

Molet ve

Molet Saplama ları

MUKAVEMET Hesabı

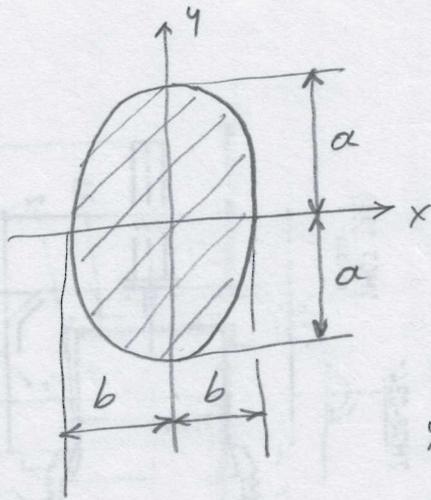
(inceleme)

III -

Kennediyev

Şekil 11 de, kol kesiti,

- 41 -



şeklinde olduğuna göre

$$I_x = \frac{\pi b a^3}{4} \quad (42)$$

$$I_y = \frac{\pi a b^3}{4} \quad (43)$$

yarı (a b) dir.

Burada,

$$\left. \begin{aligned} I_x &= I_{\max} \\ I_y &= I_{\min} \end{aligned} \right\} \quad (44)$$

olup,

W_x - x eksenine göre kesit mukavemet momenti. (Eğilme için)

$$W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} \quad (45)$$

tanımlaması ile

y_{\max} - Kesit noktalarının x-eksenine (tarafsız eksen) olan y_{\max} mesafesi. ($y_{\max} = a$)

$$W_x = \frac{\pi b a^3}{4 \cdot a}$$

$$W_x = \frac{\pi b a^2}{4} \quad (46)$$

bulunur.

M_d döndürme (burulma) momentinden dolayı kol eğilmeye eğilir.

Koldaki eğilme gerilmesi,

$$\sigma_{z \max} (= \sigma_{e \max.}) = \frac{M_x (= M_e)}{W_x (= W_e)} \leq \sigma_{em.} \quad (47)$$

σ_e	M_e	W_e
kgf/cm ²	kgf.cm	cm ³

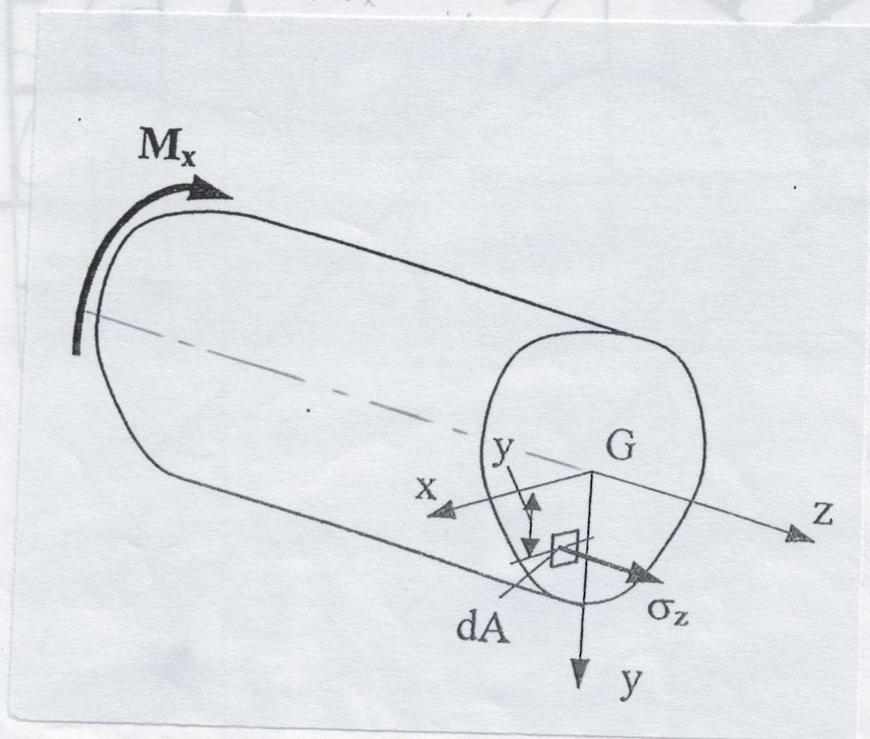
denkleminde hesaplanır. Burada,

σ_z - Normal gerilme

M_e - Eğilme momenti

W_e - Eğilme mukavemet momenti

Özetlersek (Şekil 13) ;



Şekil 13- M_x eğilme momentiyle zorlanan kesit

X eksenine göre moment denge denklemi:

$$M_x = \int_{(A)} \sigma_z \cdot dA \cdot y$$

Hooke kanununa göre,

$$\sigma_z = E \cdot \epsilon_z = E \cdot y / \rho_x$$

ρ_x - Eğrilik yarıçapı (Elastik eğri)

$$M_x = \int_{(A)} \frac{E \cdot y}{\rho_x} dA \cdot y = \frac{E}{\rho_x} \int_{(A)} y^2 dA$$

I_x

$$M_x = \frac{E I_x}{\rho_x} = E \cdot I_x \cdot \frac{\sigma_z}{E \cdot y} = \frac{\sigma_z \cdot I_x}{y}$$

$$\sigma_z = \frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

elde edilir. σ_z in y ye göre değişimi:

$$\sigma_{zmax} = \frac{M_x}{I_x} y_{max}$$

$$W_x = \frac{I_x}{y_{max}} \quad \text{tanımlaması ile}$$

$$\sigma_{zmax} = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{bulunur}$$

W_x - Kesitin mukavemet momenti.

Ayrıca

$$\left. \begin{matrix} \sigma_z = \sigma_e \\ W_x = W_e \\ M_x = M_e \end{matrix} \right\} \text{olarakta gösterilebilir.} \quad (48)$$

Hesaplama

- 44 -

$$\sigma_{e_{max}} = \frac{M_e}{W_e} \leq \sigma_{e_{em}} \quad (\text{Eşitlik 47})$$

$$\frac{74324}{\pi b \alpha^2 / 4} = 150$$

$$\alpha = 2b \text{ ile}$$

$$\frac{74324}{\pi \alpha^3 / 8} = 150 \rightarrow \alpha = \sqrt[3]{\frac{74324 \cdot 8}{\pi \cdot 150}}$$

$$\alpha = 6,2 \text{ cm} = 62 \text{ mm.}$$

$$b = \frac{\alpha}{2} = \frac{62}{2} = 31 \text{ mm}$$

bulunur.

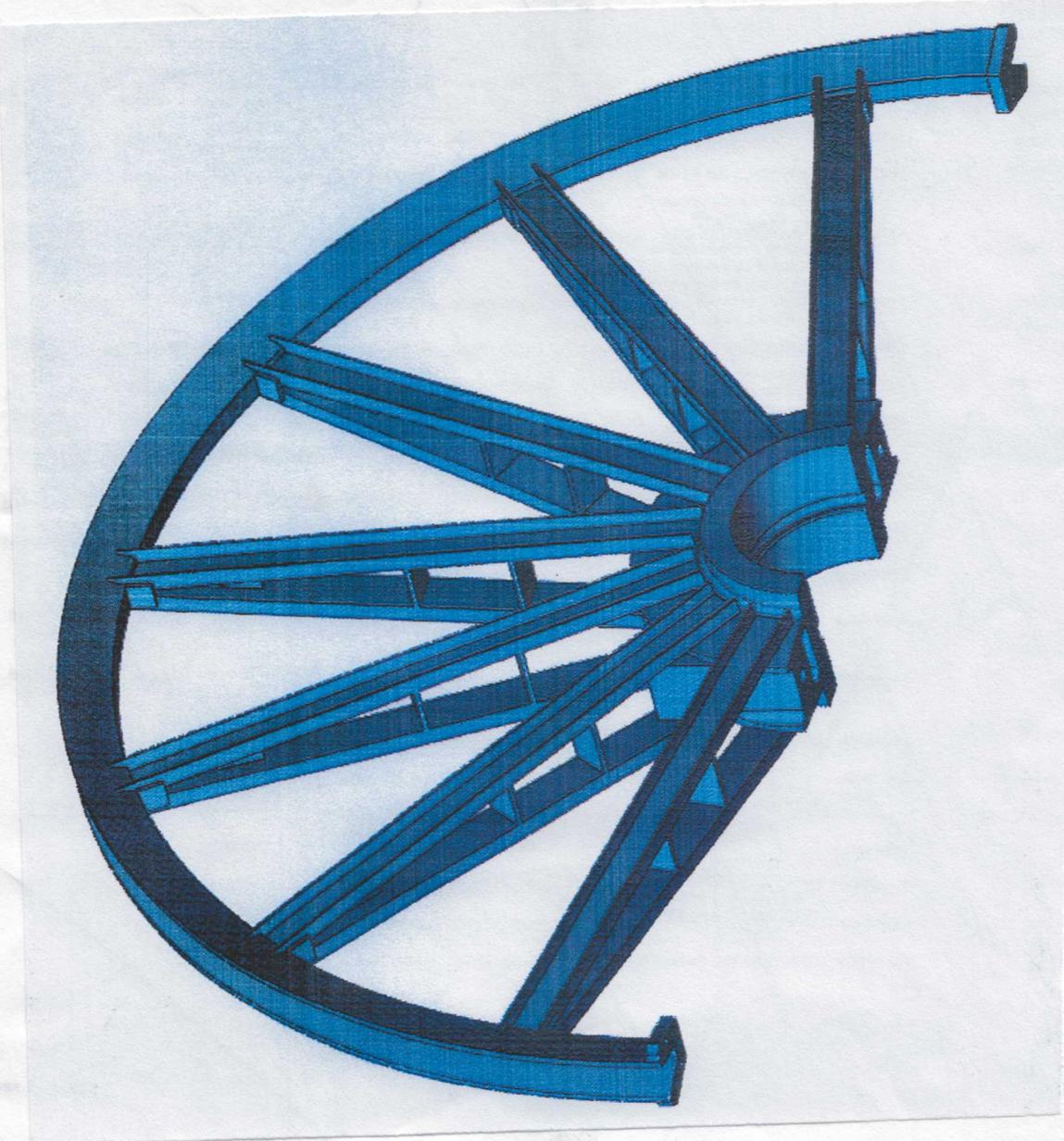
Şimdi bizim moletin (Şekil 7, 14 ve 15) Hilmi İLERİ hocamın [15], yöntemine göre kol kesiti kontrolünü yapmaya çalışalım.

Halat çekme kuvvetlerini hesaplarken, halatın rijitliğinden ileri gelen eğilme direnci ve molet mili yataklarındaki sürtünme kayıpları nedeniyle moletli halat işletme verimi tanımını yapmış ve,

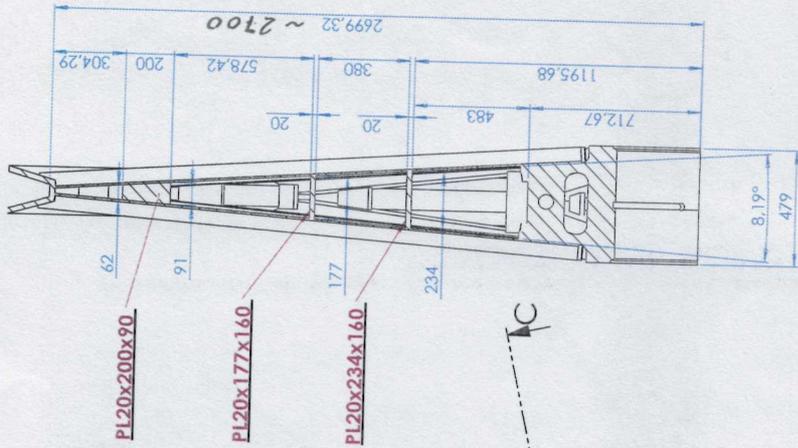
- Kaymalı yataklarla yataklanmada,

$$\eta = 0,96$$

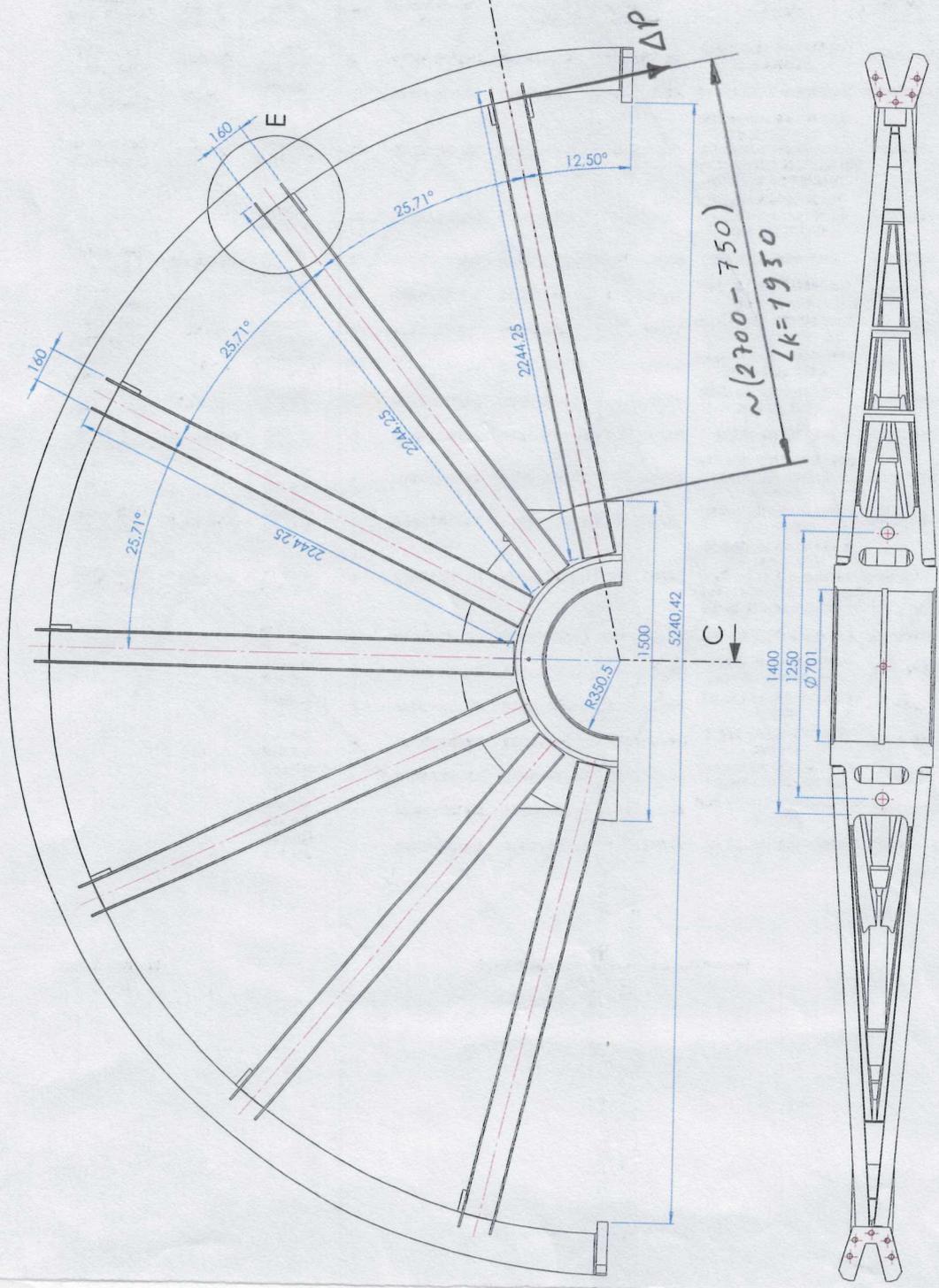
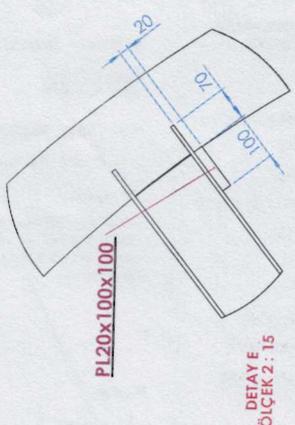
Handwritten text, possibly a signature or name, including "Sempare" and "WADLPW".



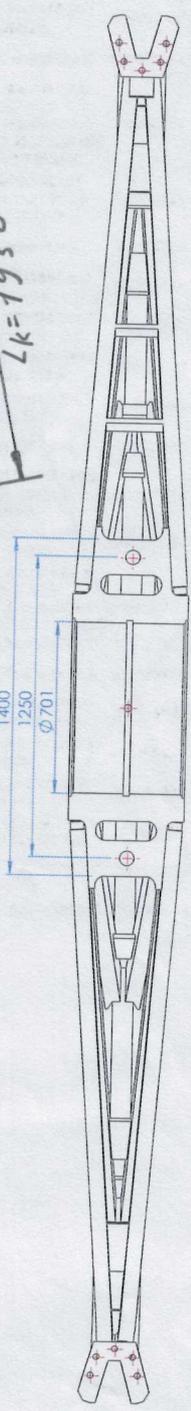
Sekil 14- Kolla molet resmi [L11]



KESİT C-C
ÖLÇEK 1:15



ÖLÇEK 1:15



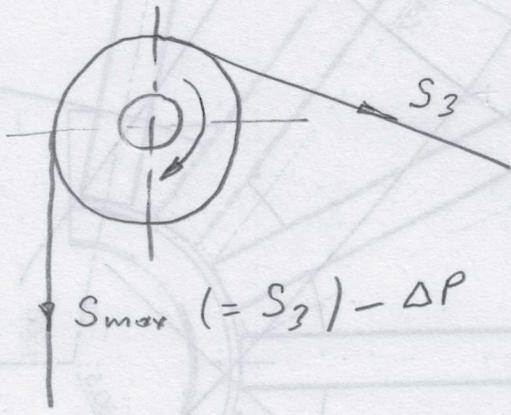
Sekil 15- Kollu molet kesiti [L11]

- Rulmanlı yataklarla yataklama oldu,

$$\eta = 0,98$$

değerlerini vermiştik. [L7. Sayfa: 173]

Su halde, halat yükünü çekebilmek için sürtünme kayıplarından dolayı oluşan sürtünme momentini ek bir ΔP kuvveti ile yenmemiz gerekir. Hesaplıyalım.



S_3 - Halat yükü

$$S_{max.} (= S_3) = 256 \text{ kW} \quad [\text{L7. Sayfa: 246}]$$

$\eta = 0,98$ verim değeri ile

$$\eta = \frac{S_3 - \Delta P}{S_3}$$

$$0,98 = \frac{256 - \Delta P}{256}$$

$$\underline{\Delta P = 5,12 \text{ kW} = 512 \text{ kpf}}$$

olarak bulunur.

- Kol, muletin göbeğinde ankastre, çevresinde ise serbest çalışıyor,
- Ek ΔP sürtünme çevre kuvvetini yalnız bir kolun taşıdığı,
- Kol, bir ucunda serbest ΔP kuvveti, diğer ucu ankastre bir konsol kiriş durumunda olduğu kabulleri ile gerekli olan ek döndürme momenti (sürtünme momenti),

$$M_d = \Delta P \cdot L_k \quad (\text{Şekil 75})$$

L_k - Kol uzunluğu (Flambaj oluşumuna karşı kollarin desteksiz uzunluğu)

$$L_k = 195 \text{ cm} \quad (\text{Şekil 7, 15})$$

$$M_d = 512 \cdot 195 = 99840 \text{ kpf.cm}$$

$$\| \underline{M_d} \approx 100000 \text{ kpf.cm}$$

Koldaki eğilme gerilmesi,

$$\sigma_{ee} = \frac{M_e}{W_e} \leq \sigma_{ejem} \quad (\text{Eşitlik 47})$$

$$\sigma_{sekme} = 500 \text{ kpf/cm}^2 \quad (\text{Sayfa 37})$$

$$\sigma_z (= \sigma_{sekme}) = \sigma_e \quad (\text{Eşitlik 48})$$

$$\frac{100000}{W_{ex}} = 500$$

W_{ex} - x eksenine göre eğilme mukavemet momenti

$$\| W_{ex} = 200 \text{ cm}^3$$

Bu değer ile Tablo 1 incelenerek kol kesit profili bulunabilir.

U 160 Profili için,

$$W_x = 116 \text{ cm}^3 \quad (\text{Tablo 1})$$

Profilleri sırt-sırtta kullanırsak

$$U-160 \text{] [için } W_x = 232 \text{ cm}^3$$

$$\| \underline{U-160 \text{] [} (W_x = 232 \text{ cm}^3 > W_{ex} = 200 \text{ cm}^3)$$

$$\| \underline{U-160 \text{] [uygundur.}$$

MAN-GHH firması da (Şekil 7) aynı

profil çiftini kullanmıştır.

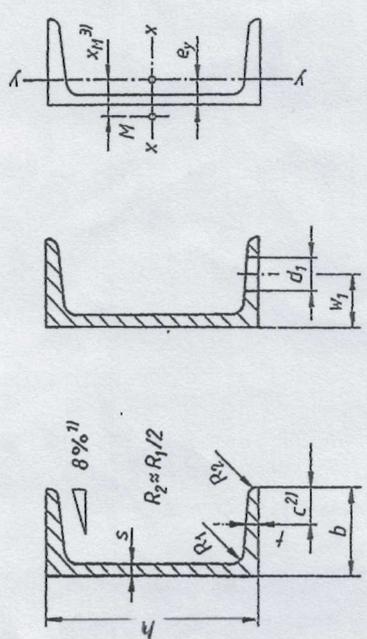
USK10WGEDCEME12

Bezeichnung eines warmgewalzten U-Stahls von Höhe $h = 200$ mm aus S235JR (Werkstoffnummer 1.0038):
 U-Profil DIN 1026-U200-S235JR
 oder U-Profil DIN 1026-U200-1.0038

Bestellbeispiel: 10 t warmgewalzter U-Stahl mit obiger Norm-Bezeichnung in Festlängen von 5500 mm:

10 t U-Profil DIN 1026-U200 x 5500-S235JR

Herstelllängen: 3 bis 15 m



Kurzzeichen U	Maße für				längenbezogene Masse	für die Biegeachse				Abstand der Achse $y-y$	Flanschenlöcher nach DIN 997			
	h	b	s	t = R ₁		I_x	W_x	i_x	I_y		W_y	i_y	$x_M^{(3)}$	d_1
	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm	mm	mm
30 x 15	30	15	4	4,5	1,74	2,53	1,69	1,07	0,38	0,39	0,42	0,74	4,3	10
30	30	33	5	7	4,27	6,39	4,26	1,08	5,33	2,68	0,99	2,22	8,4	20
40 x 20	40	20	5	5,5	2,87	7,58	3,79	1,44	1,14	0,86	0,56	1,01	6,4	11
40	40	35	5	7	4,87	14,1	7,05	1,50	6,68	3,08	1,04	2,32	8,4	20
50 x 25	50	25	5	6	3,86	16,8	6,73	1,85	2,49	1,48	0,71	1,34	8,4	16
50	50	38	5	7	5,59	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	2,47	11	20
60	60	30	6	6	5,07	31,6	10,5	2,21	4,51	2,16	0,84	1,50	8,4	18
65	65	42	5,5	7,5	7,09	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	2,60	11	25
80	80	45	6	8	8,64	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	2,67	13	25
100	100	50	6	8,5	10,6	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	2,93	13	30
120	120	55	7	9	13,4	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	3,03	17	30
140	140	60	7	10	16,0	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	3,37	17	35
160	160	65	7,5	10,5	18,8	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	3,56	21	35
180	180	70	8	11	22,0	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	3,75	21	40
200	200	75	8,5	11,5	25,3	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	3,94	23	40
220	220	80	9	12,5	29,4	2690	245	8,48	197	33,6	2,30	4,20	23	45
240	240	85	9,5	13	33,2	3600	300	9,22	248	29,6	2,42	4,39	25	45
260	260	90	10	14	37,9	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	4,66	25	50
280	280	95	10	15	41,8	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	5,02	25	50
300	300	100	10	16	46,2	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	5,41	28	55
320	320	100	14	17,5	59,5	10870	679	12,1	597	80,6	2,81	4,82	28	58
350	350	100	14	16	60,6	12840	734	12,9	570	75,0	2,72	4,45	28	58
380	380	102	13,5	16	63,1	15760	829	14,0	615	78,7	2,77	4,58	28	60
400	400	110	14	18	71,8	20350	1020	14,9	846	102	3,04	5,11	28	60

Tablo 1 - Çelik U-Profilleri. Sıcak haddelenmiş çelik flanş yüzeyi. DIN 1026-1

Tablo 1 :

* :

Yükseklik - - - - : $h = 200 \text{ mm}$

Malzeme - - - - : S235JR

Malzeme numarası : 1.0038

olan sıcak haddelenmiş bir U- çeliğinin gösterilişi :

U- Profil DIN1026 - U200 - S235JR

veya,

U- Profil DIN1026 - U200 - 1.0038

Yukarıdaki norm semboller ile, 5500 mm sabit uzunlukta, 10 t sıcak haddelenmiş

U- çeliğinin sipariş örneği :

10 t U- Profil DIN1026 - U200x5500 - S235JR

imalat uzunluğu : 3... 15 m arasında

Bilgi [L8] :

DIN 17100'e göre ;

<u>Çelikler</u>	<u>Malzeme numaraları</u>
St37-2	1.0037
RSt37-2	1.0038

R- Durgun çelik

EN 10025'e göre ;

<u>Çelikler</u>	<u>Malzeme numaraları</u>
S235JR	1.0037
S235JRG2	1.0038

55

- 1) $h > 300$ mm için : % 5
- 2) $h \leq 300$ mm için : $c = 0,5 b$
 $h > 300$ mm için : $c = 0,5 (b - s)$

3) X_M = Kayma merkezi M'nin y-y eksenine mesafesi:

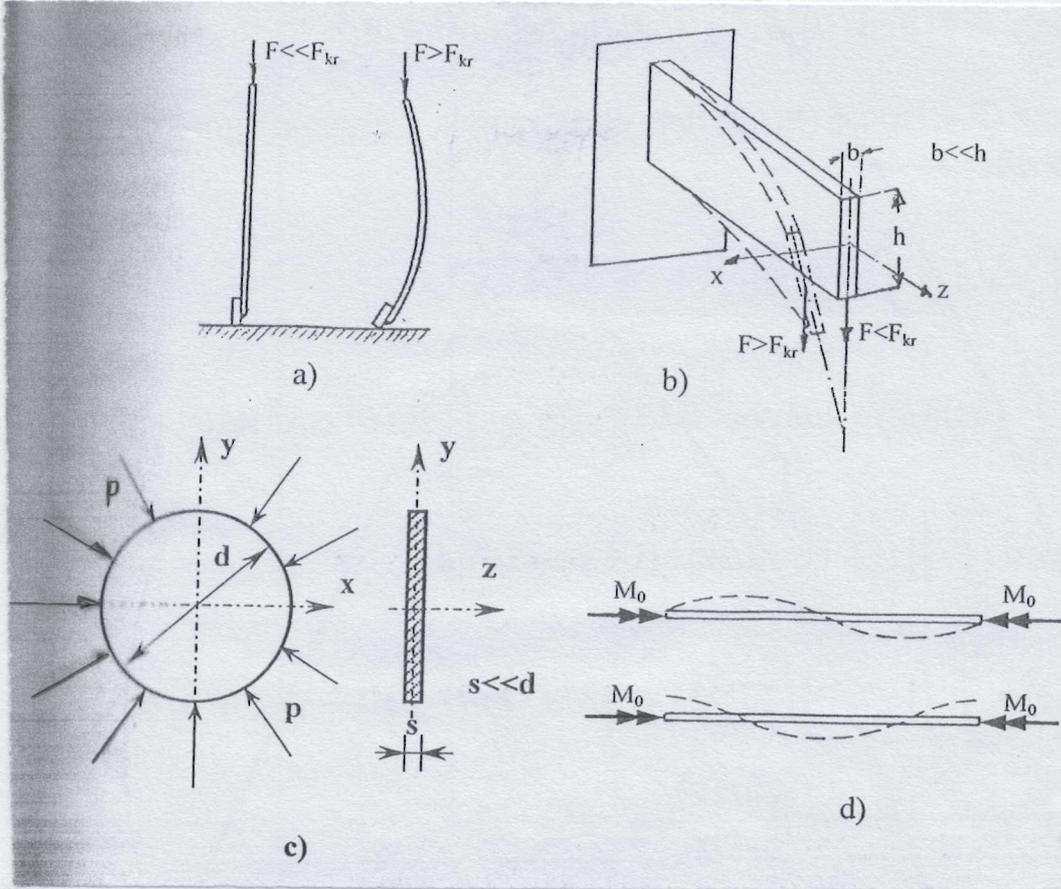
4) (Simetrik olmayan kesitlerin kesmeli eğilmesinde, kesme kuvvetinin geçtiği M noktasına kesitin kayma merkezi denir)

- ① : Gösterilişi
- ② : Ölçüler
- ③ : Kesit alanı
- ④ : Birim kütle
- ⑤ : Eğilme eksenleri için
 - I_x } x ve y eksenlerine göre alan eylemsizlik momentleri
 - I_y }
 - W_x } x ve y eksenlerine göre kesit mukavemet momentleri
 - W_y }
 - i_x } x ve y eksenlerine göre alan eylemsizlik yarı eksenleri
 - i_y }
- ⑥ : y ekseninin mesafesi:
- ⑦ : Flanş delikleri için (DIN 997'ye göre)
 - d_1 - Delik çapı
 - w_1 - Delik eksenine mesafesi:

55/9/18

göre kontrolü;

a) Burkulmanın ortaya çıkışı [L1];



Şekil 16 - Burkulma zorlanması
[L1]

- Şekil 16 a daki çetvel, F basma kuvvetinin etkisinde dir. F kuvveti yavaş yavaş artırılıp belirli bir kritik değeri aş tiğinde çetvel ekseninin eğri haline geldiği görülür. Bu olay, "Kolon burkulması" olarak tanımlanabilir.
- Şekil 16 b deki ince kiriş ($b \ll h$), düşey olarak etkiyen F kuvvetinin belirli bir kritik değeri aşması sonucu, x - z düzleminde eğilin ve z eksenini etrafında döner. Bu olay, "Yanal burkulma" olarak tanımlanabilir.

• Şekil 16 c deki dairesel levhanın kuş - 59.
 luluğu, sapına oranla çok küçüktür ($s_1 \ll d$),
 levhanın çevresine etkiyen p basıncı, belirli
 bir kritik değeri aşınca levha, düzlemine
 dikle doğrultuda eğilir. Bu olay, "Basınç
 burkulması" olarak tanımlanabilir.

• Şekil 16 d deki düz ince mil, küçük devir
 sayılarında ekseninde dönerken, devir sayısı
 ve momenti arttırıldığında, belirli kritik
 değerlerde, helisel bir biçim alarak döner.
 Bu olay, "Burulma burkulması" olarak tanımlanabilir.

b) Kolon burkulması,

Kolon burkulmasında kritik yük, genel
 olarak,

$$F_{kr} = \pi^2 \cdot E \cdot I / L_{kr}^2 \quad (49)$$

şeklindeki EULER formülü ile gösterilebilir.

Bu durum Tablo 2 de verilmiştir.

L_{kr} - Kritik burkulma boyu (Tablo 2, Şekil 17)

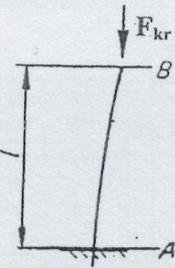
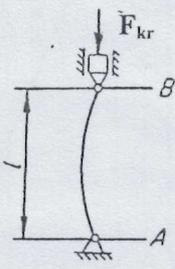
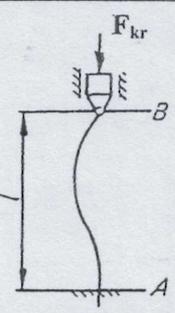
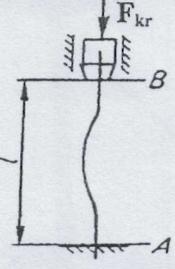
c) EULER burkulma denkleminin sınırları,

Kolonlardaki kritik burkulma yükü

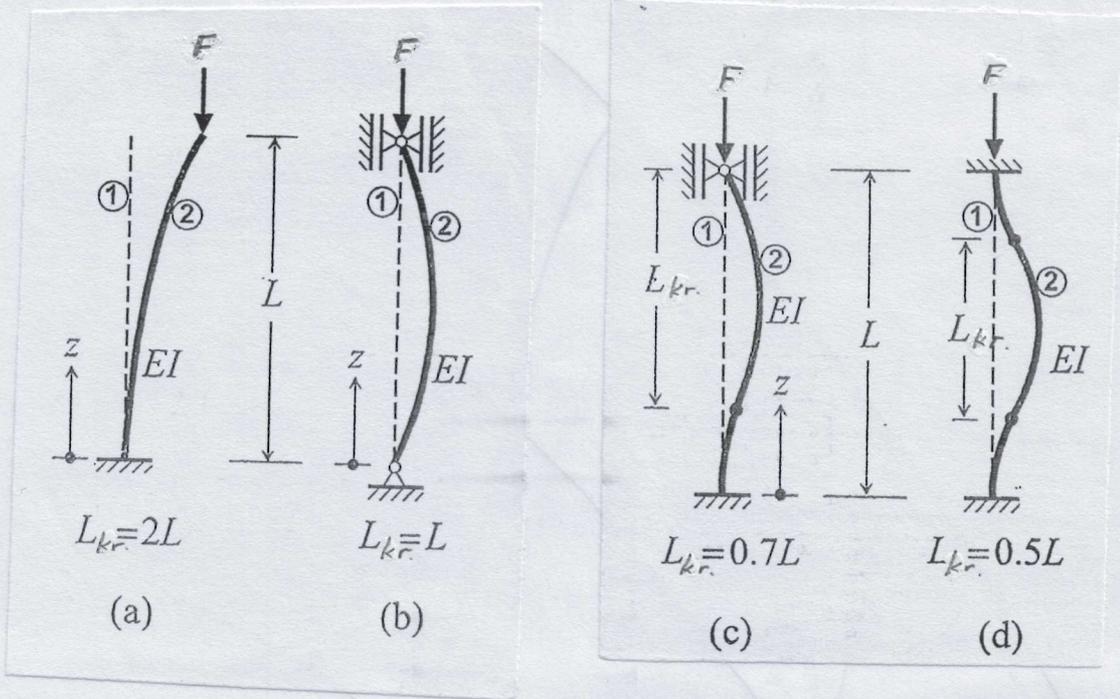
EULER bağıntısı olarak

$$F_{kr} = \pi^2 E I / L_{kr}^2 \quad (\text{Eşitlik 49})$$

şeklinde idi.

	Burkulma Durumu	Mesnetlenme	Kritik Yük	L_{kr}
I		B: Serbest A: Ankastre	$\frac{\pi^2 E I}{4 \ell^2} = \frac{\pi^2 E I}{(2 \ell)^2}$	2.L
II	 Temel Durum	B: Mafsalsal Kılavuzlu A: Mafsalsal	$\frac{\pi^2 E I}{\ell^2}$	L
III		B: Mafsalsal Kılavuzlu A: Ankastre	$\frac{2 \pi^2 E I}{\ell^2} = \frac{\pi^2 E I}{(0.707 \ell)^2}$	0,707L
IV		B: Ankastre Kılavuzlu A: Ankastre	$\frac{4 \pi^2 E I}{\ell^2} = \frac{\pi^2 E I}{(0.5 \ell)^2}$	0,5L

Tablo 2 - Kolonlarda burkulma durumları, kritik yükler. [L 1]



Şekil 17 - Mesnetleme durumuna göre kritik burkulma boyu L_{kr} [$L/10$].

a) Bir ucu ankastre, diğer ucu serbest kolon. $L_{kr} = 2L$

b) iki ucu mafsallı kolon. $L_{kr} = L$

c) Bir ucu ankastre, diğer ucu kayıcı mafsallı kolon. $L_{kr} = 0,7L$

d) iki ucu ankastre kolon. $L_{kr} = 0,5L$

L - Kolon uzunluğu.

Kolondaki kritik burulma gerilmesi.

$$\sigma_{kr} = F_{kr} / A = \pi^2 EI / (L_{kr}^2 \cdot A) \quad (50)$$

$$I = i^2 A \quad (\text{Eşitlik 12})$$

olduğunda şurada

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_{kr}}{i}\right)^2} \quad (51)$$

şeklinde bulunur,

-57-

$$\frac{L_{kr}}{\lambda} = 1$$

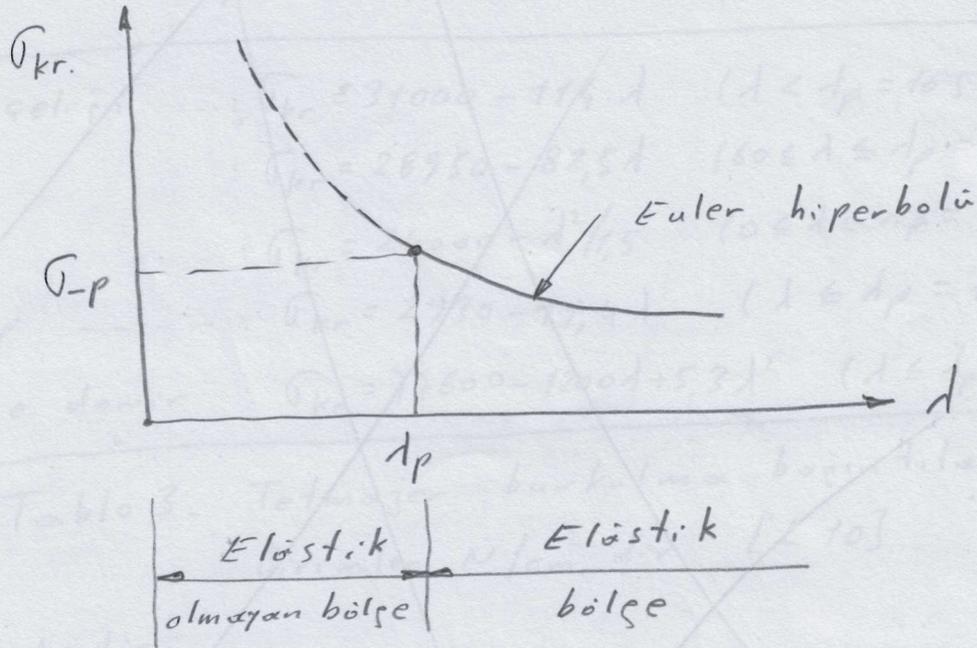
(52)

varınlık derecesi olarak tanımlanırsa

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

(53)

elde edilir. Bu ifade bir hiperbol denklemdir.



Şekil 18 - Euler hiperbolü

Basma bölgesindeki orantı sınırını gösteren σ_p değerini aşan çubuklar için artık Hooke bağıntısı geçerli olmadığından, hiperbolün ilgili bölümü kullanılmaz. Yani hiperbolde σ_p ye karşılık gelen varınlık derecesi:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_p}}$$

(54)

	a	b	c
St 38	-	-1,14	310
St 52	-	-2,3	470
GG	0,053	-12	776
Ahşap	-	-0,194	29,3

Tablo 4- Çeşitli malzemelerde
a, b, c sabitleri [L1]

e) Kolonların Euler ve Tetmajer'e göre hesabı, Mustafa Sıvci hocamdan [L1] alınmıştır.

e₁) $l > l_p$ ise Euler bağıntısına göre F_{kr} hesaplanabilir.

$$F_{kr} = \pi^2 EI / L_{kr}^2 \quad (\text{Eşitlik 49})$$

F - Kolona etkiyen basma kuvveti.

n - Mevcut emniyet katsayısı

olmak üzere

$$n = F_{kr} / F \quad (56)$$

bulunur.

e₂) $l < l_p$ ise Tetmajer bağıntısına göre

σ_{kr} hesaplanabilir (Tablo 3, 4; Eşitlik 55)

$F_{kr} = \sigma_{kr} \cdot A$ olduğundan, kolona etkiyen

basma kuvveti F ise, mevcut emniyet

katsayısı : $n = F_{kr} / F$ olarak bulunur.

e3) Kolon kesit büyüklükleri belli

- 60-

değil ise, başlangıçta Euler bağıntısına göre hesap yapılarak,

$$I_{\text{gerekli}} = F_{kr} \cdot L_{kr}^2 / (\lambda^2 E) \quad (\text{Eşitlik 49})$$

$$I_{\text{gerekli}} = F \cdot n \cdot L_{kr}^2 / (\lambda^2 E)$$

olarak bulunur. Buna göre seçilen kesitten

$$d = L_{kr} / \lambda \quad (\text{Eşitlik 52})$$

hesabı yapılır. $d > d_p$ çıkarsa, kesit doğru seçilmiş demektir. $d < d_p$ çıkarsa,

Tetmajer bağıntısından σ_{kr} bulunarak $n = \sigma_{kr} \cdot A / F$ emniyet katsayısının yeterli olup olmadığına bakılır. n yeterli yeterli ise kesitin doğru seçildiği anlaşılar, değilse kesit büyütülerek hesaba devam edilir.

Not. Orantı sınırı σ_p değerine karşılık gelen

d_p varlık derecesini iki mahlumeyin hesaplayalım.

$$d_p = \sqrt{\frac{\lambda^2 E}{\sigma_p}} \quad (\text{Eşitlik 54})$$