



TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

TS 11372
Nisan 1994

ICS 91.080.10

1. Baskı

**ÇELİK YAPILAR-HAFİF-SOĞUKTA ŞEKİL VERİLMİŞ
PROFİLLERLE OLUŞTURULAN-HESAP KURALLARI**

Light Weight Steel Structures-Composed of Cold Formed
Steel Members-Desing Rules

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA

- Bugünkü teknik ve uygulamaya dayanılarak hazırlanmış olan bu standardın, zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişikliklere uydurulması mümkün olduğundan ilgililerin yayınları izlemelerini ve standardın uygulanmasında karşılaştıkları aksaklıkları Enstitümüze iletmelerini rica ederiz.
- Bu standardı oluşturan Hazırlık Grubu üyesi değerli uzmanların emeklerini; tasarılar üzerinde görüşlerini bildirmek suretiyle yardımcı olan bilim, kamu ve özel sektör kuruluşları ile kişilerin değerli katkılarını şükranla anarız.



Kalite Sistem Belgesi

İmalât ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların sistemlerini TS EN ISO 9000 Kalite Standardlarına uygun olarak kurmaları durumunda TSE tarafından verilen belgedir.



Türk Standardlarına Uygunluk Markası (TSE Markası)

TSE Markası, üzerine veya ambalâjına konulduğu malların veya hizmetin ilgili Türk Standardına uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.



Kalite Uygunluk Markası (TSEK Markası)

TSEK Markası, üzerine veya ambalâjına konulduğu malların veya hizmetin henüz Türk Standardı olmadığından ilgili milletlerarası veya diğer ülkelerin standardlarına veya Enstitü tarafından kabul edilen teknik özelliklere uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

DİKKAT!

TS işareti ve yanında yer alan sayı tek başına iken (TS 4600 gibi), mamulün Türk Standardına uygun üretildiğine dair üreticinin beyanını ifade eder. **Türk Standardları Enstitüsü tarafından herhangi bir garanti söz konusu değildir.**

Standardlar ve standardizasyon konusunda daha geniş bilgi Enstitümüzden sağlanabilir.

TÜRK STANDARDLARININ YAYIN HAKLARI SAKLIDIR.

İÇİNDEKİLER

0 - KONU, TARİF, KAPSAM	1
0.1 - KONU	1
0.2 - TARİFLER	1
0.2.1 - Rijitleştirilmiş Düzlem Şekli Basınç Elemanı	1
0.2.2 - Rijitleştirilmemiş Düzlem Şekli Basınç Elemanı	1
0.2.3 - Çok Rijitleştirilmiş Düzlem Şekli Basınç Elemanı	1
0.2.4 - Genişlik-Et Kalınlığı Oranı	1
0.2.5 - Etkin Genişlik	1
0.2.6 - Etkin Kesit	2
0.3 - KAPSAM	2
1 - MALZEME	3
2 - BOYUTLANDIRMA	3
2.1 - METOT	3
2.2 - ÖZEL KONTROL İSTEMEYEN ELEMANLAR	3
2.2.1 - Basınç Çubukları	3
2.3 - BASINCA ÇALIŞAN RİJİTLENMİŞ DÜZLEM CİDARLARIN HESABI	5
2.4 - BOYUTLANDIRMADA SINIR GERİLMELERİ	10
2.5 - BİRLEŞİM ELEMANLARI	22
EK-A	24
ATIF YAPILAN STANDARD	26

ÇELİK YAPILAR-HAFİF-SOĞUKTA ŞEKİL VERİLMİŞ PROFİLLERLE OLUŞTURULAN-HESAP KURALLARI

0 - KONU, TARİF, KAPSAM

0.1 - KONU

Bu standard, soğukta şekil verilmiş profillerle oluşturulan hafif çelik yapıların hesap kurallarına dairdir.

0.2 - TARİFLER

0.2.1 - Rijitleştirilmiş Düzlem Şekilli Basınç Elemanı

Rijitleştirilmiş düzlem şekilli basınç elemanı, kendi düzlemi içinde etkiyen üniform basınç gerilmesi altındaki; gerilme doğrultusuna paralel kenarları bir gövde levhası, flanş, bir kenar rijitleştirici, bir ara rijitleştirici veya benzerince rijitleştirilmiş düzlem şekilli bir elemandır (Şekil 1'de R ile işaretli olanlar).

0.2.2 - Rijitleştirilmemiş Düzlem Şekilli Basınç Elemanı

Rijitleştirilmemiş düzlem şekilli basınç elemanı, kendi düzlemi içinde etkiyen üniform basınç gerilmesi altındaki; gerilme doğrultusuna paralel sadece bir kenarı, Madde 0.2.1'de belirtildiği gibi rijitleştirilmiş düzlem şekilli elemandır (Şekil 1'de RM ile işaretli olanlar).

0.2.3 - Çok Rijitleştirilmiş Düzlem Şekilli Basınç Elemanı

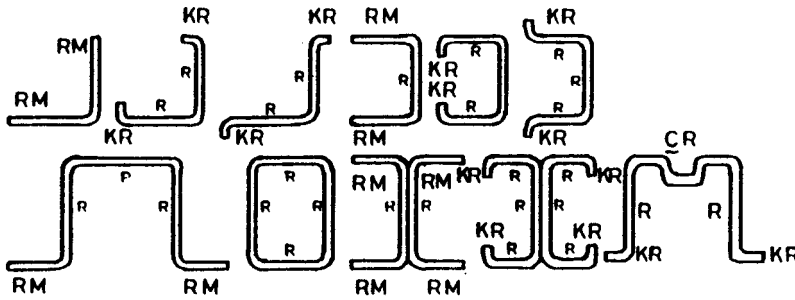
Çok rijitleştirilmiş düzlem şekilli basınç elemanı, kendi düzlemleri içinde etkiyen üniform basınç gerilmesi doğrultusuna paralel olmak üzere, iki kenarında mevcut gövde levhaları veya kenar rijitleştiricilere (Şekil 1'de KR ile işaretli olanlar) ek olarak; Madde 2.3.3'de belirtilen şartlara uyan ara rijitleştiricileri de olan, düzlem şekilli basınç elemanlarıdır (Şekil 1'de ÇR ile işaretli olanlar).

0.2.4 - Genişlik-Et Kalınlığı Oranı

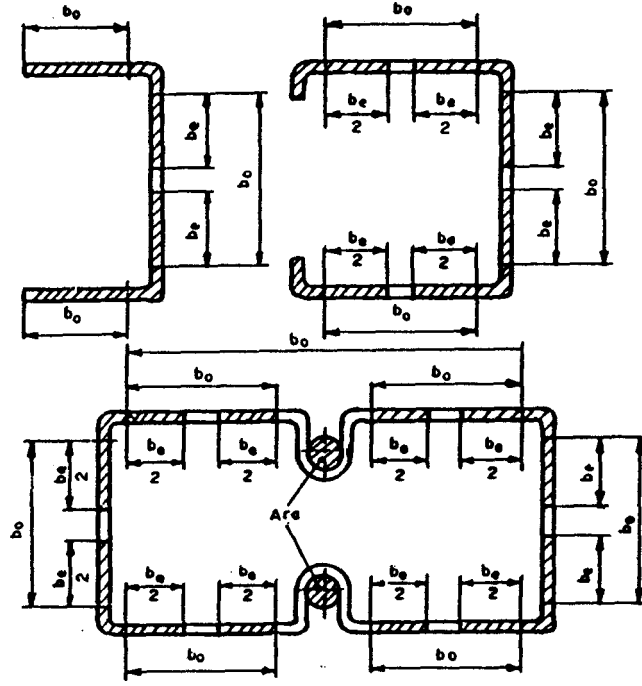
Genişlik-et kalınlığı oranı, bu standardda b_0/t olarak ifade edilen ve enkesitin r eğrilik yarı çaplı geçiş bölgeleri ile birbirine birleşen düzlem parçalarının genişliğinin et kalınlığına oranıdır.

0.2.5 - Etkin Genişlik

Etkin genişlik, Madde 2.3.2 ve Madde 2.3.3 uyarınca yerel burkulma sebebiyle azaltılan b_0 ve b'_0 genişliklerinin, b_e ve b'_e ile ifade edilen azaltılmış değerleridir.



ŞEKİL 1 - Rijitleştirilmiş, Rijitleştirilmemiş ve Çok Rijitleştirilmiş Basınç Elemanları



Basınca çalışan profil

ŞEKİL 2 - Etkin Enkesitler

0.2.6 - Etkin Kesit

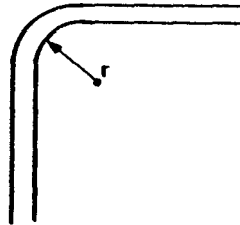
Etkin kesit, düzlem şekilli basınç elemanlarından oluşan bir enkesitin, bu düzlem şekilli basınç elemanlarının etkin genişliklerinden oluşan halidir (Şekil 2).

NOT - Etkin kesitte, rijitleştiricilerin A_r alanları da A_{re} etkin alan değerine indirgenir ve A_{re} etkin alanının, rijitleştiricinin ağırlık merkezinde toplandığı kabul edilir (Şekil 2).

0.3 - KAPSAM

Bu standard, levha formundaki yapı çeliğinin soğukta şekillendirilmesi suretiyle imal edilen ince cidarlı elemanların; önemli oranda darbeli yüklerle maruz kalmayan taşıyıcı sistemlerin, taşıyıcı elemanı olarak kullanılmaları için boyutlandırılmasına ait bükme iç yarı çapları sınırları içinde kullanılabilen (Şekil 3), elastik teoriye dayalı hesap kurallarını kapsar.

Plastik teoriye dayalı hiçbir hesap kuralını kapsamaz.



ŞEKİL 3 - Bükme İç Yarıçapı

$$\begin{array}{ll} t \leq 2 \text{ mm} & \text{için } R_{\max} = 8 \text{ mm} \\ t > 2 \text{ mm} & \text{için } R_{\max} = 4 t \end{array}$$

Burada;

t = levha kalınlığı

R_{\max} = bükme iç yarıçapının en büyük değeri

1 - MALZEME

Bu standardda, kimyevi ve mekanik özellikler bakımından TS 2162¹⁾ "Genel Yapı Çelikleri" standardı kapsamında belirtilen kaynaklanabilir çelik cinslerinin kalitesine uyan çelik malzeme kullanılmalıdır.

2 - BOYUTLANDIRMA

2.1 - METOT

Kullanılacak boyutlandırma metodu önceden aksi belirtilmedikçe TS 648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları standardında normal çelik yapılar için verilenlere uygun olmalıdır.

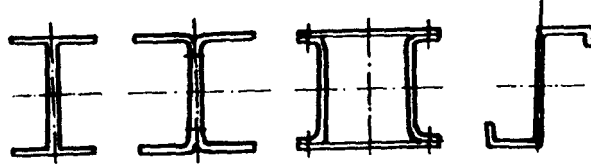
2.2 - ÖZEL KONTROL İSTEMEYEN ELEMANLAR

Enkesit boyutları ile ilgili şartları sağlayan elemanlarda, normal çelik yapılar için TS 648 standardında belirtilen kontrollerin yapılması yeterlidir. Boyutlarla ilgili formüllerde b bir cidarın genişliğini, t kalınlığını ve σ_e çeliğin elastiklik sınırını göstermektedir.

2.2.1 - Basınç Çubukları

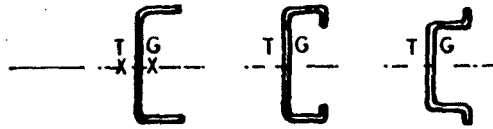
Burulma burkulmasının önlenmesi için aşağıdaki şartlardan en az birinin sağlanması gerekir.

2.2.1.1 - Kesitin ağırlık ve kayma merkezlerinin çakışması (Şekil 4).



ŞEKİL 4 - Birbirine Dik Çift Simetri Eksenli Profiller

2.2.1.2 - Kesitin boyutlarına göre, ağırlık merkezi ile kayma merkezi arasındaki uzaklığın küçük kalması ve burkulmanın bu iki noktadan geçen düzlemde gerçekleşmesi (U, omega, gövdeleri düzleminde burkulmuş T profilleri vb.) (Şekil 5).



ŞEKİL 5 - U Profiller

1) Bu standard metninde atıf yapılan standartların numaraları, yayım tarihleri, Türkçe ve İngilizce isimleri kapak arkasında verilmiştir.

2.2.1.3 - Yapının diğer kısımlarına bağlantı sebebiyle burulmanın önlenmesi

2.2.1.4 - Narinliğin ≤ 75 olması durumunda kalınlığa ilişkin şartlar,
 σ_e [Mpa]

2.2.1.4.1 - Boşta ucu bulunan cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq 15 \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.1)$$

2.2.1.4.2 - Her iki kenarı eşit rijitlikte cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq 45 \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.2)$$

2.2.1.4.3 - Her iki kenarı farklı rijitlikte cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq \left(15 + 30 \cdot \sqrt{\frac{b_2}{b_1}} \right) \cdot \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.3)$$

2.2.1.5 - Narinliğin > 75 olması durumunda kalınlığa ilişkin şartlar

2.2.1.5.1 - Boşta Ucu Bulunan Cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq 0,2\lambda \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.4)$$

2.2.1.5.2 - Her iki kenarı eşit rijitlikte cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq 0,6\lambda \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.5)$$

2.2.1.5.3 - Her iki kenarı farklı rijitlikte cidarlarda

$$\frac{b}{t} \leq 0,2 + 0,4 \cdot \sqrt{\frac{b_2}{b_1}} \lambda \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.6)$$

2.2.2 - Eğilme Çubuklarının Basınç Başlıkları

2.2.2.1 - Boşta ucu bulunan başlıklarda

$$\frac{b}{t} \leq 15 \cdot \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.7)$$

2.2.2.2 - İki gövdeyi birleştiren başlıklarda

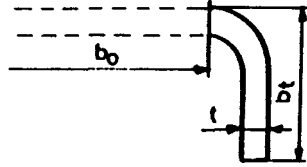
$$\frac{b}{t} \leq 45 \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.8)$$

2.2.2.3 - Gövde ve rijitlenmiş bir uç arasındaki başlık kısımlarında

$$\frac{b}{t} \leq \left(15 + 30 \cdot \sqrt{\frac{b_2}{b_1}} \right) \sqrt{\frac{235}{\sigma_e}} \quad (2.9)$$

2.3 - BASINCA ÇALIŞAN RİJİTLENMİŞ DÜZLEM CİDARLARIN HESABI

Bir düzlem basınç elemanının rijitlenmiş kabul edilebilmesi için normal gerilmelere paralel kenarlarının her ikisinin de ya gövdeye, ya bir kenar kıvrımına veya atalet momenti belirli bir sınırın üzerinde olan rijitleştiriciye bağlı olması mecburidir. Düzlemler arası açı 45° - 135° arasında kalmalıdır.



ŞEKİL 6 - Kenar Rijitleştirici

Rijitleştirici elemanın ağırlık merkezinden geçen ve rijitleştirilen elemana paralel olan eksenine göre atalet momenti I_r ,

$$I_r \geq \begin{cases} 1,84 t^4 \\ 9,2 t^4 \end{cases} \sqrt{(b_o / t)^2 - 144} \quad (2.10)$$

olmalıdır.

Rijitleştiricilerden biri veya her ikisi kendileri rijitleştirilmemiş cidarlar ise, bunların genişlikleri en az

$$b_t \geq \begin{cases} 2,8 t \\ 4,8 t \end{cases} \sqrt{(b_o / t)^2 - 144} \quad (2.11)$$

kadar olmalıdır (Şekil 6). Bu şartlar Çizelge 1'de verilmiştir.

ÇİZELGE 1 - Kendileri Rijitleştirilmemiş Cidarlar İçin Şartlar

b_o/t	≤ 13	14	16	18	20	25
b_t l_r	4,8t 9,2t ⁴	5,4t 13,2t ⁴	6,2t 19,4t ⁴	6,7t 24,6t ⁴	7,1t 29,3t ⁴	7,8t 40,2t ⁴
b_o/t	30	40	50	60	> 60	
b_t l_r	8,5t 50,5t ⁴	9,4t 69,9t ⁴	10,2t 89,0t ⁴	10,9t 107,6t ⁴	$\approx 1,83t^3 b_o$	

Bu şartları gerçekleştiremeyen kenar elemanlar rijitleştirici sayılmazlar ve cidar rijitlenmiş kabul edilmez.

2.3.1 - Genişlik/Kalınlık Oranının Maksimum Değerleri

2.3.1.1 - Basınca çalışan düzlem cidar her iki kenarından da, rijitleştirilmemiş kaynaklı veya bükülmüş cidarlara bağlıyorsa

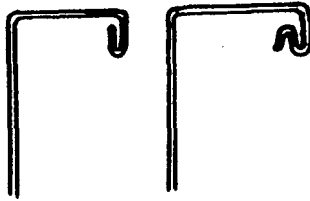
$$\frac{b_o}{t} \leq 60 \quad (2.12)$$

olmalıdır.

- Bükülmüş bir kenardan daha etkin bir rijitleştiriciye bağlıyorsa (Şekil-7).

$$\frac{b_o}{t} \leq 90 \quad (2.13)$$

olmalıdır.



ŞEKİL 7 - Kuvvetli Kenar Rijitleştirici

2.3.1.2 - Basınca çalışan düzlem cidar, bir tarafından rijitlenmiş bir cidara bağlı iken diğer taraftan

- rijitleştirilmemiş bir cidara veya büküme dayanıyorsa,

$$\frac{b_o}{t} \leq 60 \quad (2.14)$$

- daha etkili bir rijitleyiciye bağlı ise,

$$\frac{b_o}{t} \leq 90 \quad (2.15)$$

- rijitlenmiş bir düzlem cidara bağlanıyorsa,

$$\frac{b_o}{t} \leq 500 \quad (2.16)$$

olmalıdır.

2.3.2 - Ara-Rijitleştiricisiz Düzlem Şekilli Basınç Elemanları

2.3.2.1 - İki Rijitleştirilmiş Kenar Arasındaki Düzlem Şekilli Basınç Elemanlarında Etkin Genişlik

Gerilme hesabında:

$$\frac{b_o}{t} \leq 0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \text{ için } b_e = b_o \quad (2.17)$$

$$0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b_o}{t} \leq 500 \text{ için } b_e = 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.18)$$

alınmalıdır.

Deplasman hesabında:

$$\frac{b_o}{t} \leq 1,2 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \text{ için } b_e = b_o \quad (2.19)$$

$$1,2 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b_o}{t} \leq 500 \text{ için } b_e = 1,2 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.20)$$

alınmalıdır.

Farklı olarak, kare ve dikdörtgen enkesitli tüplerin flanşlarında;

Gerilme hesabında:

$$\frac{b_o}{t} \leq 1,1 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \text{ için } b_e = b_o \quad (2.21)$$

$$1,1 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b_o}{t} \text{ için } b_e = 1,1 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.22)$$

alınır.

Deplasman hesabında:

$$\frac{b_o}{t} \leq 1,4 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \text{ için } b_e = b_o \quad (2.23)$$

$$1,4 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b_o}{t} \text{ için } b_e = 1,4 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.24)$$

alınır.

2.3.2.2 - İki Rijitleştirilmiş Kenarlarından Birinde Kenar Rijitleştirici Olan Düzlem Şekilli Elemanlarda Etkin Genişlik

$$\frac{b_o}{t} \leq 0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \text{ için } b_e = b_o \quad (2.25)$$

$$0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b_o}{t} \leq 60 \text{ için } b_e = 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.26)$$

$$60 < \frac{b_o}{t} \leq 90 \text{ için } b_e = \left(0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} - \frac{b_o}{10t} + 6 \right) t \quad (2.27)$$

alınır.

$b_o/t \leq 60$ ise kenar rijitlestiricilerin alanı tamamen gözönüne alınır: $A_{re} = A_r$

$60 < \frac{b_o}{t} \leq 90$ ise

$$\frac{A_{re}}{A_r} = 1 - \left(\frac{b_o}{30t} - 2 \right) \left(1 - \frac{b_e}{b_o} \right) \quad (2.28)$$

alınmalıdır.

2.3.3 - Sık Ara Rijitleştirici İhtiva Eden Düzlem Şekilli Basınç Elemanlarında Etkin Genişlik

Ara rijitleştirici aralıkları eşit olmalıdır. Böylece b'_o genişlikleri de eşit olur. Bunun dışında

$$\frac{b'_o}{t} \leq 60 \text{ ise } b'_o < 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.29)$$

$$\frac{b'_o}{t} > 60 \text{ ise } b'_o \leq \left(0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} - \frac{b'_o}{10t} + 6 \right) t \quad (2.30)$$

olmalıdır.

Kendi ağırlık merkezinden geçen ve düzlem şekilli basınç elemanının düzlemine paralel eksene göre, ara rijitleştiricilerin atalet momenti

$$I_r \geq \begin{cases} 3,66 t^4 \\ 18,4 t^4 \end{cases} \sqrt{\left(\frac{b'_o}{t} \right)^2} - 144 \quad (2.31)$$

olmalıdır.

Bu durumda, ara rijitleştirici yokmuş gibi, toplam cidarın b_o genişliği ile çalışılır, ancak gerçek t kalınlığı yerine t_e etkin kalınlığı kullanılır.

$$t_e = t \sqrt[3]{\frac{b_o}{2a} + \sqrt{\frac{3I_s}{at^3}}} \quad (2.32)$$

Burada;

a = Düzlem şekilli basınç elemanının iki kenarı arasında açılım uzunluğu,

I_s = Düzlem şekilli basınç elemanının rijitleştiriciler dahil toplam atalet momenti

dır.

2.3.4 - Seyrek Ara Rijitleştirici İhtiva Eden Düzlem Şekilli Basınç Elemanları

Bu durumda,

$$\frac{b'_o}{t} \leq 60 \text{ ise } \max b'_o > 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.33)$$

$$\frac{b'_o}{t} > 60 \text{ ise } \max b'_o > \left(0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} - \frac{b'_o}{10t} + 6 \right) t \quad (2.34)$$

dir.

I_r , bağıntıda b'_o yerine $b'_{o\max}$ alınmak şartıyla Madde 2.3.3'de verilen sınırın üstünde olmalıdır.

Eğer yalnız bir ara rijitleştirici varsa, bu düzlem şekilli basınç elemanının ortasında bulunmalıdır.

Eğer yalnız iki ara rijitleştirici varsa, bunlar kenarlardan eşit uzaklıkta bulunmalıdır.

Eğer ikiden çok ara rijitleştirici varsa yalnız kenarlardan eşit uzaklıklı ikisi etkin olarak kabul edilmelidir,

2.3.4.1 - İki rijitleştirilmiş düzlem şekilli eleman arasındaki düzlem şekilli basınç elemanında tek bir ara rijitleştiricisi varsa, etkin b'_e genişliği

$$0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b'_o}{t} \leq 60 \text{ ise } b'_e = 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.35)$$

$$\frac{b'_o}{t} > 60 \text{ ise } b'_e = \left(0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} - \frac{b'_o}{10t} + 6 \right) t \quad (2.36)$$

Rijitleştirici alanı için

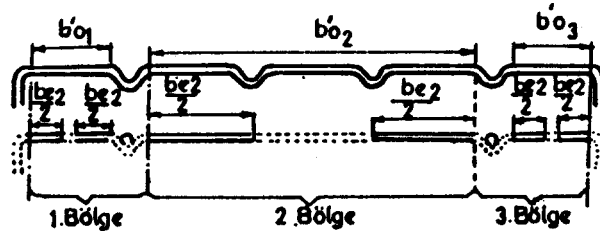
$$\frac{b'_o}{t} \leq 60 \text{ ise } A_{re} = A_r \quad (2.37)$$

$$60 < \frac{b'_o}{t} \leq 90 \text{ ise } \frac{A_{re}}{A_r} = 1 - \left(\frac{b'_o}{30t} - 2 \right) \left(1 - \frac{b'_e}{b'_o} \right) \quad (2.38)$$

$$\frac{b'_o}{t} > 90 \text{ ise } \frac{A_{re}}{A_r} = \frac{b'_e}{b'_o} \quad (2.39)$$

alınır.

2.3.4.2 - İki rijitleştirilmiş düzlem şekilli eleman arasındaki düzlem şekilli basınç elemanında iki etkin ara rijitleştirici varsa (Şekil-8).



ŞEKİL 8 - Ara Rijitleştiricili Düzlem Şekilli Basınç Elemanı ($b'_{o1}=b'_{o3}$)

Herbir ara düzlem şekilli basınç elemanı için etkin b'_e genişlikleri belirlenir.

$$0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} < \frac{b'_{oi}}{t} \leq 60 \text{ ise } b'_{ei} = 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \quad (2.40)$$

$$\frac{b'_{oi}}{t} > 60 \text{ ise } b'_{ei} = \left(0,95 \sqrt{\frac{E}{\sigma}} - \frac{b'_{oi}}{10t} + 6 \right) t \quad (2.41)$$

alınır. Ara rijitleştiricilerin etkin alanları ise

$$\frac{b'_{o1}}{t} = \frac{b'_{o3}}{t} \leq 60 \text{ ise } \frac{A_{re}}{A_r} = 1 \quad (2.42)$$

$$60 < \frac{b'_{o1}}{t} \leq 90 \text{ ise } \frac{A_{re}}{A_r} = 1 - \left(\frac{b'_{o1}}{30t} - 2 \right) \left(1 - \frac{b'_{e1}}{b'_{o1}} \right) \quad (2.43)$$

$$\frac{b'_{o1}}{t} > 90 \text{ ise } \frac{A_{re}}{A_r} = \frac{b'_{e1}}{b'_{o1}} \quad (2.44)$$

bağıntılarından belirlenir.

2.3.4.3 - Bir rijitleştirilmiş düzlem şekilli eleman ve bir kenar rijitleştirici arasındaki düzlem şekilli basınç elemanı genelde iki rijitleştirilmiş düzlem eleman arasında kalan düzlem şekilli basınç elemanında olduğu gibi hareket edilir.

Ancak:

- Yalnız, rijitleştirilmiş düzlem şekilli eleman tarafına düşen tek bir ara rijitleştiriciye etkinlik tanınmalıdır.
- Kenar rijitleştiricisi kesiti ara rijitleştirici yokmuş gibi belirlenmelidir (Madde 2.3.2.2).

Madde 2.3'de yer alan ifadelerdeki σ , etkin genişlik esas alınarak hesaplanan kesit üzerindeki çalışan basınç gerilmesidir.

Bu tür elemanlar veya bunlardan oluşan kesitler rüzgar veya deprem sebebiyle oluşan gerilmelere maruz ise, b_e etkin genişliği, rüzgar veya deprem yükleri sebebiyle oluşan gerilmenin 0,75 katı gözönünde tutularak hesaplanmalıdır. Madde 2.4.2'de belirtilen arttırılmış sınır gerilmelerin kullanılması halinde ise b_e etkin genişliği, deprem veya rüzgar yükleri sebebiyle oluşan gerilmenin 0,75 katı diğer yükler sebebiyle oluşan gerilme ile toplanarak elde edilen değer gözönünde tutulmak suretiyle hesaplanır.

2.4 - BOYUTLANDIRMADA SINIR GERİLMELERİ

Boyutlandırmada, bu maddede verilen sınır gerilmeler kullanılmalıdır.

2.4.1 - Elemanter Sınır Gerilme

Çekme çubuklarının net enkesitleri üzerinde ve eğilme çubuklarının ençok gerilmelene enkesit noktalarında, çalışan gerilme

$$\sigma_{em} = 0,6 \sigma_a$$

gerilmesini geçmemelidir. Burada σ_a malzemenin akma gerilmesidir.

2.4.2 - Rüzgar, Deprem ve Kombine Yükler

2.4.2.1 - Rüzgar veya Deprem Yükleri

Yük taşıyıcı elemanlar veya bunların biraraya gelmesiyle oluşan taşıyıcı sistemler, eğer sadece rüzgar veya deprem yüklerinden oluşan gerilmelerin etkisi altında iseler, %33,3 oranında arttırılmış sınır gerilmelere göre boyutlandırılır. Bu artırım birleşim elemanlarının boyutlandırılmasında da hesaba katılabilir.

2.4.2.2 - Kombine Yükler

Yük taşıyıcı elemanlar veya bunların biraraya gelmesiyle oluşan taşıyıcı sistemler, rüzgar veya deprem yüklerinin diğer yüklerle birlikte etkimesi halinde, ölü ve hareketli yükler için belirlenmiş sınır gerilmelerin %33,33 oranında arttırılmış değerleriyle boyutlandırılır. Fakat bu şekilde boyutlandırılan kesit, hareketli ve ölü yüklerin birlikte etkimesi halinde gerekenden daha küçük olmamalıdır.

2.4.3 - Basınç Gerilmesi Etkisindeki Rijitleştirilmemiş Elemanlar

σ'_{cem} (Mpa) sınır basınç gerilmesi

2.4.3.1 - b_o/t 'nin $170/\sqrt{\sigma_a}$ 'den büyük olmadığı halde;

$$\sigma_{cem} = 0,60 \sigma_a \quad (2.45)$$

2.4.3.2 - b_o/t 'nin $170/\sqrt{\sigma_a}$ 'den büyük fakat $380/\sqrt{\sigma_a}$ 'den büyük olmadığı halde;

$$\sigma_{cem} = \sigma_a \cdot [0,767 - (9,96/10^3) (b_o/t) \sqrt{\sigma_a}] \quad (2.46)$$

2.4.3.3 - b_o/t 'nin $380/\sqrt{\sigma_a}$ 'den büyük fakat 25'ten büyük olmadığı halde;

$$\sigma_{cem} = 56200/(b_o/t)^2 \quad (2.47)$$

2.4.3.4 - b_o/t 'nin 25 ile 60 arasında olması halinde; L kesitli basınç çubuklarında

$$\sigma_{cem} = 56200/(b_o/t)^2 \quad (2.48)$$

Diğer kesitlerde

$$\sigma_{cem} = 139 - 2 \cdot (b_o/t) \quad (2.49)$$

2.4.4 - Yanal burkulmaya Karşı Tutulmamış Kirişler

Yanal burkulmaya karşı tutulmamış kiriş başlıklarında²⁾ oluşabilecek en büyük basınç gerilmesi σ_b , Madde 2.4.2 ve Madde 2.4.3 ile aşağıda verilen sınır gerilmeleri geçmemelidir.

2.4.4.1 - Eğer eğilme momenti, gövde levhası içinde yer alan eksene göre simetrik I şeklindeki kesitlerin veya simetrik [şeklindeki kesitlerin gövde levhasına dik asal eksenini etrafında etkiyorsa:

$$\frac{1,8\pi^2 EC_b}{\sigma_a} > \frac{L^2 W_{xc}}{d I_{yc}} > \frac{0,36\pi^2 EC_b}{\sigma_a} \quad (2.50)$$

olması halinde, sınır gerilme

$$\sigma_{bem} = \frac{2}{3} \sigma_a - \frac{\sigma_a^2}{5,4\pi^2 EC_b} \left(\frac{L^2 W_{xc}}{d I_{yc}} \right) \quad (2.51)$$

Öte yandan,

$$\frac{L^2 W_{xc}}{d I_{yc}} \geq \frac{1,8\pi^2 EC_b}{\sigma_a} \quad (2.52)$$

olması halinde, sınır gerilme

$$\sigma_{bem} = 0,6\pi^2 EC_b \frac{d I_{yc}}{L^2 W_{xc}} \quad (2.53)$$

olarak verilir.

2) Bu bölümde verilenler sadece I, Z, [kesitli kirişler içindir.

2.4.4.2 - Kesit geometrik merkezinden geçip gövde levhasına dik eksen etrafında eğilmeye çalışan noktaya göre simetrik kesitli kirişlerde:

$$\frac{0,9\pi^2 EC_b}{\sigma_a} > \frac{L^2 W_{xc}}{d I_{yc}} > \frac{0,18\pi^2 EC_b}{\sigma_a} \quad (2.54)$$

olması halinde, sınır gerilme

$$\sigma_{bem} = \frac{2}{3} \sigma_a - \frac{\sigma_a^2}{2,7\pi^2 EC_b} \left(\frac{L^2 W_{xc}}{d I_{yc}} \right) \quad (2.55)$$

şeklinde, öte yandan,

$$\frac{L_y^2 W_{xc}}{d I_{yc}} > \frac{0,9\pi^2 EC_b}{\sigma_a} \quad (2.56)$$

olması halinde, sınır gerilme

$$\sigma_{bem} = 0,3 \pi^2 EC_b \frac{d I_{yc}}{L^2 W_{xc}} \quad (2.57)$$

olarak verilir.

Bu formüllerde;

L = Elemanın yanal burkulmaya karşı tutulmamış boyu (cm)

I_{yc} = Kesitin basınç gerilmesi etkisindeki kısmının, kesit geometrik merkezinden geçen gövde levhasına paralel eksen etrafındaki atalet momenti (cm^4)

W_{xc} = Tüm kesitin kuvvetli asal eksen etrafında basınç başlığına göre mukavemet momenti (cm^3)

C_b = Eğilme katsayısı olup, emniyetli tarafta kalarak bire eşit alınabileceği gibi aşağıdaki formül ile de hesaplanabilir:

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

Bu değer 2.3'ten büyük olmamalıdır. Bu formülde; M_1 , yanal burkulmaya karşı tutulmamış kiriş parçasının uç momentlerinden küçüğü, M_2 ise büyük olanıdır. Bu momentler kiriş kesitinin kuvvetli asal eksen etrafında etkimektedir. M_1/M_2 oranı, ters işaretli iki eğrilikli eğilme halinde pozitif, tek eğrilikli eğilme halinde ise negatiftir. Eğer, yanal burkulmaya karşı tutulmamış kiriş uzunluğu üzerindeki herhangi bir noktadaki eğilme momenti, bu uzunluğun uçlarındaki M_1 ve M_2 momentlerinden değerce büyük ise C_b katsayısı bire eşit alınmalıdır. Eksenel basınç gerilmesi ve eğilme gerilmesine aynı anda maruz kalan kirişler içinde C_b yine bire eşit alınmalıdır.

E = Elastisite modülü (Mpa)

d = Kiriş yüksekliği (cm)

dır.

2.4.5 - Kiriş Gövdelerinde Müsaade Edilen Gerilmeler

2.4.5.1 - Gövde Kayma Gerilmesi

Gövde zayıtsız kesit alanı üzerinde τ_o maksimum ortalama kayma gerilmesi (Mpa) aşağıdaki değerleri geçmemelidir.

2.4.5.1.1 - $h/t \leq 1450/\sigma_a$ için,

$$\tau_{oem} = \frac{409,8\sqrt{\sigma_a}}{h/t} \quad (2.59)$$

olmalı, fakat $\tau_{oa} = 0,4 \sigma_a$ değerini geçmemelidir.

2.4.5.1.2 - $h/t > 1450 \sqrt{\sigma_a}$

$$\tau_{oem} = \frac{600000}{(h/t)^2} \quad (2.60)$$

olmalıdır.

Burada;

t = gövde et kalınlığı, (cm)

h = gövde düzleminde ölçülen flanşlar arasındaki temiz mesafe, (cm)

σ_a = akma sınır gerilmesi, (Mpa)

dir.

Kiriş gövdesinin birden fazla levhadan oluşması halinde, her bir gövde levhası kesme kuvvetinden hakkına düşeni taşıyan kendi başına bir eleman olarak değerlendirilmelidir.

2.4.5.2 - Gövde Levhasında Eğilme Gerilmesi

Kiriş gövdesinde, gövde düzleminde etkiyen eğilme momentinden dolayı σ_{bg} (Mpa) basınç gerilmesi, $\sigma=0,6 \sigma_a$ gerilmesini, ve

$$\sigma_{bgem} = \frac{3684200}{(h/t)^2} \quad \sigma_{bgem} \text{ (Mpa)} \quad (2.61)$$

gerilmesini aşmamalıdır.

2.4.5.3 - Eğilme ve Kayma Gerilmelerinin Birlikte Meydana Geldiği Hal

Eğilme ve kayma gerilmelerinin her ikisine de maruz olan gövde levhaları, bu gerilmeler Madde 2.4.5.1 ve Madde 2.4.5.2'de verilen müsaade edilen gerilme değerlerini aşmıyacak şekilde boyutlandırılmalı ve bu gerilmeler

$$(\sigma_{bg}/\sigma_{bgem})^2 + (\tau_o/\tau_{oem})^2 \leq 1 \quad (2.62)$$

şartını sağlamalıdır.

Burada;

$$\sigma_{bgem} = \frac{3684200}{(h/t)^2}, \text{ t/cm}^2$$

τ_{oem} = Madde 2.4.5.1'de verilen müsaade edilen kayma gerilmesi değeridir (ancak 0,4 σ_a burada kullanılmamalıdır).

σ_{bg} = Flanş ile gövde ara kesitinde hesaplanmış olan basınç gerilmesi (Mpa)

τ_o = Hesaplanmış olan ortalama kayma gerilmesi (Mpa)
dir.

2.4.6 - Tekil Yüklerin Etki Noktaları Altındaki Kiriş Gövdelerinde Burkulma

Gövde yüksekliği/et kalınlığı, $h/t \leq 150$ olan takviyesiz kiriş gövde levhalarında buruşma olmaması için, tekil yüklerin ve mesnet reaksiyonlarının değeri aşağıda verilen P_{max} değerini aşmamalıdır. $h/t > 150$ olması halinde kiriş gövdesine tekil yükün doğrudan gövde levhasına aktarılmasını mümkün kılan bir yol izlenmelidir (örneğin gövde takviyesi kullanmak)

2.4.6.1 - Tek Bir Takviyesiz Gövde Levhası Olan Kirişler

2.4.6.1.1 - Dış mesnet reaksiyonları veya konsol kirişlerin uçlarındaki tekil yükler için; iç köşe eğrilik yarıçapı levha et kalınlığından küçük veya ençok eşit olması halinde;

$$P_{max} = 0,703 \times 10^{-2} t^2 [98+4,20 (N/t) - 0,022 (N/t) (h/t) - 0,011 (h/t)] \quad (2.63)$$

$$\begin{aligned} & \times [1.33-0.33 (\sigma_a/232)] \quad \sigma_a \text{Mpa} \\ & \times (\sigma_a/232) \end{aligned}$$

2.4.6.1.2 - İç mesnet reaksiyonları veya açıklık üzerinde herhangi bir yerde yer alan tekil yükler için: İç köşe eğrilik yarıçapı levha kalınlığından küçük veya ona eşit olması halinde,

$$\begin{aligned} P_{\max} = 0,703 \times 10^{-2} t^2 & [305-2.30 (N/t) \\ & - 0,009 (N/t) (h/t) \\ & - 0,5 (h/t)] \\ & \times [1.22-0.22 (\sigma_a/232)] \\ & (\sigma_a/232) \end{aligned} \quad (2.64)$$

4t'ye kadar dış köşe eğrilik yarıçapı halinde, yukarıdaki formülde verilen P_{\max} değeri (1.06-0.06 R/t) ile çarpılmalıdır.

2.4.6.2 - İki U Profili Sırt Sırtı birleştirilerek Oluşturulan I Kirişleri İçin:

2.4.6.2.1 - Dış mesnet reaksiyonları veya konsol kirişlerin uçlarındaki tekil yükler için;

$$P_{\max} = 10^{-4} t^2 \sigma_a (4.44+0.558) \sqrt{N/t} \quad (2.65)$$

$$\sigma_a \text{ (Mpa), } t \text{ (cm), } P_{\max} \text{ (MN)}$$

2.4.6.2.2 - İç mesnet reaksiyonları veya açıklık üzerinde herhangi bir yerde yer alan tekil yükler için;

$$P_{\max} = 10^{-4} t^2 \sigma_a (6.66+1.446) \sqrt{N/t} \quad (2.66)$$

$$\sigma_a \text{ (Mpa), } t \text{ (cm), } P_{\max} \text{ (MN)}$$

Yukarıdaki formüllerle verilen bütün P_{\max} değerleri, üst ve alt flanşlara birleşen tek bir gövde levhası içindir. Birden fazla bu tür gövde levhalarından oluşan gövdeler için, P_{\max} her bir gövde levhası için ayrı ayrı hesaplanarak toplanmalıdır.

Kiriş ucuna yakın etkiyen yükler için; konsol kirişlerde serbest uçtan en yakın "gövde levhasına etkiyen gerçek yük şeridi" kenarına mesafe ve kenar mesnetlere yakın yer alan tekil yükler için, mesnet reaksiyonunun gövde levhasına yansıyan yük şeridinin kenarı ile en yakın tekil yükten gövde levhasına yansıyan yük şeridinin kenarı arasındaki mesafe 1.5h'tan büyükse 2.64 ve 2.66 formülleri geçerlidir. Aksi halde (2.63) ve (2.65) formülleri geçerlidir.

Bu formüllerde;

P_{\max} : İzin verilen tekil yük veya mesnet reaksiyonu değeri (MN)

t : Gövde levhası kalınlığı (cm)

N : Gerçek yük etki şeridi genişliği (cm)

dir.

NOT - Yukarıdaki formüllerde N , h 'dan büyük alınmalıdır.

h : Gövde levhası düzleminde ölçülen, flanşlar arası mesafe (cm)

r : İç kenar eğrilik yarıçapı (cm)

σ_a : Akma sınır gerilmesi (Mpa)

dir.

2.4.7 - Eksenel Basınç Kuvveti Etkisindeki Elemanlar

2.4.7.1 - Sınır Gerilme

2.4.7.1.1 - Eğilmeli-Burulmalı Burkulma Etkisinin Olmadığı Kesitler

2.4.7.1.1.1 - Çift simetri eksenli, kapalı veya silindirik kesitlerle eğilmeli-burulmalı burkulmaya maruz olmadığı hesap ile gösterilmiş diğer kesit şekilleri ve burulmaya karşı tutulmuş elemanlar için P/A ortalama eksenel basınç gerilmesi, σ_{obem} gerilmesinin aşağıda verilen değerini geçmemelidir.

$KL/r < \frac{\lambda_{Kr}}{\sqrt{Q}}$ ise;

$$\sigma_{obem1} = \frac{12}{23} Q\sigma_a - \frac{3(Q\sigma_a)^2}{23\pi^2 E} \left(\frac{KL}{r} \right)^2 \quad (2.67)$$

$KL/r > \frac{\lambda_{Kr}}{\sqrt{Q}}$ ise;

$$\sigma_{obem1} = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2} \quad (2.68)$$

Bu formüllerde;

$$\lambda_{Kr} = \sqrt{2\pi^2 E / \sigma_a}$$

P : Eksenel basınç kuvveti

A : Yerel burkulma sebebiyle azaltılmamış kesitin alanı

E : Elastisite modülü

K : Etkin burkulma boyu faktörü

L : Elemanın burkulmaya karşı tutulmamış boyu

r : Yerel burkulma sebebiyle azaltılmamış kesitin atalet yarıçapı

σ_a : Çelik malzemesinin akma gerilmesi

Q : Aşağıda açıklandığı gibi hesaplanacak olan bir faktör.

a - Tamamen rijitleştirilmiş elemanlarla oluşturulan basınç çubuklarında Q; bu elemanların etkin genişlikleri ile hesaplanan etkin enkesit alanının, etkin genişlik gözönünde tutulmadan hesaplanan kesit alanına oranıdır. Etkin alan hesabında çalışan gerilme yerine Madde 2.4.1'de verilen eleman boyutlandırma gerilmesi kullanılmalıdır.

b - Tamamen, rijitlendirilmemiş elemanlardan oluşturulan basınç çubuklarında Q; kesiti oluşturan levha elemanlarından en zayıfının (en büyük levha genişliği/et kalınlığı oranına sahip olanı) sınır basınç gerilmesinin eleman sınır gerilmeye oranıdır. Sınır basınç gerilmesi Madde 2.4.3'de eleman sınır gerilmesi ise Madde 2.4.1'de verilmiştir.

c - Rijitleştirilmiş ve rijitlendirilmemiş elemanların karışımından meydana gelen basınç çubuklarında Q; (a) ve (b)'de tanımlanan Q katsayılarının çarpımına eşittir. Ancak (a)'de hesaplanan Q katsayısı bu halde σ_{cem} sınır basınç gerilmesi gözönünde tutularak hesaplanmalıdır.

2.4.7.1.1.2 - Eğer $Q = 1$, et kalınlığı 3 mm veya daha kalın ve $KL/r < \lambda_{Kr}$ ise sınır basınç gerilmesi,

$$\sigma_{obem1} = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2(\lambda_{Kr})^2} \right] \sigma_a}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8(\lambda_{Kr})} - \frac{(KL/r)^3}{8(\lambda_{Kr})^3}}$$

2.4.7.1.2 - Tek Simetri Eksenli ve Simetri Eksensiz Açık Enkesite Sahip Olup, Eğilmeli-Burkulma Etkisine Maruz Kalabilen ve Q Katsayısı Bire Eşit Basınç Çubukları

Bu tür çubuklarda P/A ortalama basınç gerilmesi Madde 2.4.7.1.1'de verilen σ_{obem} sınır gerilmesini geçmemeli, ayrıca aşağıda verilen σ_{obem2} sınır gerilmesinden daha büyük olmamalıdır.

$Q_{BEO} > 0,5\sigma_a$ için:

$$\sigma_{obem2} = 0,522 \sigma_a - \frac{\sigma_a^2}{7,67\sigma_{BEO}}$$

$\sigma_{BEO} \leq 0,5 \sigma_a$ için:

$$\sigma_{obem2} = 0,522 \sigma_{BEO}$$

Burada;

σ_{obem2} = Eksenel basınç kuvveti halinde sınır gerilme

σ_{BEO} = Eksenel basınç kuvveti halinde aşağıdaki gibi hesaplanması gereken elastik burulmalı burkulma gerilmesi

dir.

2.4.7.1.2.1 - Tek Simetri Eksenli Kesitler

Enkesiti tek simetri eksenine (x-eksenine) sahip elemanlarda, σ_{BEO} , σ_{ex} , σ_t 'nin her ikisinden de küçük olup, aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\sigma_{BEO} = \frac{1}{2\beta} \left[(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4B\sigma_{ex} \sigma_t} \right]$$

bu formülde;

$$\sigma_{ex} = \frac{\Pi^2 E}{(KL / r_x)^2}$$

$$\sigma_t = \frac{1}{Ar_0^2} \left[GJ + \frac{\Pi^2 EC_w}{(KL)^2} \right]$$

$$\beta = 1 - (x_0/r_0)^2$$

A = En kesit alanı

$$r_0 = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_0^2} = \text{kayma merkezine göre kesitin polar atalet yarı çapı}$$

r_x, r_y = Kesitin asal eksenlerine göre atalet yarıçapları-

E = Elastisite modülü

G = Kayma modülü

K = Etkin burkulma boyu

L = Basınç çubuğunun burkulmaya karşı tutulmamış uzunluğu

x_0 = x-asal eksenini doğrultusunda kesit kayma merkezi ile ağırlık merkezi arasındaki mesafe

J = Kesitin st. Venant burulma sabiti üniform kalınlıkta n adet levhadan oluşan ince cidarlı kesitlerde

$$J = (1/3) (\ell_1 t_1^3 + \ell_2 t_2^3 + \dots + \ell_i t_i^3 + \dots + \ell_n t_n^3)$$

t_i = i numaralı levhanın et kalınlığı

ℓ_i = i numaralı levhanın ortalama çizgisinin uzunluğu

C_w = Kesitin çarpılma sabiti (EK-A)

2.4.7.1.2.2 - Simetrik Olmayan Kesitler

Hem bir eksene göre, hem de bir noktaya göre simetrik olmayan kesitlerde, σ_{BEO} rasyonel bir analiz metoduyla belirlenmeli veya bu tür enkesite sahip basınç çubukları deneye tabi tutulmalıdır.

2.4.7.1.3 - Madde 2.4.7.1.2'de Verilen Basınç Çubuklarında Q Katsayısı Birden Küçükse

Bu durumda Madde 2.4.7.1.2'de verilen esaslar emniyetli tarafta kalınarak, bu formüllerdeki σ_a , $Q\sigma_a$ ile yer değiştirilerek kullanılabilir. Q katsayısının Madde 2.4.7.1.1'de verilen tanımı bu hal için de geçerlidir. Bu tür elemanların yük taşıma kapasiteleri deney yapılarak da bulunabilir.

2.4.7.2 - Basınç Çubuklarının Düzlem Burkulma Boyları veya Kirişlerin Yanal Burkulma Boylarının Kısaltılması İçin Kullanılan Basınç Çubukları veya Yapının Tümsel Yük Taşıma Kapasitesine Birinci Derecede Katkısı Olmayan Basınç Çubukları

Bu çubuklarda L/r oranı 120'den büyükse (Bu çubuklarda K = 1 alınmalıdır) eksenel basınç kuvveti etkisi altında sınır gerilme aşağıda verilen formül ile hesaplanmalıdır.

$$\sigma_{bs} = \frac{\sigma_b}{1,3 - \frac{L}{400r}}$$

Bu formülde σ_b gerilmesi, Madde 2.4.7.1.1 veya Madde 2.4.7.1.2'den uygun olanına göre hesaplanmalıdır.

2.4.7.3 - Narinlik İçin Üst Sınır

Basınç çubuklarında KL/r oranı 200 değerini, montaj sırasında ise KL/r oranı 300 değerini geçmemelidir.

2.4.8 - Eksenel Basınç Kuvveti ve Eğilme Momentinin Birlikte Etkiği Elemanlar

2.4.8.1 - Çift Simetri Eksenli veya Burulmalı Burkulma ile Eğilmeli-Burulmalı Burkulmanın Etkisiz Olduğu Kesitler

Bu özellikte enkesiti olup, eksenel basınç kuvveti ile birlikte eğilme momentine maruz elemanlar aşağıda verilen şartlar sağlanacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_{obem1}} + \frac{C_{mx}\sigma_{bex}}{\left(1 - \frac{\sigma_o}{\sigma'_{ex}}\right)\sigma_{bemx}} + \frac{C_{my}\sigma_{bey}}{\left(1 - \frac{\sigma_o}{\sigma'_{ey}}\right)\sigma_{bemy}} \leq 1.0$$

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_{bo}} + \frac{\sigma_{bex}}{\sigma_{bem1x}} + \frac{\sigma_{bey}}{\sigma_{bem1y}} \leq 1.0$$

Eğer, $\frac{\sigma_o}{\sigma_{obem1}} \leq 0.15$ ise yukarıdaki formüller yerine aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_{obem1}} + \frac{\sigma_{bex}}{\sigma_{bemx}} + \frac{\sigma_{bey}}{\sigma_{bemy}} \leq 1.0$$

NOT - Bu formüllerdeki x ve y indisleri, etrafında eğilme momentinin etkidiği kesit asal eksenlerini göstermektedir.

2.4.8.2. - Q katsayısı Bire Eşit Olup, Eğilmeli-Burulmalı Burkulmanın Etkili Olabildiği Tek Simetri Eksenli Kesitler

Bu özellikte enkesiti olup, eksenel basınç kuvveti ile birlikte kesit simetri düzlemi içinde etkiyen bir eğilme momentinin etkisi altında olan elemanlar, aşağıda verilen dört grup şarttan kendisine en uygun olanı sağlanacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

$$2.4.8.2.1 - \frac{\sigma_o}{\sigma_{bem1}} + \frac{\sigma_{be} \cdot C_m}{\sigma_{obem1} \left(1 - \frac{\sigma_o}{\sigma'_e}\right)} < 1.0$$

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_{ob}} + \frac{\sigma_{be}}{\sigma_{bem1}} \leq 1$$

Eğer, $\frac{\sigma_o}{\sigma_{obem1}} < 0.15$ ise yukarıdaki formüller yerine aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$\frac{\sigma_o}{\sigma_{obem1}} + \frac{\sigma_{be}}{\sigma_{obem1}} \leq 1.0$$

2.4.8.2.2 - Eğer basınç kuvveti, kesitin ağırlık merkezinden etkimiyor fakat; kayma merkezi ile kesit ağırlık merkezinin üzerinde bulunduğu kesit simetri ekseninin kesit ağırlık merkezinin kayma merkezine göre ters tarafında kalan parçası üzerindeki bir noktadan; çubuk eksenine paralel doğrultuda etkiyorsa $P/A = \sigma_o$ ortalama basınç gerilmesi aşağıda verilen σ_{aem} sınır gerilmesini geçmemelidir.

$\sigma_{BE} > 0.5 \sigma_a$ halinde;

$$\sigma_{aem} = 0,522 \sigma_a - \frac{\sigma_a^2}{7,67 \sigma_{BE}}$$

$\sigma_{BE} \leq 0.5 \sigma_a$ halinde;

$$\sigma_{aem} = 0,522 \sigma_{BE};$$

Bu formüllerdeki σ_{BE} gerilmesi;

$$\frac{\sigma_{BE}}{\sigma_{BEO}} + \frac{C_{BE} \sigma_{b1}}{\sigma_{bT} \left(1 - \frac{\sigma_{BE}}{\sigma_e} \right)} = 1.0$$

formülünden hesaplanmalıdır.

2.4.8.2.3 - T ve simetrik olmayan I kesitler dışındaki tek simetri eksenli kesitlerde, eğer basınç kuvveti kesitin ağırlık merkezinden etkimiyor fakat, kesit simetri ekseninin, kayma merkezi ile kesit ağırlık merkezi arasında kalan parçası üzerindeki bir noktadan çubuk eksenine paralel doğrultuda etkiyorsa ve eğer σ_{obem1} , σ_{obem2} 'den büyük ise $\sigma_o = P/A$ ortalama basınç gerilmesi aşağıda verilen σ_{aem} sınır gerilmesini geçmemelidir.

$$\sigma_{aem} = \sigma_{obem2} + \frac{e}{x_o} (\sigma_{okem2} - \sigma_{obem2})$$

2.4.8.2.4 - T ve simetrik olmayan I kesitli çubuklarda

Eksenel basınç kuvveti Madde 2.4.8.2.3 halindeki gibi etkiliyor ve $\sigma_{obem1} > \sigma_{obem2}$ ise $\sigma_o = P/A$ ortalama basınç gerilmesi aşağıda verilen σ_{aem} sınır gerilmesini geçmemelidir.

$$\sigma_{aem} = \sigma_{obem2} + \frac{e}{x_o} (\sigma_{okem1} - \sigma_{obem2})$$

Basınç kuvveti, kesitin merkezinden etkimiyor fakat; kesit simetri ekseninin, kayma merkezinin kesit ağırlık merkezine göre ters tarafında kalan parçası üzerindeki bir noktadan; çubuk eksenine paralel doğrultuda etkiyorsa, $\sigma_o = P/A$ ortalama basınç gerilmesi aşağıda verilen σ_{aem} sınır gerilmesini geçmemelidir.

$\sigma_{BE} > 0.5 \sigma_a$ halinde;

$$\sigma_{aem} = 0,522 \sigma_a - \frac{\sigma_a^2}{7,67 \sigma_{BE}}$$

$\sigma_{BE} \leq 0.5 \sigma_a$ halinde;

$$\sigma_{aem} = 0,522 \sigma_{BE};$$

Bu formüllerdeki σ_{BE} gerilmesi aşağıda verilen formül uyarınca hesaplanmalıdır.

$$\frac{\sigma_{BE}}{\sigma_{ex}} + \frac{C_{BE}}{\sigma_{bc}} \left[\frac{\sigma_{b1}}{1 - \frac{\sigma_{BE}}{\sigma_e}} - \sigma_{b2} \right] = 1.0$$

Madde 2.4.8.2'de, x ve y eksenleri kesit asal eksenleri olup, ayrıca x eksen kesit simetri eksenidir ve bunun pozitif yönü kayma merkezinden uzaklaşan yöndür.

Ayrıca Madde 2.4.8'de verilen

C_m = Değeri, aşağıda açıklandığı gibi hesaplanması gereken bir katsayıdır:

Düğüm noktaları kendi düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmamış çerçevelerin basınç kuvvetine maruz elemanlarında

$$C_m = 0,85$$

Düğüm noktaları kendi düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmuş çerçevelerin düğüm noktaları arasında eksenine dik yanal yükler yer almayıp, uçları mafsallı olmayan basınç elemanlarında;

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2}$$

formülüyle hesaplanmalı fakat değeri 0,4 ten daha küçük olmamalıdır. Bu formülde M_1/M_2 , elemanın gözönünde tutulan eğilme düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmamış parçasının uçlarında yer alan momentlerden küçüğünün büyüğüne oranıdır. M_1/M_2 oranının işareti, eleman iki eğrilikli eğilme etkisi altında ise pozitif, tek eğrilikli eğilme etkisi altında ise negatiftir.

Düğüm noktaları kendi düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmuş çerçevelerin, düğüm noktaları arasında eksenine dik yanal yükler maruz basınç elemanlarında C_m katsayısının değeri uygun bir modelle yaklaşık olarak hesaplanabileceği gibi³⁾, bunun yerine aşağıda verilen değerler de kullanılabilir;

- Uçları mafsallı olmayan basınç elemanlarında, $C_m = 0,85$

- Uçları mafsallı olan basınç elemanlarında, $C_m = 1,0$

C_{BE} = Değeri, aşağıda açıklandığı gibi hesaplanması gereken bir katsayı;

- Düğüm noktaları kendi düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmamış çerçevelerin basınç kuvvetine maruz elemanlarında,

$$C_{BE} = 0,85$$

- Düğüm noktaları kendi düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmuş çerçevelerin; düğüm noktaları arasında eksenine dik yanal yükler yer almayıp, uçları mafsallı olmayan basınç elemanlarında

$$C_{BE} = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2}$$

formülüyle hesaplanmalıdır.

Burada M_1/M_2 , elemanın göz önünde tutulan eğilme düzleminde yanal deplasmana karşı tutulmamış parçasının uçlarında yer alan momentlerden küçüğünün büyüğüne oranıdır. M_1/M_2 oranının işareti, eleman iki eğrilikli eğilme etkisi altında ise pozitif, tek eğrilikli eğilme etkisi altında ise negatiftir.

3) Böyle bir metotla hesaplanmış bir çizelge TS 648'de verilmiştir.

- c = Asal eksenin maksimum basınç gerilmesinin yer aldığı kesit noktasına mesafesidir. (Eğer bu kesit noktası kayma merkezi tarafında ise işareti negatiftir.)
- d = Kesitin yüksekliği
- e = Eksenel yükün kesit ağırlık merkezine göre eksantrikliği (ağırlık merkezinin kayma merkezi tarafında ise negatiftir.)
- σ_{aem} = P/A maksimum ortalama sınır basınç gerilmesi
- σ_{okem1} = Eksantrik yükün kayma merkezinden etkimesi halinde (Madde 2.4.8.2.1) ve (Madde 2.4.8.2.4b) şartlarının her ikisi de sağlanacak şekilde belirlenmiş ortalama sınır basınç gerilmesi.
- σ_{okem2} = Eksantrik yükün kayma merkezinden etkimesi halinde (Madde 2.4.8.2.1)'de verilen şartı sağlanacak şekilde belirlenmiş ortalama sınır basınç gerilmesi.
- σ_{bo} = Eksenel basınç kuvveti altında Madde 2.4.7.1.1 uyarınca $L = 0$ için hesaplanan sınır basınç gerilmesi.
- σ_{bem1} = Eksenel basınç kuvveti altında simetri düzlemi içindeki burkulma hali için Madde 2.4.7.1.1 uyarınca hesaplanan sınır basınç gerilmesi.
- σ_{bem2} = Eksenel basınç kuvveti altında Madde 2.4.7.1.2 uyarınca hesaplanan sınır basınç gerilmesi.
- σ_{bem} = Sadece eğilme momenti etkisi altında bu standardın izin verdiği maksimum basınç gerilmesi (Madde 2.4.1, Madde 2.4.3 ve Madde 2.4.4)
- σ_{bem1} = Sadece eğilme momenti etkisi altında ve yanal burkulma etkisi gözönünde tutulmadan bu standardın izin verdiği maksimum basınç gerilmesi (Madde 2.4.1 ve 2.4.3)
- σ_e =
$$\frac{12\pi^2 E}{23(KL_b / r_b)^2}$$
 (Madde 2.4.2 uyarınca 1/3 oranında arttırılabilir)
- σ_o = Eksenel gerilme = Eksenel yük/(kesitin kayıpsız alanı)
- σ_{be} = Maksimum eğilme gerilmesi=Eğilme momenti/(uygun kesit mukavemet momenti). (Burada rijitleştirilmiş basınç elemanı içeren enkesite sahip elemanlarda, mukavemet momenti etkin genişlik gözönünde tutularak hesaplanmalıdır).
- I_{xc} = Kesitin basınç gerilmesi alan bölgesinin kesit simetri eksenine (x-ekseni) göre atalet momenti
- I_y = Kesitin ağırlık merkezinden geçen x simetri eksenine bu merkezde dik olan y eksenine göre alalet momenti
- j =
$$\frac{1}{2I_y} \left[\int_A x^3 dA + \int_A xy^2 dA \right] - x_o$$
- K = Eğilme düzlemi içinde etkin burkulma boyu faktörü
- L_b = Eğilme düzlemi içinde burkulmaya karşı tutulmamış eleman boyu
- M_c =
$$A\sigma_{ex} \left[j \pm \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \right]$$

Kesit ağırlık merkezinin kayma merkezi tarafında basınç gerilmesi meydana getiren elastik kritik moment
- M_T =
$$A\sigma_{ex} \left[j - \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \right]$$

Kesit ağırlık merkezinin kayma merkezi tarafında çekme gerilmesi meydana getiren elastik kritik moment
- r_b = Kesitin etrafında eğilme meydana gelen asal eksenine göre atalet yarıçapı
- r_{xc} = Sadece eğilme etkisi altında kesitin basınç gerilmesi alan bölgesinin kesit simetri eksenine (x-ekseni) göre atalet yarıçapı
- W_{yc} = Kesitin simetri eksenine (x-ekseni) ağırlık merkezinde dik asal eksenine (y-ekseni) göre, basınç gerilmesi alan bölgesi için hesaplanmış mukavemet momenti.
- x_o = Kayma merkezinin x koordinatı (negatiftir.)
- σ_{bc} =
$$\frac{M_c c}{I_y}$$
, M_c momentince yaratılan maksimum basınç gerilmesidir.

Başlıkları farklı olan I kesitlerde σ_{bc} yaklaşık olarak

$$\frac{\pi^2 E d_{xc}}{L^2 W_{yc}}$$

formülü ile hesaplanabilir.

$$\sigma_{bT} = \frac{M_T c}{I_y}, \quad M_T \text{ momentince yaratılan maksimum basınç gerilmesidir.}$$

Başlıkları farklı olan I kesitlerde σ_{bT} yaklaşık olarak,

$$\frac{\pi^2 E d_{xc}}{L^2 W_{yc}}$$

formülü ile hesaplanabilir.

$$\sigma_{b1} = \sigma_{BE} \frac{ec}{(r_y)^2} \quad \sigma_{BE} \text{ tarafından yaratılan maksimum basınç eğilme gerilmesi}$$

$$\sigma_{b2} = \sigma_{BE} \frac{x_o c}{r_y^2}$$

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{(KL_b / r_b)^2}$$

σ_{BE} = Ortalama elastik eğilmeli-burulmalı burkulma gerilmesi. Yani eğilmeli-burulmalı burkulmaya sebep olan aksenal basınç kuvvetinin, kesitin kayıpsız alanına bölümüdür.

$A, E, r_o, r_y, \sigma_{ex}, \sigma_t, \sigma_{BEO}$ Madde 2.4.7.1.2'de verilmiştir.

2.4.8.3. - Q Katsayısı Birden Küçük Olup Eğilmeli-Burulmalı Burkulmanın Etkili Olabildiği Tek Simetri Eksenli Kesitler

Bu özellikte enkesiti olup, aksenal basınç kuvveti ile birlikte, kesit simetri düzlemi içinde etkileyen bir eğilme momentinin etkisi altında olan elemanlar; emniyetli tarafta kalmak suretiyle σ_a yerine $Q\sigma_a$ kullanılarak Madde 2.4.8.2 uyarınca boyutlandırılabilir. Q, Madde 2.4.7.1.1'de verilmiştir. Bu tür elemanların yük taşıma kapasiteleri deney yapılarak da bulunabilir.

2.4.8.4 - Simetrik Olmayan Şekilde Yüklü Tek Simetri Eksenli Kesitler

Eksenal basınç kuvveti ile birlikte, kesit simetri düzlemi dışında etkileyen bir eğilme momentinin etkisi altında olan tek simetri eksenli kesite sahip taşıyıcı elemanların yük taşıma kapasiteleri deney yapılmak suretiyle belirlenir.

2.4.9 - Aksenal Basınç Kuvveti veya Eğilme Momenti Etkisindeki Silindirik Tüp Elemanlar

Enkesitinin çeper et kalınlığının ortasından geçen çember çapı D'nin t et kalınlığına oranı $23200/\sigma_a$ (Mpa) değerinden daha büyük olmayan elemanlarda basınç gerilmesi elemanter sınır gerilmesini geçmemelidir.

D/t oranı $23200/\sigma_a$ (Mpa) den daha büyük, fakat $91400/\sigma_a$ (Mpa) değerinden daha büyük olmayan elemanlarda basınç gerilmesi,

$$\sigma_r = \frac{4700}{D/t} + 0,399 \sigma_a \text{ (Mpa)}$$

değerini geçmemelidir.

Sadece eksenel yük etkisi varsa. P/A ortalama basınç gerilmesi Madde 2.4.7.1.1'de Q=1 için verilen σ_{obem1} sınır gerilmesini geçmemelidir.

2.5 - BİRLEŞİM ELEMANLARI

2.5.1 - Bulonlu Birleşimler

Soğukta şekil verilmiş ince cidarlı çelik taşıyıcı elemanların birleşiminde kullanılan bulonlu birleşimlerin teşkil ve hesabında, aşağıda verilen kurallara uyulmalıdır.

2.5.1.1 - Kuvvete paralel Doğrultuda, Bulonlar Arası ve Kenara Minimum Mesafeler

Kuvvete paralel doğrultuda dizilmiş olan bulonlar arası mesafe ile bir bulonun gerilme tatbik ettiği yönde birleştirdiği elemanın kenarına mesafesi 1,5 d veya $P/(0,6 \sigma_{at})$ den küçük olmamalıdır.

Burada;

d = Bulonun çapı

P = Bulon tarafından aktarılan kuvvet

t = Birleştirilen elemanlardan en incisinin kalınlığı

σ_a = Akma sınır gerilmesi

dir.

2.5.1.2 - Faydalı Enkesit Alanı Üzerindeki Çekme Gerilmesi

Bir bulonlu birleşimde birleştirilen parçaların faydalı enkesitleri üzerinde hesaplanan çekme gerilmesi $0,6 \sigma_a$ veya,

$$(1,0-0,9r-3rd/s) 0,6 \sigma_a$$

değerini geçmemelidir.

Burada;

r = Kesitte bulon veya bulonlarca aktarılan yükün, bu kesit tarafından aktarılan yüke oranıdır. Eğer 0,2 den küçükse sıfıra eşit alınabilir.

s = Kuvvet doğrultusuna dik doğrultuda bulonlar arası mesafe olup, tek bulon halinde birleştirilen parçaların genişliğine eşit alınır.

2.5.1.3 - Bulonlu Birleşimlerde Ezilme Gerilmesi

(dt) ezilme alanı üzerinde hesaplanan gerilme $2,1 \sigma_a$ değerini geçmemelidir. Burada σ_a birleştirilen elemanların akma sınır gerilmesidir.

2.5.2 - Kaynaklı Birleşimler

Soğukta şekil verilmiş ince cidarlı çelik taşıyıcıların birleşimleri aşağıda belirtilen kaynak türlerinden uygun olanı seçilerek yapılmalıdır.

- Ergitme kaynakları

Küt kaynaklar

Köşe kaynakları

- Direnç kaynakları

Nokta kaynağı

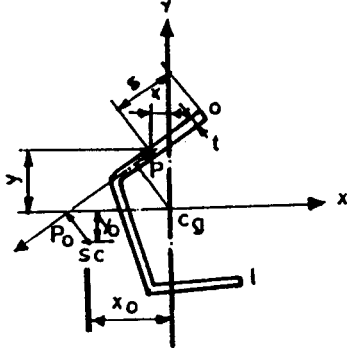
Bu kaynak türlerinin uygulanması ve yük taşıma kapasitelerinin hesabı için uyulması gereken kurallar TS 3357'de verilmiştir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

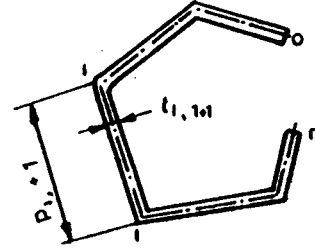
- AISI (American Iron and Steel Institute) Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members. 1968 Edition
- CTICM "Regles de Calcul des Constructions en Elements a Parois Minces en Acier", Construction Metallique No.4/1978
- Cissel, J.H. and W.E. Quinsey, "Durability of Lightweight Steel Construction, Part I, University of Michigan Engineering Research Bulletin, No.30, June 1942.
- F. Bleich, "Buckling Strength of Metal Structures", McGraw-Hill Book CoMpany.
- N.W. Murray, "Introduction to the Theory of Thin-Walled Structures", Oxford Engineering Series 13., Clarandon Pess, Oxford, 1986.
- Winter, George, "Commantray on the 1968 Edition of the Specification for the Design of Cold-Formad Steel Structural Members", American Iron and Steel Institute, 1970 ed.
- Southwell, R.V., and S.W.Skan, "On the Stability under Shearing Forces of a Flat Elastic Strip", Proceedings, Royal Society, A., Vol. 105, No. 733, May 1924.
- Rockey, K.C; Shear Buckling of ThinWalled Sections, "Thin-Walled Structures", A.H.Chilver (ed.), John Wiley Sons, Inc., New York, Copyrighted by Chatto and Windus, 1967.
- Gerard, G., and H.Becker, "Handbook of Structural Stability, Part Iş Buckling of Flat Plates", NACA Technical Note No. 3781, July 1957.
- Basler, K., "Strength of Plate Girders in Shear", Journal of Structural Division, ASCE Proceedings, Vol. 87, No. ST7, pp. 151-180, October 1961.
- Gerard, G., and H.Becker, "Hanbook of Struactical Stability, Part I", NACA Technical Note No. 3781, July 1957.
- Timoshenko, S.P., and Gere, J.M., "Theory of Elastic Stability", McGra Hill Book Co., New York, 1961.
- Galambos, T.V., "Structural Members and Frames", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1968.
- Johnston, B.G. (ed.), "Guide to Design Criteria for Metal Compression Members", 2d ed., John Wiley Sons, Inc., New York, 1966.
- Winter, George, "Lateral Stability of Unsymmetrical I-Beams and Trusses," ASCE Transactions, Vol. 198, 1943.
- Arda, T.S., ve E.Uzgidar, "Çelik Yapılarda Taşıma Gücü, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası Gümüşsuyu 1986.
- Hill. H.N., "Lateral Bückling of Channels and E-Beams", Asce Transactions, Vol. 119, 1954.
- Bijlaard, P.P., and G.P.Fisher, "Interaotion of Column and Local Buckling in Compression Members, NACA TN 2640, March 1952.
- Bulson, P.S., Local Stability and Strength of Structural Sections, "Thin-Walled Structures", A.H. Chilver (ed.), John Wiley Sons, Inc., New York, 1967.
- Chajes, A., and G.Winter, "Torsional-Flexural Buckling of Thin-Walled Members", Journal of Structural Division, ASCE Proceedings, Vol. 91, No. ST4, August 1965.
- Chajes, A., P.J. Fang, and G.Winter, "Torsional-Flexuaral Buckling, Elastic and Inelastic of Cold-Formed Thin-Walled Columns", Cornell Engineering Research Bulletin 66-1. August 1966.
- Bleich, F., "Buckling Strength of Metal Structures", McGraw-Hill Book CoMpany, New York, 1952.
- Peköz, T.B., and N.Çelebi, "Torsional-şFlexural Buckling of Thin-Walled Sections Undoer Eccentric Load, Cornell Engineering Research Load", Cornell Engineering Researzh Bullatin No. 69-1, Cornell University, Inhaca, New York, 1969.

EK-A

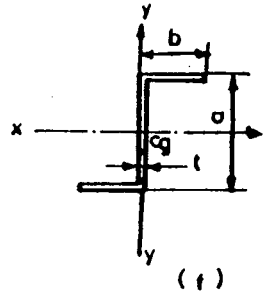
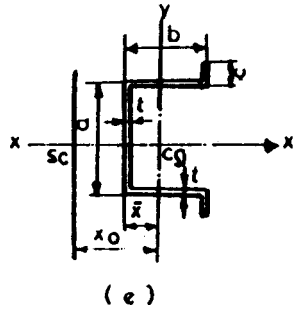
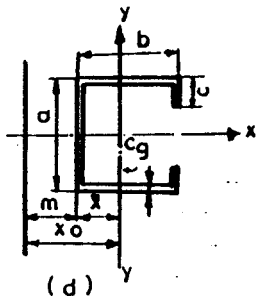
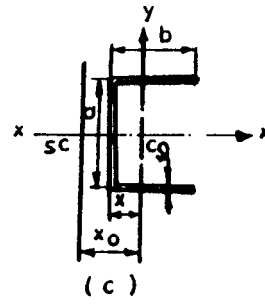
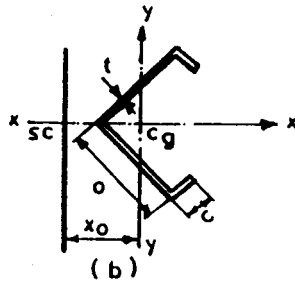
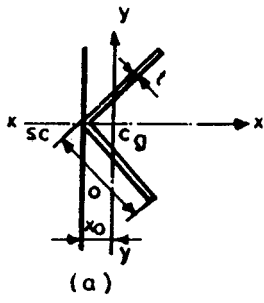
BAZI KESİTLERDE KAYMA MERKEZİNİN YERİ VE ÇARPILMA SABİTİNE AİT FORMÜLLER



ŞEKİL - 1



ŞEKİL - 2



ŞEKİL - 3

ÇİZELGE A1 - Kayma Merkezinin x_0 , y_0 Koordinatları ve Çarpılma Katsayıları

Kesit	X_0	Y_0	C_x
Şekil 3a	$\frac{a\sqrt{2}}{4}$	0	0
Şekil 3b	$\frac{a+c}{2\sqrt{2}} + \frac{tac^2}{3\sqrt{2}l_x}(3a-2c)$	0	$\frac{t^2 a^4 c^3}{18l_x}(4a+3c)$ <i>where</i> $I_x = \frac{t}{3}(a^3 + c^3 + 3a^2c + 3ac^2)$
Şekil 3c	$\frac{b^2}{a+2b} + \frac{3b^2}{6b+a}$	0	$\frac{ta^2b^3}{12}(\frac{3b+2a}{6b+a})$
Şekil 3d	$\frac{bt(b+2c)}{A} + \frac{bt}{12l_x}(6ca^2 + 3ba^2 - 8c^3)$	0	$\frac{t^2}{A} \langle \frac{\bar{x}Aa^2}{t} (\frac{b^2}{3} + m^2 - mb) + \frac{A}{3t} [m^2a^3 + b^2c^2(2c+3a)] \rangle$ $-\frac{l_x m^2}{t}(2a+4c) + \frac{mc^2}{3} \{8b^2c + 2m[2c(c-a) + b(2c-3a)]\}$ $+\frac{b^2a^2}{6} [(3c+b)(4c+a) - 6c^2] - \frac{m^2a^4}{4}$
			Where $A = (a+2b+2c)t$ $\bar{x} = \frac{bt(b+2c)}{A}$ $m = \frac{bt}{12l_x}(6ca^2 + 3ba^2 - 8c^3)$ $l_x = \frac{t}{12}(a^3 + 6ba^2 + 6ca^2 - 12ac^2 + 8c^3)$
Şekil 3e	$\frac{bt(b+2c)}{A} + \frac{bt}{12l_x}(6ca^2 + 3a^2b - 8c^3)$	0	$\frac{a^2}{4} \left[I_y + \bar{x}^2 A \left(1 - \frac{a^2 A}{4I_x} \right) \right] + \frac{2b^2tc^3}{3} - ab^2c^2t + \frac{a^2btc^3\bar{x}A}{3l_x} - \frac{4b^2t^2c^6}{9I_x}$ $A = (a+2b+2c)t, \bar{X} = \frac{bt(2c+b)}{A}$ <i>where</i> $I_x = \left(\frac{t}{12}\right)(a^3 + 6ba^2 + 6ca^2 + 12ac^2 + 8c^3)$ $I_y = \frac{tb^2}{3(a+2b+2c)}(2ab + b^2 + 4bc + 6ca)$
Şekil 3f		0	$\frac{(tb^3a^2/12Kb+2a)}{2b+a}$

ATIF YAPILAN STANDARD*REFERENCE*

TS 648/Aralık 1980	"Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları" <i>"Building Code for Steel Structures"</i>
TS 2162/Şubat 1986	"Genel Yapı Çelikleri" <i>"Steel for General Structural Purposes"</i>
TS 3357/Nisan 1979	"Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları" <i>"Building Code for the Design and Execution of Welded Connections in Steel Structures"</i>