

KAMALAR

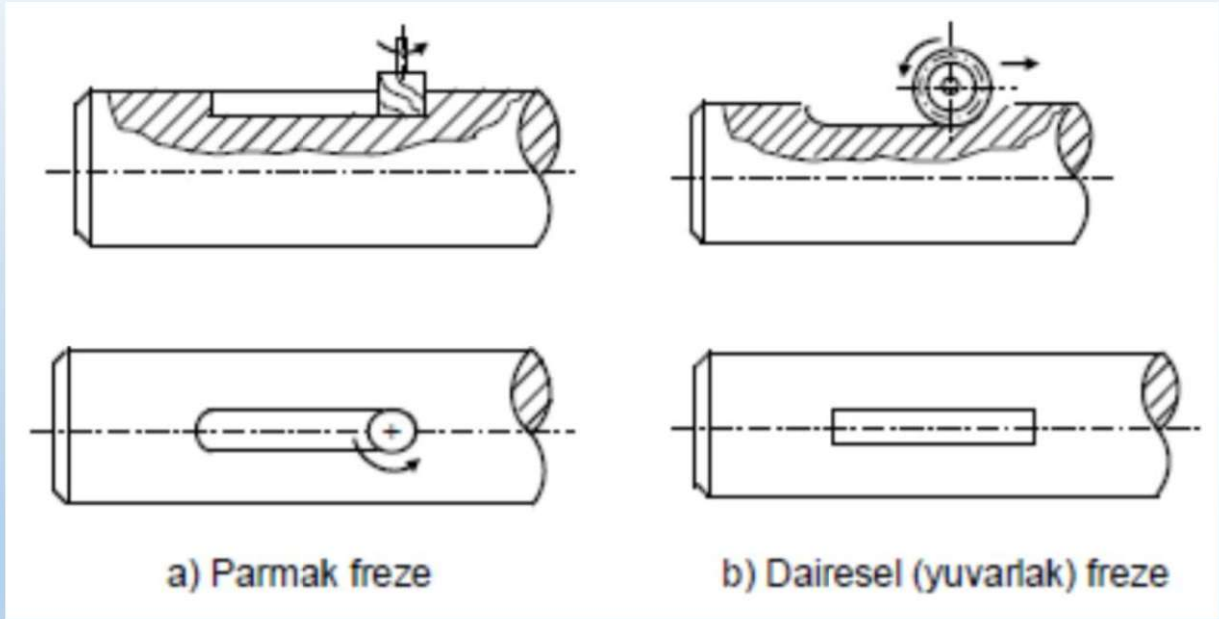


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

KAMALAR



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

KAMALAR

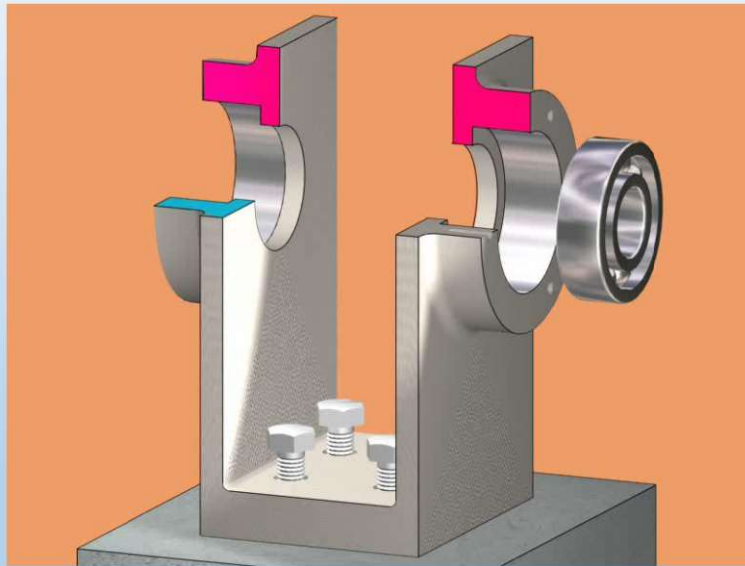


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

KAMALAR

Kama, mil ve göbeği; Şekil veya kuvvet bağı ile birleştiren ve çözülebilen bir bağlama elemanıdır.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

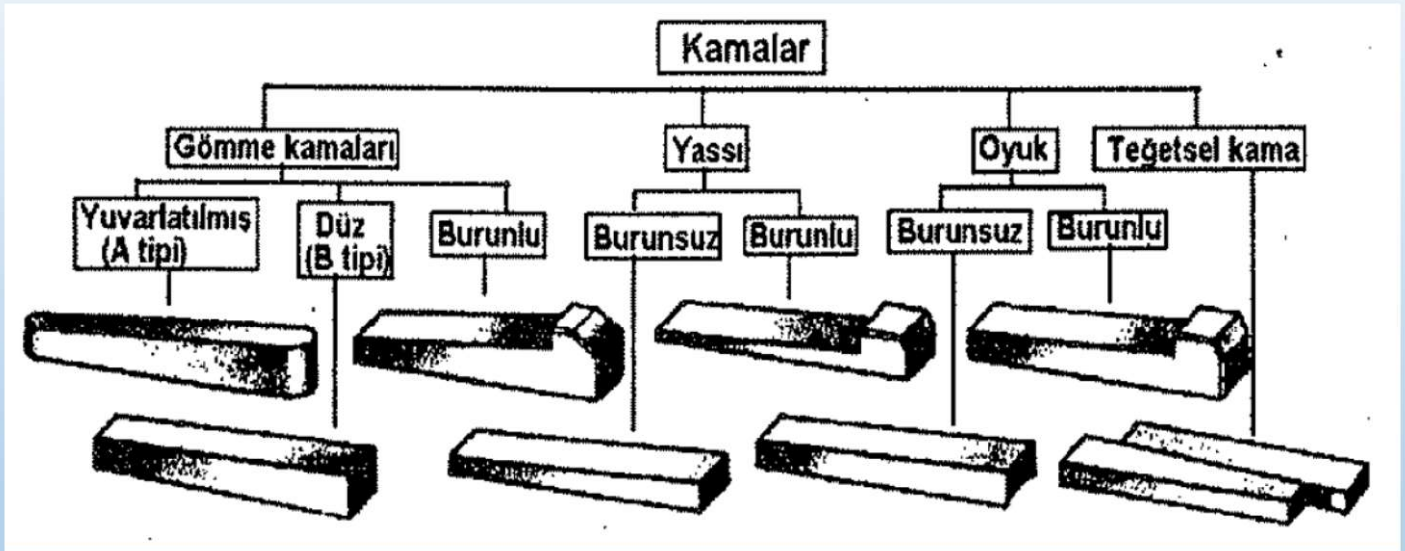


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kamalar şekil ve bağlama prensiplerine göre;

- Uygu Kamaları (Federler)
- Boyuna Kamalar
- Enine Kamalar
- Özel Kamalar
 - Yarım ay kamalar
 - Kamalı Miller
 - Teğetsel Kamalar

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

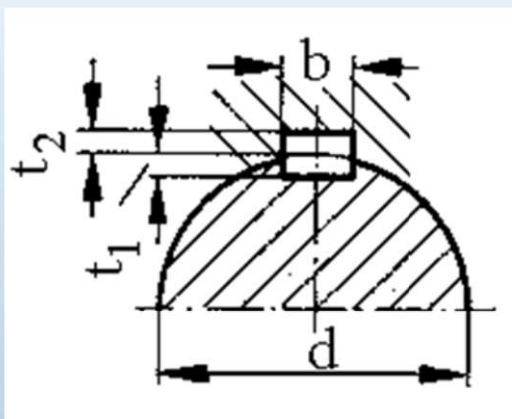


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

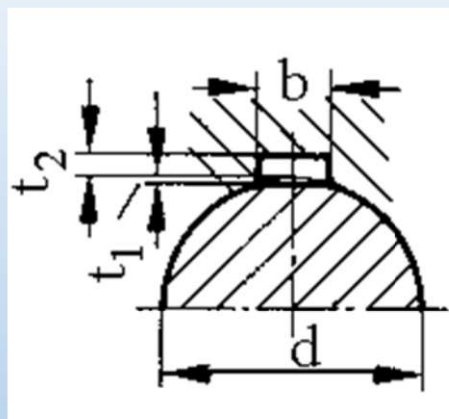
Kamalar;

- genişliği boyunca ezilmeye ve/veya kesilmeye çalışıyorsa **ENİNE KAMALAR**
- uzunluğu boyunca ezilmeye ve/veya kesilmeye çalışıyorsa **BOYUNA KAMALAR**

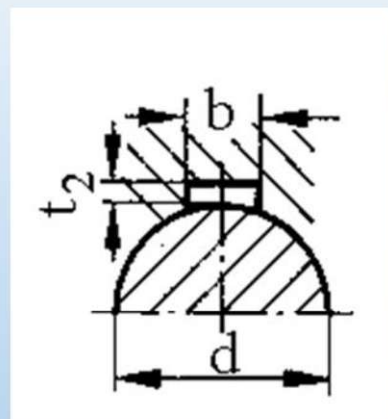
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



A veya B tipi Yuvalı Kama



Düz Kama

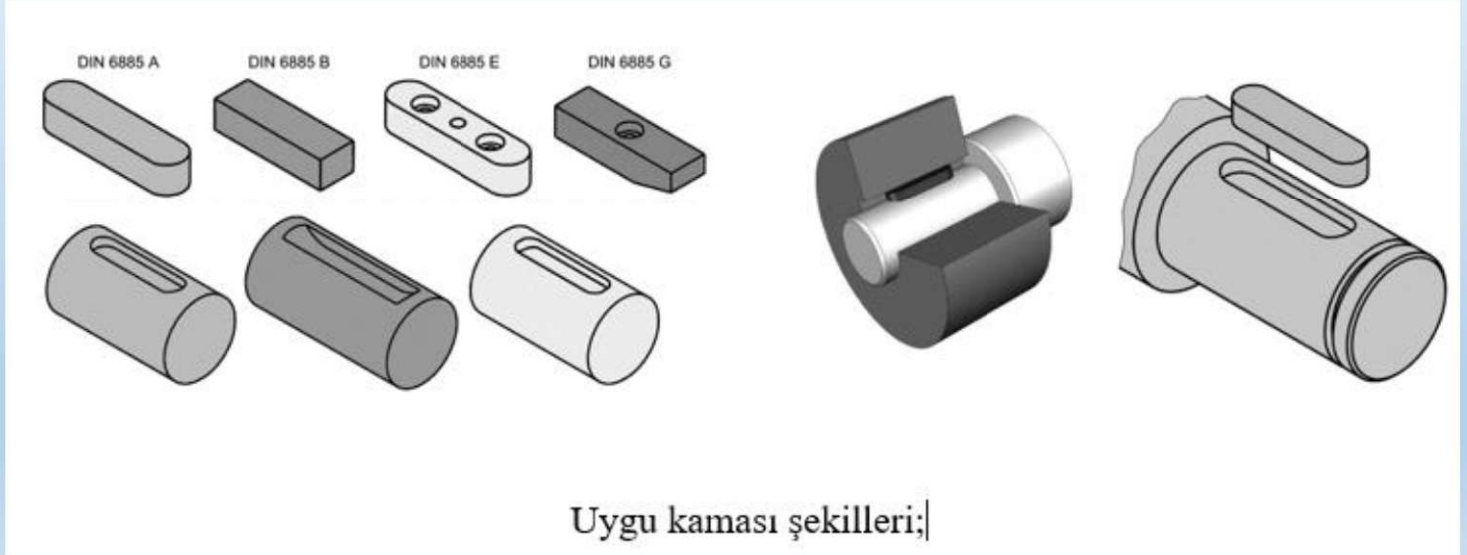


Oyuk Kama

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

UYGU KAMALARI (Şekil Bağlı Kamalar)

- Uygu kamaları yüzeyleri paralel prizmatik kamalardır.



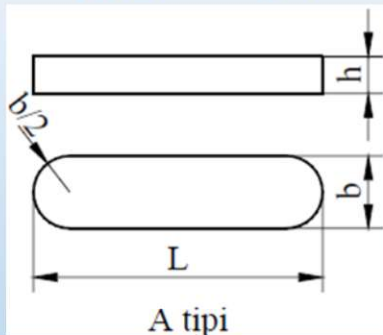
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

UYGU KAMALARI (Federler)



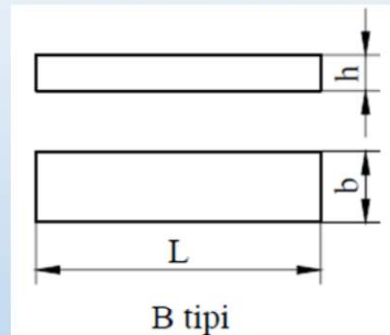
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

A-Yuvarlak Alınlı Feder



A tipi

B-Düz Alınlı Feder



B tipi

Tanımlama örneği: A tipi için, $b=12\text{mm}$, $h=8\text{mm}$, $L=56\text{mm}$

Uygu kama DIN 6885-A 12x8x56

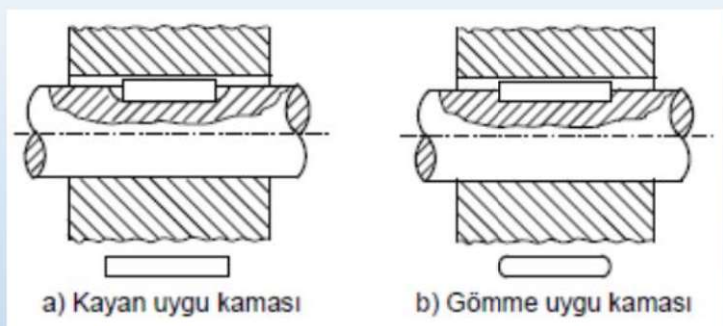
A ve B tipleri aralarında karışık olarak da kullanılabilir.

Örneğin kamanın bir ucu yuvarlak, diğer ucu düz olabilir.

Böyle bir kamanın tanımı:

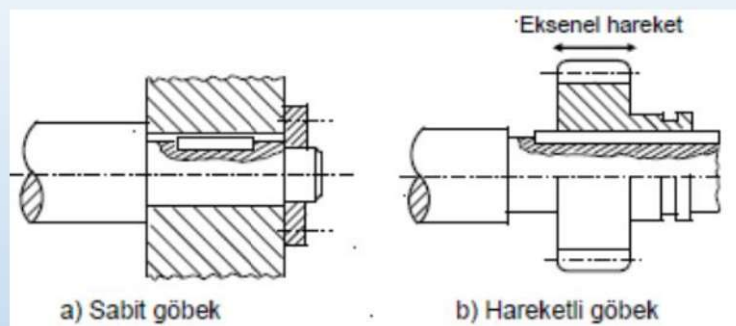
Uygu kama DIN 6885-AB 12x8x56 dir.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



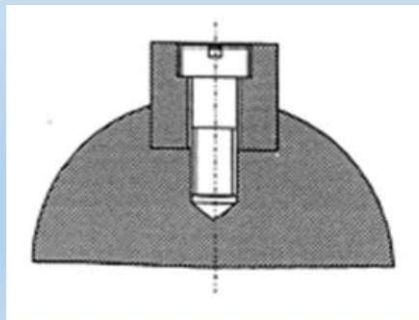
a) Kayan uygu kaması

b) Gömme uygu kaması

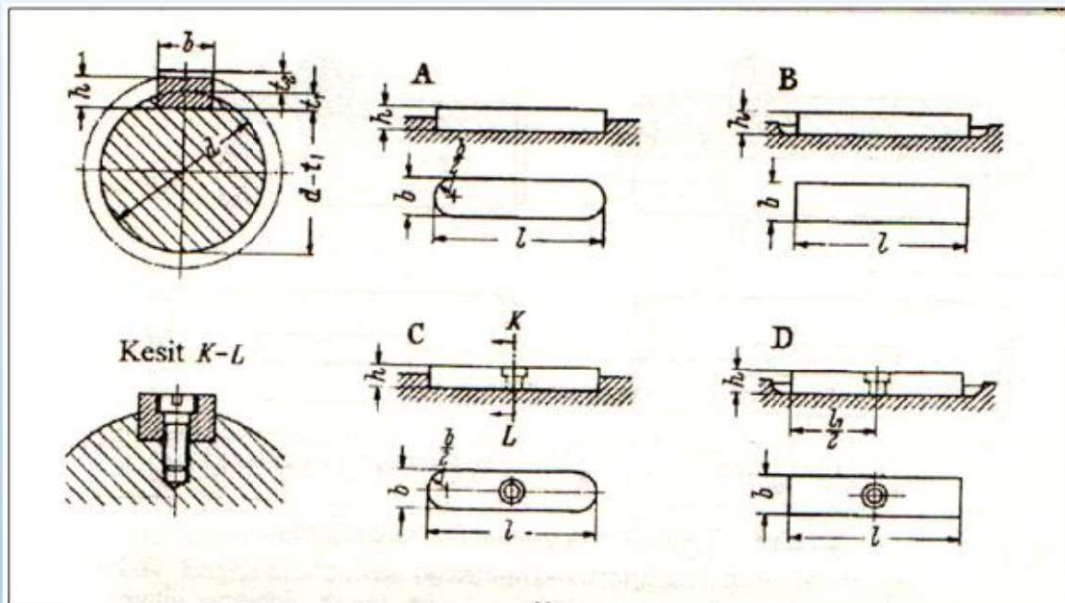


a) Sabit göbek

b) Hareketli göbek

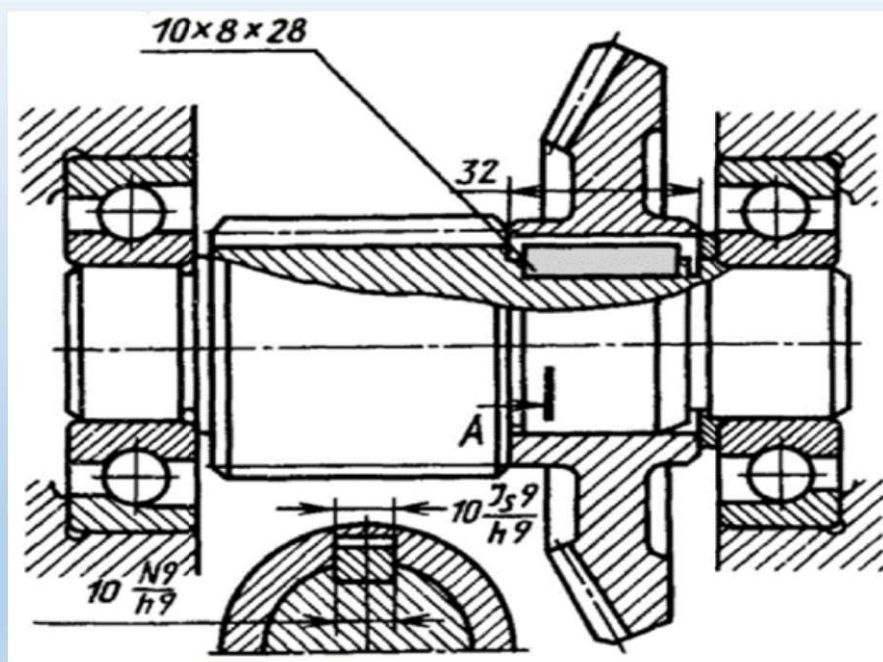


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

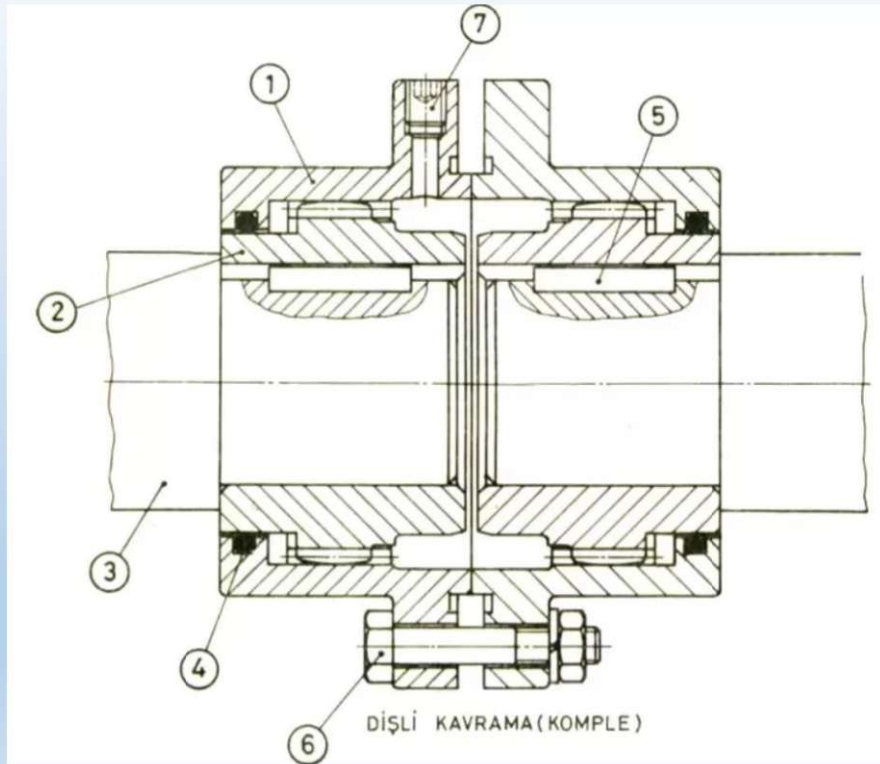


Kamanın mil kanalı içinde oynamasını önlemek için, kama vidaları tespit edilebilir.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



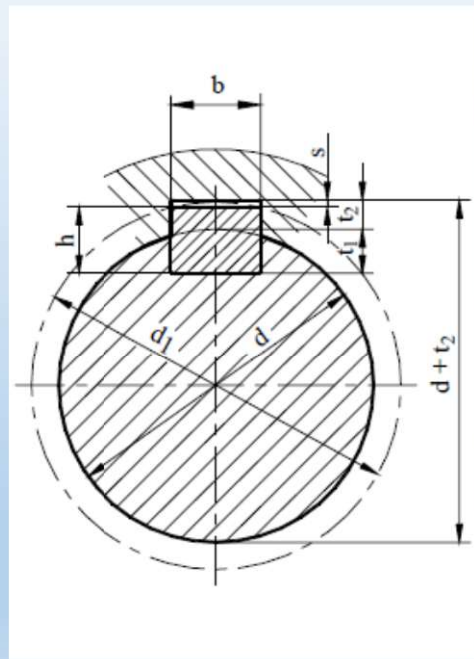
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

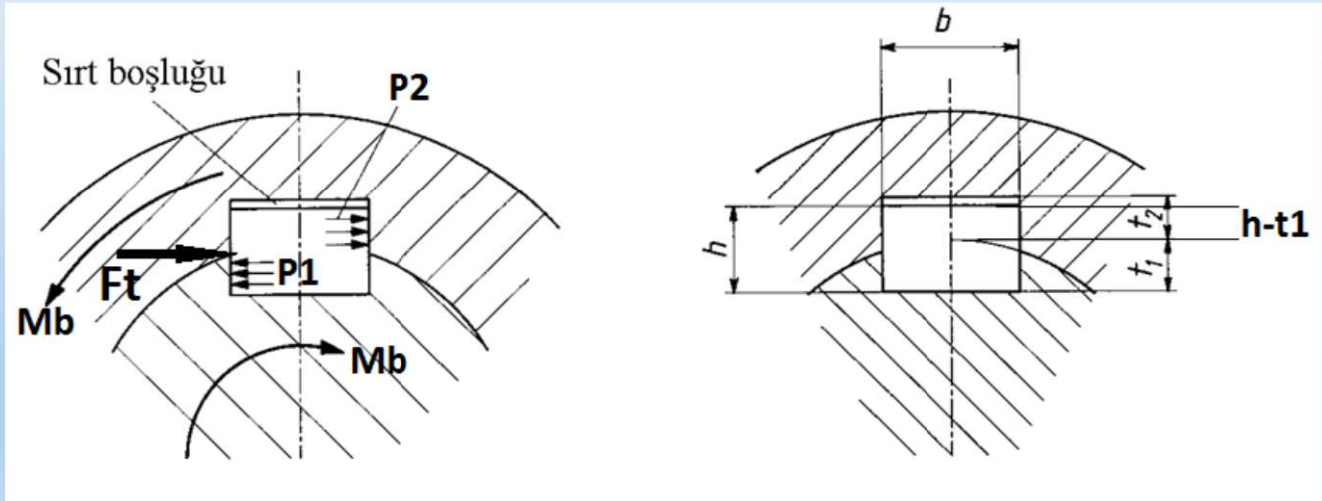
Bu tip kama bağlantılarında göbek ve kama yüzeyi arasında **bir boşluk** $[(t_1+t_2)-h]$ vardır.

Moment iletimi, kamanın yan yüzeylerinin mil (t_1) ve göbekteki $(h-t_1)$ kanallara dayanması (Şekil bağı) ile iletilir.

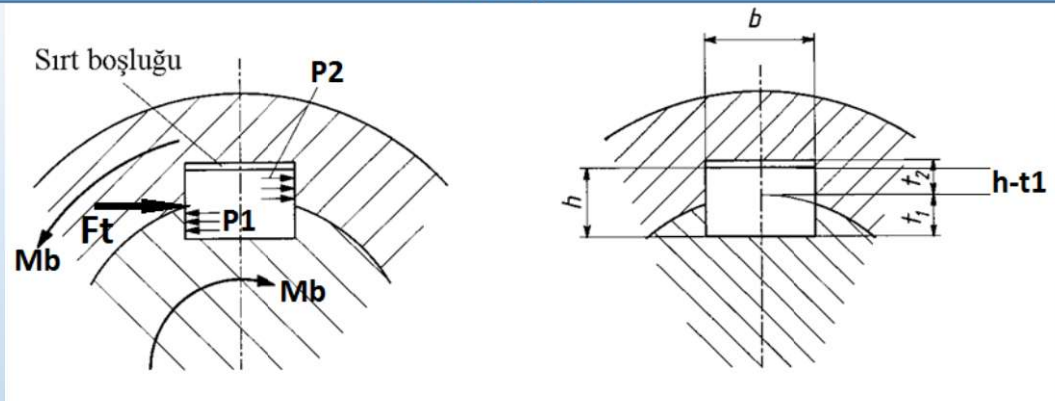


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Sadece yan yüzeylerde (P_{em}' e göre) basınç kontrolü ve kesme kontrolü (Kamanın kesme emniyet değerine göre) yapılır.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Uygu kamalarına Feder de denir.
Federe M_b momentinden dolayı etkiyen çevresel kuvvet F_t dir.

Kamanın kesilmeye karşı kontrolü;

$$F_t = \frac{2 \cdot M_b}{d} \quad P_2 = \frac{F_t}{(h - t_1) \cdot l} = \frac{2 \cdot M_b}{d \cdot (h - t_1) \cdot l} \leq P_{em}$$

$$\tau = \frac{F_T}{b \cdot l} = \frac{2 \cdot M_b}{d \cdot b \cdot l} \leq \tau_{em}$$

Kama malzemesinin τ_{em} 'i alınır.

$$P_1 = \frac{F_t}{t_1 \cdot l} = \frac{2 \cdot M_b}{d \cdot t_1 \cdot l} \leq P_{em}$$

$$l_{em} = \frac{2 \cdot M_b}{d \cdot (h - t_1) \cdot p_{em}}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Mil Çapı d		Genişlik × Yükseklik b × h	Yüksek Form (DIN 6885 T1)			Takım Tezgahları için Yüksek Form (DIN 6885 T2)		
alt	üst		t ₁	t ₂	l	t ₁	t ₂	l
6	8	2 × 2	1,2	1,0	6 ... 20	3,0	1,1	10...45
8	10	3 × 3	1,8	1,4	6 ... 36	3,8	1,3	12...56
10	12	4 × 4	2,5	1,8	8 ... 45	4,4	1,7	16...70
12	17	5 × 5	3,0	2,3	10 ... 56	5,4	1,7	20...90
17	22	6 × 6	3,5	2,8	14 ... 70	6,0	2,1	25...110
22	30	8 × 7	4,0	3,3	18 ... 90	6,0	2,1	32...140
30	38	10 × 8	5,0	3,3	22 ... 110	6,5	2,6	40...160
38	44	12 × 8	5,0	3,3	28 ... 140	7,5	2,6	45...180
44	50	14 × 9	5,5	3,8	36 ... 160	8,0	3,1	50...200
50	58	16 × 10	6,0	4,3	45 ... 180	8,0	4,1	56...220
58	65	18 × 11	7,0	4,4	50 ... 200	10,0	4,1	63...250
65	75	20 × 12	7,5	4,9	56 ... 220	10,0	4,1	70...250
75	85	22 × 14	9,0	5,4	63 ... 250	11,0	5,1	80...250
85	95	25 × 14	9,0	5,4	70 ... 280	13,0	5,2	90 ...250
95	110	28 × 16	10,0	6,4	80 ... 320	13,7	6,5	100...250
110	130	32 × 18	11,0	7,4	90 ... 360	14,0	8,2	110...250
130	150	36 × 20	12,0	8,4	100 ... 400			
150	170	40 × 22	13,0	9,4	110 ... 400			
170	200	45 × 25	15,0	10,4	125 ... 400			
200	230	50 × 28	17,0	11,4	140 ... 400			

Uygu kamalarının standart boyutları

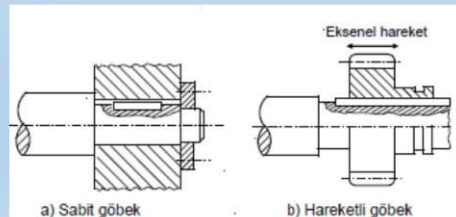
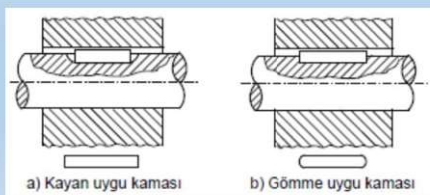
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Boyuna Kamalar

- Şekil yoluyla
- Kuvvet yoluyla (elemanlar arasında sürtünme kuvveti veya basınç oluşturarak)

Uygu Kaması (Feder):

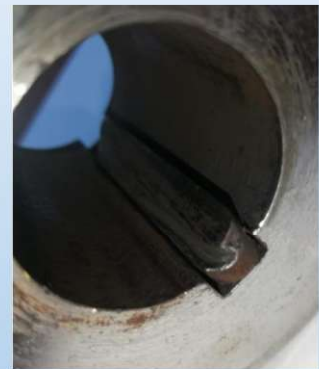
Kamanın alt ve üst yüzü birbirine paraleldir ve dönme momenti sadece yan yüzeylerin birbirine temasıyla olur.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

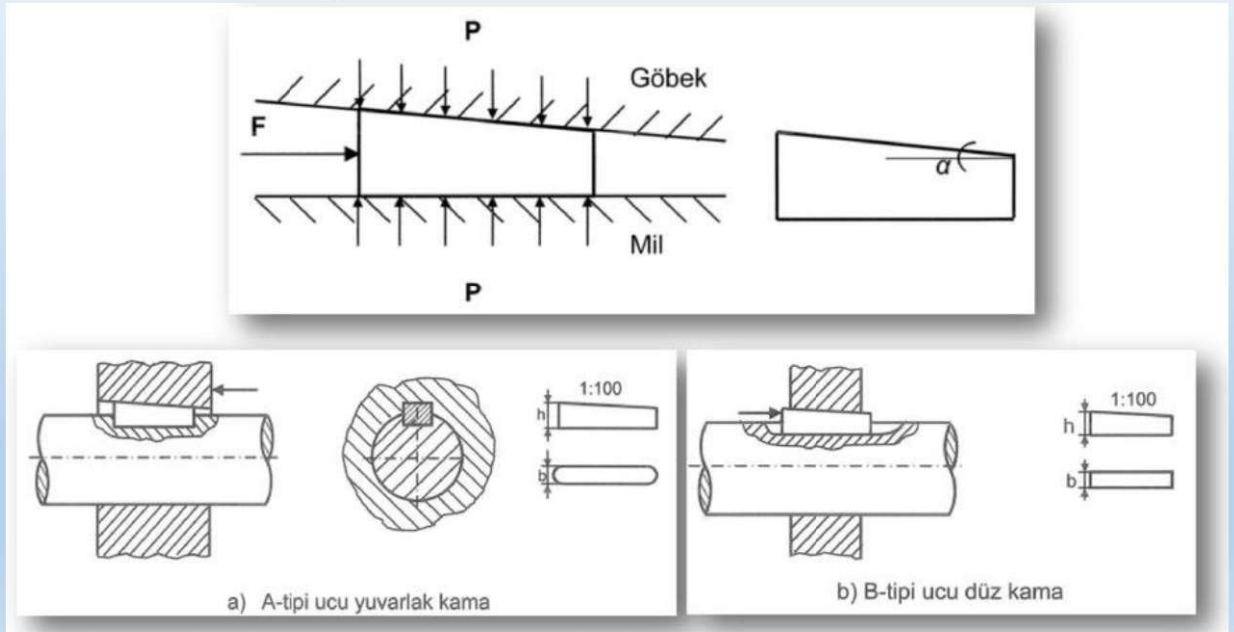


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

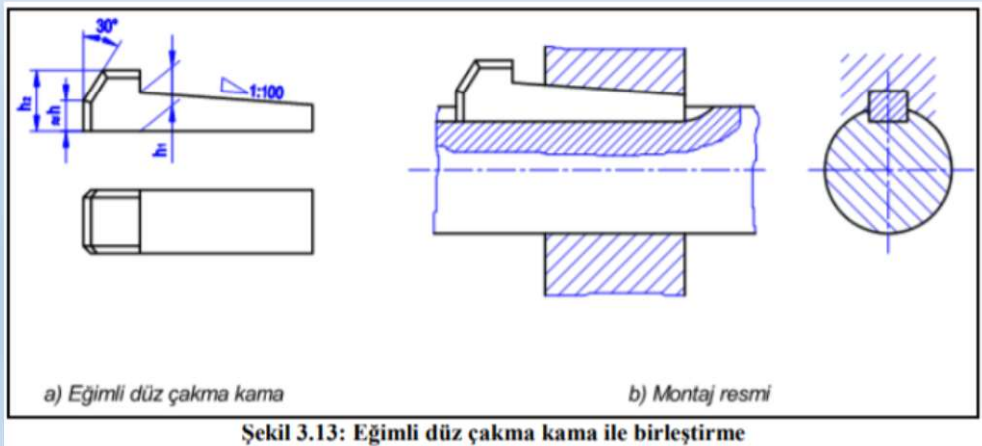
Kuvvet bağı Kamlar



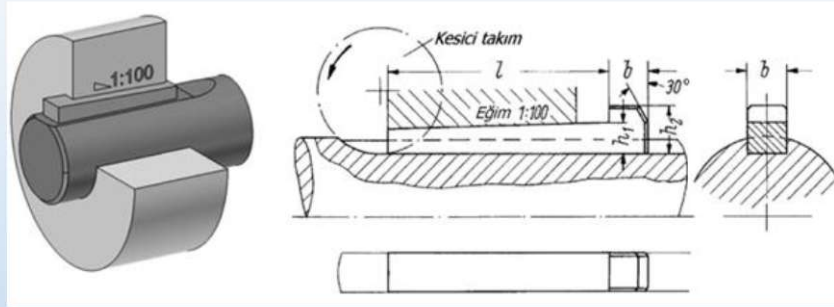
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Boyuna Kamalar:

- Mil ve Göbekteki kama yuvasına çakılarak monte edilir. Çakma sonucu oluşan yüzey basıncı ile hareket iletimi sağlanır.

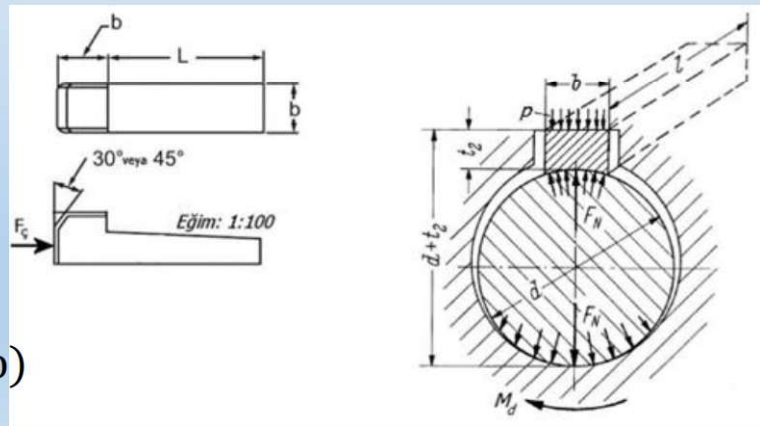


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

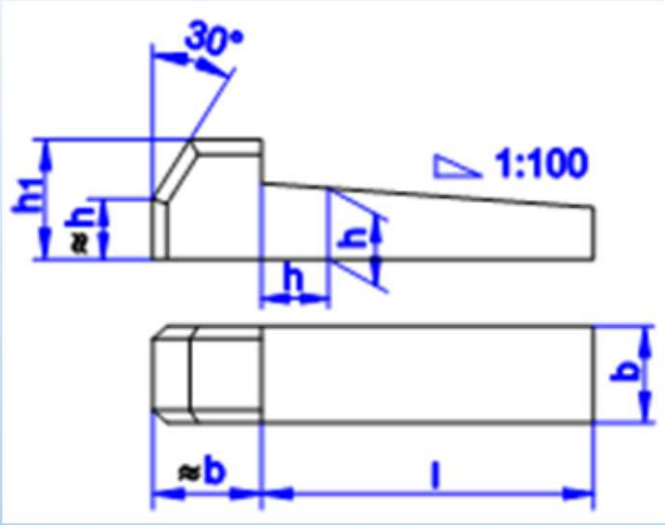


$$M_S = \mu * F_N * d$$

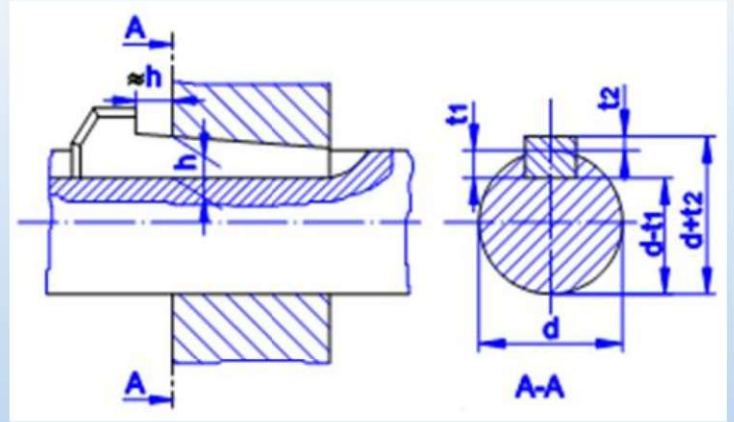
$$F_{\zeta} = F_n * (\tan \alpha + 2 * \tan p)$$



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Eğimli düz çakma kama



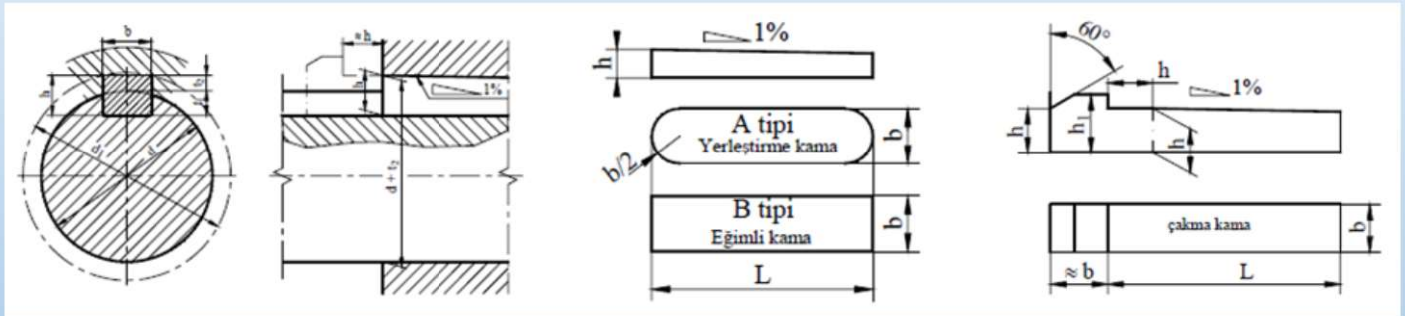
Burunlu düz çakma kama

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Boyuna kamalar mil ve göbekteki kama yuvasına çakılarak monte edilir. Çakma sonucu oluşan yüzey basıncı ile hareket iletim, sağlanır.

Çakma Kamalar

1% eğimli kama (DIN 6886) ve çakma kamalar (DIN 6887), boyutlar mm olarak



A, B tipi ve çakma kama için tanımlama örneği; boyutlar: $b=20\text{mm}$, $h=12\text{mm}$, $L=100\text{mm}$

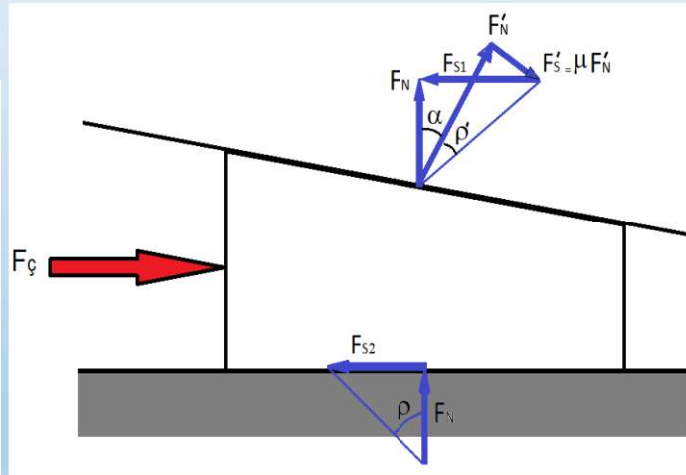
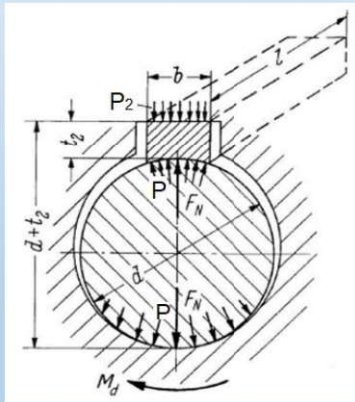
Kama DIN 6886-A 20x12x100

Kama DIN 6886-B 20x12x100

Çakma Kama DIN 6887- 20x12x100, Malzeme: C45 K

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Boyuna Kamaların Mukavemet Hesapları ve Boyutlandırılması



$$F_{\text{ç}} \geq F_{S1} + F_{S2}$$

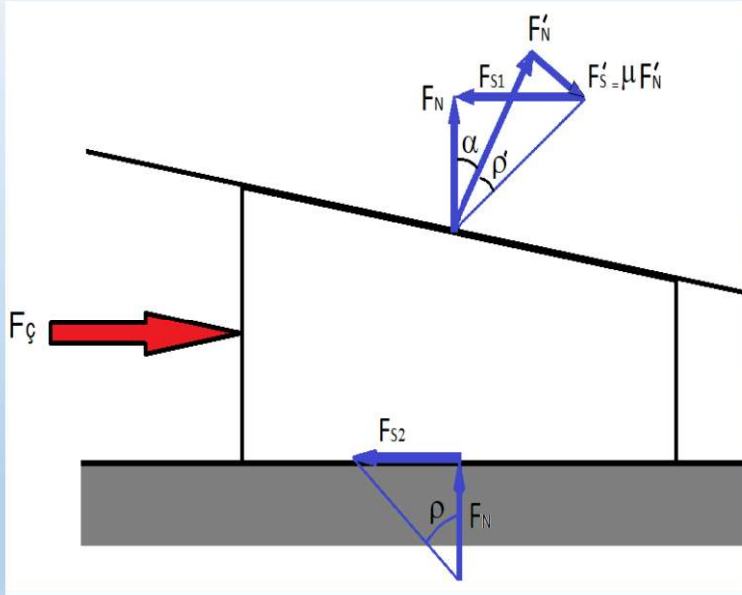
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

- Kama yüzeyinin eğimli oluşu, çakma sonunda kama-göbek ve mil-kama yüzeyleri arasında yüzey basıncı doğar. Düzgün basınç dağılımı halinde;

$$F_n = p \cdot b \cdot l$$

- $F_{\text{ç}}$ çakma kuvveti ile F_n arasında, denge denklemlerinden yararlanılarak;

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



$$F_{\zeta} \geq F_{S_1} + F_{S_2}$$

$$F_{\zeta} = F_n * \tan(\alpha + \rho') + F_n * \tan\rho$$

$$F_{\zeta} = F_n * (\tan(\alpha + \rho') + \tan\rho)$$

$$\rho = \rho' \text{ için } \mu = \mu'$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

α ve ρ değerleri küçük olduğundan

$$F_{\zeta} = F_n(\tan\alpha + 2. \tan\rho)$$

Bağlantıyı çözmek için gerekli kuvvet ise;

$$F_{s\ddot{o}} = F_n(\tan\alpha - 2. \tan\rho)$$

Bağlantının otoblokajlı olması için sökme kuvvetinin negatif olması yani;

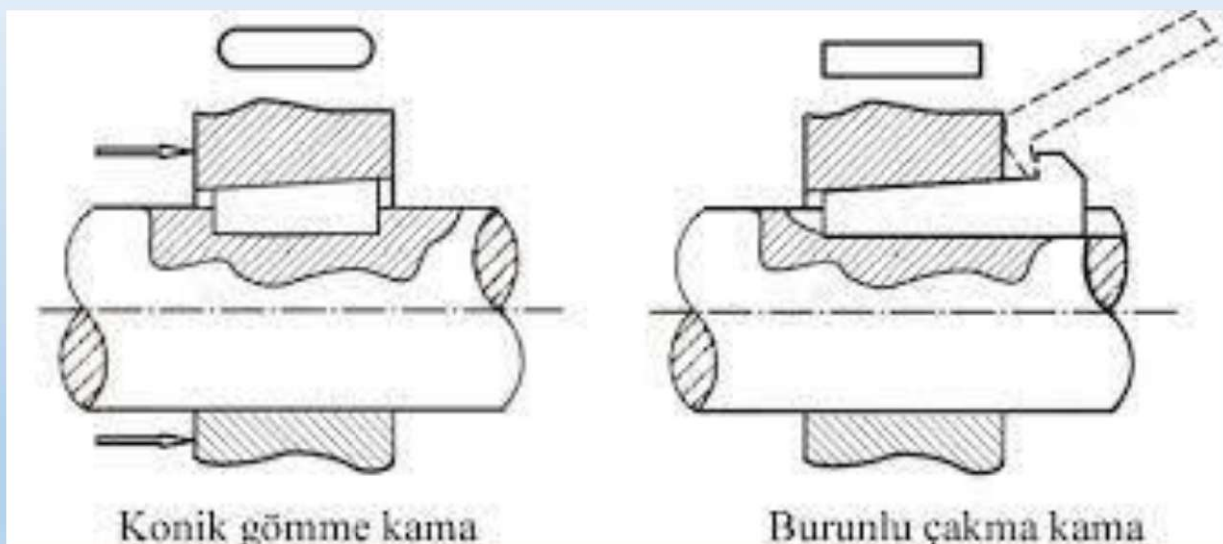
$$\tan\alpha - 2. \tan\rho < 0$$

$$\tan\alpha < 2. \tan\rho$$

$$\alpha < 2. \rho$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

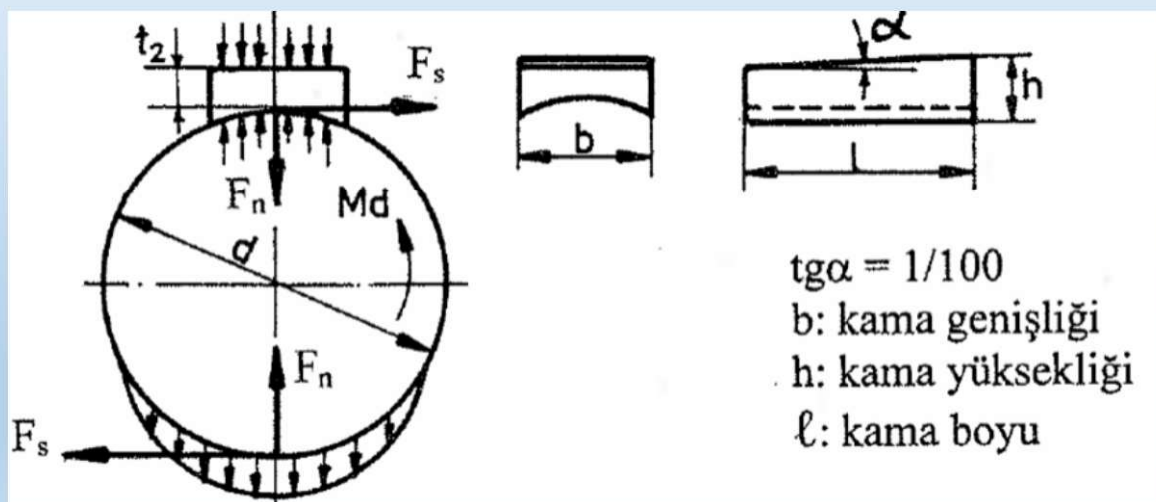
Bağlantıyı çözmek



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

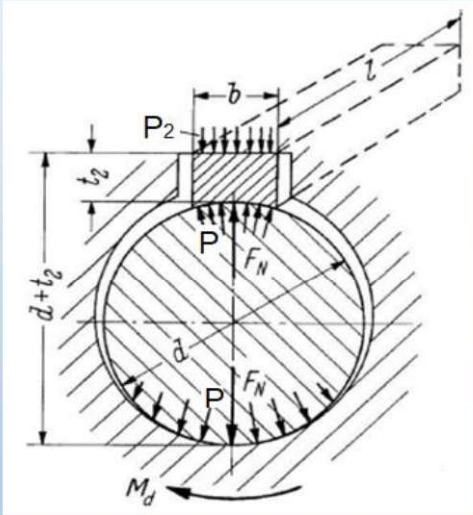
OYUK KAMALAR

Bu kamalar salt kuvvet bağlı kamadır.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kamanın Mukavemet Kontrolü



$$P_1 = \frac{F_N}{b \cdot l} \leq P_{em} \quad (\text{Mil-Kama})$$

$$P_2 = \frac{F_N}{b \cdot l_2 / \cos \alpha} \quad (\text{Kama-Göbek})$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Çakma işlemi sonunda F_N kuvvetiyle

$M_s = \mu \cdot F_N \cdot d$ sürtünme momenti sağlamalıdır.

$$F_N = \frac{M_s}{\mu \cdot d} \quad \text{olduğuna ve } P = \frac{F}{A} \quad \text{olduğuna göre}$$

$$P_1 = \frac{M_s}{\mu \cdot b \cdot d \cdot l} \leq P_{em} \quad \text{ve} \quad l = \frac{M_s}{\mu \cdot b \cdot d \cdot P_{em}}$$

$$P_2 = \frac{M_s}{\mu \cdot b \cdot d \cdot l / \cos \alpha} \leq P_{em} \quad \text{ve} \quad l_2 = \frac{M_s \cdot \cos \alpha}{\mu \cdot b \cdot d \cdot P_{em}}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Belirlenen mil çapı için kama genişliği ve uzunluğu standartlaştırıldığı için kama uzunluğu hesaplanır.

$$M_s > M_d \text{ olmalıdır.}$$

$$M_s = k. M_d \text{ olacaktır.}$$

Çoğu zaman, sürtünme momentinin etkisi emniyet payı olarak bir tarafa bırakılır ve boyutlandırma yüzey basıncı ve kesilmeye göre yapılır.

Enine Kamalar

Mil eksenlerine dik konumda takılan kamalardır. Bu kamalar parçaları birleştirmeden çok, enine gelen kuvvetleri karşılama ve ayar işlemleri için kullanılır.

Bir tarafı veya iki tarafı eğimli olarak yapılan bu kamaların eğimleri,

- Ayar işleri için, 1:5 -1:10
- Otoblokajlı olmayan birleştirmeler için 1:30 – 1:40
- Otoblokajlı bileştirmelerde 1:15 – 1:25 alınır.

Enine Kamalar



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

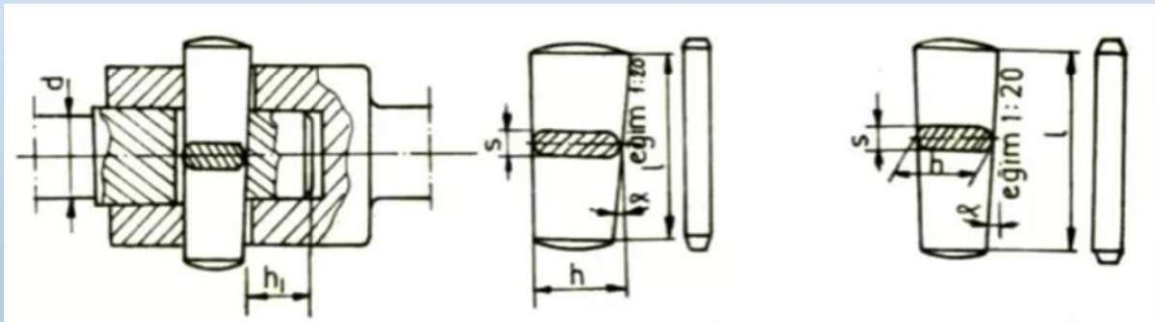
Enine kama ve buna bağlı ölçülerin değeri:

d =Mil çapı

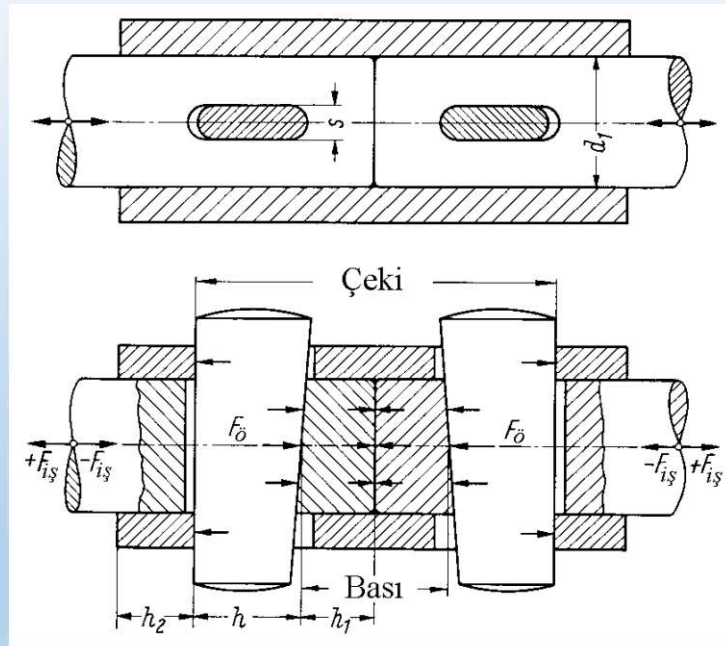
s =Kama kalınlığı= $d.1/4 - d.1/3$

h =Kama yüksekliği= $d - d.1,25$

h_1 =Kama dayanım yüksekliği $d.2/3 - d.3/4$

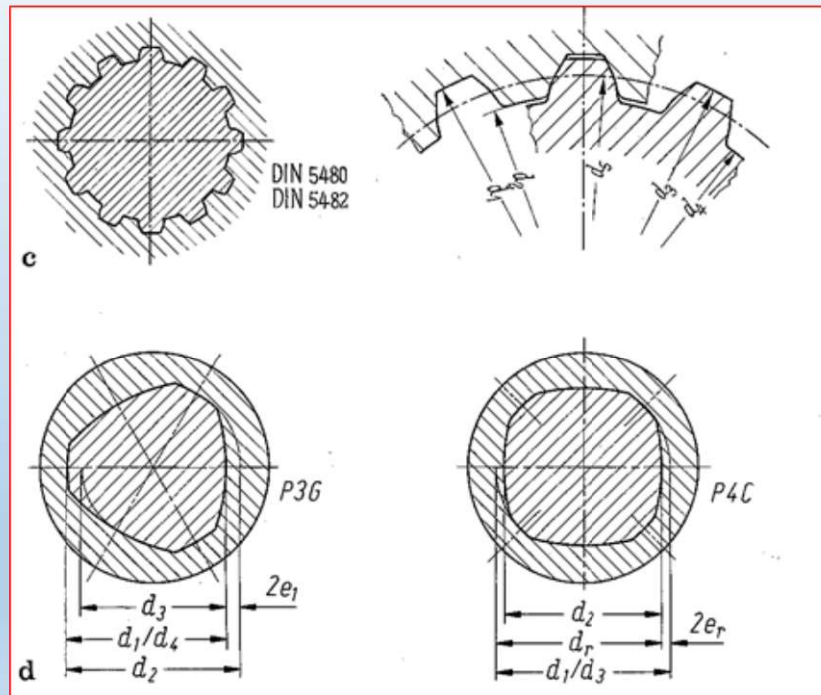


Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Özel profilli miller



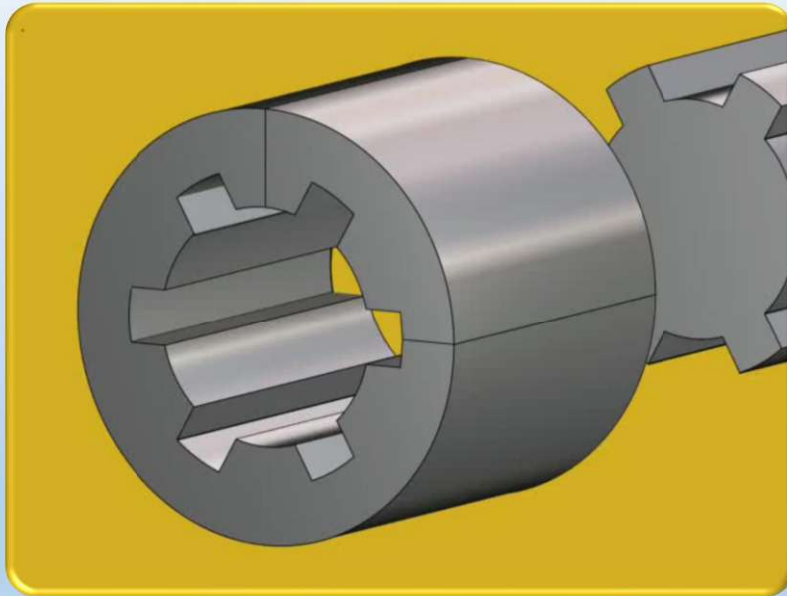
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kamalı Mil

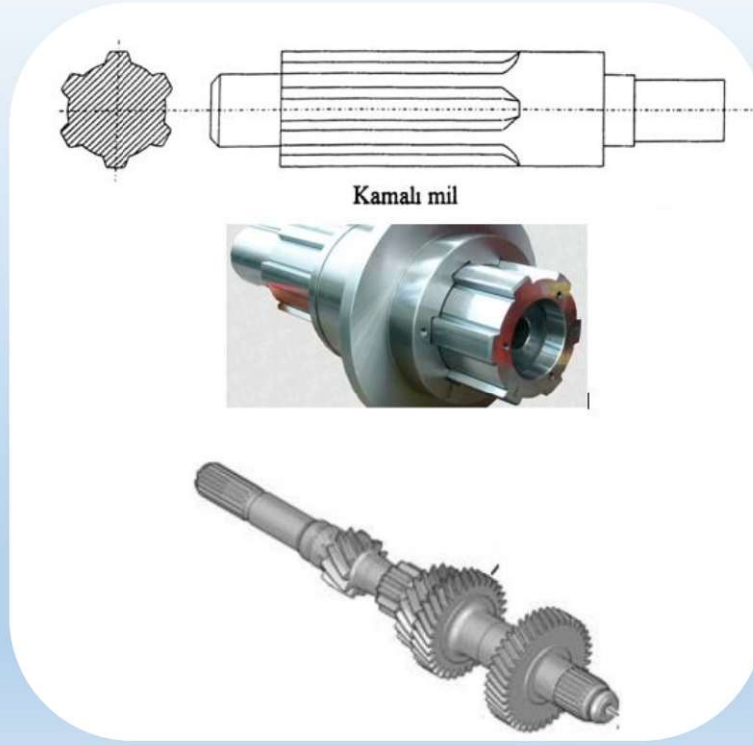
- Çok kamalı milin üstünlüğü; moment iletimini tek noktadan değil, tüm çevre boyunca gerçekleştirilmesidir. Darbeli ve değişken büyük momentleri iyi iletebilirler. Sakıncası ise, büyük çentik etkisinin mukavemeti düşürmesidir. Çap arttırılarak bu olumsuz etki önlenir.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kamalı Mil



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Çok kamalı millerde kama-yuva arasında geçme, hareketli (kayar) geçme ile sıkı geçme arasında olabilir. Hesaplamalar yüzey basıncına göre yapılır.

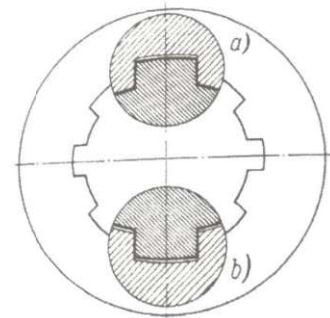
$$P = \frac{2 \cdot M_d}{d_m \cdot h \cdot z \cdot k \cdot l_T} \leq P_{em}$$

h =kama yüksekliği ($d_2 - d_1$)

z =kama sayısı

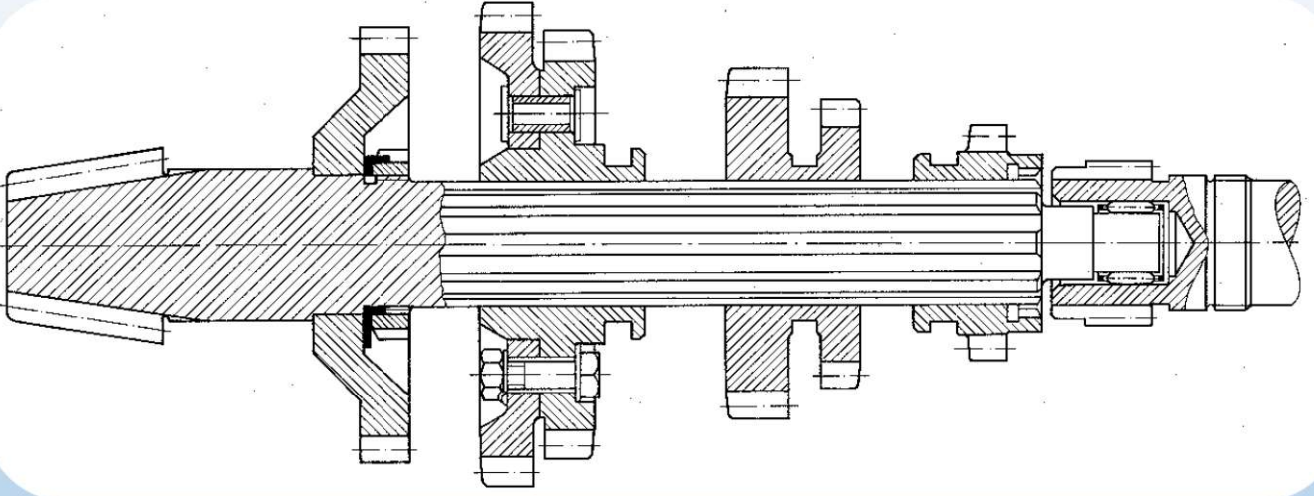
l_T =kama uzunluğu

k =taşıma faktörü



- a-) $k=0,75$ içten merkezleme,
b-) $k=0,90$ yan yüzeyden merkezlenir.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



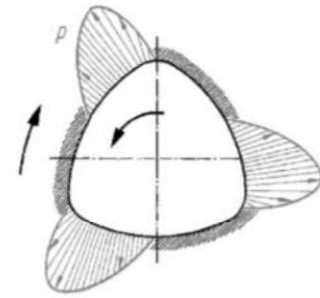
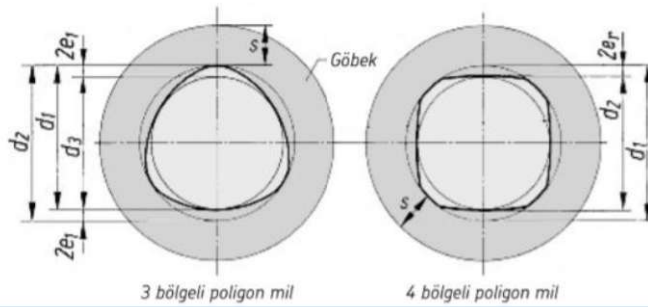
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Poligon Profilli Miller

Standart olarak 3 bölge ve 4 bölge olanları mevcuttur. Basınç profili diğerlerinden farklıdır:

$$\text{Üç bölge için } p \approx \frac{M_d}{l \cdot (2,36 \cdot d_1 \cdot e_1 + 0,05 \cdot d_1^2)}$$

$$\text{Dört bölge için } p \approx \frac{M_d}{l \cdot (\pi \cdot d_r \cdot e_r + 0,05 \cdot d_r^2)}$$



Denklemden:

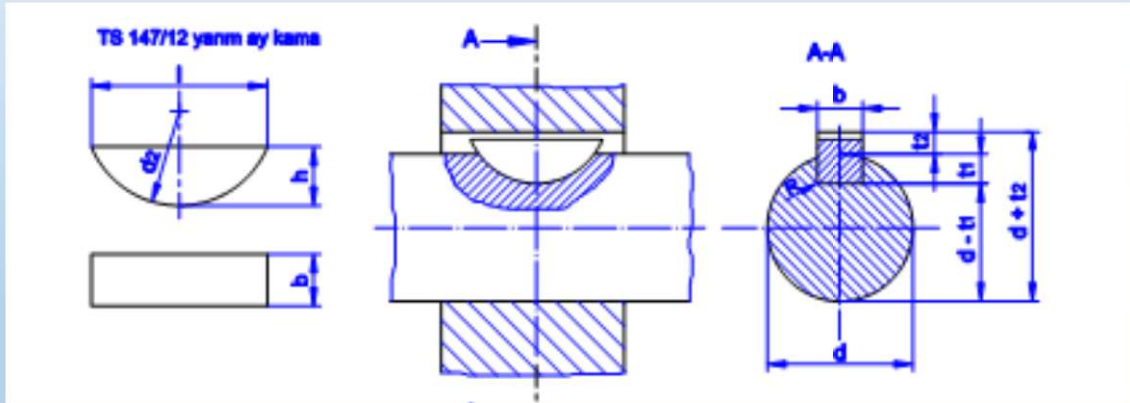
p: profil veya göbek yan yüzeyindeki temas basıncı
 M_d : Döndürme momenti
l: profilin milin boyu
 e_1, e_r : Profillerin eksantrikliği
 d_r : hesaplama çapı; $d_2 + 2e$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yarımay Kama

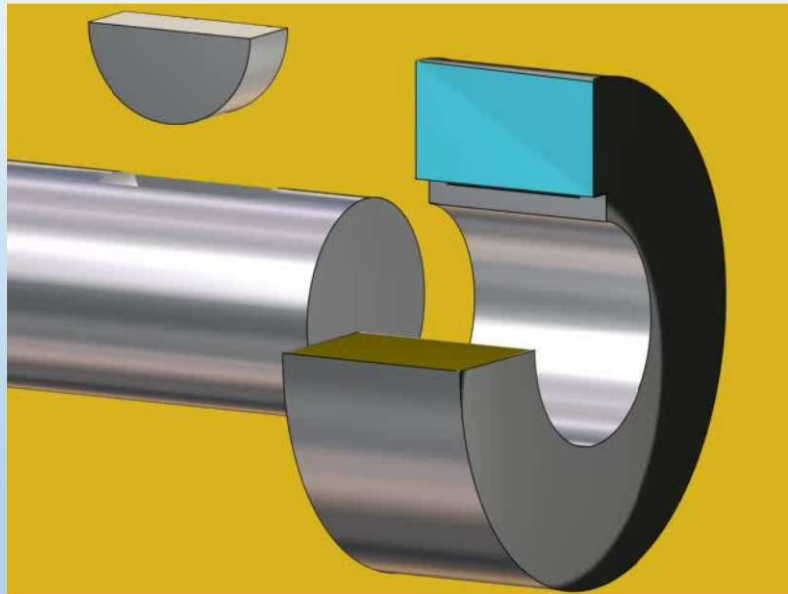
Küçük momentlerin iletiminde kullanılır,
Ekonomiktir.

Yan yüzey basınçlarına göre boyutlandırılırlar.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

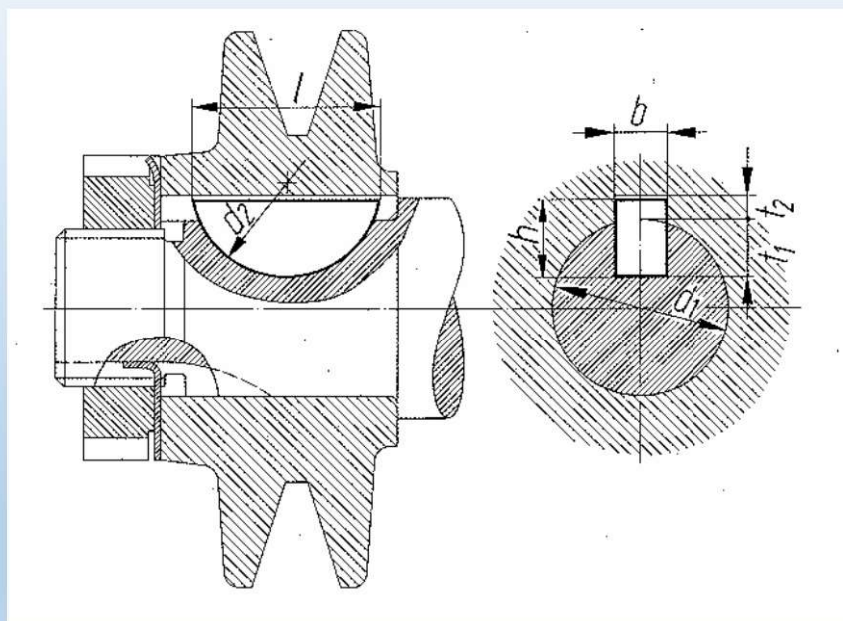
Yarımay Kama



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Sabit değerde küçük dönme momenti iletiminde ucuz yöntemdir. Mile açılan derin yuva büyük çentik etkisine neden olur. Bu nedenle tam değişken ve darbeli yüklerde kullanılması uygun değildir. ($\beta=2-3$)

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi