

## MAKİNE ELEMANLARI - (9.Hafta)

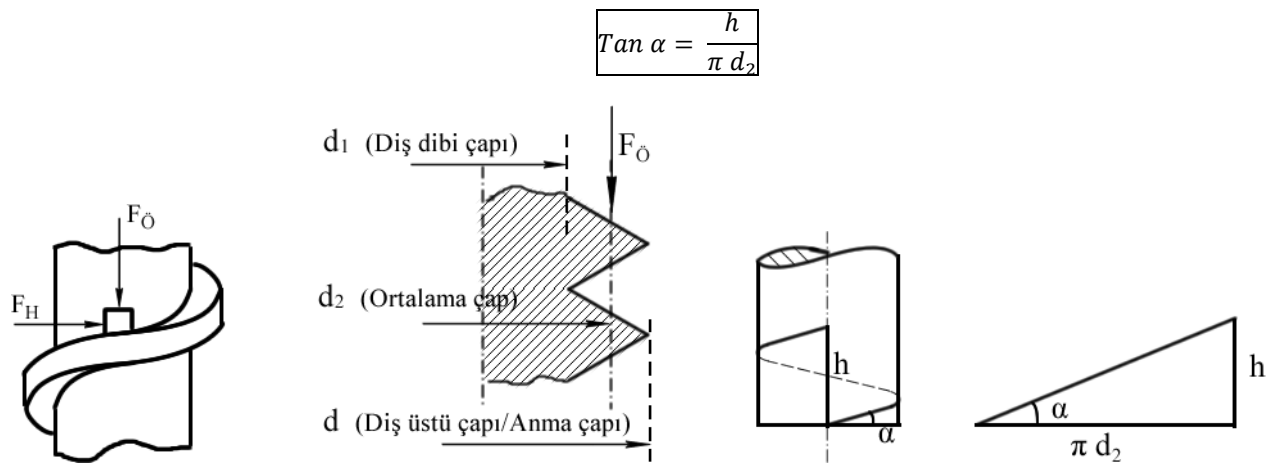
### VİDALAR -2

#### VİDA HESAPLARI

##### A. Ön Yükleme Kuvveti ( $F_O$ ) ile Sıkma/Çözme Kuvvetleri ( $F_H$ ) arasındaki İlişki

İki malzemeyi birleştirmek için civata ve somun kullanılırsa, somunun boşluğu alındıktan sonra anahtarla sıkmaya başlarsak civata üzerinde eksenel bir Ön Yükleme Kuvveti ( $F_O$ ) oluşmuş olacaktır. Vidayı kriko olarak kullanırsak krikonun üzerindeki yük bu sefer Ön yükleme kuvveti ( $F_O$ ) olacaktır. Yani  $F_O$  eksenel olarak etki eden kaldırma yada sıkma kuvveti olacaktır.

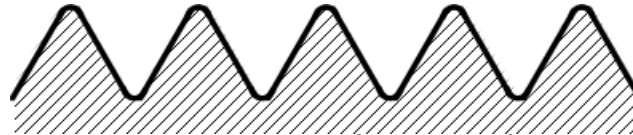
Somunu sıkarken anahtar ile uyguladığımız moment, dişin üzerinde çevresel olarak etki eden bir Sıkma Kuvvetine ( $F_H$ ) dönüşecektir.  $F_H$  çevresel kuvveti dişlerin ortasından etki ettiği kabul edilir. Vida bir tur arttığında ( $\pi d_2$ ), somun bir adım (hatve)(h) yükselecektir. Buna göre vidanın Eğim Açısı (Hatve Açısı)( $\alpha$ ) şu şekilde olacaktır.



Ön yükleme kuvveti ile çevresel kuvvet arasındaki bağıntıları vidayı sıkarken ve çözerken bulalım.

SİKARKEN		ÇÖZERKEN	
<p>Düz Profilli Vidalar için (Kare Vidalar için)</p>			
$\sum F_x = 0$	$F_H - F_N \sin \alpha - F_S \cos \alpha = 0$	$F_H + F_N \sin \alpha - F_S \cos \alpha = 0$	$F_H = F_N (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$
	$F_H = F_N \sin \alpha + F_S \cos \alpha$		
	$F_H = F_N \sin \alpha + (\mu F_N) \cos \alpha$		
	$F_H = F_N (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$		

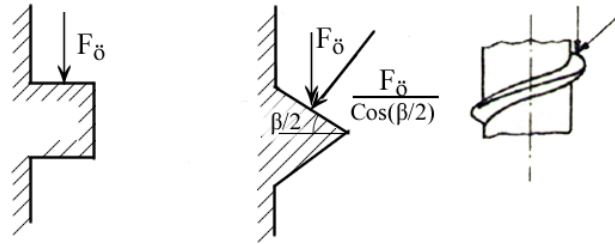
$\sum F_y = 0$	$F_{\emptyset} - F_N \cos \alpha + F_S \sin \alpha = 0$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha - F_S \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha - (\mu F_N) \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)$	$F_{\emptyset} - F_N \cos \alpha - F_S \sin \alpha = 0$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha + F_S \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha + (\mu F_N) \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$
$F_N$ ler çekilip denklemler eşitlenirse $F_H$ ile $F_{\emptyset}$ arasındaki bağıntı bulunur	$F_H = F_N (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow F_N = \frac{F_H}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \Rightarrow F_N = \frac{F_{\emptyset}}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ $\frac{F_H}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} = \frac{F_{\emptyset}}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ $F_H = F_{\emptyset} \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ <p>Bu formül anahtar ile sıktığımızda uyguladığımız <math>F_H</math> kuvveti ile Kaldırdığımız yada sıktığımız <math>F_{\emptyset}</math> kuvveti arasındaki bağıntıyı vermiş oldu. Formülü biraz daha sade hale getirmek için aşağıdaki işlemleri yapalım.</p>	<p>Benzer işlemleri çözme durumu için de yaparsak, çevresel uygulanan kuvvet (<math>F_H</math>) ile eksenel elde edilen kuvvet (<math>F_{\emptyset}</math>) arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi bulunur.</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$ <p>Bulunur.</p>
Formülü daha sade hale getirelim	<p>Pay ve paydayı <math>1/\cos \alpha</math> ile çarparsak eşitlik bozulmaz</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \mu \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}}{\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} - \mu \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} = F_{\emptyset} \frac{\tan \alpha + \mu}{1 - \mu \tan \alpha}$ <p>Sürtünme katsayısını da hayali bir açının Tanjantına eşitlersek <math>\gamma</math> şeklinde bir açı buluruz. Bu açıya Sürtünme Açısı (<math>\gamma</math>) diyeceğiz. Gerçekte böyle bir açı yoktur. Sadece formüllerde sadeleştirme yapabilmek için varsaydığımız bir açıdır.</p> $\mu = \tan \gamma$ <p>Bu durumda denklemimiz şu hale gelir.</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\tan \alpha + \tan \gamma}{1 - \tan \alpha \tan \gamma}$ <p>Trigonometride geçen <math>\tan(\alpha \pm \gamma) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \gamma}{1 \mp \tan \alpha \tan \gamma}</math> formülüne benzeterek yerine yazarsak</p> $F_H = F_{\emptyset} \tan(\alpha + \gamma)$ <p>bulunur</p>	<p>Aynı işlemleri çözme için de yaptığımızda aşağıdaki formülü buluruz.</p> $F_H = F_{\emptyset} \tan(\alpha - \gamma)$



Açılı Profilli Vidalar İçin (Metrik 60°, Vitworth 55°, Trapez 30° vs)

Düz profilli bir vidanın üzerinde yüzeyler birbirine baskı yaparken eksenel yönde sadece  $F_0$  ön yükleme kuvveti bulunur. Fakat profil açılı duruma geçtiğinde yüzeyler birbirine baskı yaparken yüzey üzerindeki kuvvetin  $\cos$  bileşeni  $F_0$  yüküne eşit olur. Sonuç itibarıyla  $F_0$  kuvveti  $1/\cos(\beta/2)$  kadar artar.

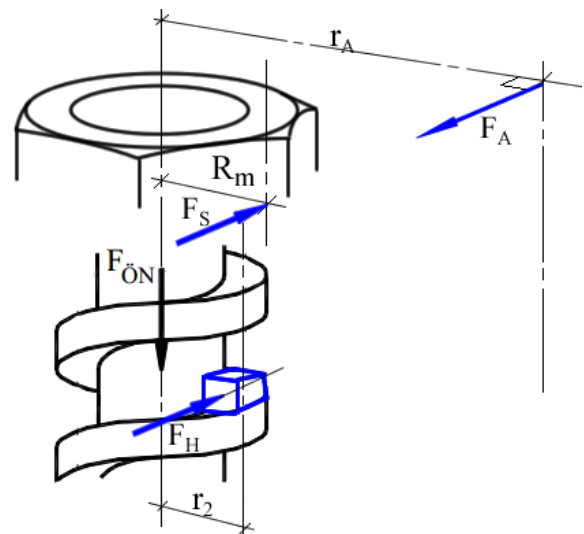
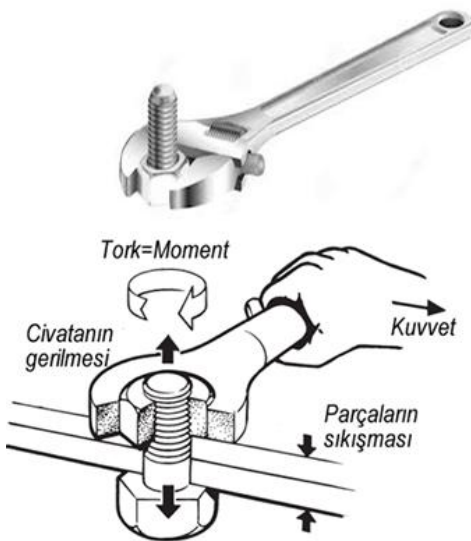
Yukarıda bulunan formüllerdeki  $F_0$  yükü  $1/\cos(\beta/2)$  kadar artırılması gerekir. Formüllerde  $F_0$  yükü değiştirilmeden artırım işlemi sürtünme katsayısı üzerinde yapılır ve yeni sürtünme katsayısı  $\mu'$  ile gösterilir. Gerçekte sürtünme katsayısı artmaz. Bu durumda açılı duran vidalar için formüller aşağıdaki şekillere dönüşür.

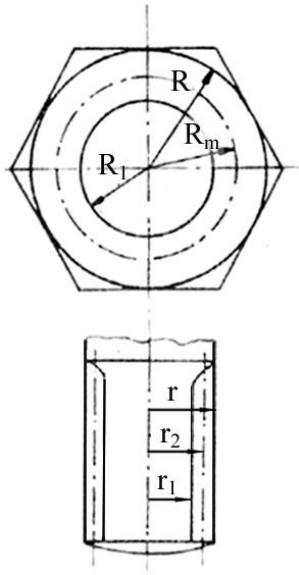


Sıkma Durumunda	Çözme Durumunda
$F_H = F_0 \tan(\alpha + \gamma')$	$F_H = F_0 \tan(\alpha - \gamma')$
$\mu' = \tan \gamma'$	$\mu' = \tan \gamma'$
$\mu' = \mu / \cos(\frac{\beta}{2})$	$\mu' = \mu / \cos(\frac{\beta}{2})$

## B. Anahtarla Uygulanacak Sıkma Momentinin Bulunması

Şekildeki gibi civata somunla iki parçayı birleştirirken bağlantının boşluğunu almak için somunu önce elimizle çeviririz. Fakat somun parçalara temas ettikten sonra sürtünme kuvveti ortaya çıkacak ve elimizle çevirmeye gücümüz yetmeyecektir. Bu dakikadan sonra anahtarla somunu sıkmaya başlarız. Anahtar sapına elimizle kuvvet uygularken, anahtar ağızda somuna moment (=tork) uygulayacaktır. Somuna aktarılan bu moment iki yerde harcanacaktır. Birincisi ön yüklemekten dolayı dişlerde oluşan sürtünme nedeniyle oluşan  $F_H$  kuvvetinin oluşturduğu momente, diğeri ise somun başının parçaya sürtmesi nedeniyle oluşan somun altı sürtünme momentine.





$$M_{Anahtar} = M_{dişler} + M_{somun\_altı}$$

$$F_A \cdot r_A = F_H \cdot r_2 + F_S \cdot R_m$$

$$F_A \cdot r_A = [F_0 \tan(\alpha + \gamma)] \cdot r_2 + [\mu \cdot F_0] \cdot R_m$$

Somunu sıkarken uygulanan moment;

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha + \gamma) + \mu \cdot R_m]$$

Burada  $R_m$ ;

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^2 + R_2^2}{2}}$$

Aynı formül çözme durumunda, yani somunu çözerken uygulanacak moment; sürtünmeler yön değiştirdiği için sürtünme katsayılarının olduğu yerlerde işaretler değişir.

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha - \gamma) - \mu \cdot R_m]$$

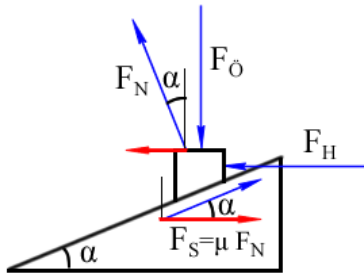
Yine bu formüldede  $\gamma$  sürtünme açısı, üçgen profilli vidalarda vidalarda  $\gamma'$  olarak alınır

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha + \gamma') + \mu \cdot R_m]$$

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha - \gamma') - \mu \cdot R_m]$$

### C. Kendiliğinden çözülmeme (Otoblokaj-kilitlenme)

Şekildeki gibi eğik bir yüzey üzerinde duran vida dişi üzerinde  $F_0$  yükü varken sağa doğru hareket ettirmek vidayı sıkmak, sola doğru hareket ettirmek ise vidayı çözmek demektir. Vidayı sola doğru kaydırırken uygulanan  $F_H$  kuvveti ise çözmek için gerekli kuvveti gösterir. Eğer hiç  $F_H$  kuvvetine ihtiyaç olmadan vida sola doğru hareket ederse kendiliğinden çözülüyor demektir. Burada sola doğru hareket ettiren  $F_N$  kuvvetinin (yüzeylerin birbirine baskısı nedeniyle oluşan normal kuvvet) yatay bileşenidir. Bu bileşen, sağa doğru bakan Sürtünme kuvvetinin yatay bileşeninden büyük ise, bu durumda kendiliğinden çözülmeye gerçekleşir. Sürtünme kuvvetinin yatay bileşeni daha büyük ise bu durumda çözülmeye olmaz. Çözmek için  $F_H$  kuvveti uygulamak gerekecektir. Buna göre şimdi formüllerimizi çıkaralım.



$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$-F_H - F_N \cdot \sin \alpha + F_S \cdot \cos \alpha = 0$$

$F_H$  kuvvetini sıfır kabul edersek (çözmek için herhangi bir kuvvet uygulamazsak);

$$F_N \cdot \sin \alpha = F_S \cdot \cos \alpha$$

$$F_N \cdot \sin \alpha = \mu \cdot F_N \cdot \cos \alpha$$

$F_N$  ler gider

$$\sin \alpha = \mu \cdot \cos \alpha \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \mu$$

$$\tan \alpha = \mu \quad (\text{sınır durumu})$$

Bu sınır durumu gösterir. Kendi kendine çözülür yada çözülmez tam sınırdadır. Fakat  $\alpha$  açısı büyüyecek olursa yani  $F_N$ 'nin yatay bileşeni artarsa kendi kendine çözülür. Aksine  $\mu$  sürtünme katsayısı artarsa o zaman çözülmeye olmaz. Buna göre;

$$\tan \alpha > \mu \quad (\text{kendi kendine çözülür})$$

$$\tan \alpha < \mu \quad (\text{kendi kendine çözülmez-otoblokaj şartı})$$

Sürtünme değerini, sürtünme açısı cinsinden yazarsak, otoblokaj şartı

$$\tan \alpha < \tan \gamma \quad \text{veya} \quad \alpha < \gamma$$

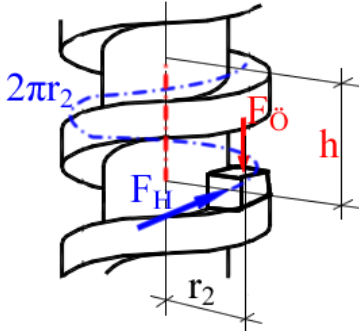
Açılı vidalar için otoblokaj şartını sağlayan formülü şu şekilde olur.

$$\tan \alpha < \tan \gamma' \text{ veya } \boxed{\alpha < \gamma'}$$

Vidanın kendi kendine çözülmesini engellemek için somun altı sürtünmeyi artırmak, bu amaçla daha geniş tabanlı basan somunlar kullanmak da çözüm olarak kullanılan yöntemlerdir.

#### D. Vidalı Elemanlarda Verim

Genel anlamda verim alınan işin verilen işe oranıdır. Civataya sıkma momenti uygulanarak tam bir dönme yaptırıldığında, ön yükleme kuvveti aksel doğrultuda bir adım taşınmış olur. Bu tanıma göre verim şu şekilde olur.



Açılı vida profilleri için

$$\eta = \frac{\text{Alınan iş}}{\text{Verilen iş}} = \frac{F_0 \cdot h}{F_H \cdot 2\pi r_2} = \frac{F_0 (\tan \alpha \cdot 2\pi r_2)}{[F_0 \cdot \tan(\alpha + \gamma)] \cdot 2\pi r_2}$$

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \gamma)}$$

$$\boxed{\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \gamma')}} \quad \text{Açılı vida profilleri için}$$

Bağlantı vidaları otoblokajlı olur. Otoblokajlı vidalarda ise verim düşüktür. Ancak hareket vidalarında (krikolarda, preslerde) verim önemlidir. Verilen işe karşılık daha yüksek iş alınması ve küçük dönmelere karşılık daha fazla ilerleme arzu edilir. Bu nedenle bu sistemlerde kilitleme önemli değilse yada başka bir sistemle kilitleme sağlanabiliyorsa otoblokaj aranmaz ve yüksek verim istenir.

Uygulamalar göstermiştir ki, bağlantıya kazandırılan otoblokaj tek başına zamanla bağlantının gevşememesini önlememektedir. Daha çok titreşimli ve darbeli yerlerdeki bağlantılar otoblokajlı bile olsa zaman içinde gevşeyebilir. Bunu engellemek için çeşitli tedbirler almak gerekir. Bu konu önceki ders notlarında anlatılmıştır.

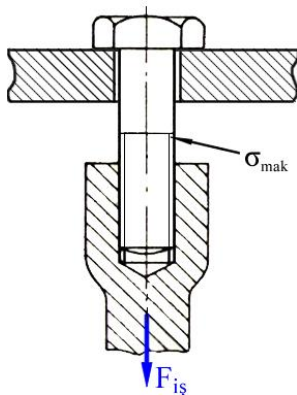
#### E. Vida Bağlantılarının Mukavemet Hesapları

Vidalı bağlantılarda kırılma ve bozulma iki farklı bölgede karşımıza çıkar. Birinci vida mili kopabilir. İkincisi vida dişleri bozulabilir. Bu iki yöntem kendi arasında alt kategorilere bölünebilir.

##### Vida Milinin Mukavemet Kontrolü

##### a)Ön yüklemesiz bağlantılar (Sadece çekme kuvvetleri var)

Civata herhangi iki parçayı sıkmadan aksel olarak bağlayacak olursa, üzerinde sadece işletme yükü olur ve aşırı yükleme durumunda civata mili diş dibinden kırılacaktır. Diş dibinde oluşan gerilmenin emniyet gerilmemesini geçmemesi gerekir.



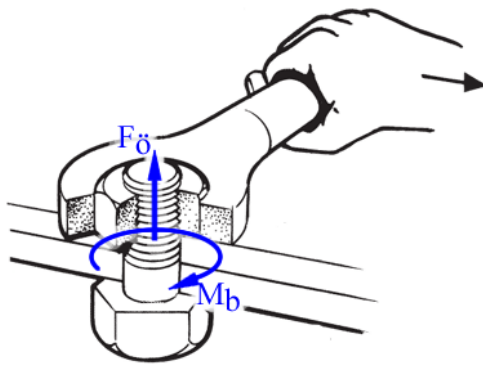
$$\sigma = \frac{F}{A_1} \leq \sigma_{em}$$

Burada  $\sigma_{em}$ , akma gerilmesinin %60 alınabilir.

$$\sigma_{em} = 0,6 \cdot \sigma_{Ak}$$

##### a) Ön Yükleme Altında Somunun Sıkılması (Çekme ve Burulma varsa)

Civata-somun bağlantısı ile iki parçayı birleştirirken, somunun boşluğu alındıktan sonra anahtarla sıkmaya devam ettiğimizde, civata şaftını oluşan  $F_0$  ön yükleme kuvveti aksel olarak zorlayacaktır. Aynı anda anahtarla uyguladığımız  $M_d$  döndürme momenti civata şaftını burmaya çalışacaktır ve şaft üzerinde  $M_b$  momenti oluşturacaktır. Bu esnada civata şaftı hem aksel çekme gerilmesine, hemde çevresel burulma gerilmesine maruz demektir. Somun altı sürtünmesi bu duruma bir etkisi yoktur.



Diş dibi kesitinde meydana gelen F0 kuvvetinin oluşturduğu çekme normal gerilmesi değeri;

$$\sigma = \frac{F_0}{A_1} = \frac{F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}$$

Diş dibi kesitinde Md döndürme momentinin oluşturduğu Burulma kayma gerilmesi değeri;

$$\tau = \frac{M_b}{W_b} = \frac{F_0 \cdot \tan(\alpha + \gamma') \cdot r_2}{\frac{\pi d_1^3}{16}}$$

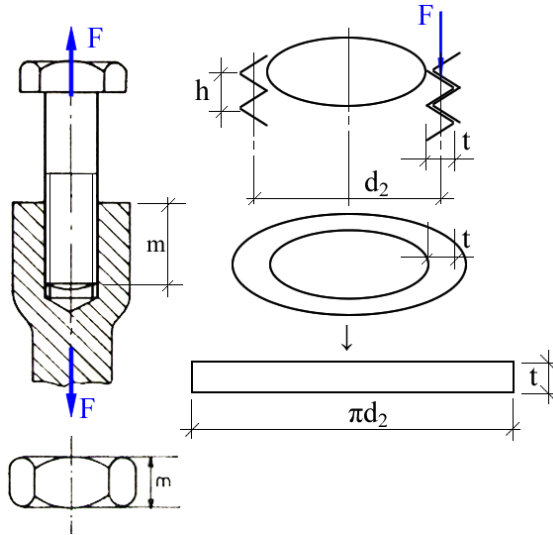
Bir makine elemanı üzerinde normal gerilmeler ( $\sigma$ ) ile kayma gerilmeleri ( $\tau$ ) aynı anda bulunursa kırılma hipotezleri kullanılarak her ikisinin etkisini tek bir etkiye düşürecek bir gerilme ( $\sigma_{es}$ ) bulmalıyız. Bu konuda daha çok Von mises gerilmesi hipotezi (mak. şekil değiştirme hipotezi) kullanılmaktadır. Bulunan eşdeğer gerilme ( $\sigma_{es}$ ) emniyet gerilmesinden ( $\sigma_{em}$ ) düşük olmalıdır.

$$\sigma_{es} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2} \leq \sigma_{em}$$

## Dişlerin Mukavemet Kontrolü

### a) Vida diş yüzeyinin oluşan basınç nedeniyle ezilmesi

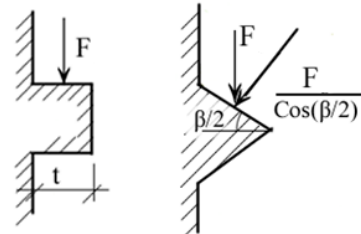
Civata aksel olarak üzerindeki yükleri taşıırken birbirine kenetlenmiş dişler, yüzeyleri üzerine basınç uygular. Eğer bu basınç belli bir değeri aşarsa dişlerin ezilmesine yol açar. Burada yükü bir çok diş taşımaktadır. Hesaplamalar yapılırken her dişe yük eşit olarak paylaştırılmış varsayılacaktır.



Bir diş yüzeyine gelen yüzey basıncı

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{F/z}{\pi d_2 \cdot t} \Rightarrow P = \frac{F}{z \cdot \pi d_2 \cdot t} \leq P_{em}$$

Burada dişin eğiminden dolayı taşıyıcı alan daha büyük olsada, eğimli yüzeye gelen kuvvette aynı oranda büyür sonuç değişmez. Bu nedenle hesapları eğimli yüzey üzerinden değil, dik duran yüzey üzerinde yaparak buluruz.



**Diş Sayısı:** Bulunan formülden z (diş sayısı) çekilip, basınç olarak da  $P_{em}$  kullanılırsa, diş yüzeyinin basınç nedeniyle ezilmemesi için gerekli olan diş sayısı bulunur. Böylelikle somun olması gereken yüksekliği (m) bulunmuş olur.

$$P = \frac{F}{z \cdot \pi d_2 \cdot t} \leq P_{em}$$

Gerekli diş sayısı

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi d_2 \cdot t}$$

Somun yüksekliği

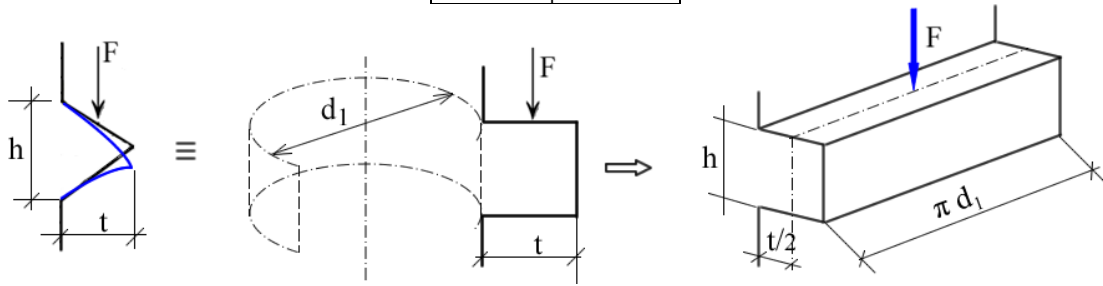
$$m = z \cdot h$$

### b) Vida Dişinin Eğilmesi

Vida dişi üzerinde diğer diş tarafından uygulanan kuvvet eğilmeye neden olabilir. Bunun hesabı aşağıdaki formülle yapılabilir. Bir diş üzerinde oluşan eğilme gerilmesi;

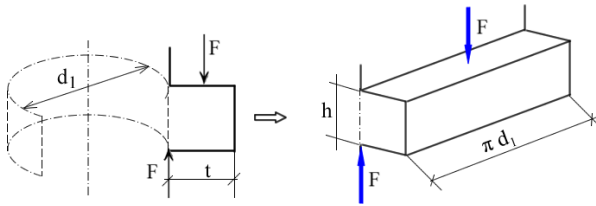
$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{M_e}{\frac{I_x}{c}} = \frac{F/z \cdot t/2}{\frac{I_x}{c}} = \frac{F/z \cdot t/2}{\frac{\pi d_1 h^3}{12}} = \frac{3 \cdot F \cdot t}{z \cdot \pi d_1 \cdot h^2} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot F \cdot t}{z \cdot \pi d_1 \cdot h^2} \leq \sigma_{em}$$



### c) Vida Dişinin Kesilmesi

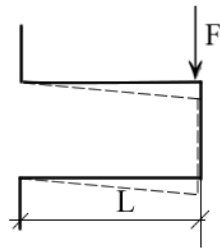
Diş üzerindeki kuvvet diş diğ kısmından kesmeye maruz bırakabilir. Bunun formülünde şu şekilde olacaktır.



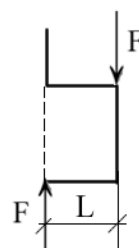
$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow \tau = \frac{F/z}{\pi d_1 \cdot h} \leq \tau_{em}$$

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

Vida dişi ve bunun gibi kök kısmından sabitlenmiş cisimlerde, kuvvetin uygulandığı nokta kök kısmından ne kadar uzakta eğilme ön plana çıkar, kuvvet kök kısma ne yakınsa kesme ön plana çıkar. Civatalarda dişlerin mukavemet kontrolü hem eğilme ve hemde kesme için yapılabilir fakat daha kritik olan yüzey basıncıdır ve hesaplamalar buna göre yapılır. Dolayısı ile somunda gerekli diş sayısını belirlerken yüzey basıncına göre diş sayısını belirlemek gerekir.



Eğilme daha önemlidir



Kesme daha önemlidir

Bundan sonrası Bütünleme sınavı öncesinde güncellenecektir!



## PROBLEMLER

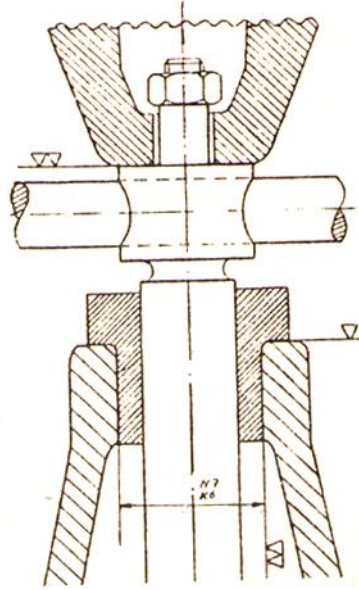
### Örnek 1

- 1) Şekil 5.29'daki kriko cıvatası Fe38 malzemeden yapılmış olup 50 000 N yük kaldırmaktadır. Vida tek ağızlı ve otoblokaj şartını sağlamaktadır. Somun bronzdan yapılmış olup vida dişi yüzey basıncı  $P_{em} = 10 \text{ N/mm}^2$  alınacaktır. Cıvata malzemesi için bası zorlanmasında  $\sigma_A = 180 \text{ N/mm}^2$  ve sürtünme katsayısı  $\mu = 0.1$  alınması istendiğine göre;
- Cıvatayı boyutlandırınız.
  - Somun yüksekliğini bulunuz.
  - Verim ne olmaktadır?

Çözüm:

- a) Burada cıvata seçimi yapıldıktan sonra seçilen cıvatanın kontrol edilmesi yolu izlenecektir. Uygun bir cıvata seçimi yapabilmek için öncelikle kabaca çekirdek çapının en az ne olması gerektiği belirlenmelidir.

Krikoda vidalı eleman (cıvata) basıya ve burulmaya zorlanır. Kabaca burulma etkisini de göz önüne almak bakımından kaldırma yükünün bir  $\beta$  katsayısı ile büyütülmesi uygun olur.  $\beta = 1.2 \div 1.5$  seçilir. Böylece sadece basıya zorlanıyormuş gibi ele alınarak;



$$\sigma = \frac{F \cdot \beta}{A_1} \leq \sigma_{em} \quad \text{veya} \quad A_1 = \pi \frac{d_1^2}{4} = \frac{F \cdot \beta}{\sigma_{em}}$$

yazılabilir. Buradan çekirdek çapı,

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{F \cdot \beta}{\pi \cdot \sigma_{em}}}$$

olur. Cıvata malzemesi için,

$$\sigma_{em} = 0.6 \sigma_A = 0.6 \cdot 180 = 108 \text{ N/mm}^2$$

ve  $\beta = 1.4$  seçilirse

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{50\,000 \times 1.4}{\pi \times 108}} = 28.7 \text{ mm}$$

bulunur. Bu değer seçim yapabilmek için bir ölçüt alınarak çekirdek çapı (diş dibi çapı) bu değerden daha büyük olan bir vida seçilmelidir.

Metrik bir vida seçmek isteniyorsa Tablo 5.2'den diş dibi çapı  $d_1 = 30.804$  olan M36 vida seçilebilir. Bu vidanın tablo değerleri

$$\begin{aligned} d &= 36 \text{ mm} \\ h &= 4 \text{ mm} \\ A_1 &= 745 \text{ mm}^2 \\ d_2 &= 33.402 \text{ mm} \\ d_1 &= 30.804 \text{ mm} \\ t_1 &= 2.598 \text{ mm} \end{aligned}$$



dir. Seçilen bu vidalı elemanın bası+burulma zorlanmasına karşı kontrol edilmesi gerekir.

Somun yükünden doğan bası gerilmesi

$$\sigma = \frac{F}{A_1} = \frac{50\,000}{745} = 67 \text{ N/mm}^2$$

Buna ek olarak civata şaftı sıkma momenti tarafından burulmaya zorlanmaktadır.

Burulma gerilmesi

$$\tau = \frac{M_s}{W_b} = \frac{F \cdot r_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho')}{\pi d_1^3 / 16}$$

olup,  $\operatorname{tg} \alpha = h / (\pi \cdot d_2) = 4 / (\pi \cdot 33.402) = 0.038$ ,  $\alpha \approx 2^\circ$  bulunur.

$$\mu' = \operatorname{tg} \rho' = 1.14 \cdot \mu = 0.114$$

$$\rho' = 6^\circ 30'$$

bulunur.

$$\operatorname{tg}(\alpha + \rho') = \operatorname{tg} 8^\circ 30' = 0.15$$

$$\tau = \frac{50\,000 \cdot 16.701 \cdot 0.15}{\pi (30.804)^3 / 16} = 22 \text{ N/mm}^2$$

bulunur. Maksimum şekil değiştirme enerjisi hipotezine göre eşdeğer gerilme,

$$\sigma_{eş} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{67^2 + 3 \times 22^2} = 77 \text{ N/mm}^2$$

olup,  $\sigma_{eş} < \sigma_{em}$  olduğundan uygundur.

b) Somun yüksekliği belirlenirken öncelikle somun yüksekliği boyunca bulunması gereken diş sayısı hesaplanmalıdır. Diş sayısı,

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t} = \frac{50\,000}{10 \cdot \pi \cdot 33.4 \cdot 2.598} = 18.34$$

$z=19$  alınarak somun yüksekliği,

$$m = z \cdot h = 19 \cdot 4 = 76 \text{ mm}$$

bulunur. Somun yüksekliği 68 mm'den daha büyük olmalıdır.

c) Verim:

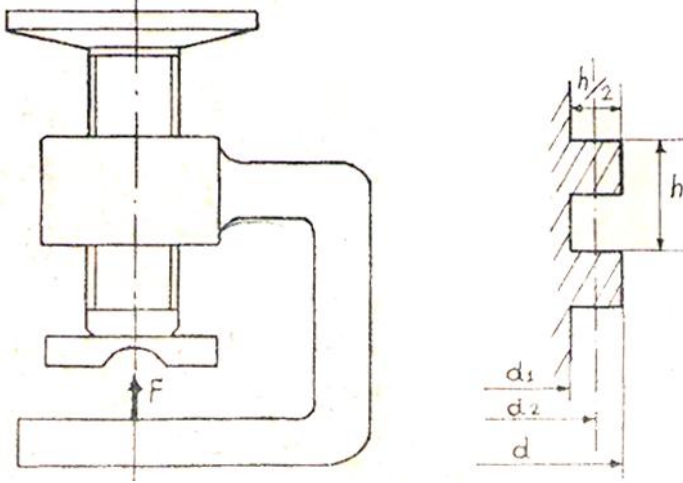
$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \rho')} = \frac{0.038}{0.15} = 0.25$$

$\eta = \% 25$  bulunur.

## Örnek 2

Şekil 5.30'daki mil düzeltme krikosunda (presinde)  $F=40000$  N luk baskı kuvveti uygulanacaktır. Vida kare profilli olup, hatvesi  $h=6$  mm ve dış üstü çapı  $d=70$  mm dir. Tablodaki sürtünmeler ihmal edilecektir.  $\sigma_{em} = 60$  N/mm<sup>2</sup> ve gerekli yüzeylerde sürtünme katsayısı  $\mu=0.15$  alınacaktır.

- Vidadaki basınç gerilmesi ne kadardır?
- $F$  kuvveti uygulandığında 300 mm yarıçaplı el volanı çevresine gelen kuvveti hesaplayınız.
- Pres bu yük altında emniyetle çalışabilir mi?



- Basınca karşı koyan kesit çekirdek kesiti olup,

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi \frac{d_1^2}{4}$$

dir. Profil kare olduğuna göre,  $t=h/2$  olup;

$$d_1 = d_a - \frac{h}{2} - \frac{h}{2} = 70 - 6 = 64 \text{ mm}$$

$$A_1 = \pi \frac{(64)^2}{4} = 3217 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{bası} = \frac{F}{A_1} = \frac{40000}{3217} = 12.43 \text{ N/mm}^2$$

- Volan çevresine gelen kuvvet, gerekli sıkıştırma (baskı) kuvvetini yaratmak için volana uygulanması gereken sıkıştırma momentinden hareketle bulunabilir.

$$M = F_0 r_2 \tan(\alpha + \rho) \quad F_0 = 40000 \text{ N}, \quad r_2 = (d + d_1)/4 = 33.5 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha = h/\pi d_2 = 0.03 \rightarrow \alpha = (1.6)^\circ, \quad \mu = 0.15 = \tan \rho \rightarrow \rho = (8.5)^\circ$$

$$\tan(\alpha + \rho) = 0.18$$

$$M = 40000 \times 33.5 \times 0.18 = 241200 \text{ N mm}$$

$M = F_d \times l$  olduğundan (sıkma momenti volana elle uygulanacağı için),

$$F_d = M/l = 241200/300 = 804 \text{ N}$$

bulunur.



- c) Vidalı elemanın çekirdek kesiti bası gerilmesi yanında burulma gerilmesine maruzdur.  $\sigma_{\text{bası}} = 12.43 \text{ N/mm}^2$  idi. Aynı kesite gelen burulma gerilmesi

$$\tau = \frac{M_{\text{sıkma}}}{W_b} = \frac{F \cdot r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho)}{\pi d_1^3 / 16} = \frac{16 \times 241200}{\pi \times (64)^3} = 4.68 \text{ N/mm}^2$$

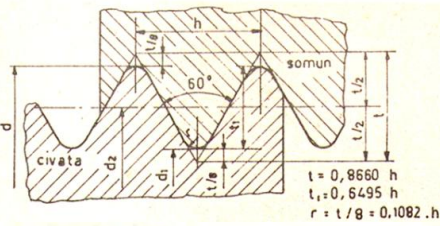
maksimum şekil değiştirme hipotezi uygulanarak eşdeğer gerilme

$$\sigma_{\text{eş}} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2} = \sqrt{(12.43)^2 + 3(4.68)^2} = 14.81 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{eş}} = 14.81 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{em}} = 60. \text{ N/mm}^2$$

olduğundan presimiz emniyetli olarak çalışır.

### Metrik Vida Tablosu



Cıvatalar ve Somunlar						
Nominal vida çapı d	Hatve h	Ortalama çap d <sub>2</sub>	Diş dibi çapı d <sub>1</sub>	Vida yüksekliği t <sub>1</sub>	Yuvarlatma r (≈)	Diş dibi kesiti mm <sup>2</sup>
0.3	0.075	0.251	0.202	0.049	0.01	0.03
0.4	0.1	0.335	0.270	0.065	0.01	0.06
0.5	0.125	0.419	0.338	0.081	0.01	0.09
0.6	0.15	0.503	0.406	0.097	0.02	0.13
(0.7)	0.175	0.586	0.472	0.114	0.02	0.18
0.8	0.2	0.670	0.540	0.130	0.02	0.23
(0.9)	0.225	0.754	0.608	0.146	0.02	0.29
1	0.25	0.838	0.676	0.162	0.03	0.36
1.2	0.25	1.038	0.876	0.162	0.03	0.60
1.4	0.3	1.205	1.010	0.195	0.03	0.80
1.7	0.35	1.473	1.246	0.227	0.04	1.22
2	0.4	1.740	1.480	0.260	0.04	1.72
2.3	0.4	2.040	1.780	0.260	0.04	2.49
2.6	0.45	2.308	2.016	0.292	0.05	3.19
3	0.5	2.675	2.350	0.325	0.05	4.34
3.5	0.6	3.110	2.720	0.390	0.06	5.81
4	0.7	3.545	3.090	0.455	0.08	7.50
5	0.8	4.480	3.960	0.520	0.09	12.3
6	1	5.350	4.700	0.650	0.11	17.3
(7)	1	6.350	5.700	0.650	0.11	25.5
8	1.25	7.188	6.376	0.812	0.14	31.9
(9)	1.25	8.188	7.376	0.812	0.14	42.7
10	1.5	9.026	8.052	0.974	0.16	50.9
(11)	1.5	10.026	9.052	0.974	0.16	64.4
12	1.75	10.863	9.726	1.137	0.19	74.3
14	2	12.701	11.402	1.299	0.22	102
16	2	14.701	13.402	1.299	0.22	141
18	2.5	16.376	14.752	1.624	0.27	171
20	2.5	18.376	16.752	1.624	0.27	220
22	2.5	20.376	18.752	1.624	0.27	276
24	3	22.051	20.102	1.949	0.32	317
27	3	25.051	23.102	1.949	0.32	419
30	3.5	27.727	25.454	2.273	0.38	509
33	3.5	30.727	28.454	2.273	0.38	636
36	4	33.402	30.804	2.598	0.43	745
39	4	36.402	33.804	2.598	0.43	897
42	4.5	39.077	36.154	2.923	0.49	1027
45	4.5	42.077	39.154	2.923	0.49	1204
48	5	44.752	41.504	3.248	0.54	1353
52	5	48.752	45.504	3.248	0.54	1626
56	5.5	52.428	48.856	3.572	0.60	1875
60	5.5	56.428	52.856	3.572	0.60	2194
64	6	60.103	56.206	3.897	0.65	2481
68	6	64.103	60.206	3.897	0.65	2847