

**LÜTFEN FORMÜL KAĞIDI ÜZERİNDE GÜNCELLEME YAPILDIĞINDAN OBS EN SON HALİNİ KULLANINIZ!!!**

**GENEL MUKAVEMET**

**STATİK** ( $\sigma_{ak} = R_e$ ,  $\sigma_{\zeta}, \sigma_{\zeta max}, \sigma_k = R_m$ )

Sünek malzemeler:  $\sigma_{em} = \frac{\sigma_{ak}}{S}$   $\tau_{em} = \frac{0,57\sigma_{ak}}{S}$

Gevrek malzemeler:  $\sigma_{em} = \frac{\sigma_{\zeta}}{S}$   $\tau_{em} = \frac{0,57 * \sigma_{\zeta}}{S}$

**EMNİYET KATSAYISI (S)**

S	Global yöntemde çalışma koşulları için emniyet kriterlerine
1,5-2	Çalışma koşulları çok iyi bilinen, F ve gerilme ( $\sigma, \tau$ vb) değerleri yüksek doğrulukta tayin edilen, malzemenin özellikleri çok iyi bilinen ve kaliteli üretim hali,
2-2,5	Normal çalışma koşulları, F ve gerilme ( $\sigma, \tau$ vb) değerleri doğrulukla tayin edilen, malzemenin özellikleri iyi bilinen ve orta kaliteli üretim hali,
2,5-3	Orta çalışma koşulları, F ve gerilme ( $\sigma, \tau$ vb) değerleri tam olarak TAYİN EDİLEMEYEN, malzemenin özellikleri bilinen ve üretim kalitesi tam olarak bilinmeyen hal,
3-4	Ağır çalışma koşulları, F ve gerilme ( $\sigma, \tau$ vb) değerleri yaklaşık olarak TAYİN EDİLEN, malzemenin özellikleri yaklaşık bilinen ve üretim kalitesi tam olarak bilinmeyen hal,
4-5	Ağır çalışma koşulları, F ve gerilme ( $\sigma, \tau$ vb) değerleri yaklaşık olarak TAYİN EDİLEN, malzemenin özellikleri yaklaşık bilinen ve üretim kalitesi tam olarak bilinmeyen ve İNSAN HAYATI için TEHLİKELİ olan haldir.
$\geq 5$	Burkulmaya zorlanan malzemeler

**DİNAMİK**

**Malzemenin, deney çubuğunun sürekli mukavemet sınırı**

**Çekme-Basma**

$$\sigma_{\zeta} \leq 1400 N/mm^2 \Rightarrow \sigma_{\zeta D} = 0,45\sigma_{\zeta} \quad \sigma_{\zeta} > 1400 N/mm^2 \Rightarrow \sigma_{\zeta D} = 630 N/mm^2$$

**Eğilme**

$$\sigma_{\zeta} \leq 1400 N/mm^2 \Rightarrow \sigma_{e D} = 0,5\sigma_{\zeta} \quad \sigma_{\zeta} > 1400 N/mm^2 \Rightarrow \sigma_{e D} = 700 N/mm^2$$

**Burulma**

$$\tau_D \cong 0,58\sigma_D = 0,29\sigma_{\zeta} \max$$

**Makine elemanının sürekli mukavemet EMNİYET sınırı ( $\sigma_{Dem}^* = \sigma_{B em}$ )**

$$\sigma_{Dem}^* = \sigma_{B em} = K_R \frac{K_b \cdot K_y}{K_{\zeta}} \cdot \frac{\sigma_{\zeta D}}{S}$$

$$\tau_{Dem}^* = \tau_{B em} = \frac{K_b \cdot K_y}{K_{\zeta}} \cdot \frac{\tau_D}{S}$$

$$K_{\zeta} = 1 + q(K_t - 1)$$

$$\sigma_{B \max} = \sqrt{(\sigma)^2 + 4(\tau)^2} \leq \sigma_{B em}$$

### K<sub>R</sub> Güvenlik Faktörü

Güvenirlilik (%)	K <sub>R</sub>
50	1
90	0,897
99	0,814
99,9	0,753
99,99	0,702
99,999	0,659

### K<sub>b</sub> Boyut Faktörü

d[mm]	≤10	20	30	40	50	60	70	80	100	200	250	≥300
K <sub>b</sub>	1	0,94	0,88	0,85	0,81	0,78	0,76	0,74	0,73	0,65	0,6	0,56

### K<sub>y</sub> Yüzey kalitesi Faktörü ve q çentik hassasiyet faktörü

#### Yüzey katsayısı, K<sub>y</sub>

R <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	300	400	500	600	700	800	1000
Yüzey durumu							
Çok ince parlatılmış	1	1	1	1	1	1	1
Parlatılmış	1	0,99	0,985	0,98	0,975	0,972	0,97
Taşlanmış	0,97	0,96	0,95	0,94	0,935	0,937	0,93
İnce talaş alınmış	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,885	0,88
Kaba talaş alınmış	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,78
Tufallı	0,80	0,76	0,67	0,61	0,56	0,51	0,43

#### Çentik hassasiyet faktörü, q

Çentik yarıçapı r (mm)	0,1	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	≥ 4,0	
Çelik R <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	1400	0,78	0,86	0,88	0,91	0,92	0,94	0,95	0,955	0,96
	1050	0,63	0,78	0,80	0,85	0,88	0,90	0,91	0,915	0,92
	700	0,50	0,63	0,67	0,76	0,79	0,81	0,83	0,84	0,86
	420	0,36	0,49	0,56	0,64	0,68	0,72	0,74	0,76	0,78
Alüminyum R <sub>m</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	621	0,30	0,48	0,54	0,62	0,66	0,70	0,72	0,74	0,77
	276	0,25	0,35	0,40	0,48	0,54	0,56	0,59	0,62	0,65

Tablolardaki R<sub>m</sub>:Maksimum Çekme Gerilmesidir.

## Kt teorik Gerilme Yığılma (Teorik çentik )Faktörü

D/d	ÇEKME						EĞİLME						BURULMA							
	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
1,01	1,36	1,24	1,17	1,15	1,14	1,13	1,01	1,54	1,36	1,26	1,20	1,16	1,14	1,01	1,26	1,17	1,13	1,11	1,09	1,08
1,02	1,48	1,34	1,26	1,22	1,20	1,19	1,02	1,64	1,44	1,33	1,27	1,22	1,19	1,20	1,56	1,34	1,23	1,18	1,14	1,12
1,05	1,70	1,46	1,37	1,32	1,27	1,25	1,05	1,78	1,53	1,42	1,34	1,28	1,25	1,33	1,68	1,41	1,29	1,23	1,19	1,15
1,1	1,87	1,56	1,44	1,37	1,32	1,29	1,1	1,88	1,58	1,46	1,38	1,31	1,27	1,75	1,75	1,46	1,34	1,27	1,22	1,18
1,2	2,12	1,69	1,53	1,44	1,38	1,34	1,5	1,96	1,62	1,48	1,39	1,34	1,28							
2	2,55	2,00	1,78	1,64	1,54	1,49	2	2,16	1,74	1,55	1,43	1,36	1,30							
6							6	2,42	1,88	1,64	1,48	1,38	1,33							

Tablo 6. Çevresel kanallı millerde Çekme, eğilme, burulma için Teorik Gerilme Yığılması Katsayısı (K<sub>t</sub>)

D/d	ÇEKME						EĞİLME						BURULMA							
	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	r/d	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
1,02	1,84	1,59	1,48	1,41	1,34	1,30	1,01	1,58	1,40	1,32	1,27	1,23	1,20	1,01	1,28	1,20	1,16	1,14	1,13	1,13
1,05	2,21	1,81	1,67	1,53	1,46	1,40	1,02	1,78	1,53	1,42	1,34	1,28	1,25	1,02	1,38	1,27	1,22	1,18	1,16	1,15
1,15	2,72	1,94	1,86	1,71	1,60	1,53	1,05	2,05	1,70	1,55	1,46	1,38	1,33	1,05	1,53	1,35	1,27	1,23	1,20	1,18
1,50	-	2,34	2,00	1,80	1,68	1,58	1,1	2,24	1,82	1,61	1,50	1,42	1,36	1,1	1,65	1,42	1,32	1,27	1,23	1,20
							1,5	2,5	1,95	1,73	1,58	1,48	1,41	1,5	1,78	1,49	1,36	1,30	1,25	1,22
							2	2,55	1,97	1,74	1,59	1,49	1,42	2	1,80	1,50	1,37	1,31	1,26	1,23

**Tam değişken Gerilme**  $\sigma_g \leq \frac{\sigma D}{S} = \sigma_{Bem}$   $\tau_g \leq \frac{\tau D}{S} = \tau_{Bem}$

### GENEL değişken Gerilme

**Sünek Malzemeler**  $\sigma_{gd} = \sigma_o + \frac{\sigma_{ak}}{\sigma_D} \sigma_g \leq \frac{\sigma_{ak}}{S}$   $\tau_{gd} = \tau_o + \frac{\tau_{ak}}{\tau_D} \tau_g \leq \frac{\tau_{ak}}{S}$

**Gevrek Malzemeler**  $\sigma_{gd} = \sigma_o + \frac{\sigma_{\zeta \max}}{\sigma_D} \sigma_g \leq \frac{\sigma_{\zeta \max}}{S}$   $\tau_{gd} = \tau_o + \frac{\tau_{\max}}{\tau_D} \tau_g \leq \frac{\tau_{\max}}{S}$

### Biçim değiştirme teorisine göre Bileşik Gerilme;

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_{gd}^2 + 3\tau_{gd}^2} \leq \frac{\sigma_{ak}}{S}$$

### Max. Kayma teorisine göre Bileşik Gerilme;

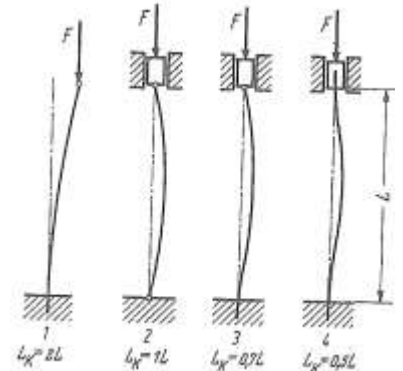
$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_{gd}^2 + 4\tau_{gd}^2} \leq \frac{\sigma_{ak}}{S}$$

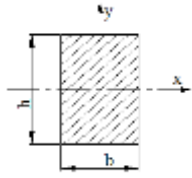
### BURKULMA(FLAMBAJ)

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \lambda_{kr} = \sqrt{\frac{2 \cdot E \cdot \pi^2}{\sigma_{Ak}}} F_{br} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_{kr}^2}$$

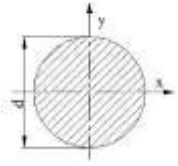
Tetmajer için  $\sigma_{br} = 335 - 0,62\lambda$ ,

Euler için  $\sigma_{br} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = \frac{\sigma_{Ak}}{2}$

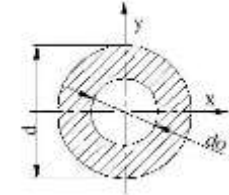




$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad W_x = \frac{I_x}{h/2} \quad I_y = \frac{b^3 \cdot h}{12} \quad W_y = \frac{I_y}{b/2}$$



$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad W_e = \frac{I}{d/2} \quad W_b = \frac{I_p}{d/2}$$



$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d^4 - d_0^4)$$

$$W_e = \frac{I}{d/2}$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} \cdot (d^4 - d_0^4)$$

$$W_b = \frac{I_p}{d/2}$$

BASIT DESTEKLİ KIRIŞLAR <i>SIMPLY SUPPORTED BEAMS</i>			
KIRIŞ <i>Beam</i>	EĞİM <i>Slope</i>	SEHİM <i>Deflection</i>	ELASTİK EĞRİ <i>Elastic Curve</i>
	$\theta_{\max} = \frac{-PL^2}{16EI}$	$v_{\max} = \frac{-PL^3}{48EI}$	$v = \frac{-Px}{48EI} (3L^2 - 4x^2)$ $0 \leq x \leq L/2$
	$\theta_1 = \frac{-Pab(L+b)}{6EIL}$ $\theta_2 = \frac{Pab(L+a)}{6EIL}$	$v \Big _{x=a} = \frac{-Pba}{6EIL} (L^2 - b^2 - a^2)$	$v = \frac{-Pbx}{6EIL} (L^2 - b^2 - x^2)$ $0 \leq x \leq a$
	$\theta_1 = \frac{-M_0L}{3EI}$ $\theta_2 = \frac{M_0L}{6EI}$	$v_{\max} = \frac{-M_0L^2}{\sqrt{243EI}}$	$v = \frac{-M_0x}{6EIL} (x^2 - 3Lx + 2L^2)$
	$\theta_{\max} = \frac{-wL^3}{24EI}$	$v_{\max} = \frac{-5wL^4}{384EI}$	$v = \frac{-wx}{24EI} (x^2 - 2Lx^2 + L^3)$
	$\theta_1 = \frac{-3wL^3}{128EI}$ $\theta_2 = \frac{7wL^3}{384EI}$	$v \Big _{x=L/2} = \frac{-5wL^4}{768EI}$ $v_{\max} = -0.006563 \frac{wL^4}{EI}$ at $x = 0.4598L$	$v = \frac{-wx}{384EI} (16x^3 - 24Lx^2 + 9L^3)$ $0 \leq x \leq L/2$ $v = \frac{-wL}{384EI} (8x^3 - 24Lx^2 + 17L^2x - L^3)$ $L/2 \leq x < L$
	$\theta_1 = \frac{-7w_0L^3}{360EI}$ $\theta_2 = \frac{w_0L^3}{45EI}$	$v_{\max} = -0.00652 \frac{w_0L^4}{EI}$ at $x = 0.5193$	$v = \frac{-w_0x}{360EIL} (3x^4 - 10L^2x^2 + 7L^4)$

## PERÇİN BAĞLANTILARI

$$\tau_{max} = \frac{F}{m \cdot n \cdot A} \leq \tau_{em} \quad , \quad \tau_{kmax} = \frac{F}{2 \cdot n \cdot s \cdot e_{min}} \leq \tau_{kem}$$

$$\sigma_{\zeta max} = \frac{F}{s \cdot b - nsd} \leq \sigma_{\zeta em} \quad , \quad \sigma_{ez max} = \frac{F}{n \cdot s \cdot d_1}$$

$d \cong 2s$  ,  $t \cong 3 \cdot d$  , mm,,  $e \cong 1,5 d$  , alın bağlantılarda kapak kalınlığı  $s_1 \cong 0,7 d$

### Çelik Perçin malzemesi için Emniyet değerleri

Zorlanma	Kesme $\tau_{pem}$ N/mm <sup>2</sup>		Yüzey basıncı(ezilme) Pem N/mm <sup>2</sup>	
Perçin Malzemesi	St 36	St 38	St 36	St 38
Yük Durumu				
Statik	140	180	280	360
Titreşimli	100	140	200	280
Tam Değişken	85	110	170	220

### TS94/1 Perçin Çapı Tablosu

d(mm)	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
-------	---	-----	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

## KAYNAK BAĞLANTILARI

Gerilmeler	Kaynak İçin	Eleman İçin
Çekme	$\sigma_{\zeta k max} = \frac{F}{A_k} \leq \sigma_{\zeta k em}, N/mm^2$	$\sigma_{\zeta e max} = \frac{F}{A_e} \leq \sigma_{\zeta e em}, N/mm^2$
Eğilme	$\sigma_{ek max} = \frac{M_e}{W_{ek}} \leq \sigma_{ek em}, N/mm^2$	$\sigma_{ee max} = \frac{M_e}{W_{ee}} \leq \sigma_{ee em}, N/mm^2$
Kesme	$\tau_{kk max} = \frac{F}{A_k} \leq \tau_{kk em}, N/mm^2$	$\tau_{ke max} = \frac{F}{A_e} \leq \tau_{ke em}, N/mm^2$
Burulma	$\tau_{bk max} = \frac{M_b}{W_{bk}} \leq \tau_{bk em}, N/mm^2$	$\tau_{be max} = \frac{M_b}{W_{be}} \leq \tau_{be em}, N/mm^2$

### Statik

$$\sigma_{kem} = V_1 V_2 (Kk) V_3 \frac{\sigma_{ak}}{S} \quad \tau_{kem} = V_1 V_2 (Kk) V_3 \frac{\tau_{ak}}{S}$$

$V_1$ : Kaynak dikiş faktörü (Alın kaynakta, Çekme, basma ve eğilme için 1, Kayma gerilmeleri için 0,8, Boğaz kaynağında ise tüm gerilmeler için 0,8)

$V_2(Kk)$ : Kaynak kalite faktörü

	I. Kalite	II. Kalite	III. Kalite
$V_2(Kk)$	1,0	0,8	0,5

$V_3$ : Darbe faktörü

Küçük ve zayıf darbelerde  $V_3 \cong 1 - 0,9$

Orta darbelerde  $V_3 \cong 0,8-0,7$   
 Kuvvetli darbelerde  $V_3 \cong 0,5$   
 Çok kuvvetli darbelerde  $V_3 \cong 0,3$

### Değişken zorlamalarda, Kaynak sürekli mukavemet sınırı

$$\sigma_{Dk} = Kk \frac{K_b \cdot K_y}{K_\zeta} \cdot \sigma_D \quad \sigma_{Bem} = Kk \frac{K_b \cdot K_y}{K_\zeta} \cdot \frac{\sigma_D}{S}$$

Emniyet ise










### Tam değişken zorlama

$$\sigma_g \leq \frac{\sigma_{Dk}}{S} = \sigma_{Bem} \quad \tau_g \leq \frac{\tau_{Dk}}{S} = \tau_{Bem}$$

Değişken zorlanma,  $\sigma_{gd} = \sigma_o + \frac{\sigma_{ak}}{\sigma_{Dk}} \sigma_g \leq \frac{\sigma_{ak}}{S} \quad \tau_{gd} = \tau_o + \frac{\tau_{ak}}{\tau_{Dk}} \tau_g \leq \frac{\tau_{ak}}{S}$

**Kb:** Boyut faktörü tablosundan seçilecektir. **Ky:** Yüzeysel faktörü tablosundan seçilecektir.

### Kaynak bağlantılarının Çentik Faktörü(Kç)

	Kaynak Şekli	Çekme Basma	Eğilme	Kesme Burulma
Alın Kaynağı	V kaynağı(köksüz) 	2,00	1,70	2,50
	V kaynağı(köklü) 	1,45	1,20	1,80
	X Kaynağı 	1,45,	1,20	1,80
Köşe Kaynağı	Tek taraflı düz 	5	10	5
	Çift taraflı düz 	2,85	1,45	2,85
	Çift taraflı çukur 	2,50	1,20	2,50
	K kaynağı 	1,80	1,25	2,25
Alın  ve yan  köşe kaynak		$\cong 3$		

### CIVATA BAĞLANTILARI

$$F_{t_a} = F_{ön} \cdot \tan(\beta + \rho')$$

$$M_{S_{top}} = M_S + M_{SA}$$

$$M_{S_{topA}} = F_{ön} \left[ \frac{d_2}{2} \tan(\beta + \rho') + \mu_0 \frac{d_0}{2} \right]$$

$$d_0 = 1,4d$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$\tau_{max} = \frac{F}{z \pi \cdot d_1 \cdot a \cdot h} \leq \tau_{em}$$

$$m = z \cdot h = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) P_{em}} \cdot h$$

$$\eta = \frac{\tan \beta}{\tan(\beta + \rho)}$$

$$\sigma_\zeta = \frac{F_{ön}}{A_1} \quad \tau_{b_{max}} = \frac{M_S}{W_b}$$

$$\sigma_{B_{max}} = \sqrt{(\sigma)^2 + 4(\tau)^2} \leq \sigma_{B_{em}}$$

$$\tau = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_G} \leq \tau_{em}$$

$$p = \frac{F}{n \cdot s \cdot d_G} \leq P_{em}$$

$$P_{max} = \frac{F}{z \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)} \leq P_{em} \quad m = z \cdot h$$

$$P_{max} = \frac{F}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_2} \leq P_{em}$$

Trapez vida için : a=0,65  
 Kare vida için : a=0,5  
 Üçgen vida için : a=0,78  
 Üçgen somun için : a=0,85

$$F'_{ön} = F_{ön} - F_{ip}$$

$$F_{top} = F_{\ddot{on}} + F_{ic}$$

$$F_{i\ddot{s}} = \lambda'(k_c + k_p)$$

$$F_{ie} = F_{i\ddot{s}} \frac{k_p}{k_c + k_p}$$

$$k_c = \frac{F_{\ddot{on}}}{\lambda} = \frac{E_c \cdot A_c}{L_c}$$

$$k_p = tg\varepsilon = \frac{F_{\ddot{on}}}{\delta} = \frac{E_p \cdot A_p}{L_p}$$

$$F_{ic} = F_{i\ddot{s}} \frac{k_c}{k_c + k_p}$$

**Mukavemet yönünden Fön değeri, Fön=0,85\*σak\*A<sub>1</sub>**

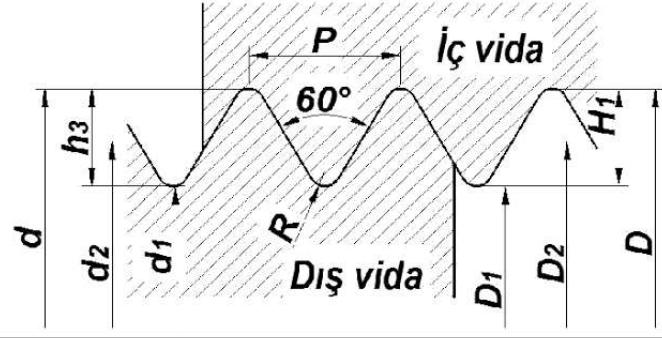
**Sızdırmazlık şartı yönünden Fön değeri Fön= 4 \* Fiş**

**TS61/1 Metrik Cıvata Tablosu**



**METRİK VİDA  
NORMAL DİŞ  
TABLOSU**

TS 61 / DIN 13



Vida anma çapı D = d	Adım P	Diş dibi çapı		Matkap çapı	Bölüm çapı d2=D2	Diş yüksekliği	
		Diş vida d1	İç vida D1			Diş vida h3	İç vida H1
M1	0,25	0,693	0,729	0,75	0,638	0,153	0,135
M2	0,40	1,509	1,567	1,00	1,740	0,245	0,217
M3	0,50	2,387	2,459	2,50	2,675	0,307	0,271
M4	0,70	3,141	3,242	3,30	3,545	0,429	0,379
M5	0,80	4,019	4,134	4,20	4,480	0,491	0,443
M6	1,00	4,773	4,917	5,00	5,350	0,613	0,541
M8	1,25	6,466	6,647	6,80	7,188	0,767	0,677
M10	1,50	8,160	8,376	8,50	9,026	0,920	0,812
M12	1,75	9,853	10,106	10,20	10,863	1,074	0,947
M14	2,00	11,546	11,835	12,00	12,701	1,227	1,083
M16	2,00	13,546	13,835	14,00	14,701	1,227	1,083
M18	2,50	14,933	15,294	15,50	16,376	1,534	1,353
M20	2,50	16,933	17,294	17,50	18,376	1,534	1,353
M22	2,50	18,933	19,294	19,50	20,376	1,534	1,353
M24	3,00	20,319	20,752	21,00	22,051	1,840	1,624
M27	3,00	23,319	23,752	24,00	25,051	1,840	1,624
M30	3,50	25,706	26,211	26,50	27,727	2,147	1,894
M32	3,50	28,706	29,211	29,50	30,727	2,147	1,894
M36	4,00	31,093	31,670	32,00	33,402	2,454	2,185
M39	4,00	34,093	34,670	35,00	36,402	2,454	2,165
M42	4,50	36,479	37,129	37,50	39,077	2,760	2,436
M45	4,50	39,479	40,129	40,50	42,077	2,760	2,436
M48	5,00	41,866	42,587	43,00	44,752	3,067	2,706
M52	5,00	45,866	46,587	47,00	48,752	3,067	2,706

**Norm gerilmede çentik faktörü :**

Talaş kaldırma usulü ile imal edilen cıvatalar için  $K_{\zeta}=2,8:3,8$

Haddeleme yolu ile imal edilen cıvatalar için  $K_{\zeta}=2,2:3,0$

**KAMA BAĞLANTILARI**

**Enine Kamalar**

$$F_{\zeta} = F_Q [\tan(\alpha_1 + \rho_1) + \tan(\alpha_2 + \rho_2)]$$



Mil için  $p_{\max} \frac{F_Q}{b.d} \leq p_{em}$

$\sigma_{e_{\max}} = \frac{M_e}{W_e} = \frac{6.F_Q.d}{8.b.h^2} \leq \sigma_{e_{em}}$

Kovan İçin  $p_{\max} = \frac{F_Q}{b(D-d)} \leq p_{em}$

$\tau_{\max} = \frac{F_Q}{2.d.e_1} \leq \tau_{em}$   $\tau_{\max} = \frac{F_Q}{2.(D-d).e_2} \leq \tau_{em}$

### Boyuna Kamalar

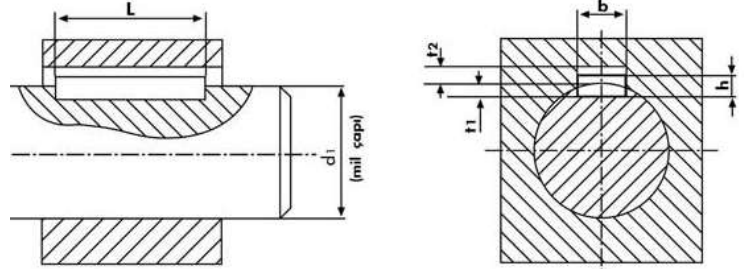
$\tau_{\max} = \frac{F_u}{b.l} = \frac{2.M_d}{b.d.l} \leq \tau_{em}$

$p_{\max} = \frac{F_n}{b.l} \leq p_{em}$

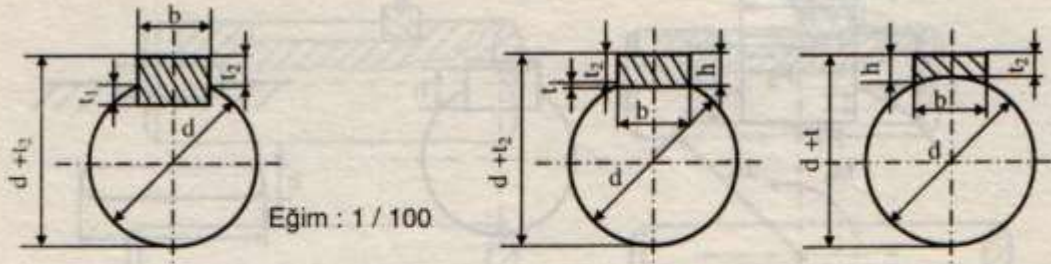
### Eğimsiz Kamalar (Federler)

$p_{\max} = \frac{F_u}{i.l.t_{\min}} = \frac{2.M_d}{i.d.l.t_{\min}} \leq p_{em}$

$\tau_{k_{\max}} = \frac{F_u}{i.b.l} = \frac{2.M_d}{i.b.l.d} \leq \tau_{k_{em}}$



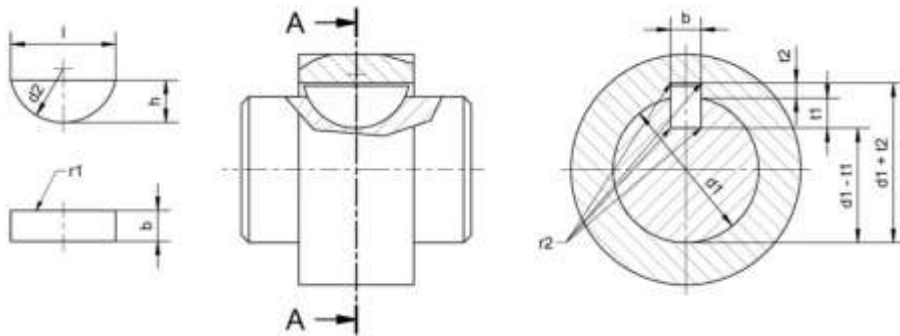
HARİC d1 DAHİL	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
t1	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
t2	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
L	6	6	8	10	14	18	20	28	36	45	50	56	63	70	80	90
Boy L basamak	6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320 mm															



Çap (d) den kadar	Gömme kama ve federler				Burunlu veya burunsuz				
	b x h	t <sub>1</sub>	feder	kama	Düz-yassı kama			Oyuk kama	
			t <sub>2</sub>	t <sub>2</sub>	b x h	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	b x h	t <sub>2</sub>
6.....8	2 x 2	1.1	0.8	0.6					
8.....10	3 x 3	1.7	1.2	1					
10.....12	4 x 4	2.5	1.8	1.2					
12.....17	5 x 5	3	2.3	1.7					
17.....22	6 x 6	3.5	2.8	2.2					
22.....30	8 x 7	4	3.3	2.4	8 x 5	1.3	3.2	8 x 3.5	3.2
30.....38	10 x 8	5	3.3	2.4	10 x 6	1.8	3.7	10 x 4	3.7
38.....44	12 x 8	5	3.3	2.4	12 x 6	1.8	3.7	12 x 4	3.7
44.....50	14 x 9	5.5	3.8	2.9	14 x 6	1.8	4	14 x 4.5	4
50.....58	16 x 10	6	4.3	3.4	16 x 7	1.9	4	16 x 5	4.5
58.....65	18 x 11	7	4.4	3.4	18 x 7	1.9	4.5	18 x 5	4.5
65.....75	20 x 12	7.5	4.9	3.9	20 x 8	1.9	5.5	20 x 6	5.5
75.....85	22 x 14	9	5.4	4.4	22 x 9	1.8	6.5	22 x 7	6.5
85.....95	25 x 14	9	6.4	4.4	25 x 9	1.9	6.4	25 x 7	6.4
95.....110	28 x 16	10	7.4	5.4	28 x 10	2.4	6.9	28 x 7.5	6.9
110.....130	32 x 18	11	8	6.4	32 x 11	2.3	7.9	32 x 8.5	7.9
130.....150	36 x 20	12	9	7.1	36 x 12	2.8	8.4	36 x 9	8.4
150.....170	40 x 22	13	10	8.1	40 x 14	4	9.1		
170.....200	45 x 25	15	11.5		A-Yuvarlak alınlı		B-Düz alınlı		
200.....230	50 x 28	17	13		A-Yuvarlak alınlı		B-Düz alınlı		
230.....260	56 x 32	19	15		A-Yuvarlak alınlı		B-Düz alınlı		
260.....290	63 x 32	20	14		A-Yuvarlak alınlı		B-Düz alınlı		

Standart kama uzunlukları (l) : 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400 mm

## YARIM AY KAMA BOYUTLARI(DIN 688 Woodruff Key)



		d1		d2		t1			t2			
b	h	seri 1 (mm)	seri 2 (mm)	(mm)	tol.	seri A	seri B	tol. A&B	seri A	Tol.	seri B	Tol.
(mm)	(mm)				(mm)	(mm)		(mm)	Seri A	(mm)	Seri B	Seri B
1	1.4	>3-4	>6-8	4	-0.1	1	1	+0.1	0.6	+0.1	0.6	+0.1
1.5	2.6	>4-6	>8-10	7		2	2		0.8		0.8	
2	2.6	>6-8	>10-12	7		1.8	1.8		1		1	
2	3.7	>6-8	>10-12	10		2.9	2.9		1		1	
2.5	3.7	>8-10	>12-17	10		2.9	2.9		1		1	
3	3.7	>8-10	>12-17	10		2.5	2.8		1.4		1.1	
3	5	>8-10	>12-17	13		3.8	4.1		1.4		1.1	
3	6.5		>12-17	16		5.3	5.6		1.4		1.1	
4	5	>10-12	>17-22	13		3.5	4.1		1.7		1.1	
4	6.5	>10-12	>17-22	16		5	5.6		1.7		1.1	
4	7.5		>17-22	19		6	6.6		1.7		1.1	
5	6.5	>12-17	>22-30	16		4.5	5.4		2.2		1.3	
5	7.5	>12-17	>22-30	19		5.5	6.4		2.2		1.3	
5	9		>22-30	22		7	7.9		+0.2		2.2	
6	7.5	>17-22	>30-38	19	5.1	6	+0.1	2.6	1.7			
6	9	>17-22	>30-38	22	6.6	7.5	+0.1	2.6	1.7			
6	(10)	>17-22	>30-38	25	7.6	8.5	+0.2	2.6	1.7			
6	11		>30-38	28	8.6	9.5		2.6	1.7			
8	9	>22-30	>38	22	6.2	7.5		3	1.7			
8	11	>22-30	>38	28	8.2	9.5		3	1.7			
8	13		>38	32	10.2	11.5		3	1.7			
10	11	>30-38	>38	28	7.8	9.1		3.4	2.1			
10	13	>30-38	>38	32	9.8	11.1		3.4	+0.2	2.1		
10	16		>38	45	12.8	14.1		3.4	2.1			

H, D

$$L = 2 \sqrt{\left(\frac{d_2}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_2}{2} - h\right)^2}$$

### Standart Kama Uzunlukları (mm)

6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 355, 400

### PİM-PERNO BAĞLANTILARI

#### Radyal Pim

$$p_{G \max} = \frac{4Md}{(D_G^2 - d_m^2)dp} \leq p_{G_{em}} \quad p_{m \max} = \frac{6M}{d_m^2 dp} \leq p_{m_{em}} \quad \tau_{\max} = \frac{M_d}{d_m \cdot A_p} = \frac{4M_d}{\pi d_m d_p^2} \leq \tau_{em}$$

#### Eksenel Pim

$$p_{\max} = \frac{4M_d}{d_m \cdot d_p \cdot l} \leq p_{em} \quad \tau_{\max} = \frac{2M_d}{d_m d_p l} \leq \tau_{em} \quad \sigma_B = p + \sigma_e = \frac{F}{A} + \frac{M_e}{W_e} = \frac{F}{d \cdot s} + \frac{F \cdot L}{d \cdot s^2 / 6} \leq \sigma_{Bem}$$

#### Daldırma pimde oluşan toplam gerilme;

#### Perno

$$\sigma_{e \max} = \frac{M_e}{W_e} \leq \sigma_{e_{em}} \quad \tau_{\max} = \frac{F}{m A_p} \leq \tau_{em} \quad p_{\max} = \frac{F}{A_p} \leq p_{em} \quad (\text{Buradaki}$$

$A_p$ : Projeksiyon alanı)

## YAYLAR

Ankastre bağlanmış çok tabakalı yaprak yaylar

$$\sigma_e = \frac{6.F.L}{n.b.h^2} \leq \sigma_{em} \quad k = \frac{F}{s} = \frac{E.n.b.h^3}{4.L^3} \quad W = n F_{\max} . s_{\max} / 2$$

Silindirik spiral yaylar

$$\sigma_e = \frac{M}{W_e} = \frac{32.F_1.R}{\pi.d^3} \leq \sigma_{e.em} \quad \varphi^o = \frac{180}{\pi} \frac{M.l}{E.I} \quad W = \frac{1}{6} \frac{V.\sigma_{e.em}^2}{E} \quad V = b.h.l$$

Helisel yaylar

$$M_d = F.D/2 \quad \tau_{\max} = \frac{M_d}{W_b} \leq \tau_{em} \quad s = \frac{8z}{G} \frac{D^3}{d^4} F \quad k = \frac{F}{s} \quad W = \frac{M}{2} \alpha = \frac{F}{2} s$$
$$L_o \geq (z+2)d + s + (0,1.z.d)$$