

MAKİNE ELEMANLARI 2

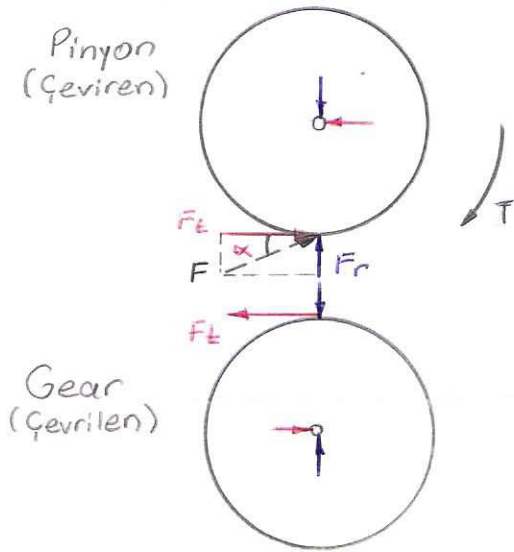
DIŞLİ KUVVETLERİ

- Düz Dişli Çark
- Helis Dişli Çark
- Konik Dişli Çark
- Sonsuz vida ve karşılık Dişlisi

Dişlilerde verim

Düz Dişli	0,98
Helis Dişli	0,97
Konik Dişli	0,96
V Kayış	0,85~0,9

DÜZ DIŞLİ ÇARK



α = Kavrama Açısı
 $\alpha = 20^\circ$

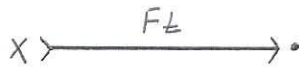
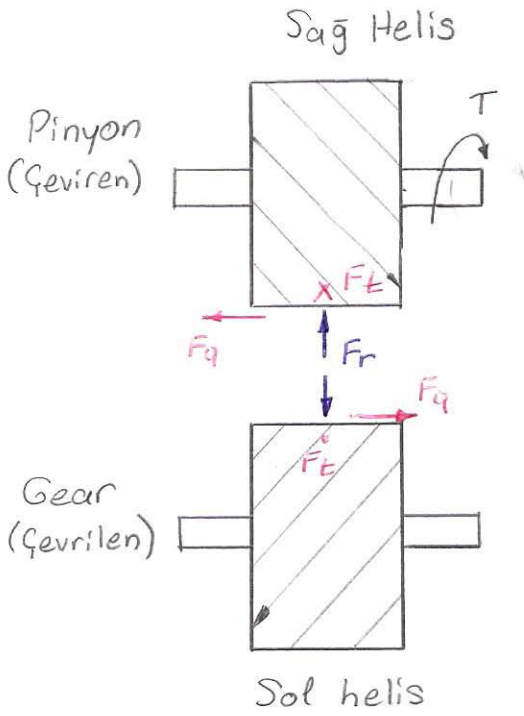
F_t = Teğetsel kuvvet
 F_r = Radyal (merkezcil) kuvvet
merkezden geçer.

$$\tan \alpha = \frac{F_r}{F_t}$$
$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha$$
$$T = F_t \cdot \frac{d}{2}$$



- Hareketin sürekliliğinin sağlanması için dişler involid eğrisi ile yapılır.
- Eğer denge var ise giriş milidir. Eğer denge yoksa çıkış milidir.
Çünkü çıkış mili iş yapar.
- Hızı düşürmek için küçük dişliden büyük dişliye hareket iletir.
- Pinyon dişli, motordan hareketi ilk alan dişlidir.

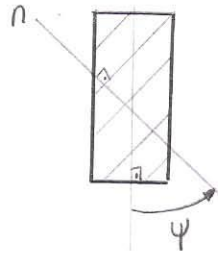
HELİSEL DİŞLİ ÇARK



Eğer okis
Bize doğru geliyorsa (•)
Bizden gidiyorsa (x) olur.

F_q = Eksenel kuvvet

ψ = Helis açısı



$$T = Ft \cdot \frac{d}{2}$$

$$Fr = Ft \cdot \frac{\tan \alpha_n}{\cos \psi}$$

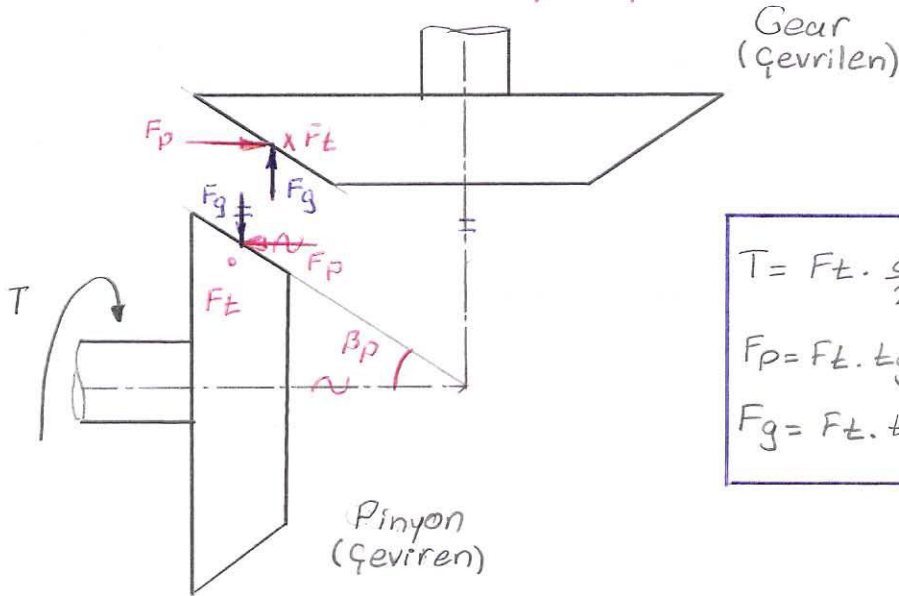
$$Fq = Ft \cdot \tan \psi$$

α_n = Kavrama açısı

$$\alpha_n = 20^\circ$$

(Normal düzlemindedir)

KONİK DİŞLİ ÇARK

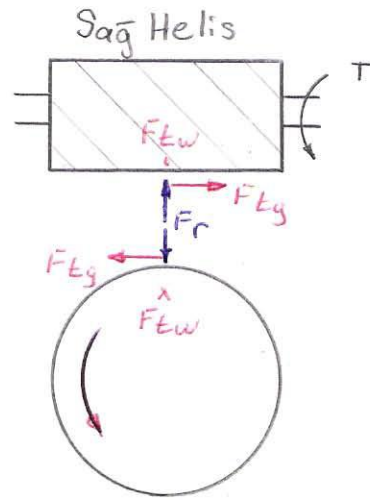
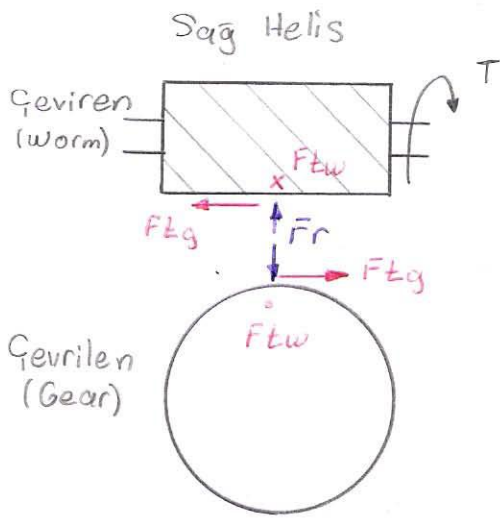
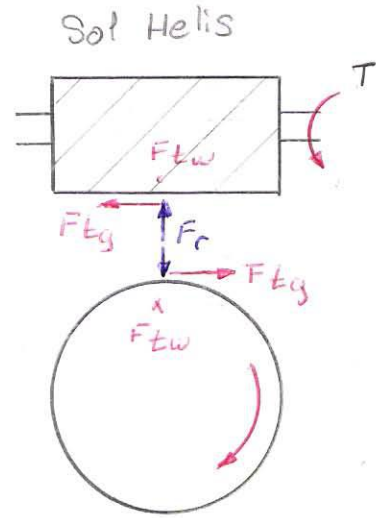
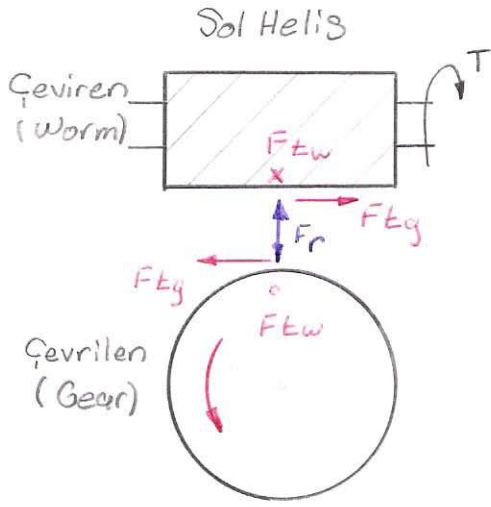


$$T = Ft \cdot \frac{d}{2}$$

$$Fp = Ft \cdot \tan \alpha \cdot \sin \beta_p$$

$$Fg = Ft \cdot \tan \alpha \cdot \cos \beta_p$$

SONSUZ VIDA VE KARŞILIK DIŞLİSİ



$$T = Ft_w \cdot \frac{d}{2}$$

$$Ft_g = Ft_w \left(\frac{1 - \frac{M \cdot \tan \psi}{\cos \alpha_n}}{\tan \psi + \frac{M}{\cos \alpha_n}} \right)$$

$$Fr = Ft_w \left(\frac{\sin \alpha_n}{\cos \alpha_n \cdot \sin \psi + M \cdot \cos \psi} \right)$$

$$\text{Verim} = \tan \psi \left(\frac{\cos \alpha_n - M \cdot \tan \psi}{\cos \alpha_n \cdot \tan \psi + M} \right)$$

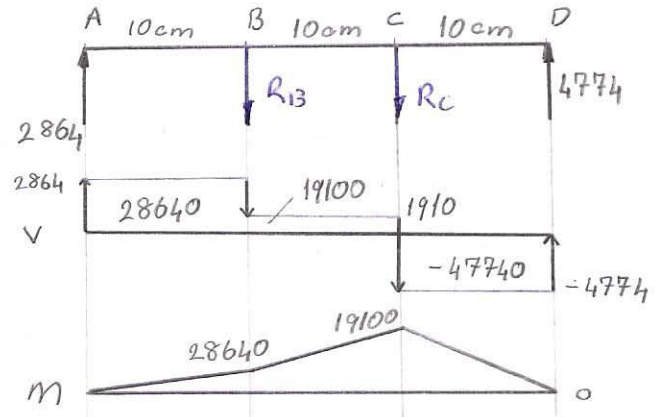
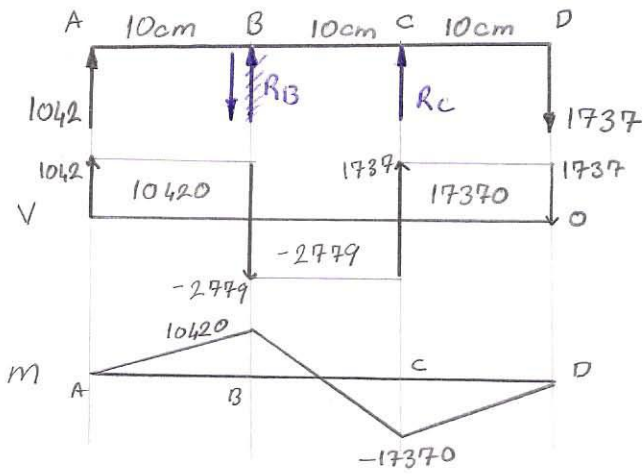
$$P = T \cdot \omega$$

$$P = \text{Güç [Watt]}$$

$$T = \text{Torque [Nm]}$$

$$\omega = \text{Açısal hız [rad/sn]}$$

Düşey Düzlem Moment Diyagramı (DDMD)



$$\sum M_B = 0$$

$$-1042 \cdot 10 + R_C \cdot 10 - 1737 \cdot 20 = 0$$

$$R_C = 4516 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$1042 + 4516 + R_B - 1737 = 0$$

$$R_B = -3821 \text{ (YD)}$$

(X) olursa yukarı, (-) olursa aşağı alınır.

$$\sum M_B = 0$$

$$-2864 \cdot 10 - R_C \cdot 10 + 4774 \cdot 20 = 0$$

$$R_C = 6684 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2864 - R_B - 6684 + 4774 = 0$$

$$R_B = 954 \text{ N}$$

* Burada en fazla yüke maruz kalan rulman C rulmanıdır.

$$M_C = \sqrt{17370^2 + 19100^2} = 50800 \text{ Nm}$$

MİL ÇAPI HESABI

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \cdot \sigma_D \cdot (1-k^4)} \sqrt{\left[k_e \cdot m_e + \frac{\alpha \cdot F_a \cdot d_o (1+k^2)}{8} \right]^2 + (k_b \cdot T)^2}$$

malzeme
İçi dolu mu? boş mu?
Eğilme
Burkulma
Burulma

$m_e =$ Eğilme momenti

$T =$ Tork (Döndürme Momenti)

$$k = \frac{d_i}{d_o} \text{ iç çap}$$

$$d_o \text{ dış çap}$$

özel durum
içi dolu ise $\Rightarrow k=0$

$k_e =$ Eğilme katsayısı

$k_b =$ Burulma katsayısı

$F_a =$ Eksenel yük

Düzdeğilde $F_a = 0$ alınır.

$$\alpha = \frac{1}{1 + 0,0044 \frac{L}{r_j}} \quad \frac{L}{r_j} < 115$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{\sigma_k}}{\pi^2 \cdot n \cdot E} \left(\frac{L}{r_j} \right)^2 \quad \frac{L}{r_j} > 115$$

$r_j =$ Jirasyon yarıçapı

$$r_j = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad I = \frac{\pi (d_o^4 - d_i^4)}{64}$$

$$\gamma_D = 0,18 \sqrt{F_k} \quad \left. \begin{array}{l} \gamma_D = 0,3 \sqrt{F_k} \\ \text{Kama var ise \%25 azalt} \end{array} \right\} \text{Çıkan sonucun} \\ \text{küçüğünü al}$$

$$Eşelik = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$L =$ Boy

$n =$ uç bağlantı katsayısı

rulmanlı yataklık için $\Rightarrow n = 2,25$

	k_e	k_b	
Yük yavaş uygulanırsa	1	1	Sabit miller (Aks)
Yük aniden uygulanırsa	1,5-2	1,5-2	
Yük yavaş uygulanırsa	1,5	1	Dönen miller (Şaft ±)
Yük aniden uygulanırsa	1,5-2	1-1,5	
Yük Ağır darbeli uygulanırsa	2-3	1,5-3	

Sorunun devamı

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \cdot 6750 (1 - 0^4)} \sqrt{(1 \cdot 50800)^2 + (1 + 28646)^2}$$

$$d_o^3 = 44$$

$$d_o = 3,5 \text{ cm} = \underline{\underline{35 \text{ mm}}}$$

$$\gamma_D = 0,18 \sqrt{F_k} = 900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_D = 0,3 \sqrt{F_k} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

küçüğünü al

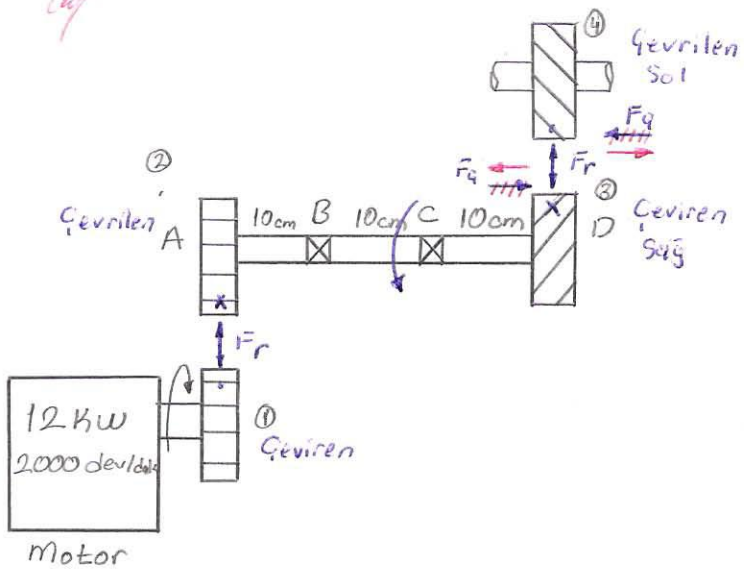
$$900 \cdot 0,75 = 675 \text{ kg/cm}^2$$

(kama var)

$$\times 10 \text{ N/cm}^2$$

$$F_a = 0 \text{ (Düz Dişli)}$$

4/1



- $d_1 = 8 \text{ cm}$
- $d_2 = 16 \text{ cm}$
- $d_3 = 10 \text{ cm}$
- $d_4 = 20 \text{ cm}$
- $V_k = 6000 \text{ kg/cm}^2$
- $V_{ak} = 4000 \text{ kg/cm}^2$
- $k_e = 1,5$
- $k_b = 2$
- hamalı
- $\Psi = 12^\circ$



1) $P = T \cdot \omega$
 $12000 = T \cdot 2000 \frac{2\pi}{60}$
 $T = 57,295 \text{ Nm} = 5729 \text{ Nm}$

2) 1 Nolu dişlide
 $T = F_t \cdot \frac{d_1}{2}$
 $5729 = F_t \cdot \frac{8}{2}$
 $F_t = 1432 \text{ N}$

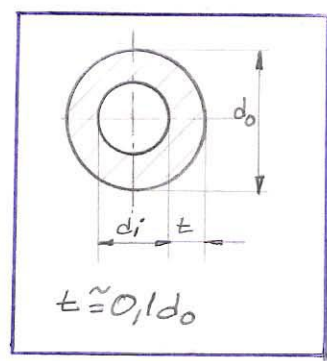
3) 1 Nolu dişlide
 $F_r = F_t \cdot \tan \alpha$
 $F_r = 1432 \cdot \tan 20^\circ$
 $F_r = 521 \text{ N}$

4) $T_{AD} = 2 \times 5729 = 11458 \text{ Nm}$

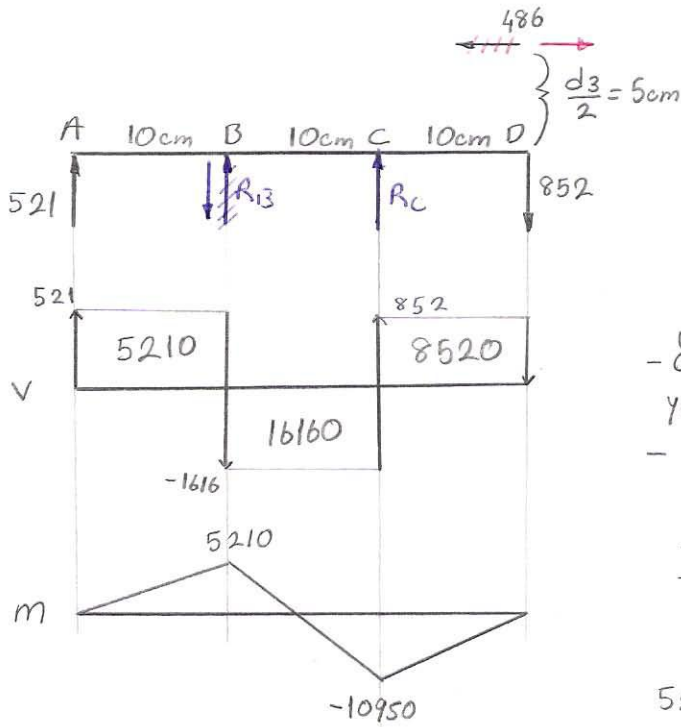
6) 3 Nolu dişlide
 $F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \Psi}$
 $F_r = 2291 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 12^\circ}$
 $F_r = 852 \text{ N}$

5) 3 Nolu dişlide
 $T_{AD} = F_t \cdot \frac{d_3}{2}$
 $11458 = F_t \cdot \frac{10}{2}$
 $F_t = 2291 \text{ N}$

7) 3 Nolu dişlide
 $F_a = F_t \cdot \tan \Psi$
 $F_a = 2291 \cdot \tan 12^\circ$
 $F_a = 486 \text{ N}$



DDMD



3 Nolu dişli Sol helis olduğundan dolayı milde basma kuvveti uygular. Bundan dolayı milde flambaj oluşur. Flambaj olmaması

Değişecek olanlar

- Ön sayfada 3 ve 4 Nolu dişlideki F_a 'ların yönü
- Bu sayfada 486 N'luk kuvvetin yönü

$$\sum m_B = 0$$

$$-521 \cdot 10 + R_C \cdot 10 - 852 \cdot 20 - 486 \cdot 5 = 0$$

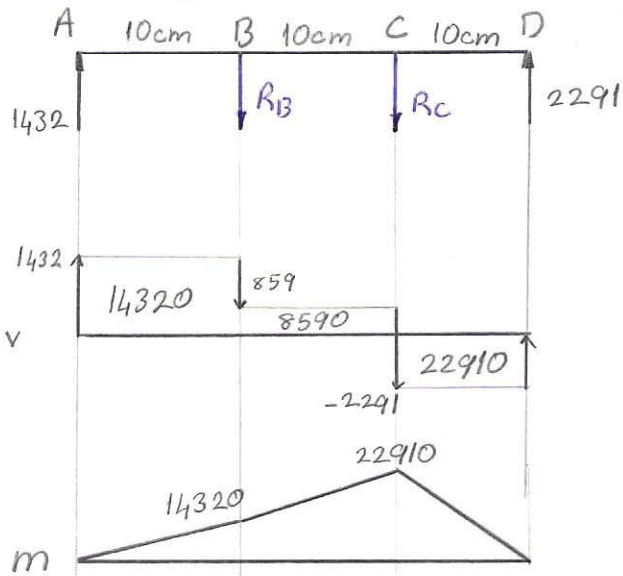
$$R_C = 2468 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$521 + R_B + 2468 - 852 = 0$$

$$R_B = -2137 \text{ N (Y.D.)}$$

YDMD



$$\sum m_B = 0$$

$$-1432 \cdot 10 - R_C \cdot 10 + 2291 \cdot 20 = 0$$

$$R_C = 3150 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$1432 - R_B - 3150 + 2291 = 0$$

$$R_B = 573 \text{ N}$$

$$m_C = \sqrt{10950^2 + 22910^2} = 25392 \text{ Ncm}$$

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \gamma_D (1-k^4)} \sqrt{\left(K_e \cdot m_e + \frac{\alpha F_a \cdot d_o (1+k^2)}{8} \right)^2 + (K_b \cdot T)^2}$$

$$\gamma_D = 0,18 \gamma_s = 1080 \text{ kg/cm}^2$$

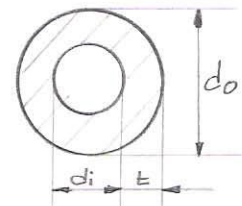
$$\gamma_D = 0,3 \gamma_{ak} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_D = 1080 \cdot 0,75 = 810 \text{ kg/cm}^2 = 8100 \text{ N/cm}^2$$

kemerli

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \cdot 8100 (1-0,8^4)} \sqrt{(1,5 \cdot 25392)^2 + (2 \cdot 11458)^2}$$

$$d_o = 3,81 \text{ cm}$$



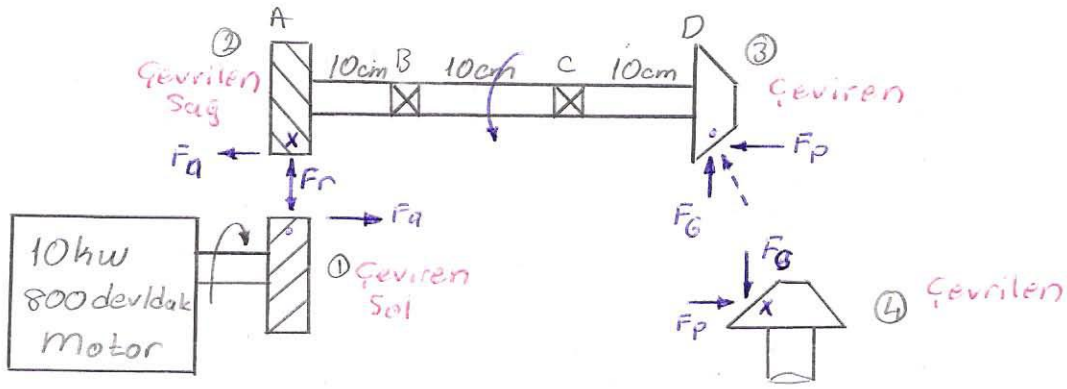
$$d_i = d_o - 2t$$

$$d_i = (d_o - 2 \cdot 0,1 \cdot d_o)$$

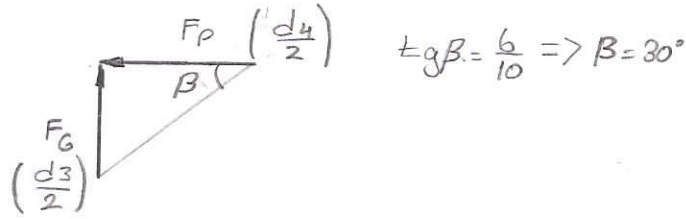
$$d_i = 0,8 d_o$$

$$k = \frac{0,8 d_o}{d_o} = 0,8$$

Çöz



1) 3 Nolu dişlide (Koniklik Açısı)



$d_1 = 8\text{cm}$
 $d_2 = 10\text{cm}$
 $d_3 = 12\text{cm}$
 $d_4 = 20\text{cm}$
 $V_n = 6000 \text{ kylem}^2$
 $V_{ak} = 4000 \text{ kylem}^2$
 $K_e = 1,5$
 $K_b = 2$
Kamalı
 $\psi = 12^\circ$
 $d_{AD} = ?$

2) 1 Nolu dişlide

$$P = T \cdot \omega$$

$$10000 = T \cdot 800 \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 119,36 \text{ Nm} = 11936 \text{ Ncm}$$

3) 1 Nolu dişlide

$$T = F_t \cdot \frac{d_1}{2}$$

$$11936 = F_t \cdot \frac{8}{2}$$

$$F_t = 2984 \text{ N}$$

4) 1 Nolu dişlide

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \psi}$$

$$F_r = 2984 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 12^\circ}$$

$$F_r = 1110 \text{ N}$$

5) $T_{AD} = 11936 \cdot \frac{10}{8}$

$$T_{AD} = 14875 \text{ Ncm}$$

6) 3 Nolu dişlide

$$T = F_t \cdot \frac{d_3}{2}$$

$$14875 = F_t \cdot \frac{12}{2}$$

$$F_t = 2479 \text{ N}$$

7) 3 Nolu dişlide

$$F_p = F_t \cdot \tan \alpha \cdot \sin \beta_p$$

$$F_p = 2479 \cdot \tan 20^\circ \cdot \sin 30^\circ$$

$$F_p = 451 \text{ N}$$

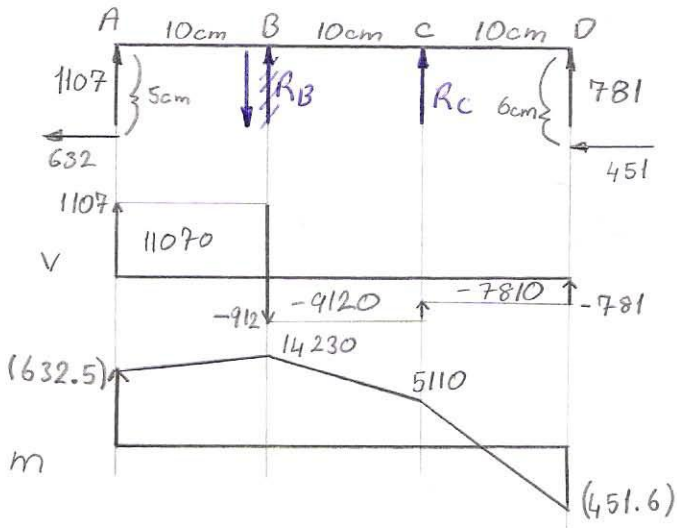
8) 3 Nolu dişlide

$$F_g = F_t \cdot \tan \alpha \cdot \cos \beta_p$$

$$F_g = 2479 \cdot \tan 20^\circ \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_g = 781 \text{ N}$$

DDmD



$$\sum M_B = 0$$

$$-1107 \cdot 10 - 632 \cdot 5 + 10R_C + 781 \cdot 10 - 451 \cdot 6 = 0$$

$$R_C = 131 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$1107 + 131 + R_B + 781 = 0$$

$$R_B = -2019 \text{ (Y.D.)}$$

$$M_B = \sqrt{14230^2 + 29750^2} = 32978 \text{ Ncm}$$

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \cdot 8100} \sqrt{\left(1,5 \cdot \frac{32978}{\text{kg}}\right)^2 + \left(2 \cdot \frac{14875}{\text{T}}\right)^2}$$

$$\gamma_D = 0,18 \cdot 6000 = 1080 \text{ kg/cm}^2$$

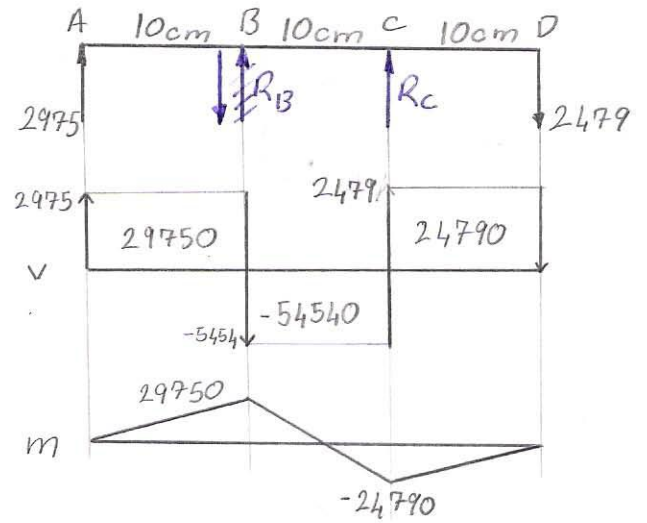
$$\gamma_D = 0,3 \cdot 4000 = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_D = 0,75 \cdot 1080 = 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 8100 \text{ N/cm}^2$$

$$F_q \text{ toplam} = 632 + 451 = 1083 \text{ N}$$

Y.D.M.D



$$\sum M_B = 0$$

$$-2975 \cdot 10 + R_C \cdot 10 - 2479 \cdot 20 = 0$$

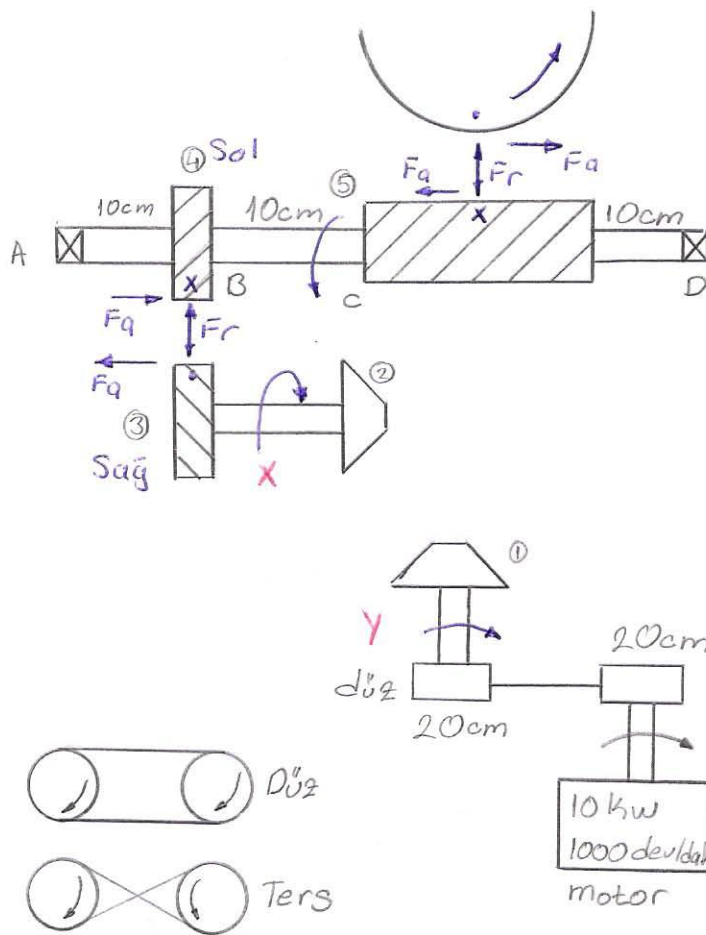
$$R_C = 7933 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$2975 + R_B + 7933 + 2479 = 0$$

$$R_B = -8429 \text{ N (Y.D.)}$$

44



$$\begin{aligned} \bar{r}_k &= 7000 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{r}_{ak} &= 5000 \text{ kg/cm}^2 \\ k_e &= 1,5 \\ k_b &= 2 \\ \text{Hamalı} & \\ \psi_{sis} &= 15^\circ \\ M &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_1 &= 8 \text{ cm} \\ d_2 &= 16 \text{ cm} \\ d_3 &= 10 \text{ cm} \\ d_4 &= 20 \text{ cm} \\ d_5 &= 10 \text{ cm} \\ d_6 &= 50 \text{ cm} \\ d_{AD} &=? \end{aligned}$$

1) $P = T \cdot \omega$

$$10000 = T \cdot 1000 \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 95,54 \text{ Nm} = 9554 \text{ Ncm}$$

2) 1 ve 2 Nolu dişli arasında

$$T_x = 9554 \cdot \frac{16}{8} = 19108 \text{ Ncm}$$

3) 3 Nolu dişlide

$$T = F_t \cdot \frac{d_3}{2}$$

$$19108 = F_t \cdot \frac{10}{2}$$

$$F_t = 3821 \text{ N}$$

4) 3 Nolu dişlide

$$F_r = F_t \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \psi}$$

$$F_r = 3821 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 15^\circ}$$

$$F_r = 1440 \text{ N}$$

5) 3 Nolu dişlide

$$F_q = F_t \cdot \tan \psi$$

$$F_q = 3821 \cdot \tan 15^\circ$$

$$F_q = 1024 \text{ N}$$

6) 3 ve 4 Nolu dişli arasında

$$T_{AD} = 19108 \cdot \frac{20}{10} \frac{d_4}{d_3} = 38216 \text{ Ncm}$$

7) 5 Nolu dişlide

$$T_{AD} = F_t \omega \cdot \frac{d_5}{2}$$

$$38216 = F_t \omega \cdot \frac{10}{2}$$

$$F_t \omega = 7643 \text{ N}$$

$$8) F_r = F_t \omega \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \psi + M \cdot \cos \psi} \right)$$

$$F_r = 7643 \left(\frac{\sin 20^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sin 15^\circ + 0,1 \cdot \cos 15^\circ} \right)$$

$$F_r = 7692 \text{ N}$$

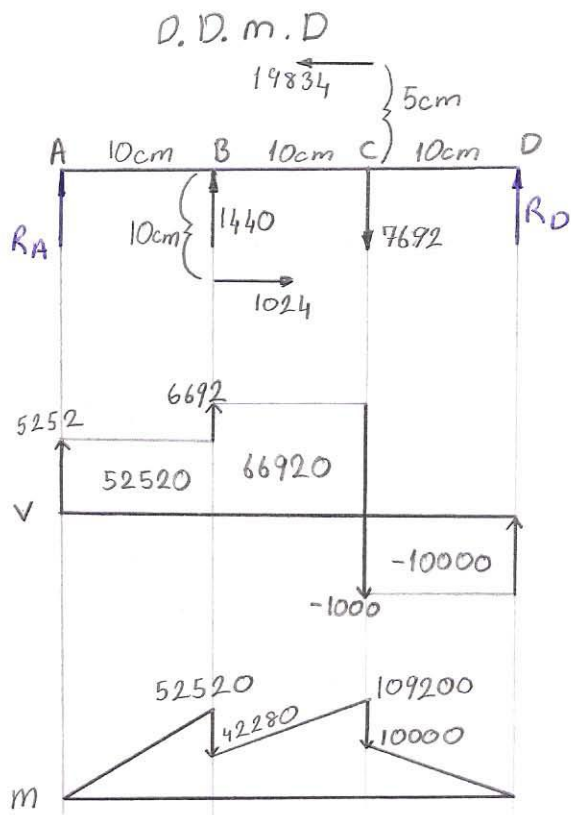
$$9) F_t \omega = 7643 \left(\frac{1 - 0,1 \cdot \tan 15^\circ}{\tan 15^\circ + \frac{0,1}{\cos 20^\circ}} \right)$$

$$F_t \omega = 19834 \text{ N}$$

$$10) \text{ Verim} = \tan 15^\circ \left(\frac{\cos 20^\circ - 0,1 \cdot \tan 15^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \tan 15^\circ + 0,1} \right)$$

$$\eta = 0,69$$

$$\eta = \%69$$



$$\sum M_A = 0$$

$$1440 \cdot 10 + 1024 \cdot 10 - 7692 \cdot 20 + 19834 \cdot 5 + R_D \cdot 30 = 0$$

$$R_D = 10000 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R_A + 1440 - 7692 + 10000 = 0$$

$$R_A = 5252 \text{ N}$$

$$M_C = \sqrt{109200^2 + 63690^2} = 126416 \text{ Ncm}$$

$$d_o^3 = \frac{16}{\pi \cdot 9450} \sqrt{(1,5 \cdot 126416)^2 + (2 \cdot 38216)^2}$$

$$d_o^3 = 110$$

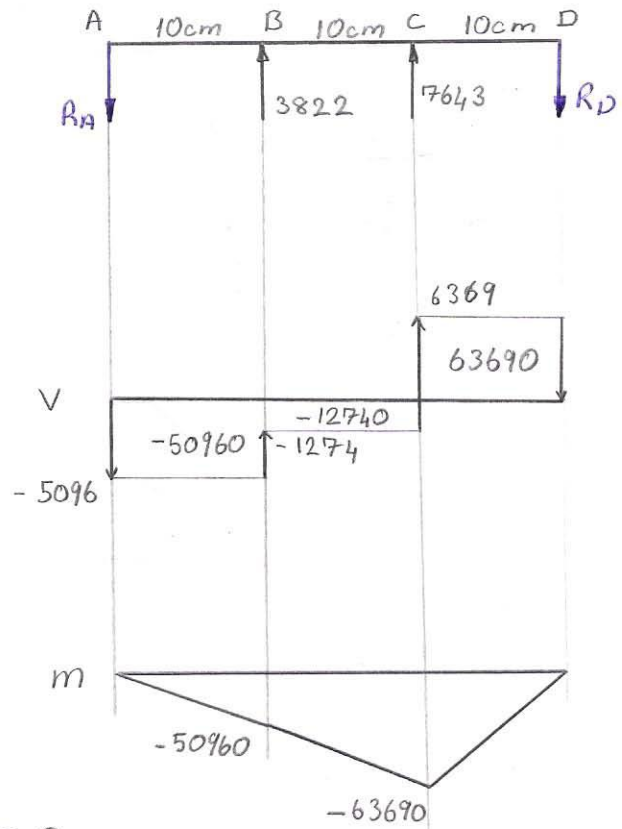
$$d_o = 4,79 \text{ cm} = 47,9 \text{ mm}$$

$$J_D = 0,18 \cdot 7000 = 1260 \text{ kg/cm}^2$$

$$J_D = 0,3 \cdot 6000 = 1500 \text{ kg/cm}^2$$

$$J_D = 1260 \cdot 0,75 = 945 \text{ kg/cm}^2 = 9450 \text{ N/cm}^2$$

Y. D. m. D



$$\sum M_A = 0$$

$$3822 \cdot 10 + 7643 \cdot 20 - R_D \cdot 30 = 6369 \text{ N}$$

$$R_D = 6369 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-R_A + 3822 + 7643 - 6369 = 0$$

$$R_A = 5096 \text{ N}$$

* Yataylanma olduğundan dolayı $F_x = 0$ kabul edilir.

Yukarıdaki soruya ek olarak.

- a) Çıkış gücünü verimlerden giderek
b) kuvvetlerden giderek bulunuz.

Çözüm

a) $P_{\text{çıkış}} = \eta \cdot P_{\text{giriş}}$

$$P_{\text{çıkış}} = 0,69 \cdot 10000$$

$$P_{\text{çıkış}} = \underline{\underline{6900 \text{ W}}}$$

Sağlama

$$T_{\text{çıkış}} = F \cdot r \cdot \frac{d_3}{2} = 19834 \cdot \frac{50}{2} = 495850 \text{ Ncm} = \underline{\underline{4958,5 \text{ Nm}}}$$

$$i = \frac{d_3}{d_w \cdot \tan \psi}$$

İletim Oranı

$$i = \frac{50}{10 \cdot \tan 15^\circ} = \underline{\underline{18,66}}$$

$$P_{\text{çıkış}} = T \cdot \omega = 4958,5 \cdot \frac{250}{18,66} \cdot \frac{2\pi}{60} = \underline{\underline{6956 \text{ W}}}$$

Başka yolla

~~...~~
 $P_{\text{çıkış}} = 0,85 \cdot 0,96 \cdot 0,97 \cdot 0,69 \cdot 10 = 5,46 \text{ kW}$
Kasnak konik Helis Sonsuz $P_{\text{giriş}}$

b) $T = 9554 \text{ Ncm}$

1) $T_y = 9554 \cdot 0,85 = 8121 \text{ Ncm}$
Kasnak

2) $T_x = 8121 \cdot 0,96 \cdot 2 = 15592 \text{ Ncm}$
Konik

3) $T = F \cdot r \cdot \frac{d_3}{2}$
 $15592 = F \cdot r \cdot \frac{10}{2}$
 $F \cdot r = \underline{\underline{3118 \text{ N}}}$

4) $F_r = 3118 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 15^\circ} = 1174 \text{ N}$

5) $F_q = 3118 \cdot \tan 15^\circ = 835 \text{ N}$

6) $T_{AD} = F \cdot r \cdot \frac{d_4}{2} \cdot 0,97$

$$T_{AD} = 30248 \text{ Ncm}$$

7) $T_{AD} = F \cdot r \cdot \frac{d_5}{2}$

$$30248 = F \cdot r \cdot \frac{10}{2}$$

$$F \cdot r = \underline{\underline{6049 \text{ N}}}$$

8) $F_r = 6049 \left(\frac{\sin 20^\circ}{\cos 20^\circ \cdot \sin 15^\circ + 0,15 \cdot \cos 15^\circ} \right) = \underline{\underline{6088 \text{ N}}}$

9) $F \cdot r \cdot g = 6049 \cdot 2,59 = \underline{\underline{15697 \text{ N}}}$

10) $P_{\text{çıkış}} = \left(\underbrace{15697 \cdot 0,8}_{T_{\text{çıkış}}} \right) \cdot \frac{250}{18,66} \cdot \frac{2\pi}{60}$

$$P_{\text{çıkış}} = \underline{\underline{5502 \text{ W}}}$$

$$d_0 = ?$$

RULMAN ÖMÜR HESABI

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^m$$

$L = \text{Ömür (milyon devir)}$

$m = 3 \rightarrow$ Bilyalı

$m = \frac{10}{3} \rightarrow$ Silindirik Makaralı

$C = \text{Dinamik yük taşıma kapasitesi}$
 $C_0 = \text{Statik yük taşıma kapasitesi}$ } Rulman kataloğundan
Bakılacak

* Rulmanın yük taşıma kapasitesi rulman bilyasının veya makarasının koşu yolunda (dönme ekseninde) iz bırakmasıyla alakalıdır. İz bırakıyorsa taşıma kapasitesi aşılmış olur.

$P = \text{Eşdeğer yük taşıma kapasitesi}$

$$P = x F_r + y F_a$$

* x ve y katsayılarını bulmak için;

① $\frac{F_a}{C_0}$ 'i bul. Bulduğun bu sonuca göre rulman kataloğundan

(e) değerine bak.

② $\frac{F_a}{F_r}$ 'yi bul. Bulduğun bu değeri e ile mukayese et.

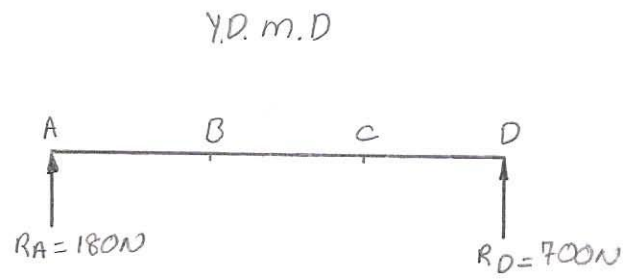
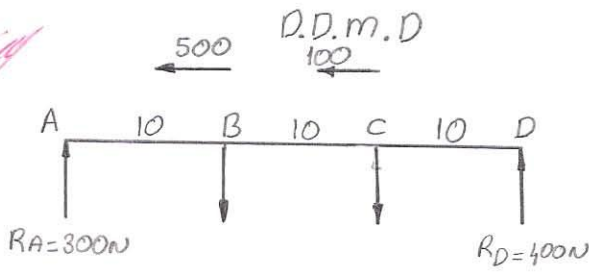
$$\frac{F_a}{F_r} \leq e \quad \text{ise} \quad x=1, y=0$$
$$\frac{F_a}{F_r} > e \quad \text{ise} \quad x, y \text{ değerleri}$$

katalogtan okunur.

"Özeller Haller

$$F_a = 0 \quad \text{ise} \quad P = F_r \text{ dir}$$

çöz



Verilenler

$$-d = 3,9 \text{ cm}$$

$d = 40 \text{ mm}$ 'lik rulman seçilir.

- Aksenal yükleri A rulmanı taşımaktadır.

İstenenler

- Rulman seçimlerini yapın. Rulmanların ömürlerini hesaplayın
- A rulmanı 2 vardiya çalışmakta ve rulmanın üzerindeki mil $w = 1000 \text{ dev/dak}$ ile dönerse kaç sene dayanır.

a) D rulman seçimi

$d = 40 \text{ mm}$ için

$$\begin{aligned} C_{150} &= 11,1 \text{ kN} = 11100 \text{ N} \\ C_{0,150} &= 9,94 \text{ kN} = 9940 \text{ N} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Katalogtan} \\ & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{bakılır.}$$

$F_a = 0 \text{ old.}$

$$P = F_r = \sqrt{400^2 + 700^2} = 806 \text{ N}$$

$$L_D = \left(\frac{C}{P} \right)^3 = \left(\frac{11100}{806} \right)^3 = \underbrace{2611}_{\text{milyon}} \times 10^6 \text{ dev}$$

A rulman seçimi

$$F_r = \sqrt{300^2 + 180^2} = 349 \text{ N}$$

$$F_a = 600 \text{ N}$$

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{600}{9940} = 0,06 \Rightarrow e = 0,26 \text{ (tablodan bak)}$$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{600}{349} = 1,7$$

$$\frac{F_a}{F_r} > e \Rightarrow 1,7 > 0,26 \text{ olduğundan}$$

$$x = 0,56, y = 1,7 \text{ (tablodan bakılır)}$$

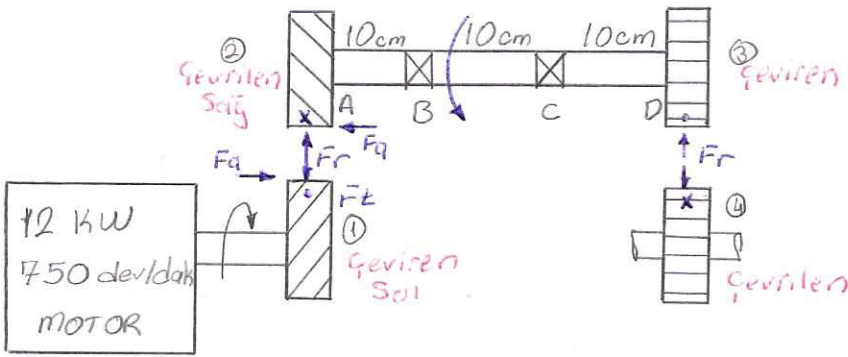
$$P = x \cdot F_r + y \cdot F_a = 0,56 \cdot 349 + 1,7 \cdot 600 = 1215 \text{ N}$$

$$L_A = \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \left(\frac{11100}{1215}\right)^3 = 762 \times 10^6 \text{ dev}$$

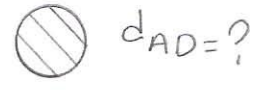
b) 1 dakikada 1000 dev
 1 saatte 60x1000 dev
 1 Günde 16x6000 dev (2 vardiya => 2x8(saat))
 1 yilda 365x16x6000 dev

$$\frac{762 \times 10^6}{365 \times 16 \times 6000} = 2,17 \text{ sene}$$

col



- $d_1 = 8 \text{ cm}$
- $d_2 = 16 \text{ cm}$
- $d_3 = 10 \text{ cm}$
- $d_4 = 15 \text{ cm}$
- $\sqrt{k} = 7000 \text{ kg/cm}^2$
- $\sqrt{\sigma_k} = 6000 \text{ kg/cm}^2$
- $k_e = 2$
- $k_b = 2$
- Kamalı
- $\psi_{sis} = 15^\circ$



B rulmanı aksenal yük taşıyın
 $L_B = ?$
 $L_C = ?$

1) $P = T \cdot \omega$
 $12000 = T \cdot 750 \cdot \frac{2\pi}{60}$
 $T = 15286 \text{ Ncm}$

2) 1 Nolu dişlide
 $T = Ft \cdot \frac{d_1}{2}$
 $15286 = Ft \cdot \frac{8}{2}$
 $Ft = 3821 \text{ N}$

3) 1 Nolu dişlide
 $F_r = Ft \cdot \frac{\tan \alpha}{\cos \psi}$
 $F_r = 3821 \cdot \frac{\tan 20^\circ}{\cos 15^\circ}$
 $F_r = 1439 \text{ N}$

4) $F_a = F_r \cdot \tan \psi$
 $F_a = 1439 \cdot \tan 15^\circ$
 $F_a = 1023 \text{ N}$

$$5) T_{AD} = 3 \times 15286$$

$$T_{AD} = 45858 \text{ Ncm}$$

6) 3 Nolu dişlide

$$T = F_t \cdot \frac{d_3}{2}$$

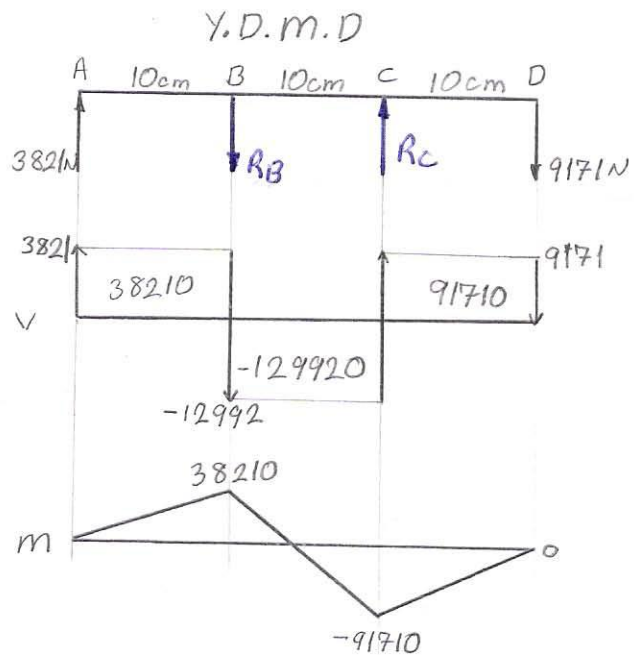
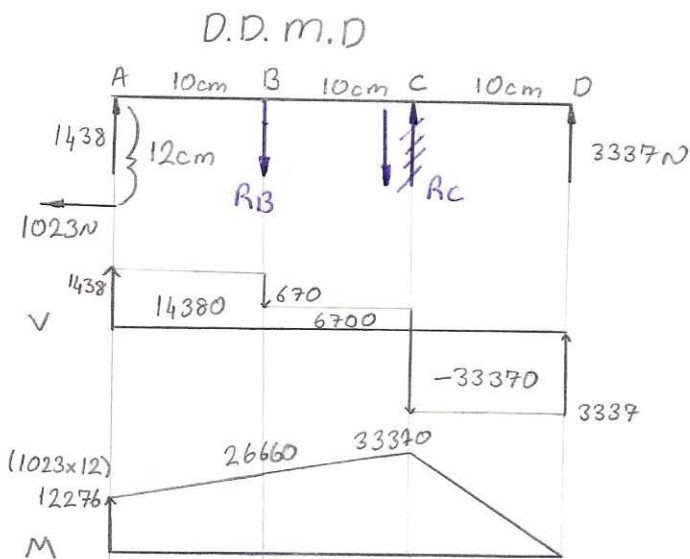
$$45858 = F_t \cdot \frac{10}{2}$$

$$F_t = 9171 \text{ N}$$

$$7) F_r = F_t \cdot \tan \alpha$$

$$F_r = 9171 \cdot \tan 20^\circ$$

$$F_r = \underline{3337 \text{ N}}$$



$$\sum M_B = 0$$

$$-1438 \cdot 10 - 1023 \cdot 12 + R_C \cdot 10 + 3337 \cdot 20 = 0$$

$$R_C = -4007 \text{ N (Y.D.)}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$1438 - R_B - 4007 + 3337 = 0$$

$$R_B = 769 \text{ N}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-3821 \cdot 10 + R_C \cdot 10 - 9171 \cdot 20 = 0$$

$$R_C = \underline{22163 \text{ N}}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$3821 - R_B + 22163 - 9171 = 0$$

$$R_B = \underline{16813 \text{ N}}$$

$$m_C = \sqrt{33370^2 + 91710^2} = 97592 \text{ Ncm}$$

$$J_D = 0,18 \cdot 7000 = 1260 \text{ kg/cm}^2$$

$$J_D = 0,3 \cdot 6000 = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$J_D = 0,75 \cdot 1260 = 945 \text{ kg/cm}^2 \\ = 9450 \text{ N/cm}^2$$

$$d_0^3 = \frac{16}{\pi \cdot 9450} \sqrt{(2 \times 97592)^2 + (2 \times 45858)^2} = 4,88 \text{ cm}$$

$$d_0 = \underline{\underline{48,8 \text{ cm}}}$$

$d_0 = 50 \text{ mm}$ için

$$C_{180} = 13,5 \text{ kN} = 13500 \text{ N}$$

$$C_{0,180} = 12,6 \text{ kN} = 12600 \text{ N}$$

Crulman Seçimi (Eksenel yük yok)

$$P = F_r = \sqrt{22163^2 + 4007^2} = 22522 \text{ N}$$

$$L_C = \left(\frac{13500}{22522} \right)^3 = 0,215 \times 10^6 \text{ dev}$$

B crulman Seçimi

$$\frac{F_q}{C_0} = \frac{1023}{12600} = 0,0811 \Rightarrow e = \underline{\underline{0,28}}$$

$$F_r = \sqrt{789^2 + 16813^2} = 16830 \text{ N}$$

$$\frac{F_q}{F_r} = \frac{1023}{16830} = 0,0607$$

$\frac{F_q}{F_r} < e$ olduğundan $\Rightarrow x=1, y=0$ alınır.

$$P = F_r = 16830 \text{ N}$$

$$L_B = \left(\frac{C}{P} \right)^3 = \left(\frac{13500}{16830} \right)^3 = 0,516 \times 10^6 \text{ dev}$$

MODÜL HESABI

DÜZ DİŞLİLER

Standard modüller

0,05	(0,22)	0,8	3	(14)	60
(0,055)	0,25	(0,85)	(3,5)	16	(70)
0,06	(0,28)	0,9	4	(18)	
(0,07)	0,3	(0,95)	(4,5)	20	
0,08	(0,35)	1	5	(22)	
(0,09)	0,4	(1,125)	(5,5)	25	
0,1	(0,45)	1,25	6	(28)	
(0,11)	0,5	(1,375)	(7)	32	
0,12	(0,55)	1,5	8	(36)	
(0,14)	0,6	(1,75)	(9)	40	
0,16	(0,65)	2	10	(45)	
(0,18)	0,7	(2,25)	(11)	50	
0,2	(0,75)	2,5	12	(55)	
		(2,75)			

- Bu modüller düz dişli ve helis dişliler için kullanılır.
- Parantez içindeki modüller zorda kalınmadıkça kullanılmayacaktır.

Sonsuz vida ve kurguluk dişlisinin standard modülleri

1 / 1,25 / 1,6 / 2 / 2,5 / 3,15 / 4 / 5 / 6,3 / 8 / 10 / 12,5 / 16 / 20

Sonsuz vida ve dişli çarkı için verilen standard modüller, sonsuz vidada aksenal kesitte, çarkta ise alın kesitinde geçerlidir.

$$d = m \cdot Z$$

d = çap (mm)

Z = Diş sayısı

$$Z_{min} = 17 \text{ diş}$$

- $Z_{min} = 17$ alınacaktır. 17'nin altına düşüğü zaman alttan ve üstten kayıflar

Not = 7 dişin altına indiğimiz zaman kesintisiz güç iletimi imkansızlaşır. Bu nedenle $z_{min} = 7$ (dünya rekoru)

- 17 dişin altına indiğimiz zaman alttan veya üstten kesilmeye başlar yani zayıflar. Büyük güç aktarımı gerektiren dişli kutusu, şanzuman gibi yerlerde kullanılmaz.

DAYANIM HESABI

Lewis Denklemi

$$m^3 = \frac{2T}{\sigma \cdot k \cdot \pi^2 \cdot Y \cdot Z}$$

Aşınmaya karşı yüzey dayanımını arttırmak için dişlere yüzey sertleştirme işlemi yapılır.

k 'nin büyük olması, diş genişliğinin büyük olmasıyla ilgilidir. Diş genişliği büyük olursa iki dişlinin eksen paralellığı bozulursa dişlerin b genişliğinin sadece bir kısmı temas eder. Buna istenmez.

$T = \text{Tork (Döndürme Momenti)} [Nmm]$

$Z = \text{Diş Sayısı}$

$$k = \frac{b}{m \cdot \pi} \leq 4 \quad \boxed{k=4}$$

$Y = \text{Lewis Faktörü}$
(Tablo 1 Sayfa 227)

$b = \text{diş genişliği [mm]}$

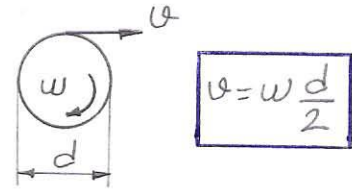
$\sigma = \text{Dişte oluşan gerilim [N/mm}^2]$

σ bulunurken malzemenin σ_{ak} 'sına göre hesaplanmaz. Çünkü malzemeye durgun yük gelmediğinden malzeme sürekli yorulur.

$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{3}{3+\nu} \right) \quad \nu < 10 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{6}{6+\nu} \right) \quad 10 \leq \nu \leq 20 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{5,6}{5,6+\sqrt{\nu}} \right) \quad 20 < \nu$$



$$\sigma_0 = \frac{\sigma_k}{S} \quad \text{Çelik}$$

$$\sigma_0 = 55 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Döküm}$$

$$\sigma \leq \sigma_{em}$$

Kırılmaz

Aşınma Kontrolü

$$F_w = d_p \cdot b \cdot k \cdot Q \quad d_p = \text{Pinyonun çapı [m]}$$

* Küçük dişli daha çok aşınır. Pinyon olarak küçük dişli alınacak.

b = diş genişliği [m]

Q = Katsayı

k = Gerilme Yorulması Katsayısı [kN/m^2]
(Tablo 3 Sayfa 228)

$$Q = \frac{2z_g}{z_p + z_g}$$

$$Q = \frac{2z_g}{z_g - z_p}$$

- Dökme demir, çelikten aşınmaya karşı daha dayanıklıdır.

- Kırılacaksa önce küçük dişli kırılır. Pinyon çelik, karşılığı dökme demir olur. Çelik döküme göre daha az mukavemetli olduğundan pinyon çelik olur.

BUCKINGHAM DENKLEMİ

$$F_d = \frac{21\psi(bC + Ft)}{21\psi + \sqrt{bc + Ft}} + Ft$$

$$F_t = \frac{T}{\frac{d}{2}}$$

b = diş genişliği [m]

ψ = Tegetsel hız [m/s]

Yapılacak işlemler

- ① $\tau \leq \tau_{em}$ (Lewis)
- ② $F_w = dp \cdot b \cdot k \cdot Q$
- ③ $F_o = \tau_o \cdot b \cdot Y \cdot \pi \cdot m$
(Statik yük taşıma kapasitesi)
- ④ $F_d = \frac{21\psi(bC + Ft)}{21\psi + \sqrt{bc + Ft}}$
(Dinamik yük kontrolü)

C = Deformasyon katsayısı

Sayfa 226 → Şekil 18-3

Şekil 18-3

Sayfa 228 → Tablo 2

C değerini buradan al.

modülü bulmak için

- ① $F_o > F_d$
- ② $k = \frac{b}{m \cdot \pi} \leq 4$
- ③ $F_w > F_d$
- ④ $\tau \leq \tau_{em}$



$$z_p = 20$$

$$i = 4$$

$$\omega_p = 1600 \text{ dev/dak}$$

$$\sqrt{k} = 300 \text{ N/mm}^2$$

18kW güç aktarılacak

$$m_{min} = ?$$

$$① P = T \cdot \omega$$

$$18000 = T \cdot 1600 \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 107,4 \text{ Nm} = 107400 \text{ Nmm}$$

2) Varsayalım hız $\psi = 10 \text{ m/s}$ olsun (Varsayım)

$$\tau_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{6}{6 + \psi} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{6}{6 + 10} \right) = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$$3) m^3 = \frac{2T}{\sqrt{k} \cdot \pi^2 \cdot \gamma \cdot z} = \frac{2 \cdot 107400}{37,5 \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,102 \cdot 20}$$

$$m \approx \underline{\underline{4,4}}$$

$m=4$ olsun (varsayım)

$$d = m \cdot z = 20 \cdot 4 = 80 \text{ mm}$$

$$\vartheta = \omega \cdot \frac{d}{2} = 1600 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,080}{2} = 6,7 \text{ m/s}$$

$$\bar{\tau}_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{3}{3+\vartheta} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{3}{3+6,7} \right) = 30,9 \text{ N/mm}^2$$

$$m^3 = \frac{2T}{\sqrt{k} \cdot \pi^2 \cdot \gamma \cdot z}$$

$$4^3 = \frac{2 \cdot 107400}{\sqrt{k} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,102 \cdot 20}$$

$$\sqrt{k} = 41,6 \text{ N/mm}^2 \quad \bar{\tau}_{em} = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$\sqrt{k} > \bar{\tau}_{em}$ olduğundan
diği kırılır.

$m=5$ olsun (varsayım)

$$d = m \cdot z = 5 \cdot 20 = 100 \text{ mm}$$

$$\vartheta = \omega \cdot \frac{d}{2} = 1600 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,100}{2} = 8,3 \text{ m/s}$$

$\vartheta \leq 10 \text{ m/s}$ olduğundan

$$\bar{\tau}_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{3}{3+\vartheta} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{3}{3+8,3} \right) = \underline{\underline{26,5}} \text{ N/mm}^2$$

$$m^3 = \frac{2T}{\sqrt{k} \cdot \pi^2 \cdot \gamma \cdot z}$$

$$5^3 = \frac{2 \cdot 107400}{\sqrt{k} \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,102 \cdot 20}$$

$$\sqrt{k} = 21,3 \text{ N/mm}^2$$

$\sqrt{k} \leq \bar{\tau}_{em}$ olduğundan
kırılmaz.

$$4) b = k \cdot \pi \cdot m = 4 \cdot \pi \cdot 5 = 62,83 \text{ mm}$$

$$b = \underline{\underline{62 \text{ mm}}}$$

Çünkü $k > 4$ olursa $b = 62,83 \text{ mm}'yi$ geçer

$$Q = \frac{2Z_g}{Z_g + Z_p} = \frac{2 \cdot \overset{(i \cdot Z_p)}{(4 \cdot 20)}}{80 + 20} = 1,6$$

BHN 400 için Tablo 3'ten

$$K = 2553 \text{ kN/m}^2 = 2553000 \text{ N/mm}^2$$

$$F_w = d_p \cdot b \cdot K \cdot Q$$

$$F_w = 0,100 \cdot 0,062 \cdot 2553000 \cdot 1,6$$

$$F_w = \underline{\underline{253257 \text{ N}}}$$

$$5) F_0 = \frac{\sqrt{0}}{w} \cdot b \cdot Y \cdot \pi \cdot m$$

$$\text{çelik } \frac{\sqrt{K}}{3}$$

$$F_0 = \frac{300}{3} \cdot 62 \cdot 0,102 \cdot \pi \cdot 5 = \underline{\underline{9933 \text{ N}}}$$

$$6) F_t = \frac{T}{\frac{d}{2}} = \frac{107400}{\frac{100}{2}} = \underline{\underline{2148 \text{ N}}}$$

- $m=5$ için $e=0,015$ (Sayfa 226 Şekil 18-4)

- Sayfa 226'dan $\vartheta=8,3 \text{ m/s}'ye$ göre bulunan e değeri onaylanır.

- Tablo 2'den çelik-çelik, 20° tam derin için

$$C = \frac{\overset{0,01}{114} + \overset{0,02}{228}}{2} = \frac{171}{0,015} \text{ kN/m}$$

$$C = 171000 \text{ N/m okunur}$$

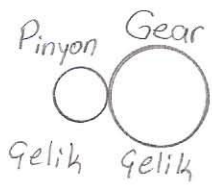
$$F_d = \frac{21\vartheta (b \cdot C + F_t)}{21\vartheta + \sqrt{b \cdot C + F_t}} + F_t = \frac{21 \cdot 8,3 (0,062 \cdot 171000 + 2148)}{21 \cdot 8,3 + \sqrt{0,062 \cdot 171000 + 2148}} + 2148$$

$$F_d = \underline{\underline{9885 \text{ N}}}$$

$$\left. \begin{array}{l} F_d < F_0 \\ F_d < F_w \end{array} \right\} \text{old}$$

$$\boxed{m=5}$$

caj



BHN 300
Çok Hassas

$$z_p = 30$$

$$i = 3$$

$$\omega_p = 2400 \text{ dev/dak}$$

$$\sigma_k = 300 \text{ N/mm}^2$$

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

$$m_{\min} = ?$$

$$1) P = T \cdot \omega$$

$$10000 = T \cdot 2400 \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 39,788 \text{ Nm} = 39788 \text{ Nmm}$$

$$\vartheta = 10 \text{ m/s olsun}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_k}{3} \left(\frac{6}{6+\vartheta} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{6}{6+10} \right) = 37,5 \text{ N/mm}^2$$

$$m^3 = \frac{2T}{\sigma_k \cdot \pi^2 \cdot Y \cdot Z} = \frac{2 \cdot 39788}{37,5 \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,114 \cdot 30}$$

$$m = 2,504$$

$$m = 3 \text{ olsun}$$

$$2) d = 2 \cdot m = 30 \cdot 3 = 90 \text{ mm}$$

$$\vartheta = \omega \cdot \frac{d}{2} = 2400 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,090}{2} = 11,3 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_k}{3} \left(\frac{6}{6+\vartheta} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{6}{6+11,3} \right) = 34,68 \text{ N/mm}^2$$

$$m^3 = \frac{2T}{\sigma_k \cdot \pi^2 \cdot Y \cdot Z}$$

$$3 = \frac{2 \cdot 39788}{\sigma \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,114 \cdot 30}$$

$$\sigma = 21,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma \leq \sigma_{em} \text{ kırılmaz}$$

$$3) b = k \cdot \pi \cdot m = 4 \cdot \pi \cdot 3 = 37,69 \text{ mm}$$

$$b = 37 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{2z_g}{z_g + z_p} = \frac{2 \cdot 90}{90 + 30} = 1,5$$

$$F_w = d_p \cdot b \cdot k \cdot Q = 909 \cdot 0,037 \cdot 1372000 \cdot 1,5$$

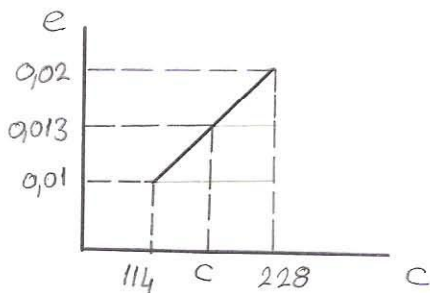
$$F_w = \underline{\underline{6853 \text{ N}}}$$

$$4) F_0 = \frac{\sqrt{k}}{3} \cdot b \cdot \pi \cdot \gamma \cdot m = \frac{300}{3} \cdot 37 \cdot \pi \cdot 0,114 \cdot 3$$

$$F_0 = \underline{\underline{3975 \text{ N}}}$$

$$5) F_z = \frac{T}{\frac{d}{2}} = \frac{39788}{\frac{90}{2}} = \underline{\underline{884 \text{ N}}}$$

6) $e = 0,013$ (Şekil 18-4 Sayfa 226)



$$\frac{0,02 - 0,013}{0,02 - 0,01} = \frac{228 - c}{228 - 114}$$

$$c = 148,2 \text{ kN/m} = 148200 \text{ N/m}$$

$$F_d = \frac{210 (b \cdot c + F_z)}{210 + \sqrt{b \cdot c + F_z}} + F_z = \frac{21 \cdot 11,3 (0,037 \cdot 148200 + 884)}{21 \cdot 11,3 + \sqrt{0,037 \cdot 148200 + 884}} + 884$$

$$F_d = 5649 \text{ N}$$

$$F_d < F_w$$

$$F_d > F_0 \Rightarrow \text{olmadı}$$

$$m = 4 \text{ olson}$$

$$1) d = 4.30 = 120 \text{ mm}$$

$$\theta = \omega \cdot \frac{d}{2} = 2400 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,120}{2} = 15,07 \text{ m/s}$$

$$\tau_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{6}{6+\theta} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{6}{6+15,07} \right) = 28,47 \text{ N/mm}^2$$

$$4^3 = \frac{2.39788}{\sqrt{4 \cdot \pi^2 \cdot 0,114 \cdot 30}}$$

$$\tau = 9,2 \text{ N/mm}^2$$

$\tau \leq \tau_{em}$ olduğundan kırılmaz

$$2) b = k \cdot \pi \cdot m = 4 \cdot \pi \cdot 4 = 50,2 \text{ mm}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$F_w = d \cdot p \cdot k \cdot Q \cdot b = 0,120 \cdot 1372000 \cdot 1,5 \cdot 0,05$$

$$F_w = \underline{\underline{12348 \text{ N}}}$$

$$3) F_o = \frac{\sqrt{k}}{3} \cdot b \cdot \pi \cdot \gamma \cdot m = \frac{300}{3} \cdot 50 \cdot \pi \cdot 0,114 \cdot 4 = \underline{\underline{7162 \text{ N}}}$$

$$4) e = 0,014$$

$$\frac{228 - c}{228 - 114} = \frac{0,02 - 0,014}{0,02 - 0,01}$$

$$c = 159,6 \text{ kN/m} = 159600 \text{ N/m}$$

$$F_t = \frac{T}{d/2} = \frac{39788}{\frac{120}{2}} = 663 \text{ N}$$

$$F_d = \frac{21\theta (b \cdot c + F_t)}{21\theta + \sqrt{b \cdot c + F_t}} + F_t = \frac{21 \cdot 15,07 (0,05 \cdot 159600 + 663)}{21 \cdot 15,07 + \sqrt{0,05 \cdot 159600 + 663}} + 663$$

$$F_d = 7543 \text{ N}$$

$$F_d > F_o \Rightarrow \text{Olmadı}$$

$$F_d < F_w$$

$m=5$ olsun

1) $d = m \cdot z = 5 \cdot 30 = 150 \text{ mm}$

$$v = \omega \cdot \frac{d}{2} = 2400 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,150}{2} = 18,84 \text{ m/s}$$

$$\tau_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{10^1}} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{18,84^1}} \right) = 56,33 \text{ N/mm}^2$$

$$m^3 = \frac{2T}{\tau \cdot k \cdot \pi^2 \cdot Y \cdot z}$$

$$5^3 = \frac{2 \cdot 39788}{\tau \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,114 \cdot 30}$$

$$\tau = 4,7 \text{ N/mm}^2$$

$\tau \leq \tau_{em}$ olduğundan kırılmaz.

2) $b = k \cdot \pi \cdot m = 4 \cdot \pi \cdot 5 = 62,8 \text{ mm}$

$$b = 62 \text{ mm}$$

$$F_w = d_p \cdot b \cdot k \cdot Q = 0,150 \cdot 0,062 \cdot 1372000 \cdot 15$$

$$F_w = \underline{\underline{19139 \text{ N}}}$$

3) $F_o = \frac{\sqrt{k}}{3} \cdot b \cdot \pi \cdot Y \cdot m = \frac{300}{3} \cdot 62 \cdot \pi \cdot 0,114 \cdot 5$

$$F_o = \underline{\underline{11102 \text{ N}}}$$

4) $F_t = \frac{T}{d/2} = \frac{39788}{150/2} = \underline{\underline{530 \text{ N}}}$

$$e = 0,0145$$

$$\frac{228 - c}{228 - 114} = \frac{0,02 - 0,0145}{0,02 - 0,01}$$

$$c = 165,3 \text{ kN/m} = 165300 \text{ N/m}$$

$$F_d = \frac{21v (b \cdot c + F_t)}{21v + \sqrt{b \cdot c + F_t}} + F_t = \frac{21 \cdot 18,84 (0,062 \cdot 165300 + 530)}{21 \cdot 18,84 + \sqrt{0,062 \cdot 165300 + 530}} + 530$$

$$F_d = 9068 \text{ N}$$

$F_d < F_o$
 $F_d < F_w$ } olduğundan

$m=5$

HELİSEL DİŞLİ ÇARKLARDA MODÜL HESABI

Formüller =

$$m_n^3 = \frac{2T}{\sigma \cdot k \cdot \pi^2 \cdot Y \cdot Z \cdot \cos \psi}$$

$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{\psi}} \right) \text{ Tüm hızlar için geçerli!}$$

$$k = \frac{b}{m \pi} \leq 6 \quad \boxed{k=6}$$

$$Z_{eş} = \frac{Z}{\cos^3 \psi}$$

Not = Helis dişlilerde Lewis faktörü (Y) eş değer diş sayısına ($Z_{eş}$) göre seçilir.

$$\boxed{m_n = m \cdot \cos \psi}$$

Not = Helis dişlilerde standardizasyon normal düzlemde dir. Bu nedenle daha önce verilmiş olan standartlar tablosundan seçeceğimiz değerler helis dişlilerde m_n olarak kabul edilir.

$$d = m \cdot Z$$

$$F_0 = \sigma_0 \cdot b \cdot Y \cdot \pi \cdot m \cdot \cos \psi$$

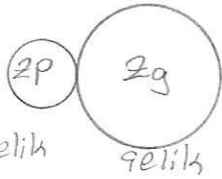
$$Q = \frac{2Z_g}{2Z_g + 2Z_p}$$

- Z_g ve Z_p 'leri Z değerinden alınacak

$$F_w = \frac{d_p \cdot b \cdot k \cdot Q}{\cos^2 \psi}$$

$$F_d = \frac{21\psi (b \cdot C \cdot \cos^2 \psi + F_t) \cdot \cos \psi}{21\psi + \sqrt{b \cdot C \cdot \cos^2 \psi + F_t}} + F_t$$

Çöz



BHN 400

$\omega_p = 750$ dev/dak

$i = 3$

$$\sigma_k = 300 \text{ N/mm}^2$$

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

$$Z_p = 20$$

Çelik hassas

$$\psi = 18^\circ$$

$$m_{n \min} = ?$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$10000 = T \cdot 750 \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 127,32 \cdot \text{Nm} = 127320 \text{ Nmm}$$

Hız $\omega = 30$ m/s olsun

$$\bar{\tau}_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{10}} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{30}} \right) \Rightarrow \bar{\tau}_{em} = \underline{\underline{50,55 \text{ N/mm}^2}}$$

$$m_r^3 = \frac{2T}{\sqrt{k} \cdot \pi^2 \cdot \psi \cdot z \cdot \cos \psi} = \frac{2 \cdot 127320}{50,55 \cdot 6 \cdot \pi^2 \cdot 0,106 \cdot 20 \cdot \cos 18^\circ}$$

$$m = 3,48$$

$$m_n = m \cdot \cos \psi = 3,48 \cdot \cos 18^\circ = \underline{\underline{3,3}}$$

$m_n = 3$ olsun

$$m = \frac{m_n}{\cos \psi} = \frac{3}{\cos 18^\circ} = 3,15$$

$$d = m \cdot z = 3,15 \cdot 20 = 63 \text{ mm}$$

$$\omega = \omega \cdot \frac{d}{2} = 750 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,063}{2} = 2,47 \text{ m/s}$$

$$\bar{\tau}_{em} = \frac{\sqrt{k}}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{10}} \right) = \frac{300}{3} \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{2,47}} \right) = 78,08 \text{ N/mm}^2$$

$$(3,15)^3 = \frac{2 \cdot 127320}{\sqrt{k} \cdot 6 \cdot \pi^2 \cdot 0,106 \cdot 20 \cdot \cos 18^\circ}$$

$$\sqrt{k} = 68,23 \text{ N/mm}^2$$

$\bar{\tau}_{em} > \sqrt{\sigma}$ olduğundan kırılmaz.

Ayrıca kontrolü

$$b = k \cdot \pi \cdot m = 6 \cdot \pi \cdot 3,15 = 59,3$$

$$b = \underline{\underline{59 \text{ mm}}}$$

$$Q = \frac{2z_g}{2p + 2g} = \frac{2 \cdot 60}{60 + 20} = 1,5$$

$$F_w = \frac{d_p \cdot b \cdot k \cdot Q}{\cos^2 \psi} = \frac{0,063 \cdot 0,059 \cdot 2553000 \cdot 15}{\cos^2 18^\circ} = 15737 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{\sqrt{k}}{3} \cdot b \cdot Y \cdot \pi \cdot m \cdot \cos \psi = \frac{300}{3} \cdot 59 \cdot 0,106 \cdot \pi \cdot 3,15 \cdot \cos 18^\circ = 5886 \text{ N}$$

$$F_d = \frac{21 \cdot 2,47 + (0,059 \cdot 148200 \cdot \cos^2 18 + 4041) \cdot \cos 18^\circ}{21 \cdot 2,47 + \sqrt{0,059 \cdot 148200 \cdot \cos^2 18 + 4041}} + 4041$$

$$F_L = \frac{T}{d/2} = \frac{127320}{63/2} \quad F_d = \underline{7698 \text{ N}}$$

$$F_L = \underline{4041 \text{ N}}$$

$$e = 0,013$$

$$\frac{0,02 - 0,013}{0,02 - 0,01} = \frac{228 - c}{228 - 114}$$

$$c = 148,2 \text{ kN} = 148200 \text{ N}$$

$$F_d < F_w$$

$F_d > F_o$ olduğundan dayanmaz.

$$m_n = 4 \text{ olsun}$$

$$m = \frac{m_n}{\cos \psi} = \frac{4}{\cos 18} = 4,2$$

$$d = m \cdot z = 20 \cdot 4,2 = 84 \text{ mm}$$

$$v = w \cdot \frac{d}{2} = 750 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,084}{2} = 3,29 \text{ m/s}$$

$$\tau_{em} = \frac{300}{2} \left(\frac{5,6}{5,6 + 3,29} \right) = 75,53 \text{ N/mm}^2$$

$$(4,2)^3 = \frac{2 \cdot 127320}{\tau \cdot 6 \cdot \pi^2 \cdot 0,106 \cdot 20 \cdot \cos 18}$$

$$\tau = 28,78 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau \leq \tau_{em} \text{ kırılmaz}$$

Aşınma kontrolü

$$b = k \cdot \pi \cdot m = 6 \cdot \pi \cdot 4,2 = 79,1$$

$$b = 79 \text{ mm}$$

$$Q = 1,5$$

$$F_w = \frac{d \rho \cdot b \cdot k \cdot Q}{\cos^2 \psi} = \frac{0,084 \cdot 0,079 \cdot 2553000 \cdot 1,5}{\cos^2 18} = 28095 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{300}{3} \cdot 79,0,106 \cdot \pi \cdot 4,2 \cdot \cos 18 = 10508 \text{ N}$$

$$e = 0,014$$

$$\frac{0,02 - 0,014}{0,02 - 0,01} = \frac{228 - c}{228 - 114}$$

$$c = 159,6 \text{ kN} = 159600 \text{ N}$$

$$F_L = \frac{T}{\frac{d}{2}} = \frac{127320}{\frac{84}{2}} = 3031 \text{ N}$$

$$F_d = \frac{21,3,29 (0,079 \cdot 159600 \cdot \cos^2 18 + 3031) \cdot \cos 18}{21,3,29 + \sqrt{0,079 \cdot 159600 \cdot \cos^2 18 + 3031}} + 3031$$

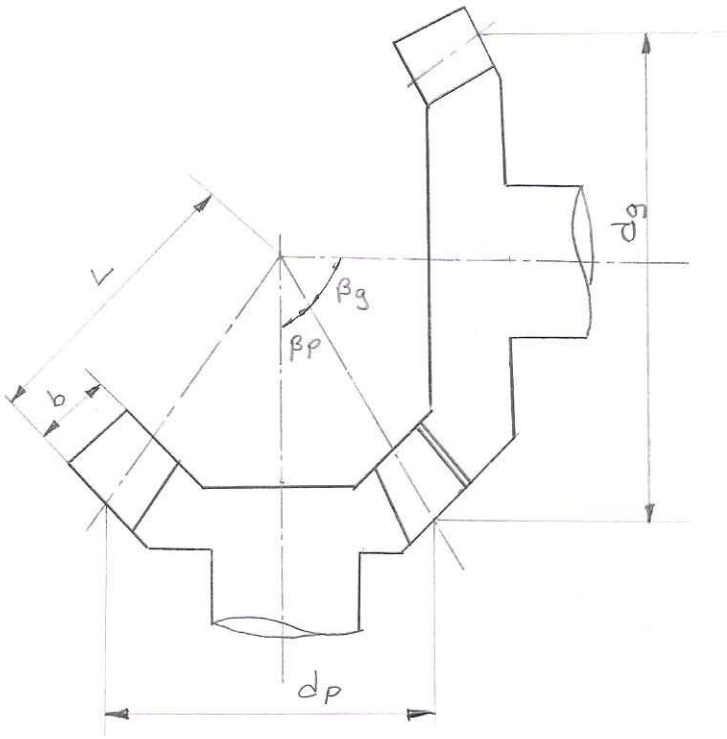
$$F_d = 8043 \text{ N}$$

$$F_d < F_w$$

$F_d < F_o$ olduğundan dolayı

$m_n = 4$ alınır.

KONİK DIŞLİ MODÜL HESABI



$$m^2 = \frac{2T}{\sigma \cdot b \cdot \pi \cdot \gamma \cdot z} \left(\frac{L}{L-b} \right)$$

$$\frac{L}{4} \leq b \leq \frac{L}{3} \quad \boxed{b = \frac{L}{3}}$$

$$z_{e\beta p} = \frac{z_p}{\cos \beta_p} \quad z_{e\beta g} = \frac{z_g}{\cos \beta_g}$$

$$Q = \frac{2 z_{e\beta g}}{z_{e\beta g} + z_{e\beta p}}$$

Not: Konik dişlilerde Lewis faktörü (\$\gamma\$) $z_{e\beta}$ 'e göre seçilir.

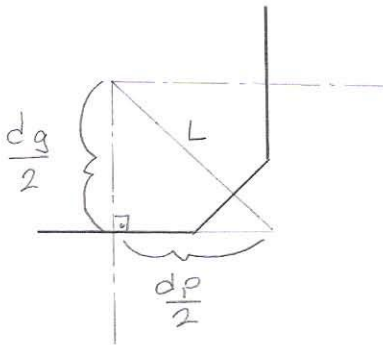
$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{b}{\delta + b} \right) \text{ çelik ve Tbm hızlar için}$$

$$\sigma_{em} = \sigma_0 \left(\frac{5,6}{5,6 + \sqrt{Q}} \right) \text{ Döküm için}$$

$$F_0 = \sigma_0 \cdot b \cdot \gamma \cdot \pi \cdot m \left(\frac{L-b}{L} \right)$$

$$F_w = \frac{0,75 \cdot d_p \cdot b \cdot K \cdot Q}{\cos \beta_p}$$

$$F_d = \frac{21Q (b \cdot C + F_L)}{21Q + \sqrt{b \cdot C + F_L}} + F_L$$



$$L = \sqrt{\left(\frac{d_p}{2} \right)^2 + \left(\frac{d_g}{2} \right)^2}$$

$$L = \sqrt{\left(\frac{m z_p}{2} \right)^2 + \left(\frac{m z_g}{2} \right)^2}$$

$$L = \frac{m}{2} \sqrt{z_p^2 + z_g^2}$$

$$z_{e\beta p} = \frac{z_p \sqrt{z_p^2 + z_g^2}}{z_g}$$

$$z_{e\beta g} = \frac{z_g \sqrt{z_p^2 + z_g^2}}{z_p}$$

Çöz

$$P = 16 \text{ kW}$$

Çelik-Çelik

$$\sqrt{k} = 300 \text{ N/mm}^2$$

Çelik hassas

$$BHN = 400$$
$$z_p = 17$$
$$i = 5$$

$$\omega_p = 1000 \text{ dev/dak}$$
$$m_{\min} = ?$$

$$P = T \cdot \omega$$

$$16000 = T \cdot 1000 \cdot \frac{2\pi}{60}$$

$$T = 152,78 \text{ Nm} = \underline{\underline{152780 \text{ Nmm}}}$$

$$L = \frac{m}{2} \sqrt{17^2 + 85^2} = 43,34 \text{ m} \rightarrow \text{modül}$$

$$b = \frac{L}{3} = \frac{43,34 \text{ m}}{3} = 14,44 \text{ m} \rightarrow \text{modül}$$

$$\omega = 10 \text{ m/s} \text{ olsun}$$

$$\sqrt{\tau_{em}} = \frac{300}{3} \left(\frac{b}{b+10} \right) = \underline{\underline{37,5 \text{ N/mm}^2}}$$

$$m^2 = \frac{2 \cdot 152780}{37,5 \cdot (14,44 \text{ m}) \cdot \pi \cdot 0,096 \cdot 17} \cdot 1,5 = 5,48$$

$$\cos \beta_p = \frac{17}{17,33} = 0,98 \quad \cos \beta_g = \frac{85}{433,41} = 0,196$$

$$m = 6 \text{ olsun}$$

$$d = 6 \cdot 17 = 102 \text{ mm}$$

$$b = 14,44 \cdot 6 = 86,44$$

$$b = 86 \text{ mm}$$

$$\omega = 1000 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,102}{2} = \underline{\underline{5,34 \text{ m/s}}}$$

$$\sqrt{\tau_{em}} = \frac{300}{3} \left(\frac{6}{6+86,44} \right) = 52,9 \text{ N/mm}^2$$

$$b^2 = \frac{2 \cdot 152780}{52,9 \cdot 86 \cdot \pi \cdot 0,096 \cdot 17} \cdot 1,5$$

$$\tau = 28,87 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{em} \text{ olduğundan kırılmaz}$$

Aşınma Kontrolü

$$Q = \frac{2.433}{17+433} = 1,92$$

$$F_w = \frac{0,75 \cdot 0,102 \cdot 0,086 \cdot 2553000 \cdot 1,92}{0,98}$$

$$F_w = 32906 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{300}{3} \cdot 86 \cdot 0,096 \cdot \pi \cdot 6 \left(\frac{260-86}{260} \right) = 10375 \text{ N}$$

$$F_d = \frac{21.534 \cdot (0,086 \cdot 171000 + 2995)}{21.534 + \sqrt{0,086 \cdot 171000 + 2995}} + 2995$$

$$F_L = \frac{152780}{\frac{102}{2}} = 2995 \text{ N}$$

$$e = 0,015$$

$$c = \frac{228+114}{2} = 171 \text{ kW/m} = 171000 \text{ N/m}$$

$$F_d = 11090 \text{ N}$$

$$F_w > F_d$$

$$F_o < F_d \text{ Aşınır}$$

$m=8$ olsun

$$d = 8.17 = 136 \text{ mm}$$

$$b = 14,44 \cdot 8 = 115 \text{ mm}$$

$$\omega = 1000 \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{0,136}{2} = 7,12 \text{ m/s}$$

$$\sqrt{\tau_{em}} = 100 \left(\frac{b}{b+7,12} \right) = 45,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma^2 = \frac{2 \cdot 152780}{\sqrt{115} \cdot \pi \cdot 0,096 \cdot 17} \cdot 1,5$$

$$\tau = 12,14 \text{ N/mm}^2 \leq \sqrt{\tau_{em}} \text{ olduğundan kırılmaz.}$$

$$F_w = \frac{0,75 \cdot 0,136 \cdot 0,115 \cdot 2553000 \cdot 1,92}{0,98} = 58671 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{300}{3} \cdot 115 \cdot 0,096 \cdot \pi \cdot 8 \cdot \frac{2}{3} = 18498 \text{ N}$$

$$F_d = \frac{21.712 \cdot (0,115 \cdot 205200 + 2246)}{21.712 + \sqrt{(0,115 \cdot 205200 + 2246)^2}} + 2246$$

$$F_{\pm} = \frac{152780}{\frac{136}{2}} = 2246 \underline{\underline{N}}$$

$$e = 0,018$$

$$\frac{0,02 - 0,018}{0,02 - 0,01} = \frac{228 - C}{228 - 114}$$

$$F_d = \underline{\underline{14708 \text{ N}}}$$

$$C = 203,2 \text{ kN/m} = 205200 \underline{\underline{\text{ N/m}}}$$

$$F_w > F_d$$

$$F_o > F_d \text{ Aşınmaz}$$

$$m_{\min} = 8 \text{ di}$$