

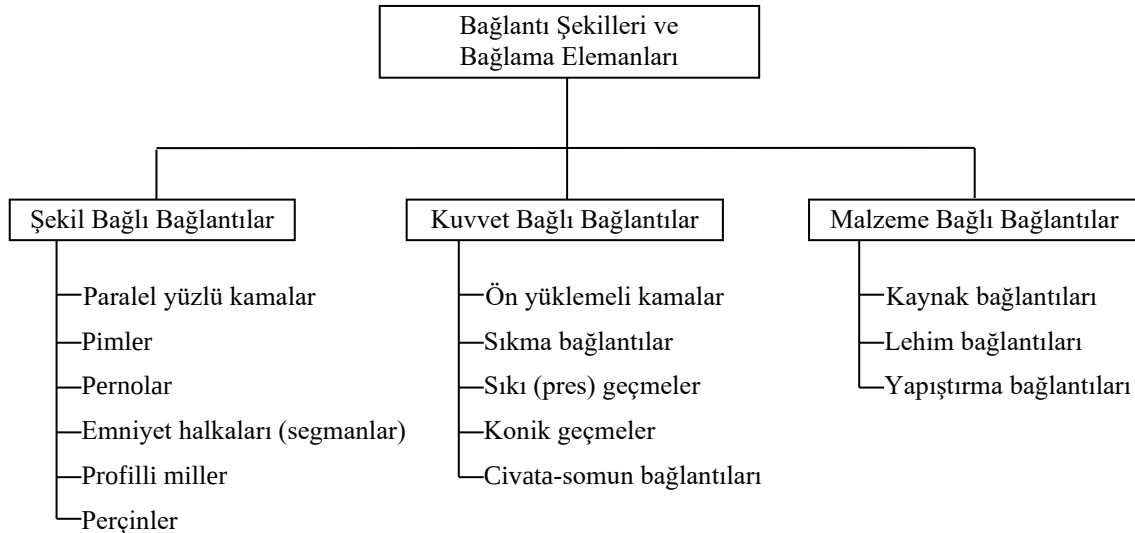
MAKİNE ELEMANLARI - (5.Hafta)

BAĞLAMA ELEMANLARI

Bağlama elemanları; makinayı oluşturan elmanları, özelliklerini bozmadan, fonksiyonlarını ortadan kaldırmadan birbirine bağlayan elemanlardır. Çoğunlukla standart büyüklüklerde seri olarak imal edilirler. İstenilen tasarıma göre seçilirler.

Bağlama elemanları, bağlantı şekillerine göre 3 grupta toplanırlar. Bunlar;

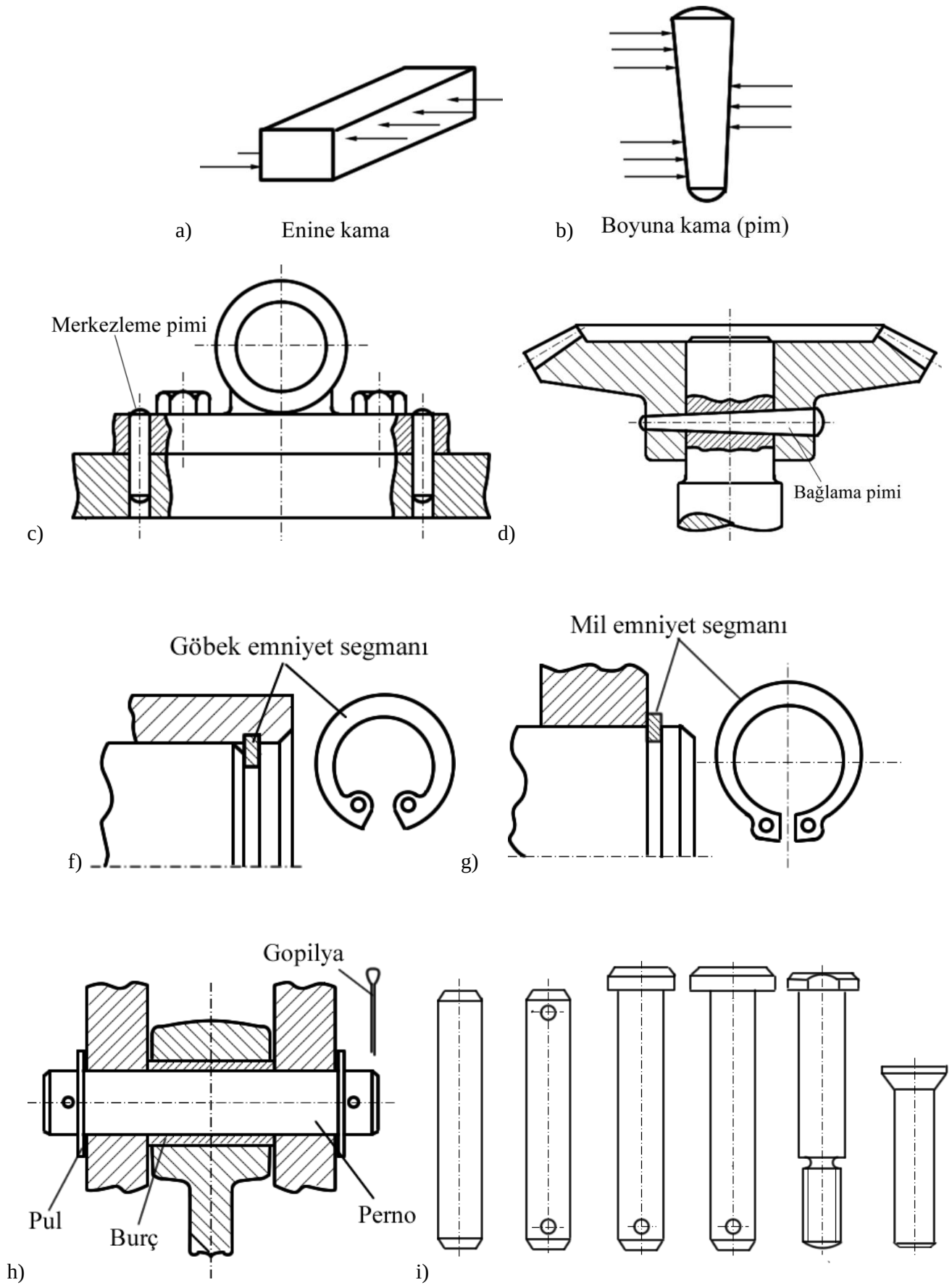
- 1) **Şekil bağlı bağlantılar:** Kuvvet iletimini bağlantı elemanının şekli ve geometrisi sağlar. Bağlantı elemanı çıkarıldığında kuvvet aktarımı ortadan kalkar. Paralel yüzölçü kamalar, pimler, pernolar, emniyet halkaları, profilli mil, perçin vb bu grupta ele alınabilir.
- 2) **Kuvvet bağlı bağlantılar:** Bağlanacak parçalar birbirleri arasında sıkıştırılır ve ortaya çıkan sürtünme kuvveti ile birbirine bağlanırlar. Ön yüklemeli kamalar, sıkma bağlantılar, sıkı (pres) geçmeler, konik geçmeler, civat-somun bağlantıları vs kuvvet bağlı bağlantı örnekleridir.
- 3) **Malzeme bağlı bağlantılar:** Bağlantı yerinde malzeme bağı vardır. Kaynak, lehim ve yapıştırıcılar buna örnektir.



Mil üzerine yerleştirilen dişli çark, kasnak, volan gibi disk şeklindeki elemanların ortasındaki bağlantı bölgesine "Göbek" denir. Mil ve göbek birbirine bağlanarak moment bazında yanında eksenel kuvvet iletimi sağlanmalıdır. Burada mil ile göbek bağlantısını sağlamak için "Kama" ve "Sıkı Geçme" bağlantılarının hesapları incelenecektir.

Pim, Perno, Segman Kavramları: Kamalar boyuna çalışan elemanlardır. Bu elemanlar enine çalıştığında daha çok pim olarak adlandırılırlar. Pimler merkezleme pimi, bağlama elemanı ve emniyet pimi olarak kullanılabilir. Çoğunlukla pimler bulundukları yerde sıkışması için konik yada çentikli olarak imal edilirler. Pim hesapları ise daha çok kesilmeye karşı yapılmalıdır. Perno ise pim gibi çalışır fakat daha çok kısa mil şeklindedir. Parçaları dönel şekilde birbirine bağlamak için kullanılır. Bu elemanların yüzeyleri ezilmeye karşı aynı zamanda kesitleri kesilmeye karşı kontrol edilmelidir.

Mil ve pernoları eksenel yönde sabitleyen segmanlar (emniyet halkaları) yay çeliğinden yapılır ve bu elemanlar sökülüp takılması çok kolaydır. Mil üzerinde keskin köşeli kanal oturacağı için çentik etkisinden korunmak için mil sonlarında kullanılmalıdır. Delik içerisinde sabitleme için kullanılabilir.



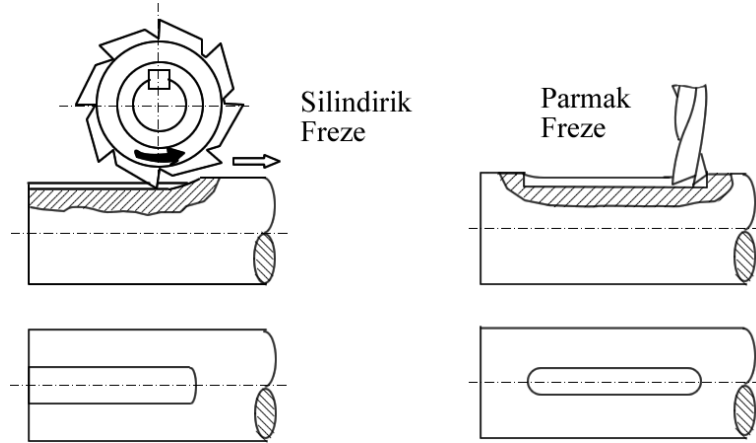
Şekil. a) Kamanın boyuna çalışması, b) Pimin enine çalışması, c) Merkezleme pimi örneği, d) Pimin bağlama elemanı olarak kullanılması f) Göbek iç emniyet segmanı g) Mil dış emniyet seğmanı, h) perno bağlantısı, i) çeşitli perno örnekleri

KAMA BAĞLANTILARI

Dişli çark, kasnak gibi elemanların millere çözülebilir tarzda bağlanmalarını, hareketi milden göbeğe yada göbekten mile geçişini sağlayan aradaki küçük parçalara kama denir. Kamalar olmazsa mil göbek içinde boşta dönmeye başlayacaktır. Kamaları konik ve paralel yüzülü olmak üzere iki bölüm halinde incelenebilir.

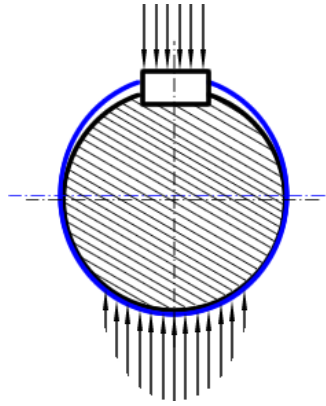


Kama kanalları açılırken frezede iki türlü kesici kullanabilir. Bunlar "freze çakısı" (silindirik freze) ve parmak freze ucu. Freze çakısı kullanıldığında yuvanın kenarları eğik olarak boşluklu olur. Parmak frezede ise kama boşluksuz olarak yuvaya oturur.

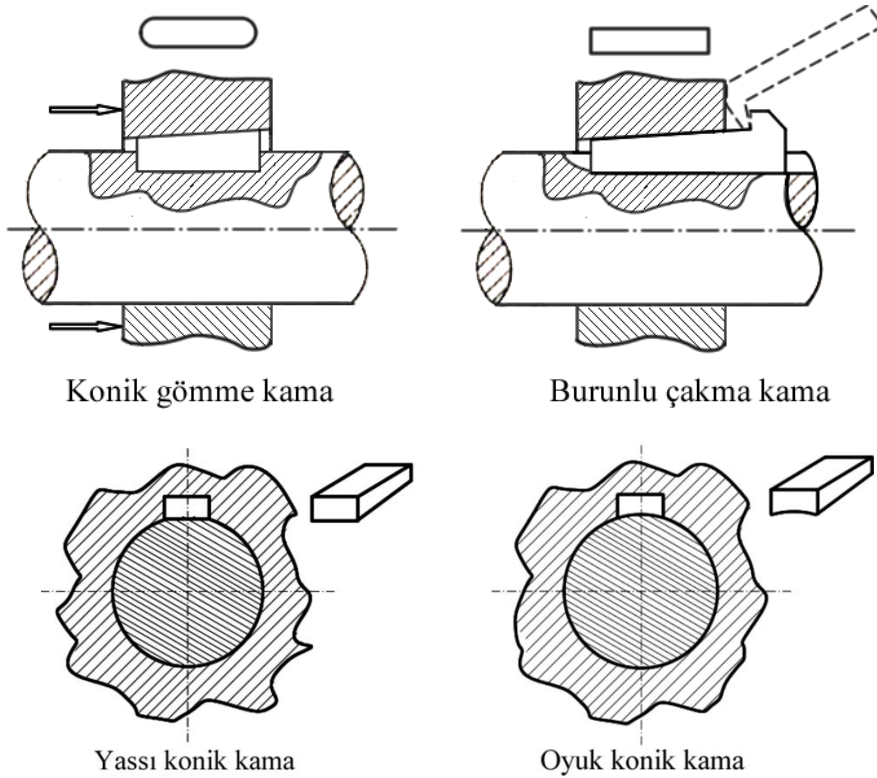


a) Konik Kamalar

Kamanın alt ve üst yüzeyi konik olarak imal edilip göbekte mil arasına çakılarak uygulandığında konik kama bağlantısı elde edilmiş olur. Bu durumda hareket üst ve alt yüzeylerin sürtünme kuvveti ile iletilir. Yan yüzeyler birbirine değse bile hesaplamalarda değmediği kabul edilir. Hesaplamalarda hareketi iletebilmek için kamanın ne kadar sıkıştırmak gerektiği ($F_{\text{ç}}=?$) ve yüzeylerin ezilmemesi için kamanın boyunun ne olması gerektiği ($L=?$) hesaplanır. Bu tip kamalar hareketi sürtünme ile ilettiği için kuvvet bağlı bağlantılar grubunda gösterilir. Kama çakılarak monte edildiği için üst yüzeyden göbeğe alt yüzeyden mile baskı yapar. Bu nedenle göbek mikron mertebesinde de olsa ovalleşir. Bu durum mil ve kasnak merkezlerini eksantrik yapar. Eksantrikliğin oluşmasının istenmediği hassas bağlantılarda konik pres geçme yada germe halkaları (konik bilezikler) kullanılabilir (bkz: konik pres geçmeler).



Şekil. Yüzeylerde oluşan basınç nedeniyle göbek şekli ve ona bağlı merkez değişir.



Şekil. Konik kuvvet bağlı kama örnekleri

F_{çak} Kuvvetinin Hesabı

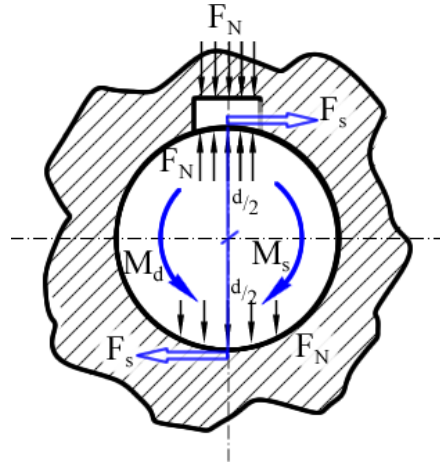
Konik kamalar ile ilgili olarak yapılacak hesaplar iki şekilde olabilir. Konik kamanın hareketi iletebilmesi için yeterli yüzey sürtünmesini sağlayacak sıkılıkta olması gerekir. Bunun için ne kadarlık bir kuvvetle çakılması gerektiği hesaplanmalıdır ($F_{\phi}=?$). Eğer çok fazla bir kuvvet ile çakılırsa bu durumda ya göbeği çatlatır yada yüzeyler plastik bölgeye geçecek şekilde ezilir. Plastik bölgeye geçen malzeme yüzey basıncını yeterli seviyede sağlayamaz ve bağlantı zamanla gevşeyecektir. Bu nedenle elastik bölgeyi aşmayacak şekilde yeterli sıkılıkta çakılmalıdır. Bu amaçla motor gücünden başlayarak gerekli çakma kuvvetini hesaplayalım.

Bağlantıda oluşan sürtünme momenti, motorun oluşturduğu momentten daha fazla olması gerekir. Ne kadar fazla olması gerektiği titreşim miktarına göre belirlenebilir. Titreşim bağlantının gevşemesine yol açan bir etmendir. Buna göre;

$$M_d = 9550 \frac{P}{n}$$

$$M_s = k M_d \text{ (k=1,25 az titreşimli, k=1,5 titreşimli, k=2 darbeli)}$$

Bu sürtünme momentini sağlamak için gerekli olan normal kuvveti bulalım. Normal kuvvet kamanın üst ve alt yüzeyi ile milin alt yüzeyinde oluşur.

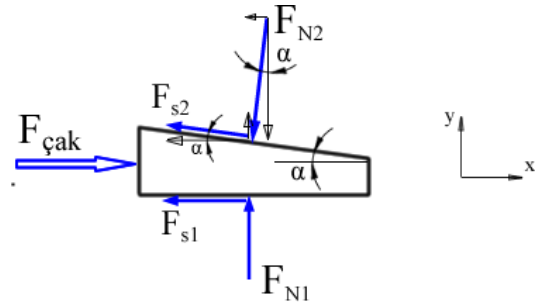
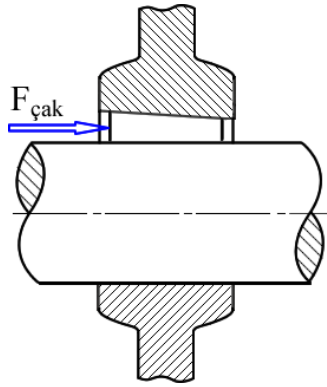


$$M_s = 2 F_s d/2$$

$$M_s = F_s d \quad (F_s = \mu F_N)$$

$$\boxed{M_s = \mu F_N d}$$

$$F_N = \frac{M_s}{\mu d}$$



x ve y eksenî yönlerindeki kuvvetlerin statik dengesini yazarak çakma kuvvetini veren ifadeyi bulalım.

$$F_{s1} = \mu F_{N1} \quad F_{s2} = \mu F_{N2} \quad \text{olmak üzere;}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{\text{çak}} - F_{s1} - F_{s2} \cos \alpha - F_{N2} \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{çak}} - \mu F_{N1} - \mu F_{N2} \cos \alpha - F_{N2} \sin \alpha = 0$$

$$F_{\text{çak}} = \mu F_{N1} + \mu F_{N2} \cos \alpha + F_{N2} \sin \alpha \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{N1} - F_{N2} \cos \alpha + F_{s2} \sin \alpha = 0$$

$$F_{N1} - F_{N2} \cos \alpha + \mu F_{N2} \sin \alpha = 0$$

$$F_{N1} = F_{N2} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \quad (2)$$

(2) nolu ifadeyi (1) nolu ifade içersine yazarsak;

$$F_{\text{çak}} = \mu F_{N2} (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) + \mu F_{N2} \cos \alpha + F_{N2} \sin \alpha$$

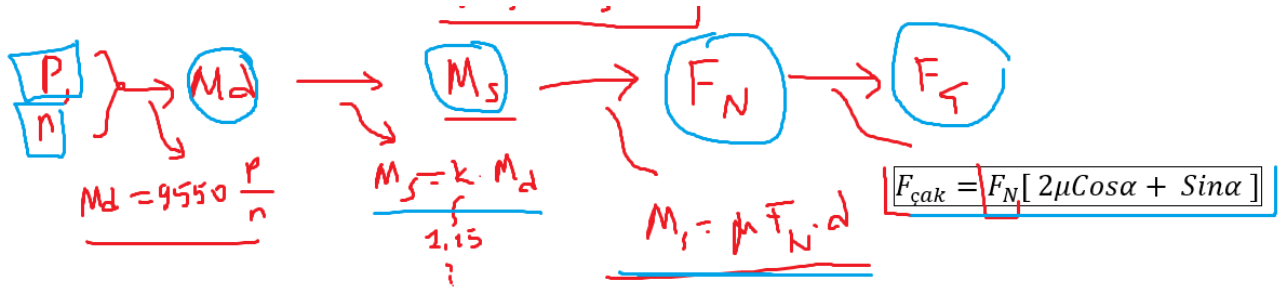
$$F_{\text{çak}} = \mu F_{N2} \cos \alpha - \mu^2 F_{N2} \sin \alpha + \mu F_{N2} \cos \alpha + F_{N2} \sin \alpha$$

$$F_{\text{çak}} = F_{N2} (2\mu \cos \alpha + \mu^2 \sin \alpha + \sin \alpha)$$

$$F_{\text{çak}} = F_{N2} [2\mu \cos \alpha + (\mu^2 + 1) \sin \alpha]$$

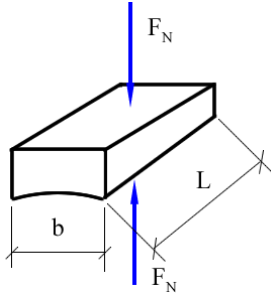
$(\mu^2 + 1) \cong 1$ alınabilir. Bu iki ifade yaklaşık eşittir. Örneklersek $\mu=0,3$ olursa $(0,3^2+1)=1.09$ olur. Ayrıca eğim açısı çok küçük değerler olduğu için $F_{N1} \approx F_{N2} \approx F_N$ alınabilir. Buna göre $F_{\text{çak}}$ kuvveti aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$F_{\text{çak}} = F_N [2\mu \cos \alpha + \sin \alpha]$$



Kama Boyunun Hesabı

Sürtünme etkisini sağlayabilmek için kamanın alt ve üst yüzeylerinde oluşan (her iki kuvvet yaklaşık eşit kabul edilebilir) F_N kuvvetinin belli bir değerde olması gerekir. Bu kuvvetin değeri çok düşük olup milin boşta dönmesine, çok yüksek olup yüzeylerin ezilmesine yol açmaması gerekir. Yeterinden fazla oluşan F_N kuvveti yüzeylerde oluşan basıncın P_{em} basıncını geçmesine neden olur ve budurumda temas yüzeyindeki zayıf malzemenin ezilmesine yol açar. Genellikle mil malzemesi daha sağlam yapılır. Göbekler çoğunlukla döküm malzeme olduğu için zayıf olabilir. Kama ise mile nazaran daha zayıf malzemeden yapılır. Ezilme durumunda milin ezilmesi yerine kamanın ezilmesi maliyet açısından tercih edilir.

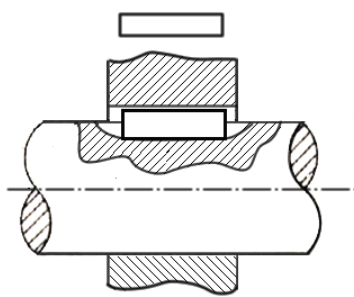


$$P = \frac{F_N}{A} = \frac{F_N}{b L} < P_{em}$$

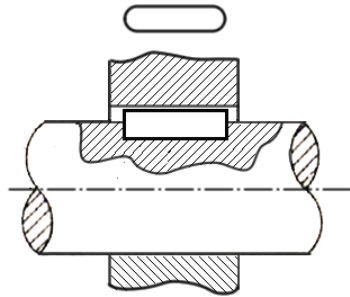
$$L = \frac{F_N}{b P_{em}}$$

b) Paralel Yüzlü Kamalar (Uygu kamaları)

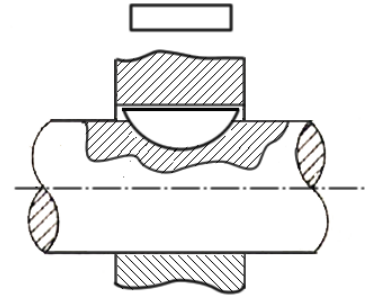
Kama yüzeyleri paralel yüzlü yapılırsa, serbest bir şekilde montaj boşluğuna konulabilir. Bu durumda hareketi yan yüzeylerden yaslanarak iletacaktır. Bu kamalarda ön gerilme olmadığı için şekil bağlı elemanlar olarak nitelendirilir. Paralel yüzlü kamaların çeşitli türleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



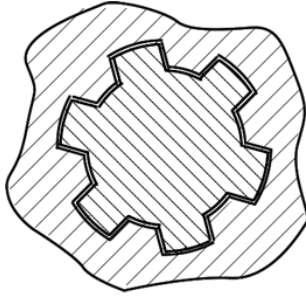
Paralel yüzlü
Düz kama



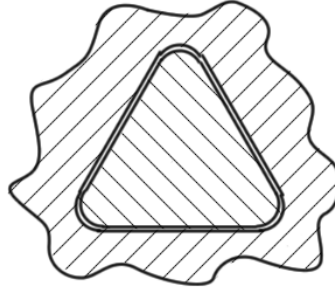
Paralel yüzlü
Gömme kama



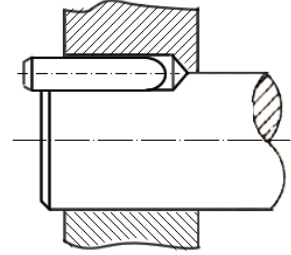
Yarımay kama



Kamalı mil



Profil mil

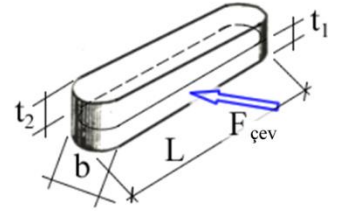
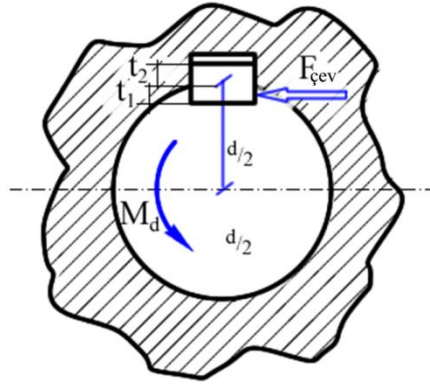
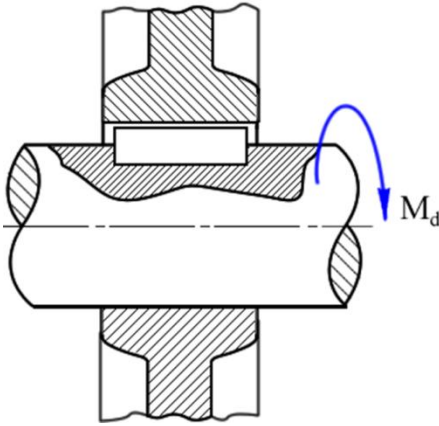


Yuvarlak kama

Şekil. Paralel yüzölü şekil bağı kama örnekleri.

Kama Boyunun Hesabı

Paralel yüzölü kama ile ilgili olarak yapılacak hesaplama sadece Kama boyunun hesabıdır. Bu kamalar yan yüzeylerden çalıştığı için, mil-kama, kama-göbek yüzeylerinin ezilmeye karşı kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca kamanın kesilmeye karşı kontrol edilmesi gerekir. Her üç hesaplama içinde kama boyu belirlenmeli ve gerekli en büyük kama boyu tasarımda kullanılmalıdır.



$t_1 \times L$ yüzeyinin ezilme durumunda mil yada kamadan biri ezilecektir. Kama malzemesi daha zayıf ise P_{em} kama için alınmalıdır.

$$P = \frac{F_{çev}}{A_1} = \frac{F_{çev}}{t_1 L} \leq P_{em} \rightarrow L_1 = \frac{F_{çev}}{t_1 P_{em}}$$

Aynı işlemelri $t_2 \times L$ yüzeyi için yaparsak, bu yüzeyin ezilme durumunda göbek yada kamadan biri ezilecektir. Hangisi zayıf ise P_{em} onun için alınmalıdır.

$$P = \frac{F_{çev}}{A_2} = \frac{F_{çev}}{t_2 L} \leq P_{em} \rightarrow L_2 = \frac{F_{çev}}{t_2 P_{em}}$$

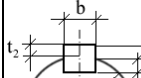
Kaman yanlardan ezilmenin yanında ortadan kesmeye de uğrayabilir. Bu durumda kesmeye uğrayan yüzey $b \times L$ yüzeyi olacaktır. Kesilen malzeme kama olacağı için kamanın τ_{em} değeri kullanılmalıdır.

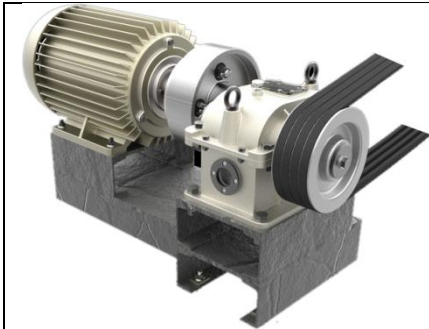
$$\tau = \frac{F_{çev}}{A_3} = \frac{F_{çev}}{b L} \leq \tau_{em} \rightarrow L_3 = \frac{F_{çev}}{b \tau_{em}}$$

Bu üç kama boyundan hangisi daha büyük ise emniyet için o değer kama boyu olarak alınmalıdır. Fakat belirlediğimiz kama boyunun her değerini standart olarak piyasada bulamayız. Bu değere en yakın üst standart değerini aşağıdaki tablodan seçerek sipariş verilmelidir. Standart kama boyları şu şekildedir.

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

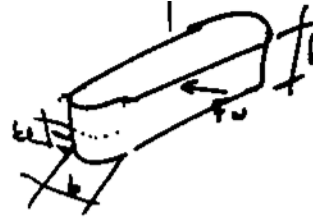
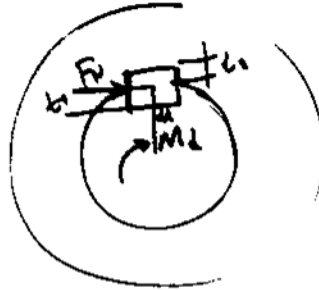
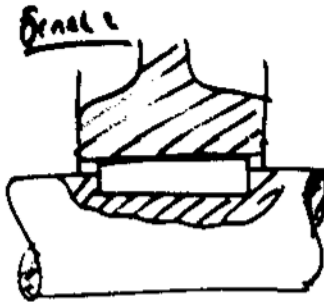
Kama ölçüleri için standartlardan alınan belli sayıdaki örnek için aşağıdaki tabloyu kullanabilirsiniz.

Paralel yüzü Gömme ve Feder kama		Ø	b x h	t ₁	t ₂
		22-30	8x7	4,1	2,4
		31-38	10x8	4,7	2,8
		39-44	12x8	4,9	2,9
		45-50	14x9	5,5	3,0
		51-58	16x10	6,2	3,2
		59-65	18x11	6,8	3,5
		66-75	20x12	7,4	3,9
		76-85	22x14	8,5	4,8
		86-95	25x14	8,7	4,6
		96-110	28x16	9,9	5,4
		111-130	32x18	11,1	6,1
		131-150	36x20	12,3	6,9
					



Örnek 1

Şekildeki gibi motora bağlı redüktörün çıkışındaki kasnak 600 d/d ile dönmektedir. Motorun gücü 10 kW dır. Redüktör çıkışındaki kasnağın bağlanacağı milin çapını ve kullanılacak Paralel yüzü gömme kamanın boyutlarını tayin ediniz. (Verilenler: ..)



$$P = 10 \text{ kW}$$

$$n = 600 \text{ d/d} \quad P_{em} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d \text{ Fe50, } \sigma_{em} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$K_{em} \text{ DD22, } P_{em} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$K_{em} \text{ Fe70, } \sigma_{em} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{em} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = 9550 \frac{P}{n} = 9550 \frac{10}{600} = 159 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_d}{\pi \sigma_{em}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 159 \cdot 1000 \text{ Nmm}}{\pi \cdot 30 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

d	b	h	t _a	t _r
22-30	8	7	4.2	2.9

$$M_d = F_N \cdot \frac{d}{2}$$

$$159 \cdot 1000 \text{ Nmm} = F_N \cdot \frac{30}{2} \text{ mm}$$

$$F_N = 10600 \text{ N}$$



Ezilmeye göre L

$$p = \frac{F_N}{A} = \frac{F_N}{t \cdot L} \leq p_{en}$$

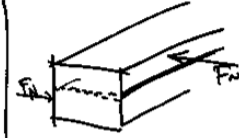
$$L = \frac{F_N}{t \cdot p_{en}}$$

$$\text{Mil } L = \frac{10600 \text{ N}}{4.2 \text{ mm} \cdot 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 64.63 = 65$$

$$\text{Kama } L = \frac{10600 \text{ N}}{2.9 \text{ mm} \cdot 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 73.10 = 74$$

$$\text{Gözet } L = \frac{10600 \text{ N}}{2.9 \text{ mm} \cdot 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 146.2 = 147$$

Kermeye göre L



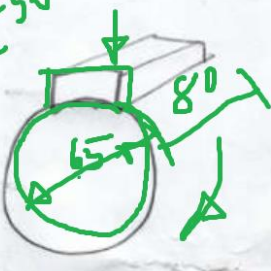
$$\tau = \frac{F_N}{b \cdot L} \leq \tau_{en}$$

$$L = \frac{F_N}{b \cdot \tau_{en}} = \frac{10600 \text{ N}}{8 \text{ mm} \cdot 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$L = 33.125 = 34 \text{ mm}$$

Örnek 3

$n = 750$
 $\gamma =$



Mat. St 4.2
 $d = 65 \text{ mm}$
 $P_{em} = 50 \text{ N/mm}^2$
 $\mu = 0,1$
 $l = 80 \text{ mm}$

Kama bağlatısı. verimsiz.
 M18 8.8 1/2 Redüman
 istemlidir. Kullanılacak
 olan bu kama bağlatısı
 ile iletililecek olan
 Motor gücü nedir?
 Bu kama ya yerne ~~gelen~~
 hangi kuvvetle salınmaktadır

Kama verimliliği dize olanları Tablo 7'den
 bulalım

ϕ	b	s	t_2
58-65	18	5	4,5

$\phi 65 \Rightarrow$

$P \rightarrow M_d \rightarrow M_s = k M_d \rightarrow F_N \rightarrow F_C$

$M_s = N F_N d$

$F_N = F_C$

$P = \frac{F_w}{b \cdot l_v} < P_{em}$

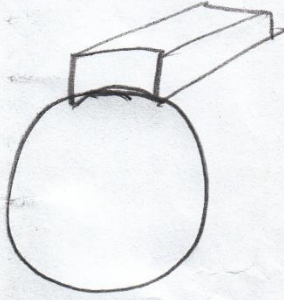
$F_N = b \cdot l \cdot P_{em}$
 $18 \cdot 80 \cdot 50 \text{ N/mm}^2$
 $= 72000 \text{ N}$

Örnek

Şekildeki gibi bir aygıt

kama bağlantısı verilmiştir.
Molun 750 d/d. Reddenen
istemiştir. Kullanılacak
olan bu kama bağlantısı
ile iletelebilecek olan
Maks. güç nedir?

Bu kama için yerine ~~çakılma~~
hazır kuvvetle salınmalıdır



Mat. St 42

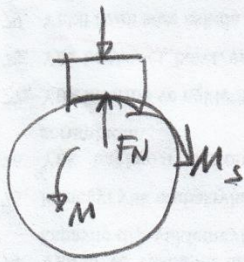
 $d = 65 \text{ mm}$ $P_{\text{em}} = 50 \text{ N/mm}^2$ $\mu = 0,1$ $l = 80 \text{ mm}$

Kamam verilmeden önce standart Tablo 7 den
bulalım

$\phi 65 \Rightarrow$

ϕ	b	s	t_2
58-65	18	5	4,5

$b =$



$$P = \frac{F_n}{b \cdot l} < P_{\text{em}}$$

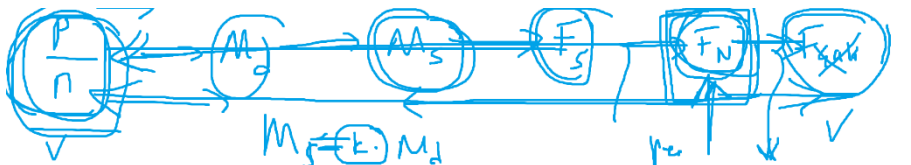
$$F_n = b \cdot l \cdot P_{\text{em}}$$

$$F_n = 18 \cdot 80 \cdot 50 \text{ N/mm}^2$$

$$F_n = 72000 \text{ N}$$

$$M_s = F_s \cdot \mu \cdot d = 72000 \text{ N} \cdot 0,1 \cdot 65 \text{ mm} = 468000 \text{ Nmm} = 468 \text{ Nm olur.}$$

Gerisini devam edin.



$$M_s = k \cdot M_d$$

$$k = ?$$

$$F_N = 18 \cdot 80 \cdot 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_N = 72000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p = \frac{F_N}{b \cdot L} < p_{em}$$

$$b = 18 \text{ mm}$$

$$L = 80 \text{ mm}$$

$$p_{em} = 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_{gali} = F_N (---)$$

$$F_{gali} = F_N (2 \cdot p \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$= 72000 (2 \cdot 0,1 \cdot \cos 1^\circ + \sin 1^\circ)$$

$$F_{gali} = 15654$$



$$F_S = \mu \cdot F_N$$

$$F_S = 0,1 \cdot 72000 \text{ N} = 7200 \text{ N}$$



$$M_s = 2 \cdot (F_S \cdot r) = 2 \cdot 7200 \cdot 32,5 \text{ mm}$$

$$= 468000 \text{ Nmm}$$

$$M_s = 468 \text{ Nm}$$

$$M_s = k \cdot M_d$$

$$468 \text{ Nm} = 1,25 M_d \Rightarrow M_d = 375 \text{ Nm}$$

$$r = \frac{M_d}{p \cdot k \cdot w} = \frac{375 \text{ Nm}}{750 \text{ N/mm}^2 \cdot 30 \text{ mm}} = 1,67 \text{ mm}$$