3	71
L60*6	St 37.2	156	1100	0.3	60
L60*6	St 37.2	104	1308	0.3	71
L60*6	St 37.2	104	1100	0.3	60
L60*6	St 37.2	104	891	0.2	48
L60*6	St 37.2	78	1659	0.4	90
L60*6	St 37.2	78	1653	0.4	90

L60*6	St 37.2	78	1624	0.4	88
L60*6	St 37.2	78	1623	0.4	88
L60*6	St 37.2	78	1338	0.3	73
L60*6	St 37.2	78	1338	0.3	73
L60*6	St 37.2	78	1338	0.3	73
L60*6	St 37.2	56	2390	0.6	130
L60*6	St 37.2	52	1433	0.3	78
L60*6	St 37.2	52	1412	0.3	77
L60*6	St 37.2	52	1312	0.3	71
L60*6	St 37.2	52	1281	0.3	69
L60*6	St 37.2	52	1169	0.3	63
L60*6	St 37.2	32	1927	0.4	105
L60*6	St 37.2	32	1341	0.3	73
L60*6	St 37.2	26	1805	0.4	98
L60*6	St 37.2	26	1402	0.3	76
L60*6	St 37.2	26	1393	0.3	76
L60*6	St 37.2	26	1373	0.3	75
L60*6	St 37.2	26	1361	0.3	74
L60*6	St 37.2	26	1325	0.3	72
L60*6	St 37.2	26	1306	0.3	71
L60*6	St 37.2	26	1276	0.3	69
L60*6	St 37.2	26	1276	0.3	69
L60*6	St 37.2	26	1276	0.3	69
L60*6	St 37.2	26	1270	0.3	69
L60*6	St 37.2	26	1268	0.3	69
L60*6	St 37.2	26	1248	0.3	68
L60*6	St 37.2	26	1245	0.3	68
L60*6	St 37.2	26	1235	0.3	67
L60*6	St 37.2	26	1213	0.3	66
L60*6	St 37.2	26	1198	0.3	65
L60*6	St 37.2	26	866	0.2	47
L60*6	St 37.2	26	866	0.2	47
L60*6	St 37.2	26	865	0.2	47
L60*6	St 37.2	24	1974	0.5	107
L60*6	St 37.2	24	1683	0.4	91
L60*6	St 37.2	24	1369	0.3	74
L60*6	St 37.2	16	2098	0.5	114
L60*6	St 37.2	16	2098	0.5	114
L60*6	St 37.2	16	1964	0.5	107
L60*6	St 37.2	16	1363	0.3	74
L60*6	St 37.2	16	1361	0.3	74
L60*6	St 37.2	16	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	16	1299	0.3	70
L60*6	St 37.2	13	2429	0.6	132
L60*6	St 37.2	12	2508	0.6	136
L60*6	St 37.2	12	1925	0.4	104
L60*6	St 37.2	12	1732	0.4	94
L60*6	St 37.2	12	866	0.2	47
L60*6	St 37.2	9	2519	0.6	137

L60*6	St 37.2	9	2440	0.6	132
L60*6	St 37.2	8	2717	0.6	147
L60*6	St 37.2	8	2700	0.6	146
L60*6	St 37.2	8	2533	0.6	137
L60*6	St 37.2	8	1974	0.5	107
L60*6	St 37.2	8	1683	0.4	91
L60*6	St 37.2	8	1652	0.4	90
L60*6	St 37.2	8	1652	0.4	90
L60*6	St 37.2	8	1614	0.4	88
L60*6	St 37.2	8	1613	0.4	88
L60*6	St 37.2	8	1609	0.4	87
L60*6	St 37.2	8	1607	0.4	87
L60*6	St 37.2	8	1603	0.4	87
L60*6	St 37.2	8	1602	0.4	87
L60*6	St 37.2	8	1572	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1572	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1572	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1572	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1568	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1564	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1562	0.4	85
L60*6	St 37.2	8	1545	0.4	84
L60*6	St 37.2	8	1527	0.4	83
L60*6	St 37.2	8	1527	0.4	83
L60*6	St 37.2	8	1472	0.3	80
L60*6	St 37.2	8	1369	0.3	74
L60*6	St 37.2	8	1364	0.3	74
L60*6	St 37.2	8	1361	0.3	74
L60*6	St 37.2	8	1331	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1331	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1325	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1325	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1325	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1325	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1324	0.3	72
L60*6	St 37.2	8	1303	0.3	71
L60*6	St 37.2	8	883	0.2	48
L60*6	St 37.2	8	880	0.2	48
L60*6	St 37.2	7	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	4	2527	0.6	137
L60*6	St 37.2	4	2520	0.6	137
L60*6	St 37.2	4	2451	0.6	133
L60*6	St 37.2	4	1925	0.4	104
L60*6	St 37.2	4	1720	0.4	93
L60*6	St 37.2	4	1556	0.4	84
L60*6	St 37.2	4	1556	0.4	84
L60*6	St 37.2	4	1545	0.4	84

L60*6	St 37.2	4	1382	0.3	75
L60*6	St 37.2	4	1293	0.3	70
L60*6	St 37.2	4	1293	0.3	70
L60*6	St 37.2	4	1197	0.3	65
L60*6	St 37.2	4	1197	0.3	65
L60*6	St 37.2	4	1191	0.3	65
L60*6	St 37.2	4	1191	0.3	65
L60*6	St 37.2	4	1149	0.3	62
L60*6	St 37.2	4	1142	0.3	62
L60*6	St 37.2	4	875	0.2	47
L60*6	St 37.2	4	873	0.2	47
L60*6	St 37.2	4	860	0.2	47
L60*6	St 37.2	4	858	0.2	47
L60*6	St 37.2	4	858	0.2	47
L60*6	St 37.2	4	854	0.2	46
L60*6	St 37.2	3	2518	0.6	137
L60*6	St 37.2	1	2530	0.6	137
L60*6	St 37.2	1	1330	0.3	72
L60*6	St 37.2	1	1597	0.4	87
L60*6	St 37.2	1	2518	0.6	137
L60*6	St 37.2	4	853	0.2	46

3895980	907.8	211332
---------	-------	--------

L70*7	St 37.2	110	4420	1.2	326
L70*7	St 37.2	104	2619	0.7	193
L70*7	St 37.2	104	2358	0.6	174
L70*7	St 37.2	92	2464	0.7	182
L70*7	St 37.2	68	3170	0.9	234
L70*7	St 37.2	68	1963	0.5	145
L70*7	St 37.2	68	1910	0.5	141
L70*7	St 37.2	64	2707	0.7	200
L70*7	St 37.2	58	4014	1.1	296
L70*7	St 37.2	56	3247	0.9	240
L70*7	St 37.2	52	5740	1.6	424
L70*7	St 37.2	52	5020	1.4	370
L70*7	St 37.2	52	2847	0.8	210
L70*7	St 37.2	52	2847	0.8	210
L70*7	St 37.2	52	2825	0.8	208
L70*7	St 37.2	52	2825	0.8	208
L70*7	St 37.2	52	2744	0.7	202
L70*7	St 37.2	52	2744	0.7	202
L70*7	St 37.2	48	2588	0.7	191
L70*7	St 37.2	32	2808	0.8	207
L70*7	St 37.2	32	2588	0.7	191
L70*7	St 37.2	32	1844	0.5	136
L70*7	St 37.2	28	3947	1.1	291
L70*7	St 37.2	28	3508	1.0	259
L70*7	St 37.2	28	3508	1.0	259
L70*7	St 37.2	28	3011	0.8	222

L70*7	St 37.2	28	3011	0.8	222
L70*7	St 37.2	28	2374	0.6	175
L70*7	St 37.2	28	2374	0.6	175
L70*7	St 37.2	28	2085	0.6	154
L70*7	St 37.2	28	2085	0.6	154
L70*7	St 37.2	28	1795	0.5	132
L70*7	St 37.2	28	1795	0.5	132
L70*7	St 37.2	26	2205	0.6	163
L70*7	St 37.2	26	2204	0.6	163
L70*7	St 37.2	24	2354	0.6	174
L70*7	St 37.2	24	2339	0.6	173
L70*7	St 37.2	24	1908	0.5	141
L70*7	St 37.2	24	1847	0.5	136
L70*7	St 37.2	24	1847	0.5	136
L70*7	St 37.2	22	3223	0.9	238
L70*7	St 37.2	22	3203	0.9	236
L70*7	St 37.2	22	1943	0.5	143
L70*7	St 37.2	22	1931	0.5	142
L70*7	St 37.2	20	3153	0.9	233
L70*7	St 37.2	18	3959	1.1	292
L70*7	St 37.2	16	4360	1.2	322
L70*7	St 37.2	16	4359	1.2	322
L70*7	St 37.2	16	3333	0.9	246
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	16	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	16	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	16	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	16	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	16	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	16	2707	0.7	200
L70*7	St 37.2	14	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	14	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	14	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	14	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	12	3833	1.0	283
L70*7	St 37.2	12	3833	1.0	283
L70*7	St 37.2	12	3212	0.9	237
L70*7	St 37.2	12	2464	0.7	182
L70*7	St 37.2	10	3996	1.1	295
L70*7	St 37.2	8	6983	1.9	515
L70*7	St 37.2	8	6916	1.9	510
L70*7	St 37.2	8	6400	1.7	472
L70*7	St 37.2	8	6216	1.7	459
L70*7	St 37.2	8	5921	1.6	437

L70*7	St 37.2	8	5864	1.6	433
L70*7	St 37.2	8	4809	1.3	355
L70*7	St 37.2	8	4745	1.3	350
L70*7	St 37.2	8	3365	0.9	248
L70*7	St 37.2	8	3365	0.9	248
L70*7	St 37.2	8	3088	0.8	228
L70*7	St 37.2	8	3088	0.8	228
L70*7	St 37.2	8	3000	0.8	221
L70*7	St 37.2	8	3000	0.8	221
L70*7	St 37.2	8	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	8	2928	0.8	216
L70*7	St 37.2	8	2848	0.8	210
L70*7	St 37.2	8	2817	0.8	208
L70*7	St 37.2	8	2817	0.8	208
L70*7	St 37.2	8	2808	0.8	207
L70*7	St 37.2	8	2676	0.7	197
L70*7	St 37.2	8	2671	0.7	197
L70*7	St 37.2	8	2671	0.7	197
L70*7	St 37.2	8	2669	0.7	197
L70*7	St 37.2	8	2648	0.7	195
L70*7	St 37.2	8	2647	0.7	195
L70*7	St 37.2	8	2449	0.7	181
L70*7	St 37.2	8	2448	0.7	181
L70*7	St 37.2	8	2140	0.6	158
L70*7	St 37.2	8	2140	0.6	158
L70*7	St 37.2	8	2139	0.6	158
L70*7	St 37.2	8	2090	0.6	154
L70*7	St 37.2	8	2088	0.6	154
L70*7	St 37.2	8	2075	0.6	153
L70*7	St 37.2	8	2026	0.6	149
L70*7	St 37.2	8	1595	0.4	118
L70*7	St 37.2	6	4373	1.2	323
L70*7	St 37.2	6	4236	1.2	313
L70*7	St 37.2	6	2808	0.8	207
L70*7	St 37.2	5	3137	0.9	231
L70*7	St 37.2	4	11815	3.2	872
L70*7	St 37.2	4	10062	2.7	742
L70*7	St 37.2	4	10062	2.7	742
L70*7	St 37.2	4	4371	1.2	323
L70*7	St 37.2	4	4365	1.2	322
L70*7	St 37.2	4	4300	1.2	317
L70*7	St 37.2	4	3500	1.0	258
L70*7	St 37.2	4	3408	0.9	251
L70*7	St 37.2	4	2848	0.8	210
L70*7	St 37.2	4	2848	0.8	210
L70*7	St 37.2	4	2408	0.7	178
L70*7	St 37.2	4	2157	0.6	159
L70*7	St 37.2	4	2137	0.6	158
L70*7	St 37.2	4	2102	0.6	155

L70*7	St 37.2	4	2102	0.6	155
L70*7	St 37.2	4	2048	0.6	151
L70*7	St 37.2	4	2022	0.5	149
L70*7	St 37.2	4	1986	0.5	147
L70*7	St 37.2	4	1960	0.5	145
L70*7	St 37.2	4	1908	0.5	141
L70*7	St 37.2	4	1881	0.5	139
L70*7	St 37.2	2	11434	3.1	844
L70*7	St 37.2	2	11058	3.0	816
L70*7	St 37.2	2	10052	2.7	742
L70*7	St 37.2	2	4373	1.2	323
L70*7	St 37.2	2	4285	1.2	316
L70*7	St 37.2	2	4245	1.2	313
L70*7	St 37.2	2	4170	1.1	308
L70*7	St 37.2	2	4162	1.1	307
L70*7	St 37.2	2	4162	1.1	307
L70*7	St 37.2	2	4145	1.1	306
L70*7	St 37.2	2	4145	1.1	306
L70*7	St 37.2	2	4131	1.1	305
L70*7	St 37.2	2	4104	1.1	303
L70*7	St 37.2	2	3996	1.1	295
L70*7	St 37.2	2	3959	1.1	292
L70*7	St 37.2	2	3835	1.0	283
L70*7	St 37.2	2	3167	0.9	234
L70*7	St 37.2	2	3167	0.9	234
L70*7	St 37.2	2	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	2	2809	0.8	207
L70*7	St 37.2	2	2351	0.6	173
L70*7	St 37.2	2	2343	0.6	173
L70*7	St 37.2	1	6962	1.9	514
L70*7	St 37.2	1	3319	0.9	245
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	1	3060	0.8	226
L70*7	St 37.2	28	1580	0.4	117

8439149 2295.4 622725

L80*8	St 37.2	607	999	0.3	96
L80*8	St 37.2	364	967	0.3	93
L80*8	St 37.2	336	1237	0.4	119
L80*8	St 37.2	308	1230	0.4	119
L80*8	St 37.2	140	713	0.2	69
L80*8	St 37.2	104	3130	1.0	302
L80*8	St 37.2	56	1240	0.4	120
L80*8	St 37.2	56	1233	0.4	119
L80*8	St 37.2	47	2271	0.7	219

L80*8	St 37.2	28	1349	0.4	130
L80*8	St 37.2	28	1212	0.4	117
L80*8	St 37.2	28	1193	0.4	115
L80*8	St 37.2	28	1193	0.4	115
L80*8	St 37.2	28	1063	0.3	103
L80*8	St 37.2	28	796	0.2	77
L80*8	St 37.2	28	774	0.2	75
L80*8	St 37.2	28	772	0.2	75
L80*8	St 37.2	28	758	0.2	73
L80*8	St 37.2	26	1337	0.4	129
L80*8	St 37.2	16	2270	0.7	219
L80*8	St 37.2	12	2238	0.7	216
L80*8	St 37.2	11	2270	0.7	219
L80*8	St 37.2	8	2238	0.7	216
L80*8	St 37.2	6	2385	0.7	230
L80*8	St 37.2	5	1205	0.4	116
L80*8	St 37.2	4	2270	0.7	219
L80*8	St 37.2	3	2500	0.8	241
L80*8	St 37.2	2	1337	0.4	129
L80*8	St 37.2	1	2385	0.7	230
L80*8	St 37.2	140	689	0.2	67

2957497 919.8 285561

L100*10	St 37.2	28	6342	2.5	956
L100*10	St 37.2	28	6342	2.5	956
L100*10	St 37.2	56	5892	2.3	888
L100*10	St 37.2	56	5455	2.1	822
L100*10	St 37.2	28	4606	1.8	694
L100*10	St 37.2	28	4555	1.8	686
L100*10	St 37.2	28	4523	1.8	682
L100*10	St 37.2	28	4336	1.7	654
L100*10	St 37.2	28	4032	1.6	608
L100*10	St 37.2	28	3956	1.5	596
L100*10	St 37.2	28	3861	1.5	582
L100*10	St 37.2	28	3455	1.3	521
L100*10	St 37.2	24	3426	1.3	516
L100*10	St 37.2	28	3342	1.3	504
L100*10	St 37.2	28	3276	1.3	494
L100*10	St 37.2	28	3200	1.2	482
L100*10	St 37.2	28	3200	1.2	482
L100*10	St 37.2	28	3100	1.2	467
L100*10	St 37.2	28	2927	1.1	441
L100*10	St 37.2	28	2791	1.1	421
L100*10	St 37.2	28	2791	1.1	421
L100*10	St 37.2	28	2732	1.1	412
L100*10	St 37.2	28	2640	1.0	398
L100*10	St 37.2	28	2526	1.0	381
L100*10	St 37.2	56	2516	1.0	379
L100*10	St 37.2	28	2455	1.0	370

L100*10	St 37.2	28	2320	0.9	350
L100*10	St 37.2	28	2274	0.9	343
L100*10	St 37.2	8	2251	0.9	339
L100*10	St 37.2	8	2232	0.9	336
L100*10	St 37.2	8	2224	0.9	335
L100*10	St 37.2	8	2110	0.8	318
L100*10	St 37.2	20	2110	0.8	318
L100*10	St 37.2	28	2093	0.8	315
L100*10	St 37.2	14	2030	0.8	306
L100*10	St 37.2	14	2030	0.8	306
L100*10	St 37.2	28	2024	0.8	305
L100*10	St 37.2	28	1999	0.8	301
L100*10	St 37.2	56	1967	0.8	296
L100*10	St 37.2	56	1967	0.8	296
L100*10	St 37.2	56	1967	0.8	296
L100*10	St 37.2	28	1956	0.8	295
L100*10	St 37.2	2	1912	0.7	288
L100*10	St 37.2	28	1911	0.7	288
L100*10	St 37.2	26	1892	0.7	285
L100*10	St 37.2	56	1763	0.7	266
L100*10	St 37.2	28	1752	0.7	264
L100*10	St 37.2	28	1722	0.7	260
L100*10	St 37.2	56	1706	0.7	257
L100*10	St 37.2	28	1696	0.7	256
L100*10	St 37.2	8	1688	0.7	254
L100*10	St 37.2	84	1682	0.7	253
L100*10	St 37.2	56	1682	0.7	253
L100*10	St 37.2	224	1682	0.7	253
L100*10	St 37.2	8	1588	0.6	239
L100*10	St 37.2	56	1572	0.6	237
L100*10	St 37.2	56	1557	0.6	235
L100*10	St 37.2	28	1544	0.6	233
L100*10	St 37.2	56	1530	0.6	231
L100*10	St 37.2	28	1512	0.6	228
L100*10	St 37.2	28	1460	0.6	220
L100*10	St 37.2	56	1448	0.6	218
L100*10	St 37.2	84	1448	0.6	218
L100*10	St 37.2	28	1401	0.5	211
L100*10	St 37.2	28	1337	0.5	202
L100*10	St 37.2	14	1331	0.5	201
L100*10	St 37.2	14	1331	0.5	201
L100*10	St 37.2	56	1274	0.5	192
L100*10	St 37.2	28	1265	0.5	191
L100*10	St 37.2	28	1218	0.5	184
L100*10	St 37.2	56	1212	0.5	183
L100*10	St 37.2	56	1211	0.5	183
L100*10	St 37.2	28	1140	0.4	172
L100*10	St 37.2	28	1127	0.4	170
L100*10	St 37.2	28	1114	0.4	168
L100*10	St 37.2	28	1027	0.4	155

L100*10	St 37.2	28	1010	0.4	152
L100*10	St 37.2	28	904	0.4	136
L100*10	St 37.2	28	816	0.3	123
L100*10	St 37.2	56	793	0.3	120
L100*10	St 37.2	28	779	0.3	117
L100*10	St 37.2	28	778	0.3	117
L100*10	St 37.2	28	768	0.3	116
L100*10	St 37.2	28	759	0.3	114
L100*10	St 37.2	28	753	0.3	113
L100*10	St 37.2	28	751	0.3	113
L100*10	St 37.2	56	674	0.3	102
L100*10	St 37.2	28	671	0.3	101
L100*10	St 37.2	12	560	0.2	84

		6481487	2527.8	976890	
L120*12	St 37.2	56	3114	1.5	672
L120*12	St 37.2	56	2861	1.3	618
L120*12	St 37.2	56	2609	1.2	563
L120*12	St 37.2	56	2354	1.1	508
L120*12	St 37.2	56	989	0.5	214
L120*12	St 37.2	28	3564	1.7	769
L120*12	St 37.2	28	3564	1.7	769
L120*12	St 37.2	28	3337	1.6	720
L120*12	St 37.2	28	3337	1.6	720
L120*12	St 37.2	28	2067	1.0	446
L120*12	St 37.2	28	2067	1.0	446
L120*12	St 37.2	28	1201	0.6	259
L120*12	St 37.2	28	1201	0.6	259
L120*12	St 37.2	28	1023	0.5	221
L120*12	St 37.2	28	1023	0.5	221
L120*12	St 37.2	28	857	0.4	185
L120*12	St 37.2	28	857	0.4	185
L120*12	St 37.2	4	70	0.0	15
L120*12	St 37.2	6	70	0.0	15

		1343434	630.1	290014	
L130*100*8	St 37.2	13	144	0.1	20
L130*100*8	St 37.2	16	140	0.1	20

		4112	2.0	573	
L145*40*10	St 37.2	4	140	0.1	19

		560	0.2	77	
L145*100*10	St 37.2	4	140	0.1	26

		560	0.3	103	

L180*100*10	St 37.2	37	340	0.2	72
L180*100*10	St 37.2	12	344	0.2	73
L180*100*10	St 37.2	2	350	0.2	74
L180*100*10	St 37.2	1	370	0.2	78
L180*100*10	St 37.2	228	334	0.2	71
		93930	54.1	19908	
L205*100*10	St 37.2	1	165	0.1	38
L205*100*10	St 37.2	1	160	0.1	37
		325	0.2	75	
PL5*100	St 37.2	13	4964	1.0	195
		64536	13.6	2533	
PL6*77	St 37.2	589	33	0.0	1.0
PL6*77	St 37.2	78	33	0.0	1.0
		21978	3.3	596	
PL6*79	St 37.2	36	79	0.0	2.0
		2840	0.4	82	
PL6*102	St 37.2	40	46	0.0	2.0
		1826	0.3	66	
PL6*127	St 37.2	64	58	0.0	3.0
		3734	0.8	169	
PL6*225	St 37.2	12	270	0.1	29
		3240	1.5	343	
PL6*1004	St 37.2	32	1990	4.0	941
		63680	129.0	30113	
PL8*51	St 37.2	480	150	0.0	5.0
PL8*51	St 37.2	24	150	0.0	5.0
PL8*51	St 37.2	24	150	0.0	5.0
		79200	9.8	2544	
PL8*66	St 37.2	12	182	0.0	7.0

		2183	0.3	88	
PL8*70	St 37.2	14	255	0.0	8.0
		3571	0.4	113	
PL8*81	St 37.2	1	27	0.0	1.0
		27	0.0	1.0	
PL8*89	St 37.2	1	52	0.0	2.0
		52	0.0	2.0	
PL8*90	St 37.2	6	120	0.0	7.0
PL8*90	St 37.2	1164	90	0.0	5.0
		105480	22.4	5962	
PL8*100	St 37.2	396	255	0.0	13
PL8*100	St 37.2	26	210	0.0	11
PL8*100	St 37.2	2	155	0.0	8.0
		106790	19.4	5399	
PL8*125	St 37.2	6	460	0.1	29
		2760	0.6	175	
PL8*136	St 37.2	50	190	0.0	10
		9500	1.8	50.2	
PL10*32	St 37.2	48	78	0.0	1.0
		3726	0.3	70	
PL10*34	St 37.2	1	146	0.0	4.0
		146	0.0	4.0	
PL10*57	St 37.2	24	129	0.0	4.0
		3093	0.3	105	
PL10*80	St 37.2	6	350	0.1	18
PL10*80	St 37.2	1	285	0.0	14

			2385	0.4	121
PL10*81	St 37.2	56	335	0.1	21
			18738	3.5	1182
PL10*82	St 37.2	82	290	0.0	14
			23780	3.4	1132
PL10*88	St 37.2	20	250	0.0	14
			5000	0.8	271
PL10*90	St 37.2	208	90	0.0	6.0
PL10*90	St 37.2	112	467	0.1	33
PL10*90	St 37.2	36	90	0.0	6.0
			74264	15.4	5212
PL10*120	St 37.2	30	350	0.1	28
PL10*120	St 37.2	6	380	0.1	31
PL10*120	St 37.2	2	360	0.1	29
PL10*120	St 37.2	2	340	0.1	27
			14180	3.3	1140
PL10*140	St 37.2	1	323	0.1	25
			323	0.1	25
PL10*145	St 37.2	8	250	0.1	25
			2000	0.6	198
PL10*150	St 37.2	840	330	0.1	39
PL10*150	St 37.2	84	380	0.1	41
PL10*150	St 37.2	32	285	0.1	30
PL10*150	St 37.2	24	380	0.1	40
PL10*150	St 37.2	19	280	0.1	29
PL10*150	St 37.2	12	355	0.1	37
PL10*150	St 37.2	10	360	0.1	37
PL10*150	St 37.2	6	265	0.1	27
PL10*150	St 37.2	2	355	0.1	36
PL10*150	St 37.2	2	343	0.1	35
PL10*150	St 37.2	4	265	0.1	27
			344586	111.2	39758
PL10*163	St 37.2	112	347	0.1	35

		38898	11.0	3909	
PL10*170	St 37.2	1154	470	0.2	63

		542380	199.2	72381	
PL10*184	St 37.2	6	211	0.1	24

		1268	0.4	147	
PL10*200	St 37.2	4	250	0.1	36
PL10*200	St 37.2	2	304	0.1	38
PL10*200	St 37.2	1	339	0.1	42
PL10*200	St 37.2	1	206	0.1	32

		2153	0.8	292	
PL10*208	St 37.2	1	309	0.1	38

		309	0.1	38	
PL10*221	St 37.2	1	339	0.1	43

		339	0.1	43	
PL10*228	St 37.2	1	334	0.1	45
PL10*228	St 37.2	1	334	0.1	46
PL10*228	St 37.2	1	334	0.1	46

		1002	0.4	138	
PL10*233	St 37.2	1	304	0.1	41
PL10*233	St 37.2	1	304	0.1	41
PL10*233	St 37.2	1	304	0.1	42

		912	0.4	124	
PL10*240	St 37.2	4	222	0.1	28
PL10*240	St 37.2	4	222	0.1	28

		1774	0.6	224	
PL10*262	St 37.2	14	434	0.2	70

		6072	2.7	976	
PL10*273	St 37.2	52	277	0.1	45

		14410	6.4	2326	

PL10*274	St 37.2	26	324	0.1	50
PL10*274	St 37.2	26	324	0.1	50
		16869	7.1	2588	
PL10*288	St 37.2	26	297	0.1	49
PL10*288	St 37.2	26	297	0.1	49
		15427	7.0	2531	
PL10*289	St 37.2	26	364	0.2	56
PL10*289	St 37.2	26	364	0.2	56
		18949	8.0	2914	
PL10*304	St 37.2	1	604	0.4	139
PL10*304	St 37.2	1	590	0.4	135
		1194	0.7	274	
PL10*323	St 37.2	22	343	0.2	74
		7549	4.5	1633	
PL10*333	St 37.2	22	313	0.2	63
		6876	3.8	1391	
PL10*340	St 37.2	208	100	0.1	27
		20800	16.0	5552	
PL10*347	St 37.2	14	452	0.3	103
		6325	3.9	1447	
PL10*350	St 37.2	1	689	0.5	185
PL10*350	St 37.2	1	675	0.5	181
		1364	1.0	365	
PL10*351	St 37.2	1	609	0.4	162
PL10*351	St 37.2	1	524	0.4	128
PL10*351	St 37.2	1	509	0.3	124
		1642	1.1	414	
PL10*360	St 37.2	112	382	0.3	108

			42784	32.5	12091
PL10*369	St 37.2	28	456	0.4	132
			12763	9.9	3696
PL10*372	St 37.2	38	538	0.4	138
PL10*372	St 37.2	38	523	0.4	133
			40311	27.5	10283
PL10*379	St 37.2	39	407	0.3	117
PL10*379	St 37.2	38	426	0.3	120
PL10*379	St 37.2	2	406	0.3	118
			32840	25.1	9370
PL10*380	St 37.2	4	621	0.5	180
PL10*380	St 37.2	4	540	0.4	158
			4643	3.6	135.3
PL10*384	St 37.2	4	483	0.4	14.3
			1933	1.5	573
PL10*390	St 37.2	40	466	0.4	139
PL10*390	St 37.2	39	513	0.4	152
PL10*390	St 37.2	1	466	0.4	139
PL10*390	St 37.2	4	441	0.4	133
			40907	32.5	12189
PL10*391	St 37.2	28	438	0.4	132
PL10*391	St 37.2	2	405	0.3	121
			13064	10.5	3934
PL10*393	St 37.2	39	430	0.3	129
			16778	13.5	5042
PL10*395	St 37.2	4	408	0.3	124
			1633	1.3	497
PL10*397	St 37.2	28	450	0.3	127
			12607	9.5	3549

PL10*398	St 37.2	39	402	0.3	123
			15680	12.8	4781
PL10*408	St 37.2	2	608	0.5	189
			1216	1.0	377
PL10*448	St 37.2	28	696	0.6	227
			19476	16.8	6369
PL10*461	St 37.2	28	482	0.4	144
			13490	10.8	4044
PL10*492	St 37.2	4	372	0.3	124
			1488	1.3	496
PL10*507	St 37.2	37	372	0.3	129
			13764	12.7	4760
PL12*50	St 37.2	24	470	0.1	22
			11280	1.4	531
PL12*80	St 37.2	14	300	0.1	23
			4200	0.8	317
PL12*90	St 37.2	56	467	0.1	39
			26152	5.3	2167
PL12*120	St 37.2	224	262	0.1	30
			58688	16.1	6634
PL12*130	St 37.2	12	470	0.1	58
PL12*130	St 37.2	2	419	0.1	51
			6479	1.9	793
PL12*150	St 37.2	264	350	0.1	49
			92400	30.8	13031

PL12*155	St 37.2	100	300	0.1	44
		30000	10.4	4378	
PL12*160	St 37.2	2	150	0.1	23
		300	0.1	45	
PL12*165	St 37.2	2	245	0.1	38
PL12*165	St 37.2	390	245	0.1	38
		96040	35.1	14781	
PL12*190	St 37.2	26	254	0.1	32
		6601	2.0	835	
PL12*197	St 37.2	1	257	0.1	42
		257	0.1	42	
PL12*200	St 37.2	26	225	0.1	42
		5850	2.6	1102	
PL12*222	St 37.2	13	426	0.2	83
		5544	2.5	1076	
PL12*225	St 37.2	18	364	0.1	60
		6548	2.5	1075	
PL12*229	St 37.2	1	475	0.2	87
PL12*229	St 37.2	13	440	0.2	88
		6189	2.8	1225	
PL12*230	St 37.2	18	243	0.1	53
		4374	2.2	948	
PL12*231	St 37.2	13	296	0.1	50
PL12*231	St 37.2	13	296	0.1	50
		7695	3.0	1291	
PL12*233	St 37.2	1	647	0.3	126
		647	0.3	126	

PL12*234	St 37.2	6	330	0.1	52
PL12*234	St 37.2	6	330	0.1	52
			3958	1.5	625
PL12*236	St 37.2	8	319	0.1	54
			2555	1.0	432
PL12*241	St 37.2	13	333	0.1	55
PL12*241	St 37.2	13	333	0.1	55
			8657	3.4	1440
PL12*242	St 37.2	8	334	0.1	57
			2669	1.1	452
PL12*243	St 37.2	36	320	0.2	73
			11520	6.1	2637
PL12*244	St 37.2	1	270	0.1	46
			270	0.1	46
PL12*255	St 37.2	18	377	0.2	74
PL12*255	St 37.2	9	320	0.2	74
			9660	4.6	2000
PL12*261	St 37.2	12	340	0.1	51
			4085	1.5	609
PL12*286	St 37.2	12	269	0.1	50
			3231	1.4	605
PL12*293	St 37.2	28	452	0.2	77
			12665	5.0	2168
PL12*297	St 37.2	26	428	0.2	75
			11126	4.5	1957
PL12*303	St 37.2	1	1196	0.7	322
PL12*303	St 37.2	4	1196	0.7	322

PL12*303	St 37.2	3	1196	0.7	322
PL12*303	St 37.2	6	694	0.4	189
PL12*303	St 37.2	2	694	0.4	189
		15123	9.1	4089	
PL12*305	St 37.2	15	1164	0.7	307
PL12*305	St 37.2	1	1164	0.7	307
		18620	11.0	4914	
PL12*306	St 37.2	4	1027	0.6	275
PL12*306	St 37.2	4	1027	0.6	275
PL12*306	St 37.2	4	1027	0.6	269
PL12*306	St 37.2	4	1027	0.6	269
PL12*306	St 37.2	2	849	0.5	232
		18132	10.8	4815	
PL12*307	St 37.2	4	678	0.4	183
PL12*307	St 37.2	4	493	0.3	135
PL12*307	St 37.2	4	493	0.3	135
PL12*307	St 37.2	8	482	0.3	127
		10510	6.4	2826	
PL12*308	St 37.2	13	444	0.2	108
		5778	3.2	1400	
PL12*310	St 37.2	13	447	0.3	115
		5808	3.4	1493	
PL12*316	St 37.2	26	379	0.2	75
PL12*316	St 37.2	26	379	0.2	75
		19692	9.0	3918	
PL12*320	St 37.2	13	435	0.3	119
		5658	3.5	1544	
PL12*324	St 37.2	13	292	0.2	74
PL12*324	St 37.2	13	292	0.2	74
		7603	4.4	1920	
PL12*326	St 37.2	53	604	0.4	181

PL12*365	St 37.2	13	613	0.4	181
			7964	5.3	2354
PL12*367	St 37.2	4	732	0.5	240
			2927	2.1	958
PL12*377	St 37.2	28	621	0.4	190
			17376	11.9	5324
PL12*378	St 37.2	4	585	0.4	166
			2341	1.5	666
PL12*380	St 37.2	2	605	0.4	185
PL12*380	St 37.2	2	605	0.4	185
			2422	1.7	738
PL12*389	St 37.2	28	875	0.5	246
			24508	15.3	6879
PL12*400	St 37.2	28	460	0.3	145
PL12*400	St 37.2	28	460	0.3	145
			25763	18.3	8125
PL12*411	St 37.2	13	748	0.5	226
			9729	6.5	2934
PL12*432	S235JRG	30	456	0.4	182
			13668	12.2	5453
PL12*442	S235JRG	1	456	0.4	186
PL12*442	S235JRG	1	456	0.4	186
			911	0.8	372
PL12*466	St 37.2	4	976	0.8	384
			3902	3.4	1537
PL12*495	St 37.2	4	1008	0.9	415

			4032	3.7	1661
PL12*517	St 37.2	28	706	0.6	271
			19758	16.8	7583
PL12*549	St 37.2	28	614	0.6	282
			17181	17.5	7898
PL12*551	St 37.2	28	542	0.6	266
			15164	16.5	7438
PL12*581	St 37.2	28	904	1.0	436
			25322	26.8	12221
PL12*590	St 37.2	24	551	0.6	289
			13219	15.4	6941
PL12*611	St 37.2	32	633	0.7	321
			20255	22.7	10268
PL12*801	St 37.2	28	855	1.1	496
			23945	30.4	13875
PL12*900	St 37.2	28	968	1.3	606
			27094	37.1	16981
PL15*67	St 37.2	275	183	0.0	13
			50325	8.2	3697
PL15*90	St 37.2	28	210	0.0	22
PL15*90	St 37.2	140	90	0.0	10
			18480	4.3	1958
PL15*100	St 37.2	1	455	0.1	48
PL15*100	St 37.2	306	100	0.0	12
			31055	8.1	3651

PL15*110	St 37.2	8	230	0.1	30
			1840	0.5	238
PL15*120	St 37.2	15	395	0.1	56
PL15*120	St 37.2	24	130	0.0	18
PL15*120	St 37.2	52	120	0.0	17
			15285	4.5	2160
PL15*130	St 37.2	51	255	0.1	39
			13005	4.0	1991
PL15*140	St 37.2	27	379	0.1	63
PL15*140	St 37.2	27	200	0.1	33
			15641	5.1	2578
PL15*150	St 37.2	5	625	0.2	105
			3125	1.0	523
PL15*160	St 37.2	29	220	0.1	41
			6380	2.4	1202
PL15*165	St 37.2	48	380	0.1	74
			18240	6.8	3544
PL15*170	St 37.2	52	200	0.1	40
			10400	4.1	2082
PL15*180	St 37.2	250	375	0.1	45
			93804	22.6	11269
PL15*183	St 37.2	255	247	0.1	42
			62858	21.2	10610
PL15*190	St 37.2	4	300	0.1	67
PL15*190	St 37.2	24	270	0.1	60
			7680	3.3	1718
PL15*198	St 37.2	168	359	0.1	57

		60306	18.5	9499	
PL15*200	St 37.2	70	330	0.1	78
PL15*200	St 37.2	54	260	0.1	61
PL15*200	St 37.2	2	220	0.1	52
		37580	16.9	8850	
PL15*217	St 37.2	6	328	0.1	51
PL15*217	St 37.2	6	288	0.1	46
		3699	1.1	580	
PL15*220	St 37.2	118	220	0.1	57
		25960	13.0	6725	
PL15*231	St 37.2	28	260	0.1	67
PL15*231	St 37.2	28	260	0.1	67
		14534	7.2	3770	
PL15*232	St 37.2	28	268	0.1	68
PL15*232	St 37.2	28	268	0.1	68
		15003	7.3	3833	
PL15*242	St 37.2	2	761	0.4	211
		1522	0.8	421	
PL15*243	St 37.2	56	265	0.1	69
		14828	7.3	3848	
PL15*248	St 37.2	2	213	0.1	49
		425	0.2	97	
PL15*256	St 37.2	785	329	0.1	64
		258030	97.0	50316	
PL15*264	St 37.2	2	621	0.3	180
		1242	0.7	360	
PL15*266	St 37.2	2	612	0.3	178

PL15*269	St 37.2	1223	0.7	355	129
		56	559	0.2	
		31326	13.4	7228	
PL15*280	St 37.2	2	583	0.3	174
PL15*280	St 37.2	280	510	0.3	168
		143968	87.2	47431	
PL15*283	St 37.2	12	331	0.1	73
PL15*283	St 37.2	6	325	0.2	101
		5927	2.8	1475	
PL15*296	St 37.2	2	866	0.5	290
PL15*296	St 37.2	2	866	0.5	290
		3463	2.1	1161	
PL15*297	St 37.2	4	850	0.5	286
		3401	2.1	1144	
PL15*298	St 37.2	2	471	0.3	153
		942	0.6	305	
PL15*305	St 37.2	28	311	0.2	84
		8722	4.4	2352	
PL15*307	St 37.2	28	750	0.5	258
		20991	13.1	7237	
PL15*309	St 37.2	2	471	0.3	159
		942	0.6	318	
PL15*310	St 37.2	28	777	0.5	272
PL15*310	St 37.2	28	777	0.5	272
		43498	27.6	15204	
PL15*312	St 37.2	28	712	0.5	251
PL15*312	St 37.2	28	712	0.5	251
		39847	25.5	14057	

PL15*313	St 37.2	56	755	0.5	266
PL15*313	St 37.2	56	755	0.5	266
PL15*313	St 37.2	56	755	0.5	266
PL15*313	St 37.2	112	685	0.4	242
PL15*313	St 37.2	28	685	0.4	242
PL15*313	St 37.2	28	685	0.4	242

		242012	154.8	85349	
PL15*316	St 37.2	56	385	0.3	138

		21572	14.3	7739	
PL15*317	St 37.2	56	609	0.4	218

		34120	22.2	12199	
PL15*318	St 37.2	4	267	0.2	85

		1067	0.6	338	
PL15*320	St 37.2	112	606	0.4	217
PL15*320	St 37.2	56	606	0.4	217
PL15*320	St 37.2	28	606	0.4	217
PL15*320	St 37.2	28	606	0.4	217
PL15*320	St 37.2	28	606	0.4	217
PL15*320	St 37.2	56	568	0.4	204

		184592	120.4	66202	
PL15*324	St 37.2	2	715	0.5	254
PL15*324	St 37.2	2	715	0.5	254

		2861	1.8	1016	
PL15*343	St 37.2	6	413	0.2	113

		2479	1.3	677	
PL15*350	St 37.2	6	190	0.1	78

		1140	0.9	470	
PL15*356	St 37.2	56	956	0.5	287

		53538	29.2	16081	
PL15*366	St 37.2	8	425	0.3	183

			3400	2.7	1467
PL15*373	St 37.2	23	624	0.4	205
PL15*373	St 37.2	2	422	0.3	151
PL15*373	St 37.2	2	422	0.3	151
			16048	9.7	5321
PL15*377	St 37.2	6	394	0.2	124
			2361	1.4	743
PL15*381	St 37.2	4	425	0.3	191
			1700	1.4	762
PL15*390	St 37.2	28	504	0.4	231
PL15*390	St 37.2	4	417	0.3	191
			15781	13.2	7246
PL15*391	St 37.2	4	400	0.3	180
			1600	1.3	721
PL15*397	St 37.2	2	400	0.3	183
			800	0.7	366
PL15*400	St 37.2	2	411	0.3	190
			823	0.7	379
PL15*414	St 37.2	2	417	0.4	203
PL15*414	St 37.2	4	417	0.4	203
			2503	2.2	1221
PL15*416	St 37.2	28	611	0.5	295
PL15*416	St 37.2	28	611	0.5	295
			34228	29.8	16536
PL15*422	St 37.2	9	663	0.6	32.1
			5965	5.2	2886
PL15*425	St 37.2	28	558	0.5	275
PL15*425	St 37.2	28	558	0.5	275

			31220	27.8	15406
PL15*428	St 37.2	28	458	0.4	225
PL15*428	St 37.2	28	458	0.4	225

			25647	22.9	12623
PL15*430	St 37.2	6	576	0.4	238

			3458	2.6	1426
PL15*433	St 37.2	14	890	0.8	445
PL15*433	St 37.2	14	890	0.8	445

			24923	22.2	12464
PL15*441	St 37.2	56	561	0.5	285

			31392	28.8	15985
PL15*444	St 37.2	2	713	0.5	305

			1427	1.1	611
PL15*446	St 37.2	56	942	0.6	357
PL15*446	St 37.2	6	564	0.5	279

			56153	38.9	21677
PL15*447	St 37.2	56	1504	1.4	763
PL15*447	St 37.2	56	518	0.5	267

			113201	102.7	57676
PL15*452	St 37.2	28	482	0.5	251
PL15*452	St 37.2	28	482	0.5	251

			27015	25.4	14062
PL15*453	St 37.2	28	456	0.4	237
PL15*453	St 37.2	28	456	0.4	237

			25512	24.1	13295
PL15*462	St 37.2	4	518	0.5	263

			2071	1.9	1051
PL15*466	St 37.2	8	390	0.3	176

			3119	2.6	1405
PL15*469	St 37.2	8	443	0.4	195
			3541	2.8	1558
PL15*475	St 37.2	28	595	0.6	320
PL15*475	St 37.2	28	595	0.6	320
			33337	32.2	17914
PL15*477	St 37.2	28	676	0.7	374
PL15*477	St 37.2	28	676	0.7	374
			37836	37.5	20937
PL15*480	St 37.2	28	586	0.6	311
PL15*480	St 37.2	28	586	0.6	311
			32821	31.3	17432
PL15*487	St 37.2	28	565	0.5	301
PL15*487	St 37.2	28	565	0.5	301
			31649	30.3	16880
PL15*495	St 37.2	56	545	0.5	292
			30509	29.4	16361
PL15*502	St 37.2	56	863	0.8	453
			48343	45.2	25379
PL15*510	St 37.2	28	1305	1.3	760
PL15*510	St 37.2	28	1305	1.3	760
			73097	75.2	42557
PL15*521	St 37.2	56	786	0.8	423
			44021	42.2	23691
PL15*525	St 37.2	56	526	0.5	304
			29439	30.5	1699.9
PL15*543	St 37.2	56	650	0.5	294

			36400	29.8	16467
PL15*585	St 37.2	56	1099	1.2	662
			61526	65.5	37070
PL15*599	St 37.2	56	647	0.7	398
			36224	39.8	22268
PL15*612	St 37.2	56	1312	1.5	835
			73493	82.4	46743
PL15*638	St 37.2	28	650	0.7	370
			18200	18.6	10370
PL15*643	St 37.2	56	618	0.7	408
			34600	40.8	22867
PL20*90	St 37.2	56	824	0.2	116
			46144	10.4	6520
PL20*150	St 37.2	28	485	0.2	114
			13580	4.8	3198
PL20*200	St 37.2	28	824	0.4	259
			23072	10.4	7245
PL20*280	St 37.2	28	230	0.1	101
			6440	4.2	2831
PL20*300	St 37.2	10	330	0.2	155
			3300	2.2	1554
PL20*330	St 37.2	6	410	0.3	212
			2460	1.8	1275
PL20*340	St 37.2	6	340	0.3	181
			2040	1.6	1089

PL20*390	St 37.2	14	530	0.5	325
		7421	6.3	4544	
PL20*460	St 37.2	6	210	0.2	152
		1260	1.3	910	
PL25*320	St 37.2	2	410	0.3	257
		820	0.6	515	
PL25*530	St 37.2	28	650	0.7	665
		18207	20.6	18606	
PL30*500	St 37.2	4	580	0.6	683
		2320	2.6	2732	
PL100*10	St 37.2	50	200	0.0	16
PL100*10	St 37.2	50	136	0.0	11
PL100*10	St 37.2	50	27	0.0	2.0
		18179	4.3	1427	
PL130*10	St 37.2	2	282	0.1	29
		564	0.2	58	
PL290*10	St 37.2	82	165	0.1	38
		13530	8.6	3080	
PL1450*5	St 37.2	23	371	1.1	211
PL1450*5	St 37.2	1	335	1.0	189
PL1450*5	St 37.2	1	335	1.0	189
		9212	27.2	5237	
PLT10*200	St 37.2	26	380	0.2	60
PLT10*200	St 37.2	2	300	0.1	47
PLT10*200	St 37.2	2	240	0.1	38
		10960	4.7	1721	
PLT10*450	St 37.2	392	380	0.4	134
PLT10*450	St 37.2	28	330	0.3	117
PLT10*450	St 37.2	4958	150	0.1	53

		901900	878.1	318596	
PLT15*100	St 37.2	311	100	0.0	12
		31100	8.1	3662	
PLT15*200	St 37.2	250	229	0.1	54
		57365	26.2	13509	
PLT15*500	St 37.2	28	1308	1.4	770
		36611	38.1	21554	
PLT20*500	St 37.2	112	510	0.6	400
PLT20*500	St 37.2	168	510	0.6	400
		142802	154.1	112099	
PLT90*12	St 37.2	532	130	0.0	11
		69160	15.3	5863	
PLT130*12	St 37.2	1048	132	0.0	16
PLT130*12	St 37.2	16	132	0.0	16
		140448	43.2	17199	
PLT255*12	St 37.2	2	195	0.1	47
		390	0.2	94	
PLT265*12	St 37.2	4	195	0.1	49
		780	0.5	195	
PLT280*12	St 37.2	25	195	0.1	51
		4875	3.0	1286	
PLT285*12	St 37.2	11	195	0.1	51
PLT285*12	St 37.2	2	190	0.1	50
PLT285*12	St 37.2	19	190	0.1	50
		6135	3.8	1618	
PLT340*10	St 37.2	1177	130	0.1	35
PLT340*10	St 37.2	28	100	0.1	27
		155810	117.3	41586	

PLT340*12	St 37.2	2	195	0.1	62
			390	0.3	125
PLT343*12	St 37.2	2	190	0.1	61
			380	0.3	123
PLT350*12	St 37.2	30	195	0.1	64
			5850	4.5	1929
PLT355*12	St 37.2	4	195	0.2	65
PLT355*12	St 37.2	3	195	0.1	64
PLT355*12	St 37.2	3	190	0.1	64
PLT355*12	St 37.2	4	190	0.1	62
			2695	2.1	894
PLT360*12	St 37.2	4	190	0.1	64
PLT360*12	St 37.2	1	230	0.2	78
PLT360*12	St 37.2	1	190	0.1	64
			1180	0.9	400
PLT380*12	St 37.2	8	195	0.2	70
			1560	1.3	558
UNP120	St 37.2	88	4430	1.9	591
UNP120	St 37.2	42	2241	1.0	299
UNP120	St 37.2	28	5059	2.2	675
UNP120	St 37.2	28	4388	1.9	586
UNP120	St 37.2	28	4388	1.9	586
UNP120	St 37.2	28	3817	1.7	509
UNP120	St 37.2	28	3817	1.7	509
UNP120	St 37.2	28	2949	1.3	394
UNP120	St 37.2	16	4274	1.9	570
UNP120	St 37.2	1	7504	3.3	1001
UNP120	St 37.2	14	2241	1.0	299
			1274921	553.3	170138
UNP140	St 37.2	391	4995	2.4	800
UNP140	St 37.2	188	2496	1.2	400
UNP140	St 37.2	65	2495	1.2	400
UNP140	St 37.2	48	2491	1.2	399
UNP140	St 37.2	27	2995	1.5	480
UNP140	St 37.2	27	1780	0.9	285

UNP140	St 37.2	25	1780	0.9	285
UNP140	St 37.2	19	3148	1.5	504
UNP140	St 37.2	18	5678	2.8	909
UNP140	St 37.2	15	5549	2.7	889
UNP140	St 37.2	13	5550	2.7	889
UNP140	St 37.2	12	3223	1.6	516
UNP140	St 37.2	9	5300	2.6	849
UNP140	St 37.2	8	4120	2.0	660
UNP140	St 37.2	8	3248	1.6	520
UNP140	St 37.2	8	3050	1.5	488
UNP140	St 37.2	8	2495	1.2	400
UNP140	St 37.2	6	4807	2.4	770
UNP140	St 37.2	6	3810	1.9	610
UNP140	St 37.2	6	3222	1.6	516
UNP140	St 37.2	5	5677	2.8	909
UNP140	St 37.2	5	4088	2.0	655
UNP140	St 37.2	5	2495	1.2	400
UNP140	St 37.2	5	2495	1.2	400
UNP140	St 37.2	4	5299	2.6	849
UNP140	St 37.2	4	4118	2.0	659
UNP140	St 37.2	4	3309	1.6	530
UNP140	St 37.2	4	3309	1.6	530
UNP140	St 37.2	4	3066	1.5	491
UNP140	St 37.2	4	2981	1.5	477
UNP140	St 37.2	4	2500	1.2	400
UNP140	St 37.2	2	2748	1.3	440
UNP140	St 37.2	2	2747	1.3	440
UNP140	St 37.2	1	2748	1.3	440
UNP140	St 37.2	4	2498	1.2	400
UNP140	St 37.2	1	2498	1.2	400
UNP140	St 37.2	1	2498	1.2	400
UNP140	St 37.2	2	3000	1.5	480
UNP140	St 37.2	1	3223	1.6	516
UNP140	St 37.2	3	3801	1.9	609
UNP140	St 37.2	2	3810	1.9	610
UNP140	St 37.2	1	3960	1.9	634
UNP140	St 37.2	1	6930	3.4	1110
UNP140	St 37.2	2	4370	2.1	700
UNP140	St 37.2	1	5247	2.6	840
UNP140	St 37.2	104	100	0.0	16

3719887 1819.0 595703

UNP160	St 37.2	108	4430	2.4	835
UNP160	St 37.2	36	4570	2.5	861
UNP160	St 37.2	32	4331	2.4	816
UNP160	St 37.2	29	2980	1.6	561
UNP160	St 37.2	20	3009	1.6	567
UNP160	St 37.2	17	2860	1.6	539
UNP160	St 37.2	16	7004	3.8	1320

UNP160	St 37.2	16	6256	3.4	1179
UNP160	St 37.2	16	6195	3.4	1167
UNP160	St 37.2	16	5958	3.3	1123
UNP160	St 37.2	16	4334	2.4	817
UNP160	St 37.2	16	3363	1.8	634
UNP160	St 37.2	15	2860	1.6	539
UNP160	St 37.2	13	3363	1.8	634
UNP160	St 37.2	8	7232	3.9	1363
UNP160	St 37.2	8	5834	3.2	1099
UNP160	St 37.2	8	4467	2.4	842
UNP160	St 37.2	8	3009	1.6	567
UNP160	St 37.2	4	4441	2.4	837
UNP160	St 37.2	4	4441	2.4	837
UNP160	St 37.2	4	3477	1.9	655
UNP160	St 37.2	4	3477	1.9	655
UNP160	St 37.2	4	3477	1.9	655
UNP160	St 37.2	4	3477	1.9	655
UNP160	St 37.2	4	3009	1.6	567
UNP160	St 37.2	4	2786	1.5	525
UNP160	St 37.2	4	2786	1.5	525
UNP160	St 37.2	4	2786	1.5	525
UNP160	St 37.2	3	3363	1.8	634
UNP160	St 37.2	3	2980	1.6	561
UNP160	St 37.2	4	2786	1.5	525

1924292 1050.7 362537

UNP200	St 37.2	209	4993	3.3	1262
UNP200	St 37.2	56	7545	5.0	1907
UNP200	St 37.2	56	5879	3.9	1486
UNP200	St 37.2	35	5550	3.7	1403
UNP200	St 37.2	28	11894	7.9	3006
UNP200	St 37.2	28	11893	7.9	3006
UNP200	St 37.2	28	10060	6.6	2543
UNP200	St 37.2	28	9998	6.6	2527
UNP200	St 37.2	28	6907	4.6	1746
UNP200	St 37.2	28	6884	4.6	1740
UNP200	St 37.2	28	5810	3.8	1469
UNP200	St 37.2	28	5786	3.8	1463
UNP200	St 37.2	28	5651	3.7	1428
UNP200	St 37.2	28	5553	3.7	1404
UNP200	St 37.2	28	780	0.5	197
UNP200	St 37.2	28	749	0.5	189
UNP200	St 37.2	28	720	0.5	182
UNP200	St 37.2	28	680	0.4	172
UNP200	St 37.2	11	4993	3.3	1262
UNP200	St 37.2	8	12147	8.0	3071
UNP200	St 37.2	8	12145	8.0	3070
UNP200	St 37.2	8	11895	7.9	3007
UNP200	St 37.2	8	11895	7.9	3007

UNP200	St 37.2	8	11645	7.7	2944
UNP200	St 37.2	8	11645	7.7	2944
UNP200	St 37.2	8	2265	1.5	573
UNP200	St 37.2	5	5743	3.8	1452
UNP200	St 37.2	4	11898	7.9	3007
UNP200	St 37.2	3	11897	7.9	3007
UNP200	St 37.2	1	11897	7.9	3007
UNP200	St 37.2	4	0	0.0	0.0

5091679	3365.6	1287024
---------	--------	---------

UNP240	St 37.2	329	4990	3.9	1657
UNP240	St 37.2	73	9995	7.7	3319
UNP240	St 37.2	30	9805	7.6	3256
UNP240	St 37.2	30	5547	4.3	1842
UNP240	St 37.2	12	7995	6.2	2655
UNP240	St 37.2	12	7358	5.7	2443
UNP240	St 37.2	11	8995	7.0	2987
UNP240	St 37.2	8	7995	6.2	2655
UNP240	St 37.2	8	968	0.8	321
UNP240	St 37.2	7	6148	4.8	2041
UNP240	St 37.2	7	5995	4.6	1991
UNP240	St 37.2	5	9122	7.1	3029
UNP240	St 37.2	4	10000	7.7	3321
UNP240	St 37.2	4	9122	7.1	3029
UNP240	St 37.2	4	6995	5.4	2323
UNP240	St 37.2	3	7097	5.5	2357
UNP240	St 37.2	3	980	0.8	325
UNP240	St 37.2	2	9123	7.1	3029
UNP240	St 37.2	2	9122	7.1	3029
UNP240	St 37.2	2	8195	6.4	2721
UNP240	St 37.2	2	7098	5.5	2357
UNP240	St 37.2	2	6762	5.2	2246
UNP240	St 37.2	2	5048	3.9	1676
UNP240	St 37.2	2	4995	3.9	1659
UNP240	St 37.2	2	2962	2.3	984
UNP240	St 37.2	1	9998	7.7	3320
UNP240	St 37.2	1	9127	7.1	3031
UNP240	St 37.2	1	9127	7.1	3031
UNP240	St 37.2	1	9127	7.1	3031
UNP240	St 37.2	1	9127	7.1	3031
UNP240	St 37.2	1	9125	7.1	3030
UNP240	St 37.2	1	9123	7.1	3029
UNP240	St 37.2	1	9122	7.1	3029
UNP240	St 37.2	1	8098	6.3	2689
UNP240	St 37.2	1	7143	5.5	2372
UNP240	St 37.2	1	7097	5.5	2357
UNP240	St 37.2	1	7097	5.5	2357
UNP240	St 37.2	1	7097	5.5	2357
UNP240	St 37.2	1	5980	4.6	1986

UNP240	St 37.2	1	5468	4.2	1816
UNP240	St 37.2	1	5463	4.2	1814
UNP240	St 37.2	1	5463	4.2	1814
UNP240	St 37.2	1	5323	4.1	1767
UNP240	St 37.2	1	5322	4.1	1767
UNP240	St 37.2	1	5218	4.0	1733
UNP240	St 37.2	1	4995	3.9	1659
UNP240	St 37.2	1	4995	3.9	1659
UNP240	St 37.2	1	4155	3.2	1380
UNP240	St 37.2	1	3718	2.9	1235
UNP240	St 37.2	1	2962	2.3	984
UNP240	St 37.2	1	2962	2.3	984
UNP240	St 37.2	1	2962	2.3	984
UNP240	St 37.2	1	2878	2.2	956
UNP240	St 37.2	1	2878	2.2	956
UNP240	St 37.2	1	2878	2.2	956
UNP240	St 37.2	1	2863	2.2	951
UNP240	St 37.2	1	2863	2.2	951
UNP240	St 37.2	1	2863	2.2	951
UNP240	St 37.2	1	2718	2.1	903
UNP240	St 37.2	1	2218	1.7	736
UNP240	St 37.2	1	2962	2.3	984
UNP240	St 37.2	1	3468	2.7	1152
UNP240	St 37.2	2	100	0.1	33

3756892 2911.6 1247495

UNP260	St 37.2	8	4440	3.7	1683
--------	---------	---	------	-----	------

35520 29.6 13468

UNP300	St 37.2	56	11247	10.7	5191
UNP300	St 37.2	49	9426	9.0	4351
UNP300	St 37.2	28	15408	14.6	7112
UNP300	St 37.2	28	13212	12.6	6099
UNP300	St 37.2	28	13212	12.6	6099
UNP300	St 37.2	28	11414	10.8	5268
UNP300	St 37.2	28	11414	10.8	5268
UNP300	St 37.2	28	9968	9.5	4601
UNP300	St 37.2	28	9958	9.5	4596
UNP300	St 37.2	7	9426	9.0	4351
UNP300	St 37.2	56	1890	1.8	872

3631880 3450.3 1676403

Total: 12,733,508 N

EK A.2

Genel Yerleşim Planları : Toplam 11 A0 paftasından oluşmak üzere tezin sonuna yerleştirilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Mehmet Bakır BOZKURT

Doğum Yeri ve Tarihi: Bismil 01.01.1982

Adres: Birlik mah. Çankaya - ANKARA

Lisans Üniversite: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi