

**MAKİNE PARÇALARINI ETKİLEYEN KUVVETLER VE GERİLMELER**

**Dış Kuvvetler :** Katı cisimlere uygulanan kuvvet cismi çekmeye, basmaya, burmaya, eğilmeye yada kesilmeye zorlar. Cisimde geçici ve kalıcı şekil değişikliği yaratmaya çalışan dış etkilere **dış kuvvet** denir.

**İç Kuvvetler(Gerilmeler):** Dış kuvvetler tarafından şekil değiştirmeye zorlanan katı cisim molekül yapısı aracılığıyla dış kuvvete karşı direnir. Cismin yapısında oluşan bu tepkiye **iç kuvvet** denir.



F= dış kuvvet zorlar  
σ = iç kuvvet direnir

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Gerilme

$$F = \sigma \cdot A$$

kuvvet

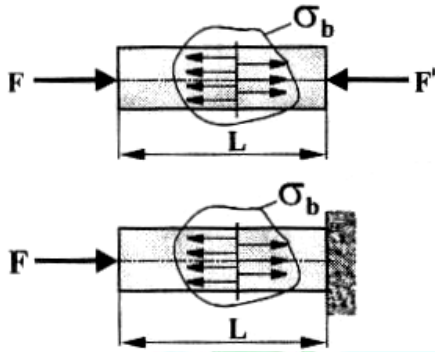
$$A = \frac{F}{\sigma}$$

Alan

Bu üç **parametre** bir formülle birbiri ile ilişkilidir. Birisinden bahsedilince diğer ikisi hemen akla gelmelidir.

**Makine parçalarında oluşan gerilme (dayanım) çeşitleri :**

**Basma dayanımı :** Cismi L boyunca sıkıştırma sonucu doğar.

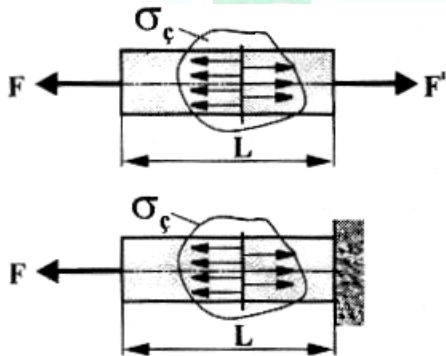


Basma dayanımı:  $\sigma_b = \frac{F}{A} \dots \text{kg/cm}^2$

Uygulanan kuvvet:  $F = \sigma_b \cdot A \dots \text{kgf}$

Kesit alan:  $A = \frac{F}{\sigma_b} \dots \text{kg/cm}^2$

**Çekme dayanımı :** Cismi L boyunca çekme sonucu doğar.

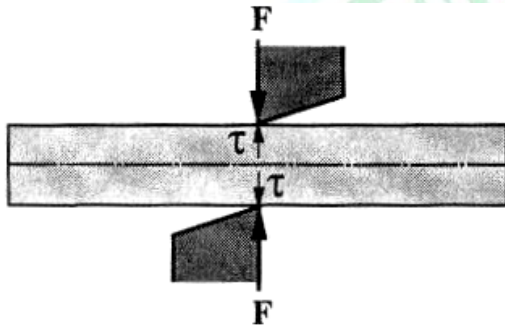


Çekme dayanımı:  $\sigma_c = \frac{F}{A} \dots \text{kg/cm}^2$

Uygulanan kuvvet:  $F = \sigma_c \cdot A \dots \text{kgf}$

Kesit alan:  $A = \frac{F}{\sigma_c} \dots \text{kg/cm}^2$

**Kesme (makaslama) dayanımı :** Cismi L boyunca dik iki kuvvet kesmeye çalışınca doğar.

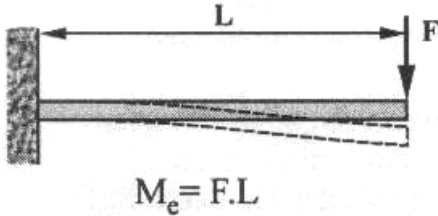


$$\text{Kesilme dayanımı: } \tau = \frac{F}{A} \dots \text{ kg/cm}^2$$

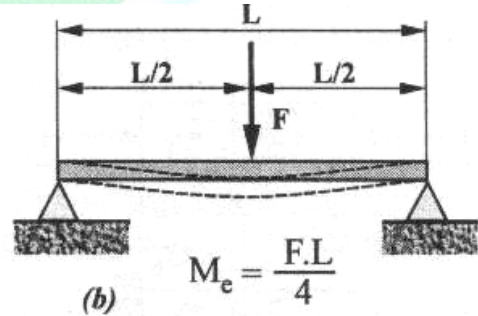
$$\text{Kesme kuvveti: } F = \tau \cdot A \dots \text{ kgf}$$

$$\text{Kesit alan: } A = \frac{F}{\tau} \dots \text{ kg/cm}^2$$

**Eğme dayanımı :** Bir tarafı bağlı diğer tarafı serbest bir çubuğu, çubuk eksenine dik etkiyen bir kuvvet zorlayınca doğar. Bu dayanım, eğilme etkisinin çubuğun her noktasında aynı değerde olmamasından çekme ve basma gerilmelerinden biraz farklıdır.



(a)



(b)

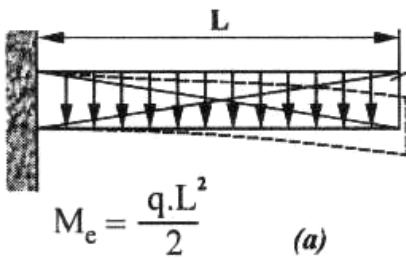
$$\text{Eğilme gerilmesi} = \sigma_e = \frac{M_e}{W} \dots \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Eğilme momenti} = M_e = \sigma_e \cdot W \dots \text{ kgcm}$$

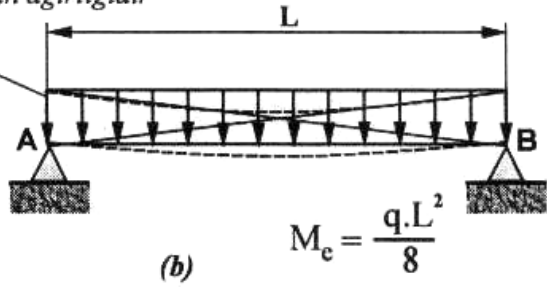
$$\text{Çubuğun dayanım momenti} = W = \frac{M_e}{\sigma_e} \dots \text{ cm}^3$$

**Eğme momenti :** Çubuğu eğmeye çalışan kuvvetin çubuk üzerinde yarattığı etkinin değeridir. Kuvvetin destek noktasına olan uzaklığına göre değişir.  $M_e = F.L$  formülü ile hesaplanır. Çubukların yüklenme ve desteklenme durumlarına göre eğme momenti değişir.

*q çubuğun birim boyunun ağırlığıdır*



(a)

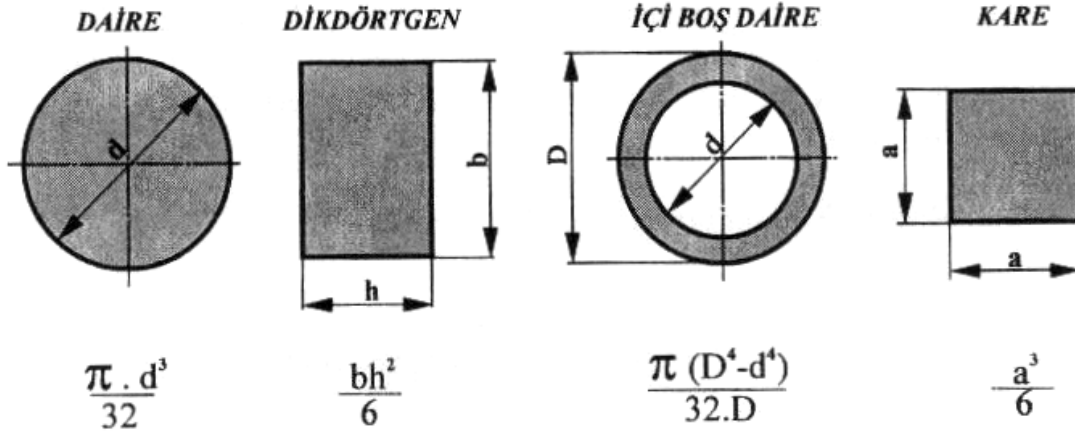


(b)

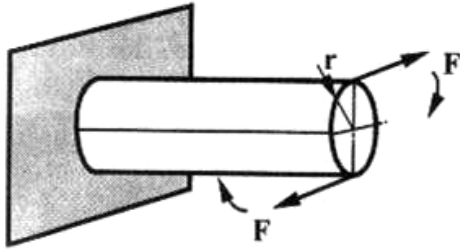
## MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr.İrfan AY-Arş.Gör.T.Kerem DEMİRCİOĞLU

**Dayanım momenti :** Kuvvetin uygulandığı çubuğun konumuna ve kesit alanına göre değişen, farklı formüllerle hesaplanır.



**Burulma dayanımı :** Bir ucu sabit diğer ucu serbest bir çubuğu birbirinin tersi iki kuvvetle şekildeki gibi döndürmeye zorladığımızda, çubuğun buna direnmesine burulma dayanımı denir.



$$\text{Burulma dayanımı: } \tau_b = \frac{M_d}{W_p} \dots \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Döndürme momenti: } M_d = \tau_b \cdot W_p \dots \text{ kgcm}$$

$$\text{Polar dayanım momenti: } W_p = \frac{M_d}{\tau_b} \dots \text{ cm}^3$$

**Döndürme momenti :** Mili döndürmeye çalışan kuvvetin, mil üzerinde yarattığı döndürme etkisine döndürme momenti denir. Döndürme kuvvetinin mil eksenine uzaklığına göre değişir. ( $M_d = F \cdot r$ )

Mil bir motor tarafından döndürülüyor ise,  $M_d = \frac{71620 \cdot N}{n} \dots \text{ kgcm}$  olur.

$N =$  Motor gücü .... BG

$n =$  Devir sayısı ... dev/dak.

$r =$  Mil yarıçapı ... cm

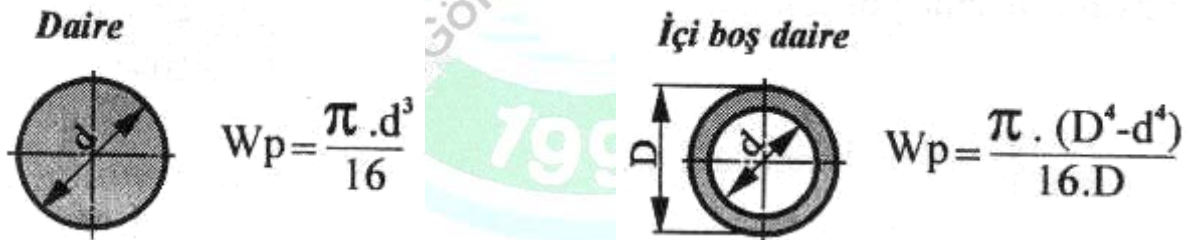
$F =$  Uygulanan kuvvet ... kgf

$M_d =$  Döndürme momenti ... kgcm

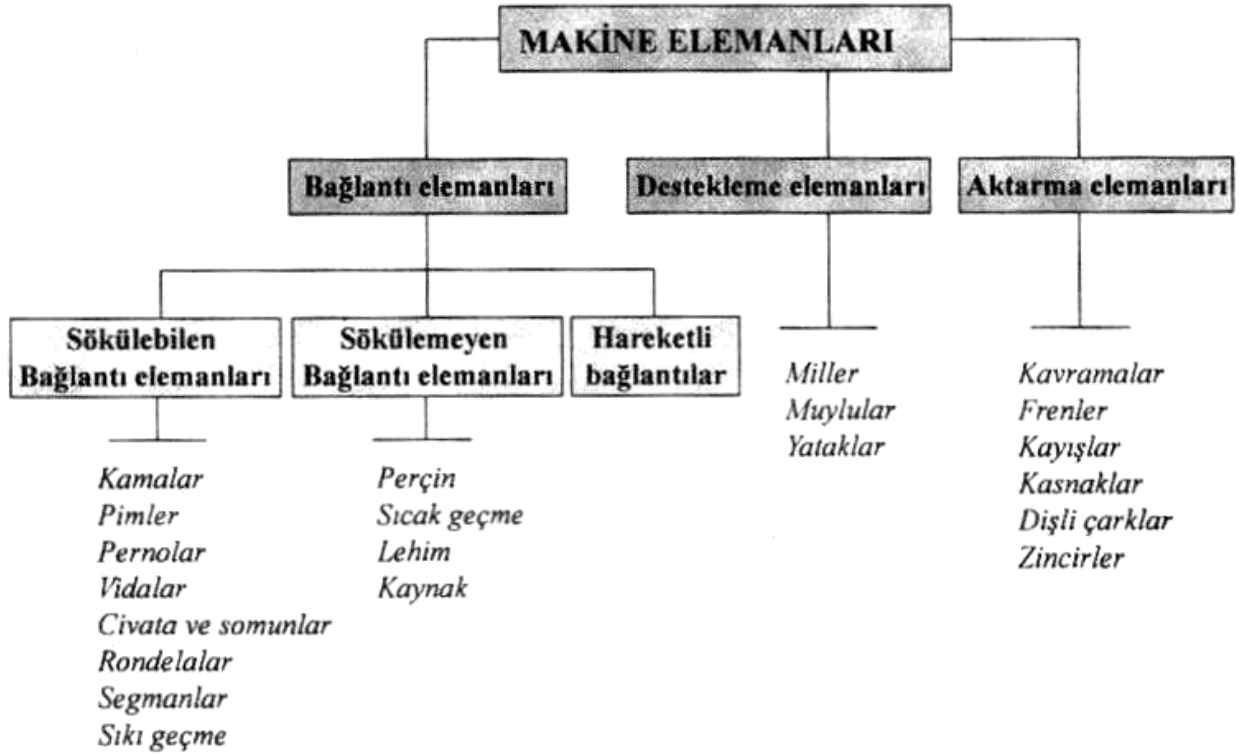
$$M_d = F \cdot r \dots \text{ kgcm}$$

$$M_d = \frac{71620 \cdot N}{n} \dots \text{ kgcm}$$

**Burulma Dayanım Momenti:** Kuvvetin yada gücün uygulandığı mil kesidine göre bulunur.

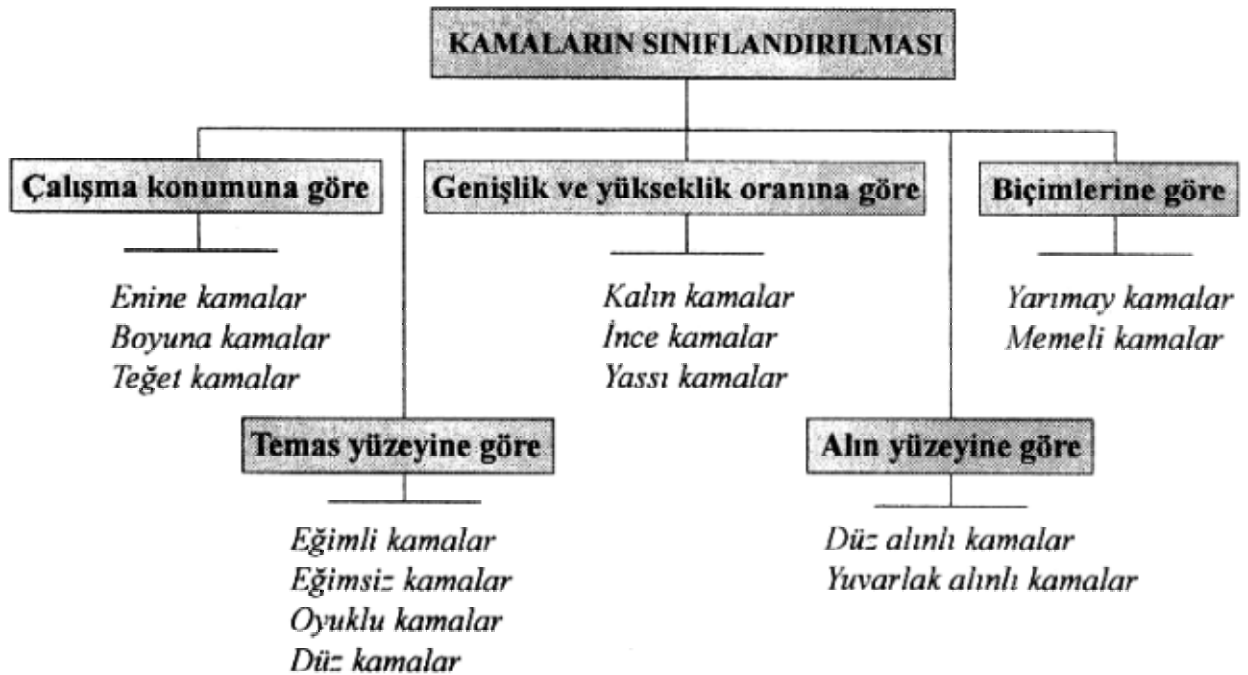


MAKİNE PARÇALARININ SINIFLANDIRILMASI



KAMALAR

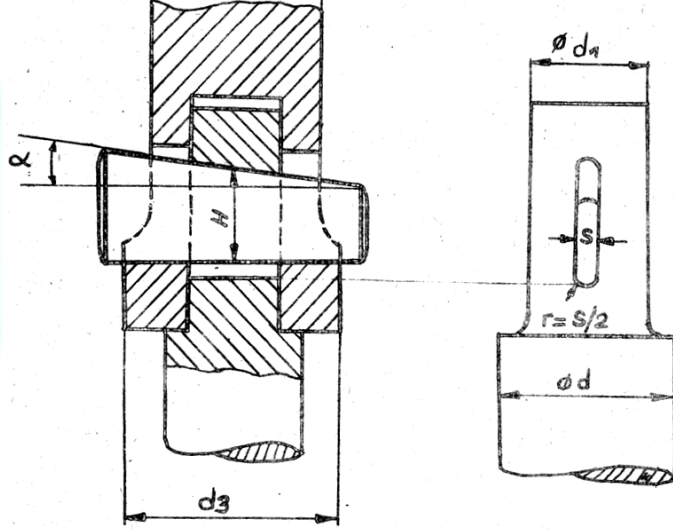
**Tanım:** Mil üzerinde çalışan melle birlikte dönmesi istenen dişli çark kasnak kavrama gibi makine parçalarını sökülebilir biçimde bağlayan elemanlara kama denir.



## MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

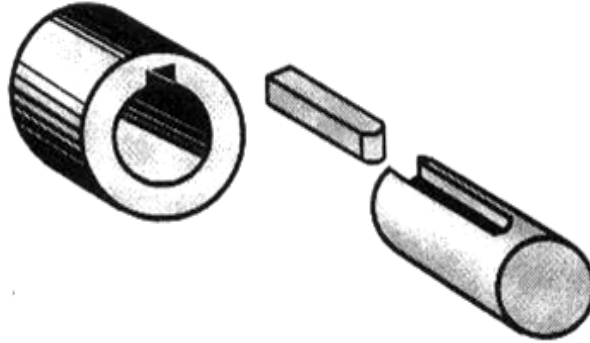
Doç.Dr.İrfan AY-Arş.Gör.T.Kerem DEMİRCİOĞLU

**Enine Kamalar:** Mil eksenine dik çalışırlar bir tarafı yada iki tarafı eğimli yapılabilirler. Eğimleri 1/10-1/40 arasında değişir. Millerin eklenmesinde, Konik geçmelerin emniyete alınmasında Ayar işlerinde kullanılırlar.



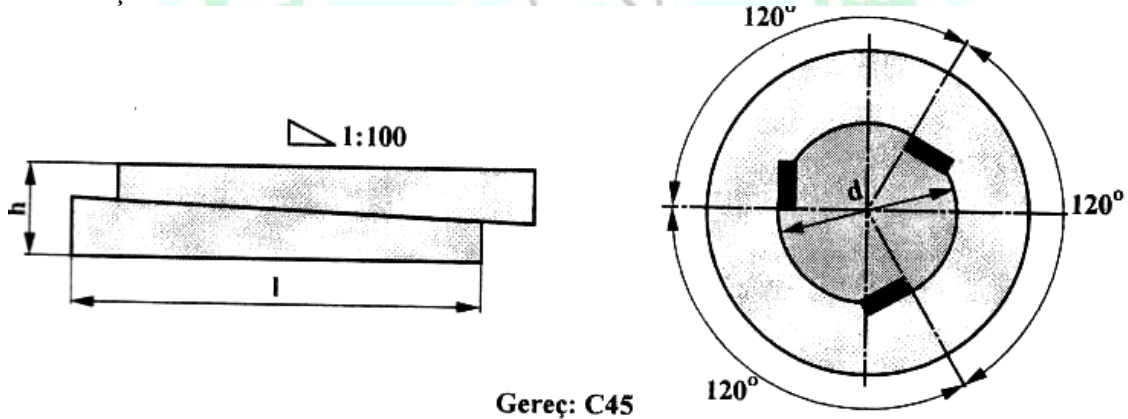
Enine kama ile buhar makinesi piston kolunun bağlanması

**Boyuna Kamalar:** Mil eksenine paralel çalışan kamadır. Mil ve üzerindeki elemanlar arasında bağlantı sağlayarak moment iletir.



Boyuna kamanın mil ve göbeğe takılışı

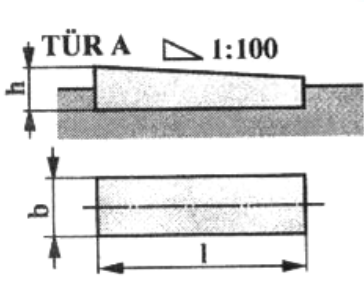
**Teğet Kamalar:** Büyük momentlerin iletilmesinde kullanılır. Mil üzerinde 120° aralıklarla simetrik ve çift olarak takılır.



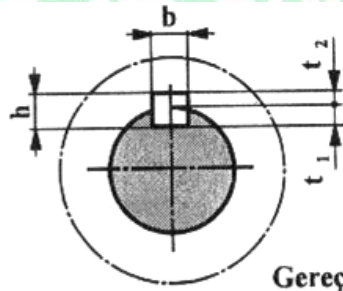
## MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr.İrfan AY-Arş.Gör.T.Kerem DEMİRCİOĞLU

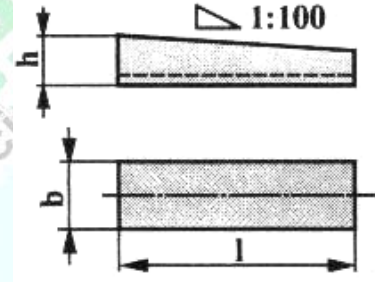
**Eğimli Kamalar:** Mil üzerindeki kama kanalına oturan alt yüzeyi düz göbeğe geçen üst yüzeyi eğimli olan kamalardır. Değişik tipleri vardır.



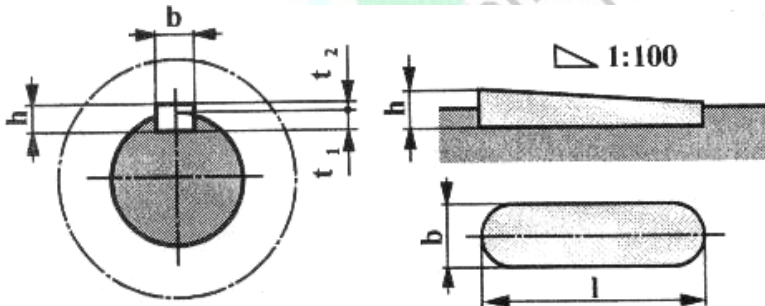
Eğimli düz kama



Gereç: C45

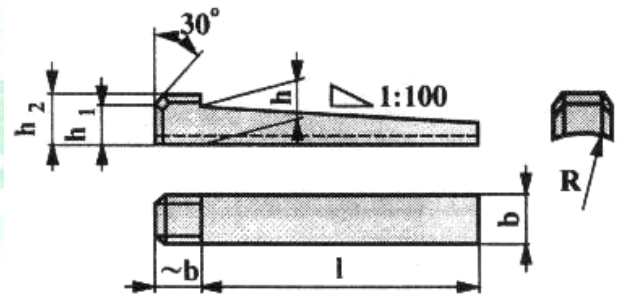


Eğimli düz, oyuklu kama

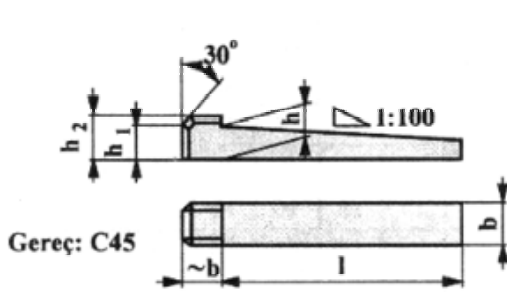


Gereç: C45

Eğimli düz, yassı kama

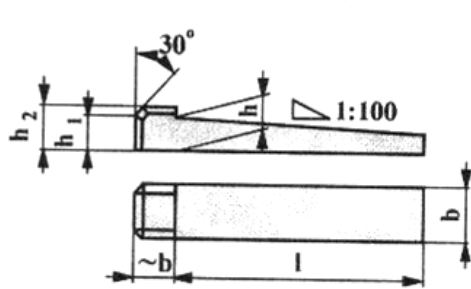
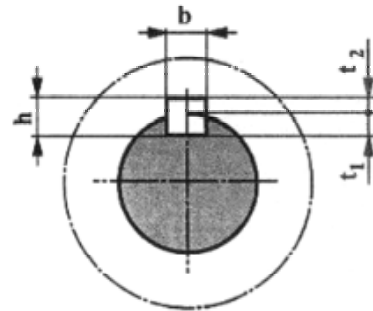


Eğimli düz, oyuklu,  
çakma kama



Gereç: C45

Eğimli düz, çakma kama



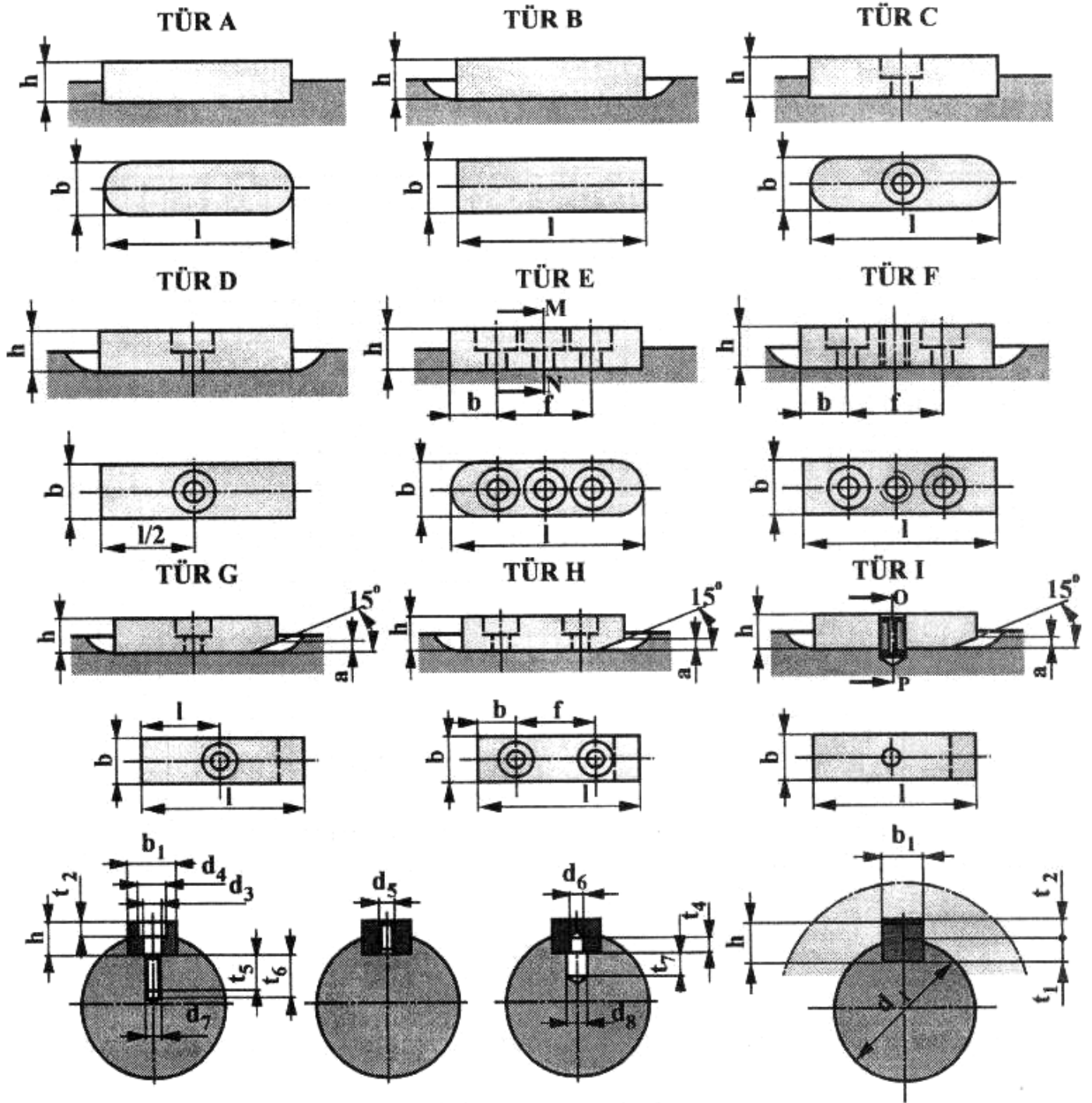
Gereç: C45

Eğimli düz, yassı, çakma kama

## MAKİNE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Doç.Dr.İrfan AY-Arş.Gör.T.Kerem DEMİRCİOĞLU

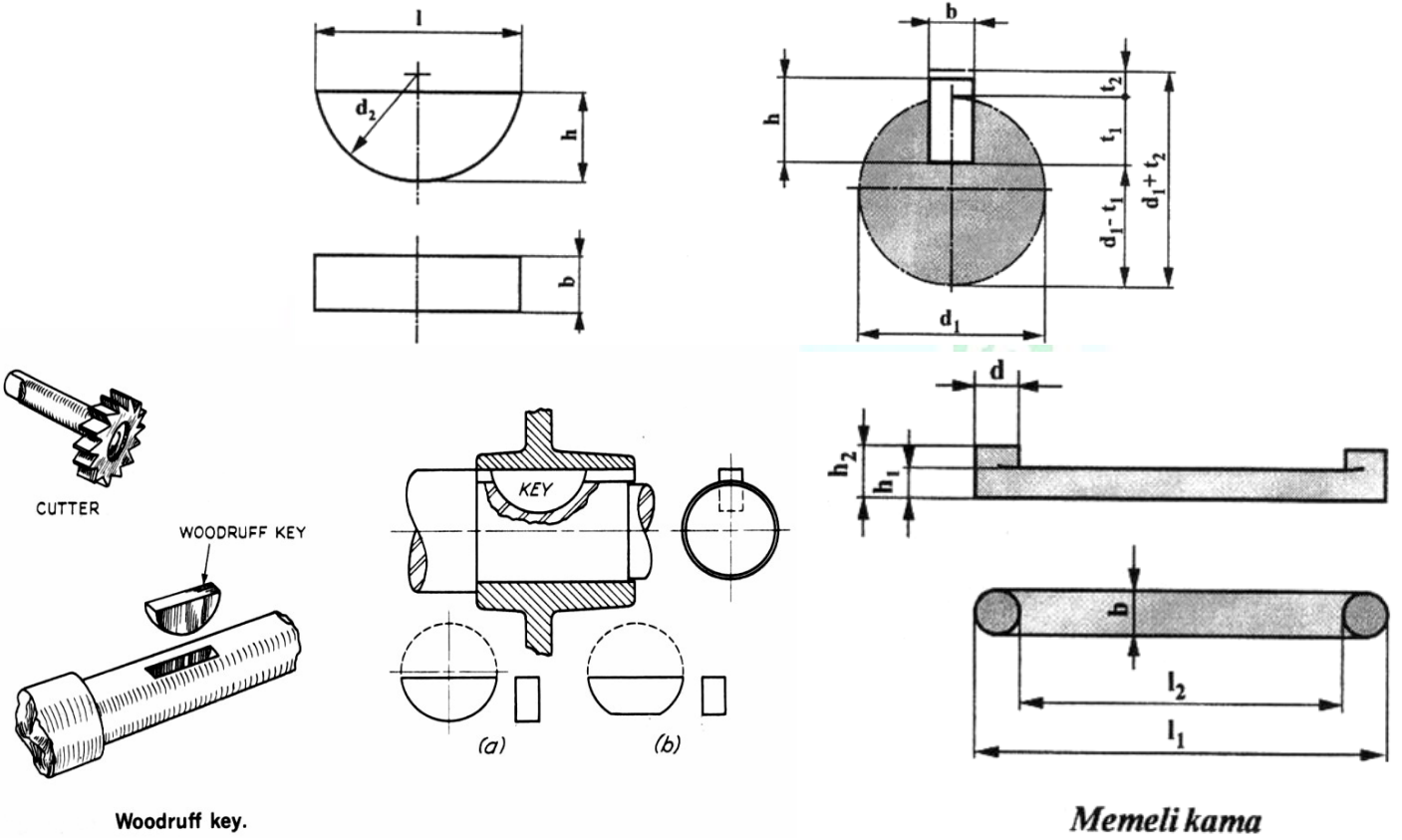
**Eğimsiz Kamalar:** Mil ve göbeğe temas eden alt ve üst yüzeyi birbirine paralel olan yan yüzeyleri toleranslı işlenen kama türleridir. Tüm kalın kamalar eğimsiz kama olarak adlandırılır.



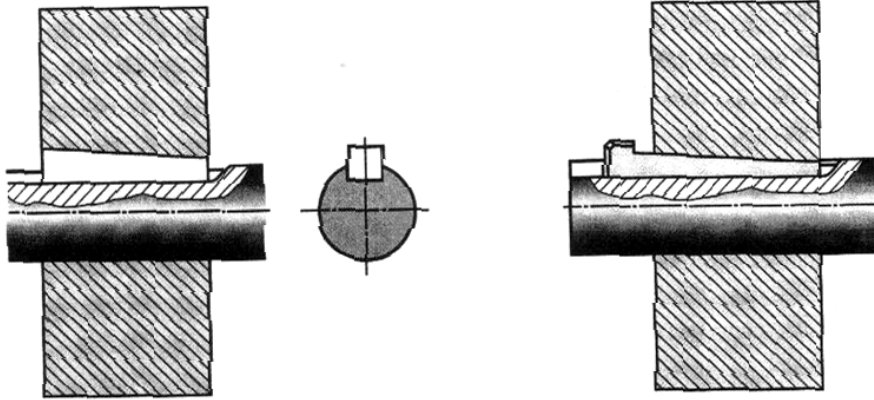
**Kalın kama türleri**

**Yarım Ay Kama:** Millerin konik yüzeylerinde ve uçtan uzak noktalarında kullanılan kama türüdür. Mildeki kama kanalı freze çakısıyla açılır. Mile takılacak elemanı kamamın yan yüzeyleri sıkıştırır.

**Memeli Kama:** Millerin aksenal kaymasını önler

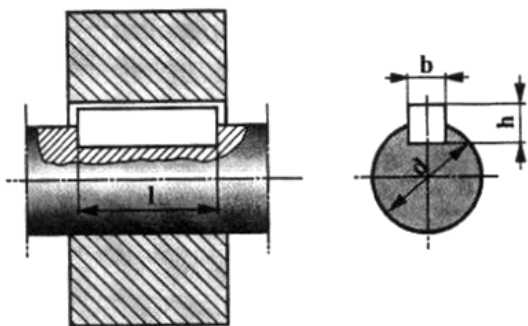


### Kama Bağlantı Şekilleri

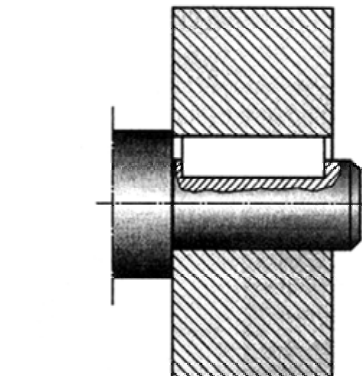


Eğimli, düz kamanın takılmış hali

Eğimli, düz, çakma kamanın takılmış hali

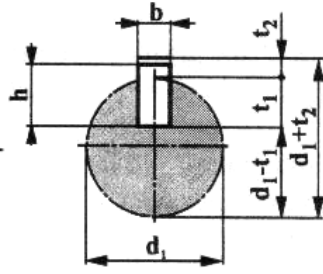
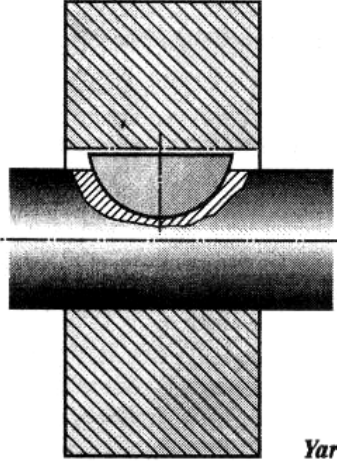


Eğimsiz, düz kamanın takılmış hali (sırtı boşluklu)

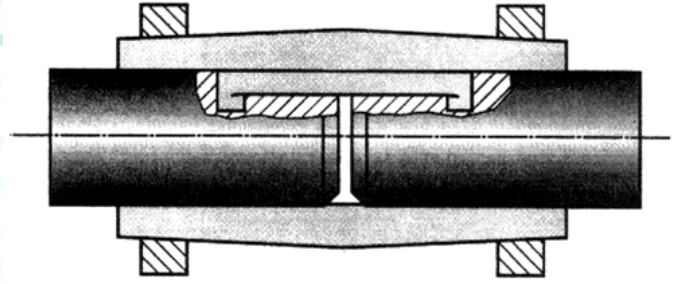


Eğimsiz, düz kamanın takılmış hali (sırtı boşluksuz)





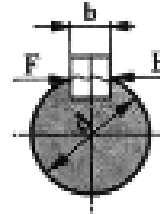
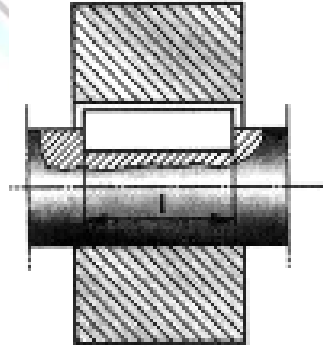
Yarım ay kamanın takılmış hali



Kovanlı kavramada, memeli kamanın kullanılması

### KAMALARIN DAYANIM HESAPLARI

Kama çalıştığı ortamda kesilmeye çalışır. Şekildeki ölçülere göre arka sayfadaki formüller kullanılır.



Kamaya gelen kesme kuvveti

N= motor gücü ... BG  
n= motor devir sayısı ... dev/dak  
M<sub>d</sub>= döndürme momenti ... kgcm

$$M_d = \frac{71620 \cdot N}{n}$$

$$M_d = F \cdot r \rightarrow F = \frac{M_d}{r}$$

F= Kesme kuvveti ... kgf  
r= Mil yarıçapı ... cm d/2  
A= Kama kesit alanı ... cm<sup>2</sup> A= b.l  
b= Kama genişliği ... cm  
l= Kama boyu ... cm

τ= Kesilme gerilmesi ... kg/cm<sup>2</sup>

τ<sub>em</sub>=Emniyetli kesilme gerilmesi ... kg/cm<sup>2</sup> τ<sub>em</sub>=τ/e

e= Emniyet katsayısı

$$\text{Kesilme gerilmesi} = \frac{\text{Kesme kuvveti}}{\text{Kamanın kesit alanı}}$$

$$\tau = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{M_d}{b \cdot l} \rightarrow \frac{\frac{71620 \cdot N}{n}}{b \cdot l} \rightarrow \tau = \frac{71620 \cdot N}{b \cdot l \cdot n \cdot r}$$

**Örnek:** 400 dev/dak ile dönen 5 BG' de bir motorun mil çapı 30 mm' dir. Mile uygun standart kama genişliği 8 mm, kama gerecinin kesilme gerilmesi 2000 kg/cm<sup>2</sup> olduğuna göre, 4 kat güvenle çalışması istenen kamalı bağlantıda kama boyunu hesaplayınız.

**Verilenler**

n= 400 dev/dak  
N= 5 BG  
d= 30 mm  
b= 8 mm  
 $\tau = 2000 \text{ kg/cm}^2$   
e= 4

**İstenenler**

r,  $\tau_{em}$ , l

**Çözüm**

$$r = d/2 = 30/2 = 15 \text{ mm} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{e} = \frac{2000}{4} = 500 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{71620 \cdot N}{b \cdot l \cdot n \cdot r} \rightarrow l = \frac{71620 \cdot N}{b \cdot \tau \cdot n \cdot r} = \frac{71620 \cdot 5}{0,8 \cdot 500 \cdot 400 \cdot 1,5}$$

$$l = 1,49 \text{ cm} \cong 15 \text{ mm}$$

**Örnek:** Çapı 40 mm, emniyetli kesilme gerilmesi 600 kg/cm<sup>2</sup> olan bir mil üzerine bağlanan kasnak, genişliği 8 mm ve boyu 30 mm olan bir kama ile birleştirilmiştir. Mil 280 dev/dak ile döndüğüne göre, kasnağın ileticeği maksimum döndürme momentini ve motor gücünü bulunuz.

**Verilenler**

d= 40 mm  
 $\tau_{em} = 600 \text{ kg/cm}^2$   
l= 30 mm = 3 cm  
b= 8 mm  
n= 280 dev/dak

**İstenenler**

r,  $M_d$ , N

**Çözüm**

$$r = d/2 = 40/2 = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$\tau_{em} = \frac{M_d}{b \cdot l \cdot r} \rightarrow M_d = \tau_{em} \cdot b \cdot l \cdot r = 600 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 2 = 2880 \text{ kgcm}$$

$$M_d = \frac{71620 \cdot N}{n} \rightarrow N = \frac{M_d \cdot n}{71620} = \frac{2880 \cdot 280}{71620} \cong 11,25 \text{ BG}$$