



Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

MAKİNA BİLGİSİ

ÖRNEK PROBLEMLER



Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ
Ekonomist

TRABZON 2020

BÖLÜM I

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ VE VERİM

$$\text{İş: } W = F * l$$

$$\text{Güç: } N = \frac{W}{t}$$

$$\text{Verim: } \eta = \frac{W}{E}$$

$$\text{Isı kapasitesi: } Q = m C (t_2 - t_1)$$

YER 22NİSA N 2020	KURŞUNS UZ BENZİN (TL/LT)	GAZ YAĞI (TL/L T)	TP MOTOR İN (TL/LT)	MOTOR İN (TL/LT)	KALORİF ER YAKITI (TL/KG)	FUEL OIL (TL/K G)	Y.K. FUEL OIL (TL/K G)	TPGA Z
TRABZ ON	5,03	3,23	4,95	4,91	2,54	2,36	1,66	3,37

ÖRNEK PROBLEM 1.1. Bir inşaat işçisi 500 N'luk bir yükü 80 saniyede 80 m mesafeye taşımaktadır. İşçinin bu iş sırasında yaptığı işi (Nm, J) ve uyguladığı gücünü (kW, PS) bulunuz.

Veriler:

$$F = 500 \text{ N}$$

$$l = 80 \text{ m}$$

$$t = 80 \text{ s}$$

ÇÖZÜM 1.1.

Yapılan iş:

$$W = F * l$$

$$W = 500 \text{ N} * 80 \text{ m}$$

$$\mathbf{W = 40.000 Nm; 1 J = 1 Nm}$$

$$\mathbf{W = 40.000 J}$$

Güç:

$$N = \frac{W}{t} = \frac{40000 \text{ J}}{80 \text{ s}} = 500 \text{ J/s ; } 1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

$$\mathbf{N = 500 W; 1 kW = 1,36 PS}$$

$$\mathbf{N = 0,5 kW = 0,68 PS}$$

ÖRNEK PROBLEM 1.2. %35 verimle çalışan bir diesel motor 73.500 kCal karşılığı iş yapmıştır. Diesel yakıtın altı ısı değeri 10.000 kCal/kg, yoğunluğu 0,8 g/cm³, birim fiyatı 6,24 TL/l'dir.

a) Harcanan yakıt miktarını ve maliyetini bulunuz.

b) Sözü edilen motor, sözkonusu yakıtı 2 saatte harcamışsa; iş ve enerji bakımından gücünü [kW] bulunuz.

Veriler:

$$\eta = 0,36$$

$$W = 73.500 \text{ kCal}$$

$$H_u = 10.000 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}$$

$$\text{BYF} = 6,24 \text{ TL/l}$$

$$\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

ÇÖZÜM1.2.

$$\text{Verim denklemi: } \eta = \frac{W}{E} \quad (1)$$

Burada; W, makinanın yaptığı işi, E ise harcadığı enerjiyi göstermektedir.

Problemin çözümü için birim uyumu gerekir.

a) Harcanan enerji miktarı (1) denkleminde; $E = \frac{W}{\eta}$ olarak yazılır.

$$E = \frac{73.500 \text{ kCal}}{0,35} \rightarrow E = 210.000 \text{ kCal}$$

$$\text{Harcanacak yakıt miktarı: } B = \frac{E}{H_u} \quad (2)$$

$$B = \frac{E}{H_u} \rightarrow B = \frac{210.000 \text{ kCal}}{10.000 \text{ kCal/Kg}} \rightarrow B = 21 \text{ kg}$$

Yakıt maliyeti:

Yakıt birim fiyatı 6,24 TL/l olup, ağırlık cinsinden birim fiyat $6,24/0,8 = 7,8 \text{ TL/kg}$ olarak bulunur.

$$YM = B \times \text{BYF} \text{ ise; } YM = 21 \text{ kg} \times 7,8 \frac{\text{TL}}{\text{Kg}} \rightarrow YM = 163,8 \text{ TL}$$

b) Motor gücü;

Güç, birim zamanda harcanan enerji ya da yapılan iş olarak ifade edilebilir.

$$\text{İş bakımından güç: } N_w = \frac{W}{t} \quad (3)$$

$$\text{Enerji bakımından güç; } N_e = \frac{E}{t} \quad (4)$$

- **İş bakımından güç:**

$$N_w = \frac{73.500 \text{ kCal}}{2 \text{ saat}} \rightarrow N_w = 36.750 \text{ kCal/h; } 1 \text{ kW} = 860 \text{ kCal/h}$$

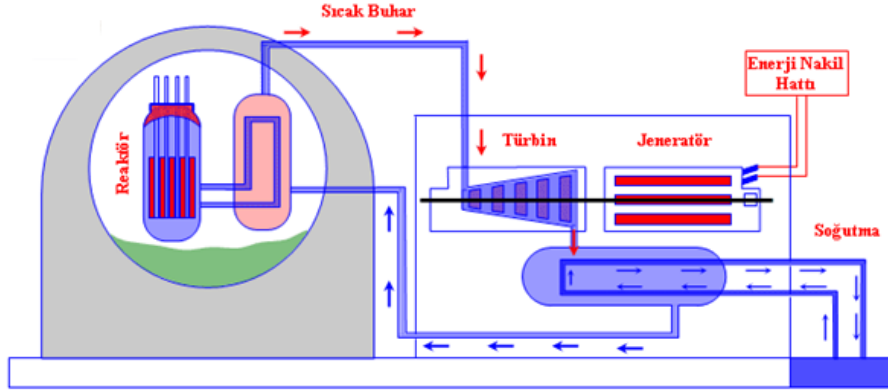
$$N_w = 36.750 \frac{\text{kCal}}{\text{h}} \frac{1 \text{ kW}}{860 \text{ kCal/h}} \rightarrow N_w = 42,733 \text{ kW}$$

- **Enerji bakımından güç:**

$$N_E = \frac{210.000 \text{ kCal}}{2 \text{ saat}} \rightarrow N_E = 105.000 \text{ kCal/h; } 1 \text{ KW} = 860 \text{ kCal/h}$$

$$N_E = 105.000 \frac{\text{kCal}}{\text{h}} \frac{1 \text{ kW}}{860 \text{ kCal/h}} \rightarrow N_E = 122,093 \text{ kW}$$

ÖRNEK PROBLEM 1.3. Küçük bir termik santralde alt ısı değeri 26000 kJ/kg kömür %72 verimle yakılarak elektrik enerjisi üretilecektir. Elektrik enerjisi dönüşüm verimi %95 olduğuna göre; 10 ton kömür yakılması ile elde edilecek elektrik enerjisini hesaplayınız. Söz konusu kömürün yanma süresi 20 saat olduğuna göre tesisin (santral) gücünü bulunuz.



Termik santral

Veriler:

$$Hu = 26000 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_y = 0,72$$

$$\eta_e = 0,95$$

$$m_y = 10 \text{ ton}$$

$$t = 20 \text{ saat}$$

ÇÖZÜM 1.3.

Kömürün yanması ile elde edilen ısı enerjisi;

$$m_y = 10 \text{ ton} = 10.000 \text{ kg}$$

$$Q_y = \eta_y Hu m_y$$

$$Q_y = 0,72 * 26.000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} * 10.000 \text{ kg}$$

$$Q_y = 187.200.000 \text{ kJ}$$

Elektrik enerjisi:

$$Q_e = \eta_e Q_y = 0,95 * 187.200.000 \text{ kJ}$$

$$Q_e = 177.840.000 \text{ kJ}$$

Elektrik enerjisi için KWh birimi kullanılır.

Dönüşüm katsayıları;

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kCal/h}$$

$$1 \text{ kCal} = 4,186 \text{ kJ}$$

$$Q_e = 177.840.000 \text{ kJ} \frac{1 \text{ kCal}}{4,186 \text{ kJ}} \Rightarrow Q_e = 42.484.472 \text{ kCal}$$

$$Q_e = 42.484.472 \text{ kCal} \frac{1 \text{ kWh}}{860 \text{ kCal}} \Rightarrow Q_e = 49.400,5 \text{ kWh}$$

Santral gücü;

$$N = \frac{Q_e}{t} = \frac{49.400,5 \text{ kWh}}{20 \text{ h}} \Rightarrow N = 2470 \text{ kW}$$

ÖRNEK PROBLEM 1.4. %40 verimle çalışan bir diesel motor 4 saatte 20 kg yakıt harcayarak 400 km yol almaktadır. Kullanılan yakıtın alt ısı değeri 10.000 kCal/kg, birim fiyatı 4,98 TL/kg'dır. Motorin yakıtın yoğunluğu 0,82 kg/l'dir.

- Motorun harcadığı enerji miktarını [MJ],
- Motorun yaptığı işi [MNm],
- Motorun gücünü [PS],
- Motorun km başına yakıt maliyetini hesaplayınız.

Veriler:

$\eta = \%40$
 $t = 4 \text{ saat}$
 $m_y = 20 \text{ kg}$
 $l = 400 \text{ km}$
 $Hu = 10.000 \text{ kCal/kg}$
 $BYF = 4,98 \text{ TL/l}$

ÇÖZÜM 1.4.

- a) Enerji tüketimi [MJ];

$$E = m_y Hu \Rightarrow E = 20 \text{ kg} * \frac{10.000 \text{ kCal}}{\text{kg}} \Rightarrow E = 200.000 \text{ kCal}$$

$$1 \text{ kCal} = 4,186 \text{ kJ}$$

$$E = 200.000 \text{ kCal/kg} * \frac{4,186 \text{ kJ}}{1 \text{ kCal}}$$

$$E = 837.200 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ MJ} = 10^3 \text{ kJ} \Rightarrow E = 837.200 \text{ kJ} * \frac{1 \text{ MJ}}{10^3 \text{ kJ}}$$

$$E = 837,2 \text{ MJ}$$

- b) Yapılan iş [MNm];

$$\eta = \frac{W}{E} \Rightarrow W = \eta E$$

$$W = 0,40 * 837.200 \text{ kJ} \Rightarrow W = 334.880 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kJ} = 1 \text{ kNm} \Rightarrow W = 334.880 \text{ kJ} * \frac{1 \text{ kNm}}{1 \text{ kJ}}$$

$$W = 334.880 \text{ kNm}$$

$$1 \text{ MNm} = 10^3 \text{ kNm} \Rightarrow W = 334.880 \text{ kNm} * \frac{1 \text{ MNm}}{10^3 \text{ kNm}}$$

$$W = 334,88 \text{ MNm}$$

- c) Motor gücü [PS];

$$N = \frac{E}{t} = \frac{837.200 \text{ kJ}}{14400 \text{ s}}$$

$$N = 58,14 \text{ kJ/s}$$

$$1 \text{ kW} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \Rightarrow N = 58,14 \text{ kJ/s} * \frac{1 \text{ kW}}{1 \text{ kJ/s}}$$

$$N = 58,14 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS} \Rightarrow N = 58,14 \text{ kW} * \frac{1,36 \text{ PS}}{1 \text{ kW}}$$

	$N = 89 \text{ PS}$ d) Birim enerji tüketimi [TL/km]; $TEM = BYF * m_y$ $BYF = 4,98 \frac{TL}{l} * \frac{1 l}{0,82 kg} \Leftrightarrow BYF = 6,07 TL/kg$ $TEM = 6,07 TL/kg * 20 kg$ $TEM = 121,4 TL$ $KMBF = \frac{TEM}{l} = \frac{121,4 TL}{400 km}$ $KMBF = 0,30 TL/km$
--	--

ÖRNEK PROBLEM 1.5. Bir ailenin aylık enerji tüketimi 300 kWh olup, sözkonusu enerji üç farklı yolla karşılanabilmektedir.

1. **Seçenek:** Elektrik; birim maliyeti: 0,71 TL/kWh
2. **Seçenek:** Kalorifer yakıtı; Yanma verimi %90, alt ısı değeri 10.000 kCal/kg, birim fiyatı 2,54 TL/kg
3. **Seçenek:** Kömür; Yanma verimi %70, alt ısı değeri 28.000 kJ/kg, birim fiyatı 1,7 TL/kg

Diğer maliyetler ihmal edilmek üzere; Aile sizce bu seçeneklerden hangisini tercih edecektir? Niçin? (Diğer maliyetler dikkate alınmıyor).

Veriler:

$$Q = 300 \text{ kWh/ay}$$

$$BEF = 0,71 \text{ TL/kWh}$$

$$BPF = 2,54 \text{ TL/kg}$$

$$BKF = 1,70 \text{ TL/kg}$$

$$\eta_p = 0,90$$

$$\eta_k = 0,70$$

$$Hu_p = 10.000 \text{ kCal/kg}$$

$$Hu_k = 28.000 \text{ kJ/kg}$$

ÇÖZÜM 1.5.

1. Seçenek: Elektrik:

$$TEM = BEF * Q$$

$$TEM = 0,71 \text{ [TL/kWh]} * 300 \text{ [kWh/ay]}$$

$$TEM = 213 \text{ TL/ay}$$

2. Seçenek: Kalorifer yakıtı:

$$q_p = \eta_p * Hu_p = 0,90 * 10.000 \text{ kCal/kg}$$

$$q_p = 9000 \text{ kCal/kg}$$

$$Q = 300 \text{ [kWh/ay]} \frac{860 \text{ kCal}}{1 \text{ kWh}} \Rightarrow Q = 258.000 \text{ kCal/ay}$$

$$m_p = \frac{Q}{q_p} = \frac{258.000 \text{ kCal/ay}}{9000 \text{ kCal/kg}} \Rightarrow m_p = 28,7 \text{ kg}$$

$$TPF = BPF * m_p = 2,54 \text{ [TL/kg]} * 28,7 \text{ [kg/ay]}$$

$$\mathbf{TPF = 72,9 TL/ay}$$

3. Seçenek: Kömür:

$$q_k = \eta_k * Hu_k \Rightarrow q_k = 0,70 * 28.000 \text{ kJ/kg}$$

$$q_k = 19.600 \text{ kJ/kg}$$

$$q_k = 19.600 \text{ [kJ/kg]} * \frac{1 \text{ kCal}}{4,186 \text{ kJ}} \Rightarrow q_k = 4682 \text{ kCal/kg}$$

$$m_k = \frac{q}{q_k} = \frac{258.000 \text{ kCal/ay}}{4682 \text{ kCal/kg}} \Rightarrow m_k = 55 \text{ kg/ay}$$

$$TKF = BKF * m_k = 1,70 \text{ [TL/kg]} * 55 \text{ [kg/ay]}$$

$$\mathbf{TKF = 93,50 TL/ay}$$

Sonuç:

Elektrik enerjisi maliyeti 120 TL/ay iken; kömür maliyeti 49.5 TL/ay ve kalorifer yakıtı maliyeti 48.8 TL/ay olup, kalorifer yakıtı seçeneği seçilmelidir. Kömüre göre uygun fiyat ve işletme koşulları sağlar.

ÖRNEK PROBLEM 1.6. Bir yakıtın üst ısı değeri belirlemek amacıyla, 18 g yakıt kalorimetre bombasında yakılmaktadır. Kalorimetrede bulunan 4 litre su yakıttan aldığı ısı ile 10 °C'den 55 °C'ye kadar ısınmaktadır.

a) Yakıtın üst ısı değeri (kJ) ve (kCal) birimleri cinsinden hesaplayınız.

b) Bunun hangi yakıt olabileceğini yazınız – yorumlayınız.

Veriler:

$$m_y = 18 \text{ g}$$

$$V_s = 4 \text{ l} ; m_s = 4 \text{ kg}$$

$$T_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ÇÖZÜM 1.6.

a) Yakıtın üst ısı değeri;

$$Q = m_s C_s (T_2 - T_1)$$

$$Q = 4 \text{ kg} * 1 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}} (55 - 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 180 \text{ kCal}$$

$$H_o = \frac{Q_s}{m_y} = \frac{180 \text{ kCal}}{0,018 \text{ kg}}$$

$$H_o = 10.000 \text{ kCal/kg}$$

KJ birimi ile üst ısı değeri;

$$\text{kCal} = 4,186 \text{ kJ} \rightarrow$$

$$H_o = 10.000 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}} * \frac{4,186 \text{ kJ}}{1 \text{ kCal}}$$

$$H_o = 41.860 \text{ kJ/kg}$$

b) Yakıt türü: Sıvı veya gaz yakıt türü olabilir.

ÖRNEK PROBLEM 1.7. Bir buhar kazanında %74 verimle alt ısı değeri 29.300 kJ/kg olan yakıttan 10 saatte 2000 kg yakılarak elde edilen buhar %92 verimle çalışan buhar türbininde kullanılmaktadır.

- Yakıt enerjisini ve gücünü,
- Buhar kazanı gücünü [kW],
- Buhar türbini gücünü [kW] hesaplayınız.
- Yakıt birim fiyatı 2,54 TL/kg olduğuna göre yakıt maliyetini, türbinde elde edilen enerjinin birim maliyetini [TL/kWh] hesaplayınız.

Veriler:

$$\eta_k = 0,74$$

$$\eta_t = 0,92$$

$$\eta_t = \eta_k \eta_t$$

$$Hu = 29.300 \text{ kJ/kg}$$

$$B = 200 \text{ kg}$$

$$t = 10 \text{ saat}$$

$$BYM = 2,54 \text{ TL/kg}$$

ÇÖZÜM 1.7.

a) Yakıt enerjisi ve gücü:

$$Q_y = B Hu$$

$$Q_y = 2000 \text{ kg} * 29.300 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_y = 5.860.000 \text{ kJ}$$

$$N_y = \frac{Q_y}{t} = \frac{5.860.000 \text{ kJ}}{10 \text{ h}} \Rightarrow N_y = 5.860.000 \text{ kJ/h}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s}$$

$$N_y = 5.860.000 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \frac{1 \text{ kW}}{1 \text{ kJ/s}}$$

$$N_y = 1628 \text{ kW}$$

b) Buhar kazanı gücü:

$$Q_k = \eta_k Q_y$$

$$Q_k = 0,74 * 5.860.000 \text{ kJ}$$

$$Q_k = 4.336.400 \text{ kJ}$$

$$N_k = \frac{Q_k}{t} = \frac{4.336.400 \text{ kJ}}{10 \text{ h}}$$

$$N_k = 4.336.400 \text{ kJ/h}$$

$$N_k = 4.336.400 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * \frac{1 \text{ kCal}}{4,186 \text{ kJ}} \frac{1 \text{ kW}}{860 \text{ kCal/h}}$$

$$N_k = 1205 \text{ kW}$$

Veya

$$N_k = \eta_k Q_y = 0,74 * 1628 \text{ kW}$$

$$N_k = 1205 \text{ kW}$$

c) Buhar türbini gücü:

$$N_t = \eta_t N_k$$

$$N_t = 0,92 * 1205 \text{ kW}$$

	$N_t = 1108 \text{ kW}$ d) Yakıt maliyeti: $YM = BYM * m_y = 2,54 \frac{TL}{kg} * 2000 \text{ kg}$ $YM = 5080 \text{ TL}$ Türbin enerjisi; $Q_t = N_t t$ $Q_t = 1108 \text{ kW} * 10 \text{ h}$ $Q_t = 11.080 \text{ kWh}$ Birim enerji maliyeti; $BEM = \frac{YM}{Q_t}$ $BEM = \frac{5080 \text{ TL}}{11.080 \text{ kWh}}$ $BEM = 0,46 \text{ TL/kWh}$
--	---

ÖRNEK PROBLEM 1.8.

Ağırlığını ihmal edeceğimiz bir insan 50 kg ağırlığındaki bir yükü 2 saatte 6 km mesafeye taşıdığında kaç J'lük iş yapmış olur? İşçinin gücünü kW ve PS cinsinden hesaplayınız.

Veriler:

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$t = 2 \text{ saat}$$

$$l = 6 \text{ km}$$

ÇÖZÜM 1.8.**Yapılan iş;**

$$G = 50 \text{ kg} * \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \Rightarrow G = 490,5 \text{ N}$$

$$W = G l = 490,5 \text{ N} * 6000 \text{ m} \Rightarrow W = 2.943.000 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}$$

$$W = 2.943.000 \text{ Nm} \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ Nm}}$$

$$W = 2.943.000 \text{ J}$$

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$$

$$W = 2.943.000 \text{ J} \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}}$$

$$W = 2943 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kCal} = 4,186 \text{ kJ}$$

$$W = 2943 \text{ kJ} \frac{1 \text{ kCal}}{4,186 \text{ kJ}}$$

$$W = 703 \text{ kCal}$$

Güç:

$$N = \frac{W}{t} = \frac{703 \text{ kCal}}{2 \text{ h}} \Rightarrow N = 351,5 \text{ kCal/h}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kCal/h}$$

$$N = 351,5 \text{ kCal/h} \frac{1 \text{ kW}}{860 \text{ kCal/h}}$$

$$N = 0,409 \text{ kW} = 409 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ PS}$$

$$N = 0,409 \text{ kW} \frac{1,36 \text{ PS}}{1 \text{ kW}}$$

$$N = 0,556 \text{ PS}$$

BÖLÜM II

BAĞLAMA ELEMANLARI

Makina elemanlarında aşağıdaki zorlanmalar meydana gelir:

Çekme – basma

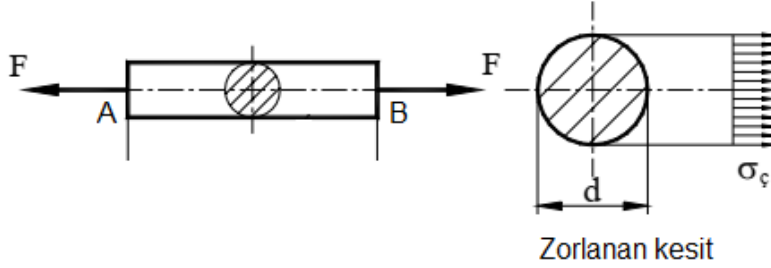
Kesme (makaslama)

Eğilme

Burulma

Burkulma (flambaj)

Çekme



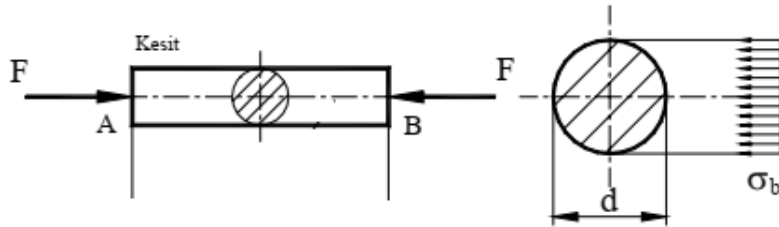
Çekme zorlanması

$$\sigma_{\text{ç,em}} = \frac{F_{\text{ç}}}{n A}$$

$F_{\text{ç}}$ çekme kuvveti, n cıvata sayısı, A cıvata kesit alanı

Basma

Basma kuvveti malzemeyi ezilmeye zorlar. Perçin bağlantılarında ezilme zorlanması oluşur.



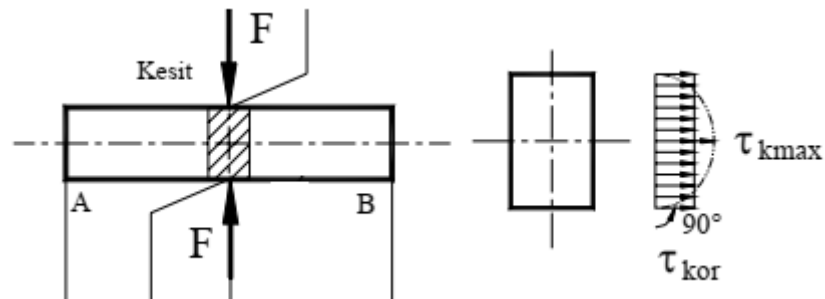
Basma zorlanması

$$\sigma_b = \frac{F}{n A}$$

F basma kuvveti, n cıvata sayısı, A cıvata kesit alanı

Kayma

Çok katlı levhaların birleştirilmesi halinde, özellikle çok katlı perçin bağlantılarında tesir sayısının (z) etkisi söz konusu olup bu durum hesaplamalarda dikkate alınır. Tesir sayısı levha sayısının bir eksiğidir.

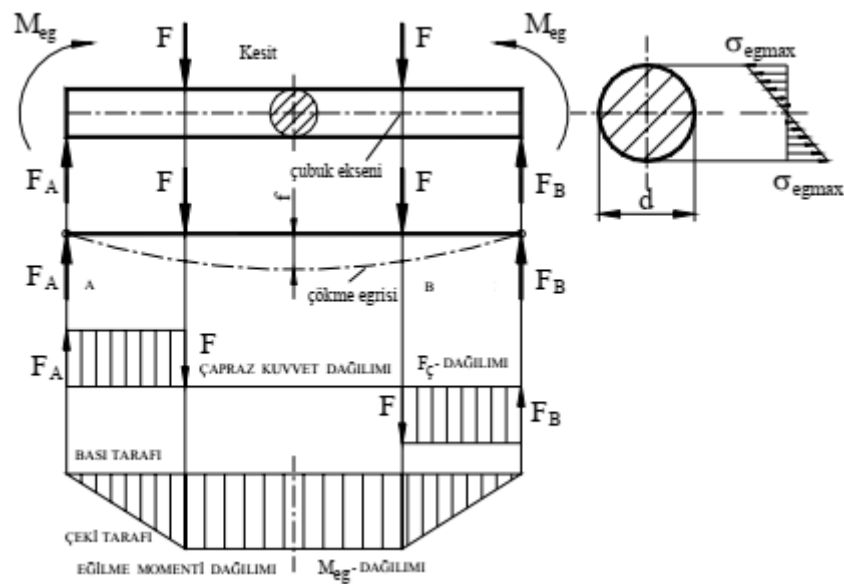


Kesme zorlanması

$$\tau_{em} = \frac{Fk}{znA}$$

Fk kesme kuvveti, z tesir sayısı, n cıvata sayısı, A cıvata kesit alanı

Eğilme

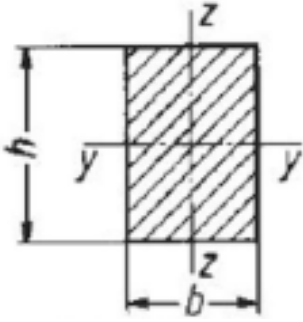


Eğilme zorlanması

$$\sigma_{e,em} = \frac{Me}{We}$$

$$Me = \frac{FL}{4}$$

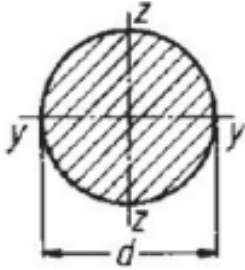
Dikdörtgen kesit için



$$W_y = \frac{b h^2}{6}$$

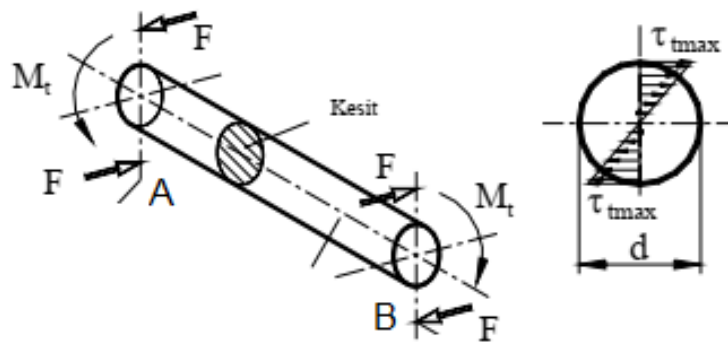
$$W_z = \frac{h b^2}{6}$$

Daire kesit için:



$$W_x = W_z = \frac{\pi d^2}{32}$$

Burulma

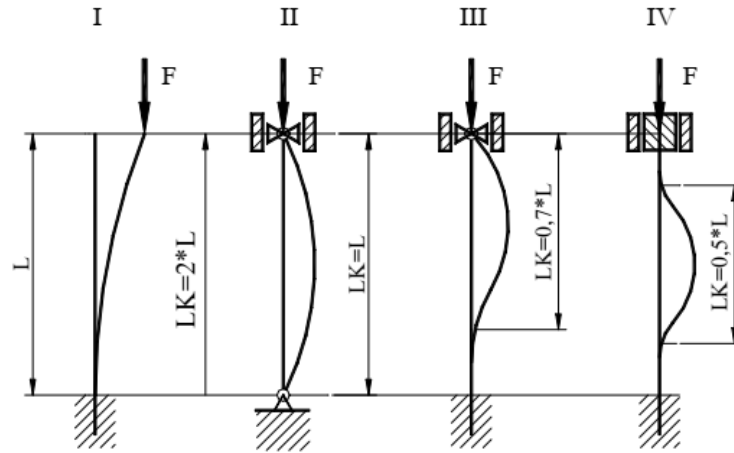


Burulma zorlanması

$$\tau_{em} = \frac{Md}{Wd}$$

$$Wd = \frac{\pi d^3}{32}$$

Burkulma



Euler'e göre burkulma tipleri

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A}$$

$$F_b = \frac{\pi^2 E I}{L_b^2}$$

Narinlik derecesi

$$\lambda = L_b / i_{min}$$

$$i_{min} = \sqrt{I/A}$$

$$\lambda = L_b / \sqrt{I/A}$$

$$F_b = \frac{\pi^2 E I}{\lambda^2 (I/A)}$$

$$\sigma_b = \frac{\pi^2 E I}{\lambda^2 (I/A)} \frac{1}{A}$$

$$\sigma_b = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

Narinlik sınırı

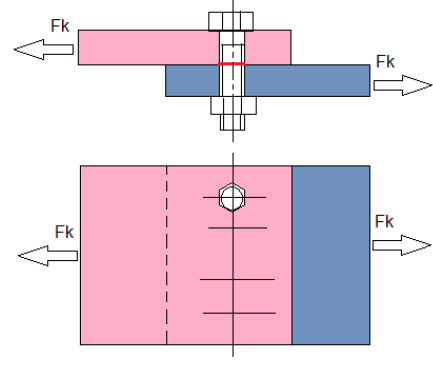
$$\lambda_o = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_o}}$$

E elastiklik modülü (N/mm²), I atalet momenti (mm⁴), L_b hesaplanan burkulma payı (mm), σ_b burkulma gerilmesi (N/mm²), λ narinlik derecesi (-), i_{min} kesitin atalet yarıçapı (mm), A kesit alanı (mm²).

CIVATA BAĞLANTILARI

Cıvatalar çekme, kayma ve ezilme gerilmesi etkisi altında zorlanırlar. Bununla birlikte, cıvata malzemeleri ezilmeye karşı mukavemetli malzemelerden yapıldıkları için bu zorlanma etkisine göre kontrol edilmelerine gerek kalmaz.

ÖRNEK PROBLEM 2.1. İki makina elemanı kayma gerilmesi 750 N/mm^2 olan malzemeden yapılmış 4 cıvata ile bağlanmıştır. Kullanılan cıvataların çapı 10 mm olduğuna göre, bağlantının kesmeye karşı taşıyabileceği emniyetli ve maksimum yükü hesaplayınız. Emniyet katsayısını 3 alınız.



Veriler:

$$\tau = 750 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n = 4 \text{ adet}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$z = 1$$

ÇÖZÜM 2.1.

Kaymaya zorlanan malzeme için kayma gerilmesi denklemi

$$\tau_{em} = \frac{F_k}{z n A} \quad (1)$$

$$A = \pi d^2 / 4 \quad (2)$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} \rightarrow \tau = \tau_{em} S \quad (3)$$

Emniyetle taşınabilecek yük (1) denkleminde ($z = 1$);

$$F_k = \tau_{em} n A \quad (4)$$

(2) denklemindeki A (1) denkleminde yerine yazılır.

$$F_k = \tau_{em} n \pi d^2 / 4 \quad (5)$$

$$\tau_{em} = \tau / S = 750 / 3 = 250 \text{ N/mm}^2$$

Emniyetle taşınabilecek maksimum yük:

$$F_k = 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 4 \pi (10 \text{ mm})^2 / 4$$

$$\mathbf{F_{k_{em}} = 78.500 \text{ N}}$$

Taşınabilecek maksimum yük

$$F_k = \tau n \pi d^2 / 4$$

$$F_{k_{max}} = 750 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 4 \pi \times (10 \text{ mm})^2 / 4$$

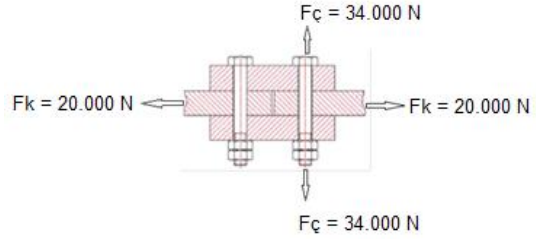
$$\mathbf{F_{k_{max}} = 235.500 \text{ N}}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.2. Bir somun-cıvata bağlantısında cıvata iki kuvvetin etkisi altındadır.

- I) Cıvatayı kesmeye zorlayan kuvvet 20.000 N,
- II) Cıvatayı çekmeye zorlayan kuvvet ise 34.000 N

Bağlantıda çekme gerilmesi 600 N/mm², kayma gerilmesi 400 N/mm² olan malzemeden yapılmış 4 adet cıvata kullanılmıştır. Bağlantı için emniyet katsayısı 3 alınabilir.

- a) Bağlantının kesmeye zorlayan yükü emniyetle taşıması için gerekli emniyetli çapı,
- b) Bağlantının çekmeye zorlayan yükü emniyetle taşıması için gerekli emniyetli çapı hesaplayınız ve cıvata çapını belirleyiniz.



Veriler:

$F_c = 34.000 \text{ N}$
 $F_k = 20.000 \text{ N}$,
 $n = 4$ adet
 $\sigma = 600 \text{ N/mm}^2$
 $\tau = 450 \text{ N/mm}^2$,
 $S = 4$
 $z = 2$

ÇÖZÜM 2.2.

- a) Cıvata $F_k = 20.000 \text{ N}$ yük altında kesilmeye zorlanır. Kesme zorlanması kayma gerilmesi etkisi yaratır. Zorlanan cıvata kesit alanı bir dairedir.

Kayma gerilmesi genel denklemi:

$$\tau_{em} = \frac{F_k}{z n A} \quad (1)$$

Cıvatanın zorlanan kesit alanı:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

(2) denklemi (1) denkleminde yerine konur.

$$\tau_{em} = \frac{4 F_k}{z n \pi d^2} \quad (3)$$

Emniyet katsayısı:

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} \quad (4)$$

$$S = 2 \text{ için; } \tau_{em} = \frac{450 \text{ N/mm}^2}{3} \rightarrow \tau_{em} = 150 \text{ N/mm}^2$$

Cıvata çapı (3 denkleminde);

$$d = \sqrt{\frac{4 F_k}{z n \pi \tau_{em}}} \quad (5)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 20.000 \text{ N}}{2 \times 4 \times \pi \times 150 \text{ N/mm}^2}} \rightarrow d = 4,6 \text{ mm}$$

Cıvata çaplarının standart değerleri tamsayı varsayımı ile kesme zorlanması hali için emniyetli cıvata çapı;

d = 5 mm

olarak seçilir.

b) Cıvata $F_{\text{ç}} = 34.000 \text{ N}$ yük altında çekmeye zorlanır. Çekme zorlanması çekme gerilmesi etkisi yaratır. Zorlanan cıvata kesit alanı bir dairedir (kaymaya zorlanan kesitin aynısı).

Çekme gerilmesi genel denklemi:

$$\sigma_{\text{em}} = \frac{F_{\text{ç}}}{z \cdot n \cdot A} \quad (5)$$

Cıvatanın zorlanan kesit alanı:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (6)$$

(6) denklemi (5) denkleminde yerine konur.

$$\sigma_{\text{em}} = \frac{4 F_{\text{ç}}}{z \cdot n \cdot \pi d^2} \quad (7)$$

Emniyet katsayısı:

$$\sigma_{\text{em}} = \frac{\sigma}{S} \quad (8)$$

$$S = 2 \text{ için; } \sigma_{\text{em}} = \frac{600 \text{ N/mm}^2}{3} \rightarrow \sigma_{\text{em}} = 200 \text{ N/mm}^2$$

Şimdi; çap hesaplanabilir. Bunun için (3) nolu denkleminde (d) çekilir.

$$d = \sqrt{\frac{4 F_{\text{ç}}}{z \cdot n \cdot \pi \cdot \sigma_{\text{em}}}} \quad (9)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 34.000 \text{ N}}{2 \cdot 4 \cdot \pi \cdot 200 \text{ N/mm}^2}} \rightarrow d = 5,2 \text{ mm}$$

Cıvata çaplarının standart değerleri tamsayı varsayımı ile çekme zorlanması hali için emniyetli cıvata çapı;

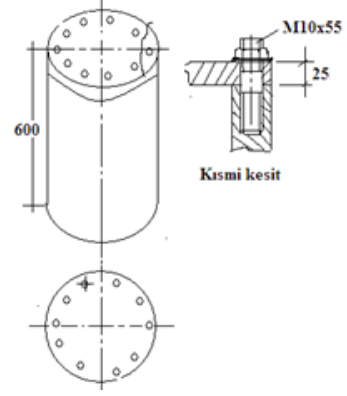
d = 6 mm olarak seçilir.

Sonuç: Burada yapılan basit mukavemet hesabı, cıvatanın zorlanmasında kesme etkisi kritik etkindir. Hesap değerlerinden büyük olan değer seçilir. Buna göre emniyetli cıvata çapı (a) şıkkındaki değer,

d = 6 mm olarak seçilir.

ÖRNEK PROBLEM 2.3. İç çapı 36 cm ve yüksekliği 60 cm olan bir basınçlı kabın içinde 50 kp/cm² basınç oluşturulacaktır. Basınçlı kabın kapağı 25 mm kalınlıkta olup, 20 mm çaplı saplamalarla kaba monte edilecektir. Saplama malzemesinin çekme dayanımı 800 N/mm² dir.

Bağlantının emniyetli durumuna uygun saplama sayısını belirleyiniz, montajın uygun iki görünüşünü ve bağlantı detayını çiziniz.



Veriler:

$$d_i = 36 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$e = 25 \text{ mm}$$

$$p_i = 50 \text{ kp/cm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\zeta} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Basınçlı kaplar için
S = 5-7 olup, S=5 alınmıştır.

ÇÖZÜM 2.3.

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{F_{\zeta}}{n A} \rightarrow n = \frac{F_{\zeta}}{\sigma_{\zeta,em} A}$$

$$F_{\zeta} = p_i A_i$$

$$p_i = 50 \text{ [kp/cm}^2] * \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kp}} * \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2}$$

$$p_i = 4,905 \text{ N/mm}^2$$

$$A_i = \frac{\pi d_i^2}{4} = \frac{\pi (360 \text{ mm})^2}{4} \rightarrow A_i = 101.736 \text{ mm}^2$$

$$F_{\zeta} = 4,905 \text{ [N/mm}^2] * 101.736 \text{ [mm}^2] \rightarrow F_{\zeta} = 499.015 \text{ N}$$

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{\sigma_{\zeta}}{S} = \frac{800 \text{ N/mm}^2}{5} \rightarrow \sigma_{\zeta,em} = 160 \text{ N/mm}^2$$

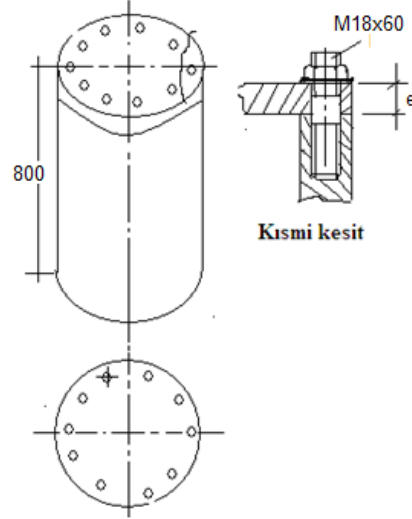
$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (20 \text{ mm})^2}{4} \rightarrow A = 314 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{F_{\zeta}}{\sigma_{\zeta,em} A} = \frac{499.015 \text{ [N]}}{160 \text{ [N/mm}^2] * 314 \text{ [mm}^2]} \rightarrow n = 9,93 \text{ adet}$$

$$\mathbf{n \cong 10 \text{ adet}}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.4. İç çapı 400 mm ve yüksekliği 80 cm olan bir basınçlı kabın içinde 40,775 kp/cm² basınç oluşturulacaktır. Basınçlı kabın kapağı 40 mm kalınlıkta olup, 10 adet saplama ile kaba monte edilecektir. Saplama malzemesinin çekme dayanımı 1000 N/mm²'dir.

Bağlantının emniyetli durumuna uygun (S = 5 alınız) saplama çapını belirleyiniz.



Veriler:

$$d_i = 400 \text{ mm}$$

$$h = 80 \text{ cm}$$

$$p_i = 40,775 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = 10 \text{ adet}$$

$$\sigma_{\zeta} = 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$S = 5$$

ÇÖZÜM 2.4.

Cıvataları çekmeye zorlayan kuvvet

$$F = p_i \times A_i$$

$$A_i = \pi d^2 / 4; A_i = \pi \frac{(400 \text{ mm})^2}{4} = 125.600 \text{ mm}^2$$

$$p_i = 40,775 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} * \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} = 4 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 4 \text{ N/mm}^2 * 125.600 \text{ mm}^2$$

$$F = 502.400 \text{ N}$$

$$\sigma_{\zeta} = 1000 \text{ N/mm}^2 \text{ ve } S = 5 \text{ ise;}$$

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{\sigma_{\zeta}}{S} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{F}{n A} = \frac{4 F}{n \pi d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 F}{n \pi \sigma_{\zeta,em}}}$$

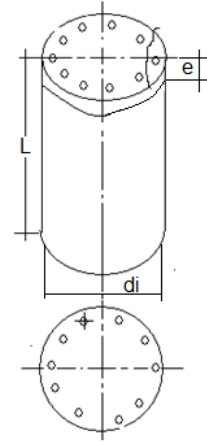
$$d = \sqrt{\frac{4 * 502.400 \text{ N}}{10 * 3,14 * 200 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = 17,9 \text{ mm}$$

$$\mathbf{d \cong 18 \text{ mm}}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.5. İç çapı 36 cm ve yüksekliği 60 cm olan bir basınçlı kabın içinde 500 N/cm^2 basınç oluşturulacaktır. Basınçlı kabın kapağı 25 mm kalınlıkta olup, 20 mm çaplı saplamalarla kaba monte edilecektir. Saplama malzemesinin çekme dayanımı 825 N/mm^2 'dir.

Bağlantının emniyetli durumuna uygun saplama sayısını belirleyiniz ve montajın uygun iki görünüşünü çiziniz. (Basınçlı kaplar için $S = 4,5 - 6$; $S = 5$ alınız).



Veriler:

$$d_i = 36 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$p_i = 500 \text{ N/cm}^2$$

$$e = 25 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\zeta} = 825 \text{ N/mm}^2$$

ÇÖZÜM 2.5.

Gerilme dayanımı genel eşitliği

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{F}{n A}; A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow n = \frac{4 F}{\pi d^2 \sigma_{\zeta,em}}$$

İç basıncın yaratacağı kuvvet:

$$F = p_i A_i = p_i \frac{\pi d^2}{4}$$

$$p_i = 500 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} \rightarrow p_i = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$F = 5 [\text{N/mm}^2] \frac{\pi (360 \text{ mm})^2}{4} \rightarrow F = 508.680 \text{ N}$$

Emniyetli çekme gerilmesi

$$\sigma_{\zeta,em} = \frac{\sigma_{\zeta}}{S} = \frac{825 \text{ N/mm}^2}{5} = 165 \text{ N/mm}^2$$

$$n = \frac{4 F}{\pi d^2 \sigma_{\zeta,em}} = \frac{4 * 508.680 \text{ N}}{\pi * (20 \text{ mm})^2 * 165 \text{ N/mm}^2}$$

$$N = 9,82 \text{ adet}$$

$$\mathbf{N = 10 adet}$$

Montaj resmini çiziniz.

CIVATA SIKMA

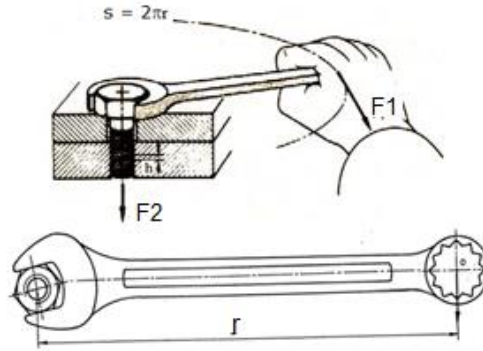
F_1 = El kuvveti

F_1 'in bir devirlik yolu: $s = 2 \pi r$

F_2 = Sıkma kuvveti

r (L) = Anahtar uzunluğu (kuvvet kolu)

F_2 'nin bir devirlik yolu, yani vida adımı = h



Cıvata sıkma

Sıkma ile oluşan moment ifadesi;

Anahtarla verilen moment;

$$M_d = F_1 2 \pi r$$

F_1 : Anahtara uygulanan kuvvet

$2 \pi r$: Anahtarın aldığı yol

Cıvatada oluşan moment;

$$M_d = F_2 h$$

F_2 : Cıvatanın oluşturduğu sıkma kuvveti

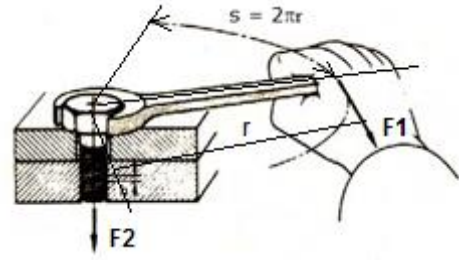
h : Cıvatanın aldığı yol

Genel moment denklemi;

$$M_d = F_1 2 \pi r = F_2 h$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{2 \pi r}{h}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.6. Anahtar ucuna $F_1 = 25$ kg'lık kuvvet uygulandığında, anahtar uzunluğu r (L) 180 mm ise meydana gelen momenti (tork), bu moment cıvata eksenine yönünde (sıkma) 8829 N'luk bir kuvvet uyguluyorsa cıvatanın ilerleme miktarını bulunuz.



Veriler:

$$r (L) = 180 \text{ mm}$$

$$F_1 = 25 \text{ kg}$$

$$F_2 = 8829 \text{ N}$$

ÇÖZÜM 2.6.

Moment (tork)

$$M_d = F_1 \times r (L) = 25 \times 180 \text{ mm} = 4500 \text{ kgmm}$$

$$M_d = 4500 \text{ kgmm} \times 9,81 \text{ N/kg}$$

$$M_d = 44.145 \text{ Nmm}$$

olarak bulunur.

Sıkma için

$$Md = F_2 h$$

$$h = \frac{Md}{F_2} = \frac{44.145 \text{ Nmm}}{8829 \text{ N}}$$

$$h = 5 \text{ mm}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.7. M20x50 (adım 4 mm) somunun sıkılması için gerekli moment 2,5 kgm olup kullanılan anahtarın kolu 200 mm'dir. Bu durumda birleştirmeyi (somunu) sıkın F_2 kuvveti ne kadardır?

Veriler:

Moment:

$$M_d = 2,5 \text{ kgm}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$M_d = 2500 \text{ kgmm}$$

Anahtar kolu uzunluğu:

$$r = 200 \text{ mm}$$

Adım:

$$h = 4 \text{ mm}$$

ÇÖZÜM 2.7.

Sıkma kuvveti,

$$F_2 = \frac{F_1 2 \pi r}{h}$$

Önce F_1 kuvveti hesaplanmalıdır.

$$F_1 = \frac{Md}{r} = \frac{2500 \text{ kgmm}}{200 \text{ mm}} = 12,5 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{12,5 \text{ kg} \times 2 \times \pi \times 200 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}$$

$$F_2 = 3925 \text{ kg}$$

olarak hesaplanır.

Döndürme momenti öyle ayarlanmalıdır ki F_2 kuvveti vida dişlerini sıyırmazın veya birleştirilen parçaları ezmesin.

PERÇİN BAĞLANTILARI

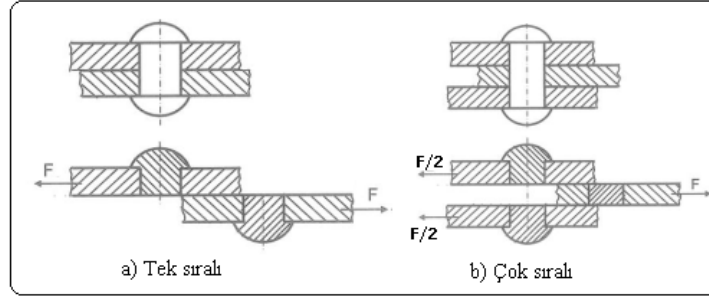
Çekme Gerilmesi

$$\sigma_{\varphi} = \frac{F_{\varphi}}{znA} \leq \sigma_{\varphi,em} \quad ; \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

F_φ çekme kuvveti, z tesir sayısı, n perçin sayısı

Kayma Gerilmesi

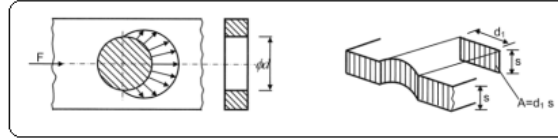
$$\tau = \frac{F_k}{znA} \leq \tau_{em} \quad ; \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$



Perçinin kesilmeye zorlanması

Ezme Gerilmesi

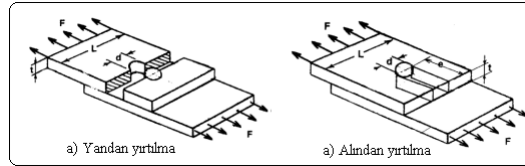
$$p = \frac{F_k}{A} \leq p_{em} \quad ; \quad A = znds$$



Perçin yüzeyinin esilmesi

Perçin Sacının Yırtılması

Perçin sacı yandan veya ortadan yırtılabilir.



Perçin sacının yırtılması

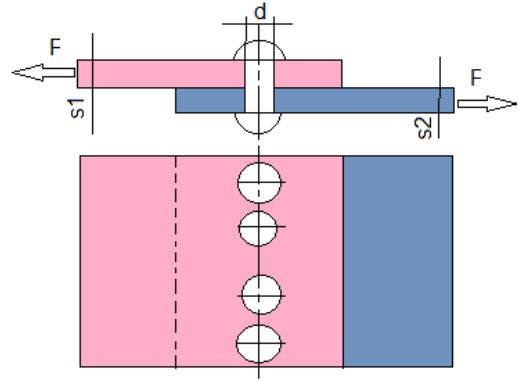
Yandan yırtılma hali: $\sigma = \frac{F}{t(L - nd)}$

Alından yırtılma hali: $\tau = \frac{F}{e t n}$

z: tesir sayısı

ÖRNEK PROBLEM 2.8. Tek sıralı 4 adet perçin kullanılarak yapılan bindirme perçinlemede perçin malzemesinin emniyetli kesme gerilmesi 50 N/mm² ve perçin bağlantısına uygulanan kuvvet 7700 N kadardır.

- Perçin çapını belirleyiniz
- Levha kalınlığını belirleyiniz.
- Perçin boyunu belirleyiniz
- Ezilme gerilmesini belirleyiniz
- Perçin merkezinin levha kenarına uzaklığını belirleyiniz.



Veriler:

$$n = 4 \text{ adet}$$

$$z = 1$$

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

$$F = 7700 \text{ N}$$

İstenenler:

$$d_{em}, s, L, p_{ez,em}, e$$

ÇÖZÜM 2.8.

a) Perçin çapı

$$\text{Gerilme denklemi (kayma): } \tau_{em} = \frac{F}{n A}, A = \pi d^2 / 4$$

$$d_{em} = \sqrt{\frac{4 F}{n \pi \tau_{em}}} \rightarrow d_{em} = \sqrt{\frac{4 \times 7700 \text{ N}}{4 \times \pi \times 50 \text{ N/mm}^2}} \rightarrow$$

$$d_{em} = 6,4 \text{ mm} \rightarrow d_{em} \cong 7 \text{ mm}$$

b) İnce levhalarda $d = s$ olarak alınırsa, $s = 7 \text{ mm}$ olarak seçilebilir.

$$c) \text{ Perçin boyu: } L = (s_1 + s_2) + l_1$$

l_1 : kapama başı uzunluğu

$$\text{Yuvarlak başlı çelik yapı perçinlerinde} : l_1 = 1,5d$$

$$\text{Yuvarlak başlı kazan perçinlerinde} : l_1 = (1,8 - 2)d$$

$$\text{Havşa başlı perçinlerde} : l_1 = 0,7d$$

$$\text{Yarım havşa başlı perçinlerde} : l_1 = 1,2d$$

$$\text{Mercimek başlı perçinlerde} : l_1 = d$$

Sıcak perçinlemede bu değerlerin 0,2-0,3 mm fazlası alınır.

Yuvarlak başlı çelik yapı perçinleri için

$$l_1 = 1,5 \times 7 = 10,5 \text{ mm}$$

$$\text{Levha kalınlıkları: } s_1 = s_2 = s = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Perçin boyu: } L = (7 + 7) + 10,5 = 24,5 \text{ mm; } L \cong 25 \text{ mm}$$

d) Ezilme gerilmesi

$$p_{ez,em} = \frac{F}{n d s} \rightarrow p_{ez,em} = \frac{7700}{4 \times 7 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}} \rightarrow$$

$$p_{ez,em} = 39,3 \text{ N/mm}^2$$

e) Perçin merkezi-levha kenar uzaklığı

$$e = 1,5d = 1,5 \times 7 \text{ mm} = 10,5 \text{ mm} \rightarrow e \cong 11 \text{ mm}$$

ÖRNEK PROBLEM 2.9. Levha yüzeyine paralel yönde etki eden 9600 kp yük altındaki iki levha iki sıralı düz ve her sırasında 4 perçinle bağlanmıştır. Levhaların birisi 3 mm, diğeri 4 mm kalınlıkta olup, bağlantı 2 mm kalınlıkta bir ek levha ile yapılmıştır. Perçin malzemesinin kayma gerilmesi 750 N/mm²'dir. Kullanılacak perçin çapını ve uzunluğunu belirleyiniz, bağlantının uygun görünüşlerini çiziniz. Emniyet katsayısı 5 olarak alınacaktır.

Veriler:

$$F = 12.000 \text{ kp}$$

$$n = 10$$

$$s_1 = 4 \text{ mm}$$

$$s_2 = 3 \text{ mm}$$

$$e = 2 \text{ mm}$$

$$\tau = 750 \text{ N/mm}^2$$

$$z = 1$$

$$S = 5$$

ÇÖZÜM 2.9.

$$F = 12.000 \text{ kp} * \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kp}} \rightarrow F = 117.720 \text{ N}$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} = \frac{750 \text{ N/mm}^2}{5} \rightarrow \tau_{em} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{em} = \frac{F}{n A} = \frac{4 F}{n \pi d^2} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 * 117.720 \text{ N}}{10 * \pi * 150 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$\tau_{em} = \frac{F}{n A} = \frac{F}{n \pi d^2 / 4} = \frac{4 F}{n \pi d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 F}{n \pi \tau_{em}}} = \sqrt{\frac{4 * 117720 \text{ N}}{10 * \pi * 150 \text{ N/mm}^2}}$$

Perçin boyu:

$$l = s_1 + s_2 + d = 4 \text{ mm} + 3 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$$

$$d = 17 \text{ mm}$$

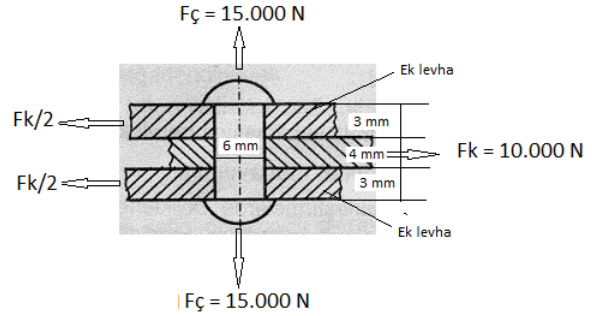
ÖRNEK PROBLEM 2.10. Bir perçin bağlantısında 4 mm kalınlıktaki levha 3 mm kalınlıkta ek levha kullanılarak 6 mm kalınlıkta perçinlerle perçinlenecektir. Kullanılacak perçin malzemesinin çekme gerilmesi 200 N/mm^2 , kayma gerilmesi ise 150 N/mm^2 'dir.

Bağlantıda cıvayı kesmeye zorlayan kuvvet 10000 N , çekmeye zorlayan kuvvet ise 15000 N 'dur.

Emniyet katsayısı 2 alınabilir.

a) Perçinin kesmeye zorlanması halinde gerekli perçin sayısını,

b) Perçinin çekmeye zorlanması halinde gerekli perçin sayısını hesaplayınız ve gerekli perçin sayısını belirleyiniz.



Veriler:

$$F_{\text{ç}} = 8000 \text{ N}$$

$$F_{\text{k}} = 10000 \text{ N}$$

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$\sigma = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$S = 2$$

$$z = 2$$

ÇÖZÜM 2.10.

a) Perçin $F_{\text{k}} = 10.000 \text{ N}$ yük altında kesilmeye zorlanır. Kesme zorlanması kayma gerilmesi etkisi yaratır. Zorlanan cıvata kesit alanı bir dairedir.

Kayma gerilmesi genel denklemi:

$$\tau_{\text{em}} = \frac{F_{\text{k}}}{z n A} \quad (1)$$

Cıvatanın zorlanan kesit alanı:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

(2) denklemi (1) denkleminde yerine konur.

$$\tau_{\text{em}} = \frac{4 F_{\text{k}}}{z n \pi d^2} \quad (3)$$

Emniyet katsayısı:

$$\tau_{\text{em}} = \frac{\tau}{S} \quad (4)$$

$$S = 2 \text{ için; } \tau_{\text{em}} = \frac{150 \text{ N/mm}^2}{2} \rightarrow \tau_{\text{em}} = 75 \text{ N/mm}^2$$

Şimdi; perçin sayısı hesaplanabilir. Bunun için (3) nolu denklemden (d) çekilir.

$$n = \frac{4 F_{\text{k}}}{z \pi \tau_{\text{em}} d^2} \quad (5)$$

$$n = \frac{4 * 10.000 \text{ N}}{2 * \pi * (6 \text{ mm})^2 * 75 \text{ N/mm}^2} \rightarrow n = 2,4 \text{ adet}$$

Perçin sayısı tamsayı ile ifade edilir.

n = 3 adet olarak alınır.

b) Perçin $F_{\text{ç}} = 15.000 \text{ N}$ yük altında çekmeye zorlanır. Çekme zorlanması çekme gerilmesi etkisi yaratır. Zorlanan perçin kesit alanı bir dairedir (kaymaya zorlanan kesitin aynısı).

Çekme gerilmesi genel denklemi:

$$\sigma_{em} = \frac{F_{\zeta}}{nA} \quad (6)$$

Cıvatanın zorlanan kesit alanı:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (7)$$

(6) denklemi (5) denkleminde yerine konur.

$$\sigma_{em} = \frac{4F_{\zeta}}{n\pi d^2} \quad (8)$$

Emniyet katsayısı:

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma}{S} \quad (9)$$

$$S = 2 \text{ için; } \sigma_{em} = \frac{200 \text{ N/mm}^2}{2} \rightarrow \sigma_{em} = 100 \text{ N/mm}^2$$

Şimdi; çap hesaplanabilir. Bunun için (7) nolu denkleminde (n) çekilir.

$$n = \frac{4F_{\zeta}}{\pi \sigma_{em} d^2} \quad (10)$$

$$n = \frac{4 \cdot 15.000 \text{ N}}{\pi \cdot \frac{100 \text{ N}}{\text{mm}^2} \cdot (6 \text{ mm})^2} \rightarrow d = 5,3 \text{ adet ise;}$$

n = 6 adet olarak alınır.

Sonuç: Burada yapılan basit mukavemet hesabı, perçinin zorlanmasında çekme etkisi kritiktir. Perçin sayısı büyük olan değer seçilir. Bu nedenle,

n = 6 adet olarak seçilir.

ÖRNEK PROBLEM 2.11. Bir perçin bağlantısında perçin eksenine dik yönde 40000 N'luk kuvvet etki etmektedir. Levhaların kalınlığı 5 mm, perçin malzemesinin emniyetli kayma gerilmesi 450 N/mm², emniyetli ezilme gerilmesi 350 N/mm² dir.

- a) Emniyetli hal için perçin çapını hesaplayınız.
b) Emniyetli hal için perçin sayısını hesaplayınız.

$$F_k = 40.000 \text{ N}$$

$$s = 5 \text{ mm}$$

$$p_{ez,em} = 350 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{em} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$z = 1$$

ÇÖZÜM 2.11.

a) Perçin çapı

$$\tau_{em} = \frac{F_k}{z n A} = \frac{4 F_k}{z n \pi d^2} \quad (1)$$

$$p_{ez,em} = \frac{F_k}{z n d s} \quad (2)$$

İki denklemde n ve d bilinmeyendir.

Her iki denklemden;

$$n = \frac{4 F_k}{z \tau_{em} d^2} \quad (3)$$

$$n = \frac{F_k}{z d s p_{ez,em}} \quad (4)$$

(3) ve (4) denklemlerinin eşitlemesiyle,

$$\frac{4 F_k}{z \pi \tau_{em} d^2} = \frac{F_k}{z d s p_{ez,em}} \rightarrow d = \frac{4 p_{ez,em} s}{\pi \tau_{em}}$$

$$d = \frac{4 * 350 [N/mm^2] * 5 [mm]}{\pi 450 [N/mm^2]} \rightarrow d = 4,95 \text{ mm}$$

$$d \cong 5 \text{ mm}$$

b) Perçin sayısı

(1) ve (2) denklemlerinden;

$$d = \sqrt{\frac{4 F_k}{\pi n \tau_{em}}} \quad (5)$$

$$d = \frac{F_k}{n s p_{ez,em}^2} \quad (6)$$

$$n = \frac{F_k \pi \tau_{em}}{4 s^2 p_{ez,em}^2} = \frac{40.000 * \pi * 450 \text{ N/mm}^2}{4 * (5 \text{ mm})^2 * (350 \text{ N/mm}^2)^2}$$

$$n = 4,61 \text{ adet}$$

$$n \cong 5 \text{ adet}$$

Benzer şekilde (1) ve (2) denklemlerinden de çözülebilir.

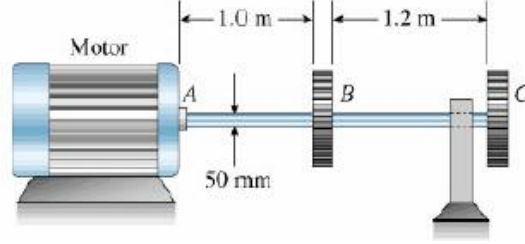
BÖLÜM III

HAREKET İLETİM ELEMANLARI

MİLLER VE AKSLAR

Millerin Burulmaya Zorlanması

Döndürme (burulma) momenti M_d , dönme halindeki mukavemet momenti W_d olmak üzere kayma gerilmesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.



Elektrik motoru ile uygulanan moment (burulma zorlanması)

$$\tau = \frac{M_d}{W_d} \leq \tau_{em} \quad (1)$$

Döndürme momenti, güç-açısıl hız ya da kuvvet-hız bağıntısından hesaplanabilir.

Güç-açısıl hız bağıntısı:

$$N = M_d W \quad (2)$$

$$W = \frac{2 \pi n}{60} = \frac{\pi n}{30} \quad (3)$$

$$N = \frac{M_d \pi n}{30} \quad (4)$$

Motor gücü PS (BG, HP) veya KW ile ifade edilir.

Motor gücü KW ile ifade edilirse;

1KW = 1000Nm/s alınarak döndürme momenti hesaplanır.

$$N [kW] * 1000 \left[\frac{Nm}{s} \right] = \frac{M_d \pi n}{30} \quad (5)$$

$$M_d [Nm] = 9550 \frac{N [kW]}{n [dev/dak]} \quad (6)$$

Motor gücü PS (BG, HP) ile verilirse,

1PS = 735.5Nm/s alınarak benzer şekilde döndürme momenti hesaplanır.

$$M_d [Nm] = 7023 \frac{N [PS, HP, BG]}{n [dev/dak]} \quad (7)$$

Dönen silindirik elemanlar için mukavemet momenti

$$W_d = \frac{\pi d^3}{16} \quad (8)$$

Kuvvet – çizgisel hız bağıntısı:

$$N = F V \quad (9)$$

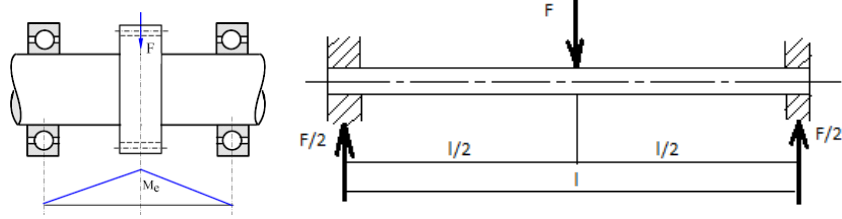
$$\text{Çizgisel hız} \quad V = \pi d n / 60 \quad (10)$$

$$\text{Çizgisel hız – açısal bağıntısı} \quad V = w \frac{d}{2} \quad (11)$$

$$\text{Kuvvet – moment bağıntısı} \quad M d = F \frac{d}{2} \quad (12)$$

Millerin Eğilmeye Zorlanması

Mil üzerindeki yükler mili eğilmeye zorlar. Burada yüklerin mil ortasına etki ettiği varsayılarak eğilme hesabı yapılmıştır.



Milin eğilmeye zorlanması

Milin eğilme gerilmesi

$$\sigma = \frac{M_e}{W_e} \leq \sigma_{e,em} \quad (13)$$

Eğilme için mukavemet momenti

$$W_e = \frac{\pi d^3}{32} \quad (14)$$

Eğilme momenti (l mili destekleyen elemanlar arasındaki uzaklık, F yük)

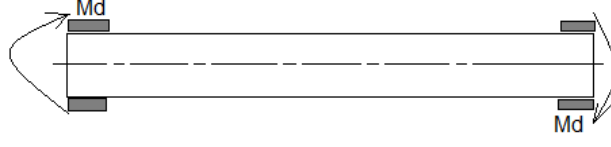
$$M_e = \frac{F l}{4} \quad (15)$$

Millerin Eğilme + Burulmaya Zorlanması (Eşdeğer Gerilme)

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_f}{W_e} \quad (16)$$

$$M_f = \sqrt{(M_d)^2 + (M_e)^2} \quad (17)$$

ÖRNEK PROBLEM 3.1. Çapı 20 mm olan bir mil 40 KW güçlü motorla dakikada 1475 devirle tahrik edilecektir. Milin yapımında kullanılacak malzemenin kayma gerilmesi ne olmalıdır (S = 4 alınır).



Veriler:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$N = 40 \text{ kW}$$

$$n = 1475 \text{ dev/dak}$$

$$S = 4$$

ÇÖZÜM 3.1.

$$\tau_{em} = \frac{Md}{Wd}$$

$$Wd = \frac{\pi d^3}{16}$$

$$Wd = \frac{\pi (20 \text{ mm})^3}{16} \rightarrow Wd = 1570 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau}{S} \rightarrow \tau = \tau_{em} S$$

$$Md = 9545 \frac{N [kW]}{n [dev/dak]}$$

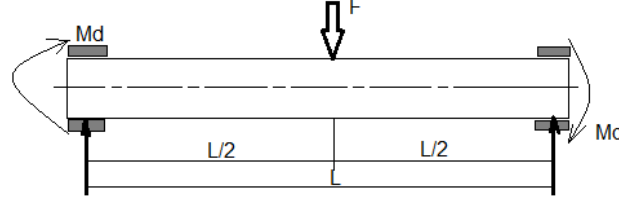
$$M [Nm] = 9545 \frac{40 \text{ kW}}{1475 \text{ dev/dak}} \rightarrow Md = 258,96 \text{ Nm}$$

$$Md = 258.960 \text{ Nmm}$$

$$\tau_{em} = \frac{258.960 \text{ Nmm}}{1570 \text{ mm}^3} \rightarrow \tau_{em} = 164,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \tau_{em} S = 164,9 \frac{N}{\text{mm}^2} * 4 \rightarrow \tau = 659,6 \text{ N/mm}^2$$

ÖRNEK PROBLEM 3.2. 100 kW güçlü bir motorla 2000 d/dk devirle tahrik edilen 1,2 m uzunluktaki bir milin ortasına 250 kp'luk bir yük etki etmektedir. Mil malzemesinin gerilme değerleri eğilme için 70000 N/cm², kayma için 45000 kp/cm²'dir. Milin emniyetli çapını belirleyiniz.



Veriler:

$$N = 100 \text{ kW}$$

$$n = 200 \text{ dev/dak}$$

$$l = 1,2 \text{ m}$$

$$F = 250 \text{ kp}$$

$$\sigma_e = 70.000 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau = 45.000 \text{ kp/cm}^2$$

ÇÖZÜM 3.2.

Emniyetli mil çapı eşdeğer gerilmeye göre hesaplanacaktır.

$$\sigma_{e,em} = \frac{Mf}{We}; Mf = \sqrt{Me^2 + Md^2}; We = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$Md [\text{Nm}] = 9549 \frac{N [\text{kW}]}{n [\text{dev/dak}]}$$

$$Md = 9549 \frac{100}{2000} \rightarrow Md = 477,45 \text{ Nm veya } Md = 477.450 \text{ Nmm}$$

$$Me = \frac{F \times l}{4}$$

$$Me = \frac{250 \text{ kp} \times 1,2 \text{ m} \times 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kp}}}{4} \rightarrow$$

$$Me = 735,75 \text{ Nm veya } Me = 735.750 \text{ Nmm}$$

$$Mf = \sqrt{(477,45 \text{ Nm})^2 + (735,75 \text{ Nm})^2} \rightarrow$$

$$Mf = 877,090 \text{ Nm; } Mf = 877.090 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_{e,em} = \frac{\sigma_e}{S} \rightarrow \sigma_{e,em} = \frac{70.000 \text{ N/cm}^2}{7} \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_{e,em} = 100 \text{ N/mm}^2$$

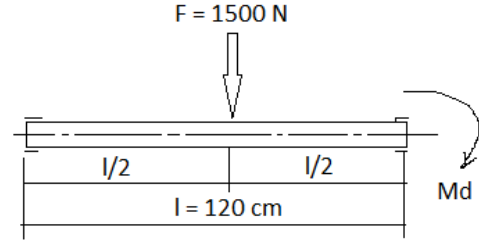
$$\sigma_{e,em} = \frac{32 Mf}{\pi d^3} \rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 Mf}{\pi \sigma_{e,em}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 877.090 \text{ Nmm}}{\pi * 100 \text{ N/mm}^2}}$$

$$d = 44,7 \text{ mm}$$

$$\mathbf{d \cong 45 \text{ mm}}$$

ÖRNEK PROBLEM 3.3. Tam ortasına 1500 N yük gelen 120 cm uzunluktaki bir mil 20 KW güçlü motorla 1450 dev/dak devirle tahrik edilmektedir. Mil malzemesinin emniyetli eğilme gerilmesi 200 N/mm², kayma gerilmesi 210 N/mm²’dir.

- Burulma (kayma) hali için milin emniyetli çapını,
- Eğilme hali için milin emniyetli çapını,
- Eğilme+burulma hali için milin çapını (eşdeğer gerilme) hesaplayınız.



Veriler:

$$F = 1500 \text{ N}$$

$$l = 120 \text{ cm}$$

$$N = 20 \text{ kW}$$

$$n = 1450 \text{ dev/dak}$$

$$\sigma_{e,em} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{em} = 210 \text{ N/mm}^2$$

ÇÖZÜM 3.3.

a) Burulma (kayma) hali

$$\tau_{em} = \frac{M_d}{W_d} \quad (1)$$

M_d döndürme momenti, W_d döndürme hali için mukavemet momenti

Döndürme halinde mukavemet momenti:

$$W_d = \frac{\pi d^3}{16} \quad (2)$$

Döndürme (burulma) momenti:

$$M_d [\text{Nm}] = 9545 \frac{N [\text{KW}]}{n [\text{dev/dak}]} \quad (3)$$

$$M_d = 9545 \frac{20 [\text{KW}]}{1450 [\text{dev/dak}]} \text{ ise}$$

$$\mathbf{M_d = 131.655 Nm \rightarrow M_d = 131655 \text{ Nmm}}$$

(1) ve (2) nolu denklemlerden

$$\tau_{em} = \frac{16 M_d}{\pi d^3} \quad (4)$$

Emniyetli mil çapı, kayma hali için;

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_d}{\pi \tau_{em}}} \quad (5)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 131655 [\text{Nmm}]}{\pi 210 [\text{N/mm}^2]}} \rightarrow d = \sqrt[3]{3194.5 \text{ mm}^3}$$

$d = 14.7 \text{ mm}$ ise $\mathbf{d \cong 15 \text{ mm}}$ seçilir.

b) Eğilme hali

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_e}{W_e} \quad (6)$$

M_e eğilme momenti,

$$M_e = \frac{Fl}{4} \quad (7)$$

$$M_e = \frac{1500 \text{ N} \times 1,20 \text{ m}}{4}$$

$$\mathbf{M_e = 450 Nm \rightarrow M_e = 450000 \text{ Nmm}}$$

W_e eğilme için mukavemet momenti

$$W_e = \frac{\pi d^3}{32} \quad (8)$$

(6) denkleminde yerine yazılır.

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_e}{\frac{\pi d^3}{32}} \quad (9)$$

Emniyetli mil çapı, eğilme için;

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_d}{\pi \sigma_{e,em}}} \quad (10)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 450000 \text{ [Nmm]}}{\pi \cdot 200 \text{ [N/mm}^2]}} \rightarrow d = \sqrt[3]{22930 \text{ mm}^3}$$

$$\mathbf{d = 27.5 \text{ mm} \rightarrow d \cong 28 \text{ mm}}$$

c) Eğilme+burulma hali (eşdeğer gerilme)

Eşdeğer hal dikkate alınır. Eğilme hali gibi, ancak moment için eğilme yerine M_f eşdeğer momenti değeri dikkate alınır.

$$\sigma_{e,em} = \frac{M_f}{W_e} \quad (11)$$

$$M_f = \sqrt{M_e^2 + M_d^2} \quad (12)$$

$$M_f = \sqrt{(450 \text{ Nm})^2 + 131.655 \text{ Nm}^2}$$

$$M_f = \sqrt{219833 \text{ (Nmm}^2\text{)}}$$

$$\mathbf{M_f = 468.864 \text{ Nm} \rightarrow M_f = 468864 \text{ Nmm}}$$

(8) (11) denklemlerinden

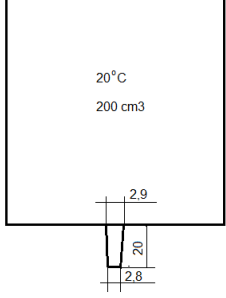
$$\sigma_{e,em} = \frac{32 M_f}{\pi d^3} \quad (13)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_f}{\pi \sigma_{e,em}}} \quad (14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \times 468864 \text{ Nmm}}{\pi \cdot 200 \text{ N/mm}^2}} \rightarrow d = \sqrt[3]{23891 \text{ mm}^3}$$

$$\mathbf{d = 28.7 \text{ mm} \rightarrow d \cong 29 \text{ mm}}$$

YAĞLAR/VİSKOZİTE

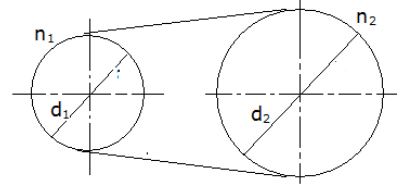
ÖRNEK PROBLEM 3.4. 20 °C sıcaklıkta Engler viskozimetresinde 200 cm² yağ 375 saniyede boşalmıştır. Yağın viskozitesi Engler cinsinden kaçtır?	
Veriler: $t_y = 375 \text{ s}$ Su için $t_s = 50 \text{ s}$	ÇÖZÜM 3.4. $E = \frac{t_y}{t_s} \quad (1)$ $E = \frac{375 \text{ s}}{50 \text{ s}} \rightarrow E = 7,5 E^0$

ÖRNEK PROBLEM 3.5. 20 °C’de bir yağın akması için geçen süre 325 saniye olarak belirlenmiştir. Engler derecesi cinsinden yağın viskozitesini hesaplayınız. Yağın yoğunluğu 0.9 kg/dm³ olduğuna göre dinamik viskozitesini hesaplayınız.	
Veriler: Yağın akma süresi, $t_y = 325 \text{ s}$ Suyun akma süresi, $t_s = 50 \text{ s}$ Yağın özgül ağırlığı, $\gamma = 0.9 \text{ g/cdm}^3$ İstenenler: E, η	ÇÖZÜM 3.5. Engler viskozitesi: $E = \frac{t_y}{t_s}$ $E = \frac{325}{50} \rightarrow E = 6.5 E^0$ Dinamik viskozite: $\eta = \gamma \left(0.00074 E - \frac{0.00064}{E} \right) [\text{kgs/m}^2]$ $\eta = \gamma \left(0.00074 \times 6.5 - \frac{0.00064}{6.5} \right) [\text{kgs/m}^2]$ $\eta = 0.0042 \text{ kg s/m}^2$

KASNAK-KAYIŞ DÜZENLERİ

ÖRNEK PROBLEM 3.6. Bir kasnak-kayış düzeninde döndüren kasnağın çapı 400 mm ve döndürülen kasnağın devir sayısı ise 2030 dev/dak'dır. Kayma oranı % 2.5'tir.

- Döndüren kasnağın devir sayısının 1414 dev/dak olması için döndürülen kasnağın çapı ne olmalıdır?
- Döndüren ve döndürülen kasnakların çevresel hızlarını hesaplayınız.
- Döndüren ve döndürülen kasnakların açısal hızlarını hesaplayınız.
- İletim oranını hesaplayınız.



Veriler:

$$d_1 = 400 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1414 \text{ dev/dak}$$

$$n_2 = 2030 \text{ dev/dak}$$

$$k = 0,025$$

ÇÖZÜM 3.6.

Genel denklemler:

$$\text{Hız: } V = \pi d n / 60$$

Her iki kasnak için yazılırsa;

$$V_1 = \pi d_1 n_1 / 60 \quad (1)$$

$$V_2 = \pi d_2 n_2 / 60 \quad (2)$$

Kayma olmasaydı; $V_1 = V_2$ olurdu.

Ancak kayma olduğundan, kasnaklar arasındaki hız ilişkisi

$$V_1(1 - k) = V_2 \quad (3)$$

eşitliği ile tanımlanmıştır (k: kayma oranı, ondalıklı)

(1) ve (2) denklemleri (3)'de yerine yazılırsa;

$$d_1 n_1 (1 - k) = d_2 n_2 \quad (4)$$

eşitliği elde edilir.

a) Döndürülen kasnağın çapı:

(4) denkleminde döndürülen kasnağın çapı için

$$d_2 = \frac{d_1 n_1 (1 - k)}{n_2} \quad (5)$$

denklemini elde edilir.

Veriler yerine yazılır.

$$d_2 = \frac{400 [\text{mm}] \times 1414 \left[\frac{\text{dev}}{\text{dak}} \right] (1 - 0,025)}{2030 [\text{dev/dak}]} \rightarrow d_2 = 271,7 \text{ mm}$$

b) Döndüren kasnağın çevresel hızı:

(1) nolu denklem kullanılır.

$$V_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \rightarrow V_1 = \pi \times (0,40 [\text{m}]) \times 1414 \left[\frac{\text{dev}}{\text{dak}} \right] \rightarrow V_1 = 29,60 [\text{m/s}]$$

Döndürülen kasnağın çevresel hızı için (2) nolu denklem kullanılır.

$$V_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} = \frac{\pi * 0,02717 m * 2030 dev/dak}{60}$$

$$\mathbf{V_2 = 28,86 [m/s]}$$

Kayma olmasaydı $V_1 = V_2$ olacaktı. Ancak kayma olduğu için $V_1 \neq V_2$ 'dir.

c) Açısal hız:

$$w = 2\pi n/60 \quad (6)$$

Döndüren kasnağın açısal hızı

$$w_1 = \frac{2\pi n_1}{60} \rightarrow w_1 = 2 \times \pi \times 1414 \frac{[dev]}{[dak]} \rightarrow \mathbf{w_1 = 148 [1/s]}$$

Döndürülen kasnağın açısal hızı:

$$w_{21} = \frac{2\pi n_2}{60} \rightarrow w_2 = 2 \times \pi \times 2030 \frac{[dev]}{[dak]} \rightarrow \mathbf{w_2 = 212,5 [1/s]}$$

d) İletim oranı

İletim (çeviri) oranı için genel denklem

$$\mathbf{i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}} \quad (7)$$

$$i = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow i = \frac{2030 [dev/dak]}{1414 [dev/dak]} \rightarrow \mathbf{i = 1,44}$$

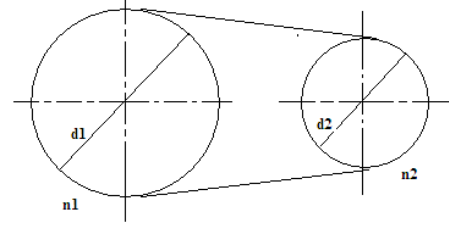
Ya da çap verileri ile;

$$i = \frac{d_1}{d_2} \rightarrow i = \frac{400 [mm]}{271,7 [mm]} \rightarrow \mathbf{i = 1,44 ?}$$

Bu işlemlerde yuvarlatmadan dolayı hatalar olabilir. Bununla birlikte, her iki yolla yapılan hesaplarda sonucun aynı değer olarak gösterilmesi gerekir.

ÖRNEK PROBLEM 3.6. Bir kasnak – kayış düzeninde döndüren kasnağın çapı 400 mm, devir sayısı 1500 d/dk'dır. Döndürülen kasnağın çapı 300 mm ve devir sayısı 1960 d/dk'dır.

- Kayma oranını hesaplayınız
- Döndüren kasnağın çevresel hızını ve açısal hızını hesaplayınız.
- Döndürülen kasnağın çevresel ve açısal hızını hesaplayınız.



Veriler:

$$d_1 = 400 \text{ mm}$$

$$n_1 = 1500 \text{ dev/dak}$$

$$d_2 = 300 \text{ mm}$$

$$n_2 = 1960 \text{ dev/dak}$$

ÇÖZÜM 3.7.

a) Kayma oranı

$$d_1 n_1 (1 - k) = d_2 n_2 \rightarrow 1 - k = \frac{d_2 n_2}{d_1 n_1}$$

$$k = 1 - \frac{d_2 n_2}{d_1 n_1}$$

$$k = 1 - \frac{0,30 \text{ m} * 1960 \text{ dev/dak}}{0,40 \text{ m} * 1500 \text{ dev/dak}} = 1 - 0,98$$

$$k = 0,02$$

b) Döndüren kasnağın çevresel ve açısal hızı;

$$V_1 = \pi d_1 n_1 / 60$$

$$V_1 = \frac{\pi * 0,40 \text{ m} * 1500 \text{ dev/dak}}{60}$$

$$V_1 = 31,42 \text{ m/s}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 * \pi * 1500 \text{ dev/dak}}{60}$$

$$\omega_1 = 157,08 \text{ 1/s}$$

c) Döndürülen kasnağın çevresel ve açısal hızı;

$$V_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} = \frac{\pi * 0,30 \text{ m} * 1960 \text{ dev/dak}}{60}$$

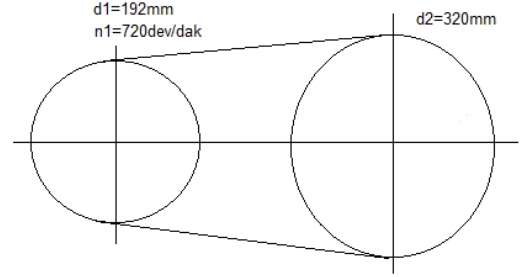
$$V_2 = 30,79 \text{ m/s}$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 * \pi * 1960 \text{ dev/dak}}{60}$$

$$\omega_2 = 205,25 \text{ 1/s}$$

ÖRNEK PROBLEM 3.8. Bir kasnak – kayış sisteminde döndüren kasnağın çapı 192 mm ve devir sayısı 720 dev/dak'dır. Döndürülen kasnağın çapı 320 mm olarak tasarlanmıştır.

- 1) Hiç kayma olmaması hali için,
- 2) % 3 kayma olması hali için;
 - a) Döndürülen kasnağın devir sayısını hesaplayınız.
 - b) Kasnakların çevresel hızlarını hesaplayınız.
 - c) Kasnakların açısal hızlarını hesaplayınız.
 - d) Kasnakların iletim oranını hesaplayınız.



Veriler:

$$d1 = 192 \text{ mm}$$

$$n1 = 720 \text{ dev/dak}$$

$$d2 = 320 \text{ mm}$$

ÇÖZÜM 3.8.

1) Hiç kayma olmaması hali;

a) Döndürülen kasnağın devir sayısı

Devir sayısı – çap ilişkisi:

$$\frac{n2}{n1} = \frac{d1}{d2} \rightarrow n2 = n1 \left(\frac{d1}{d2} \right)$$

$$n2 = 720 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \left(\frac{192 \text{ mm}}{320 \text{ mm}} \right) = 720 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} * 0,6$$

$$n2 = 432 \text{ dev/dak}$$

b) Kasnakların çevresel hızları

$$V = \pi d n / 60$$

Döndüren kasnağın çevresel hızı:

$$V1 = \frac{\pi d1 n1}{60} = \frac{\pi * 0,192 \text{ m} * 720 \text{ dev/dak}}{60}$$

$$V1 = 7,23 \text{ m/s}$$

Döndürülen kasnağın çevresel hızı:

$$V2 = \frac{\pi d2 n2}{60} = \frac{\pi * 0,32 \text{ m} * 432 \text{ dev/dak}}{60}$$

$$V2 = 7,23 \text{ m/s}$$

$$V1 = V2 = 7,23 \text{ m/s}$$

c) Kasnakların açısal hızları

$$\text{Açısal hız: } \omega = 2 \pi n / 60$$

Döndüren kasnağın açısal hızı

$$\omega1 = \frac{\pi n1}{30} = \frac{\pi * 720 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow \omega1 = 75,36 \text{ [1/s]}$$

Döndürülen kasnağın açısal hızı

$$\omega2 = \frac{\pi n2}{30} = \frac{\pi * 432 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow \omega2 = 45,22 \text{ [1/s]}$$

f) İletim oranı

$$i = \frac{n2}{n1} = \frac{432 \text{ dev/dak}}{720 \text{ dev/dak}} \rightarrow i = 0,6$$

2) % 3 kayma olması hali:

a) Döndürülen kasnağın devir sayısı

Devir sayısı – çap ilişkisi: $\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} (1 - k) \rightarrow n_2 = (1 - k) n_1 \left(\frac{d_1}{d_2}\right)$

$$n_2 = (1 - 0,03) 720 \frac{dev}{dak} \left(\frac{192 mm}{320 mm}\right) = 720 \frac{dev}{dak} * 0,6$$

$$n_2 = 419 dev/dak$$

b) Kasnakların çevresel hızları

$$V = \pi d n / 60$$

Döndüren kasnağın çevresel hızı:

$$V_1 = \pi d_1 n_1 / 60$$

$$V_1 = \frac{\pi * 0,192 m * 720 dev/dak}{60} \rightarrow V_1 = 7,23 m/s$$

Döndürülen kasnağın çevresel hızı:

$$V_2 = \pi d_2 n_2 / 60$$

$$V_2 = \frac{\pi * 0,320 m * 419 dev/dak}{60} \rightarrow V_2 = 7,02 m/s$$

$$V_2 = (1 - k)V_1 = (1 - 0,03)7,23 m/s = 7,02 m/s$$

c) Kasnakların açısal hızları

$$\text{Açısal hız: } w = 2\pi n / 60$$

Döndüren kasnağın açısal hızı

$$w_1 = 2\pi n_1 / 60$$

$$w_1 = \frac{2 \pi 720 dev/dak}{60} \rightarrow W_1 = 75,36 [1/s]$$

Döndürülen kasnağın açısal hızı

$$w_2 = 2\pi n_2 / 60$$

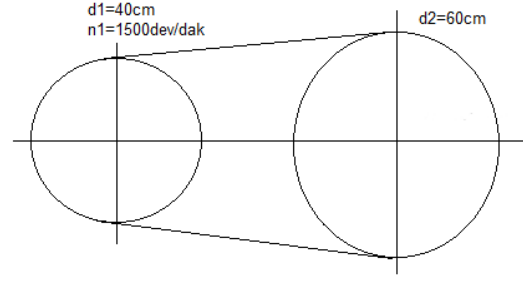
$$w_2 = \frac{2 \pi 419 dev/dak}{60} \rightarrow W_2 = 43,86 [1/s]$$

f) İletim oranı

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{419 dev/dak}{720 dev/dak} \rightarrow i = 0,58$$

ÖRNEK PROBLEM 3.9. Bir kasnak-kayış tertibatında döndüren kasnağın devir sayısı 1500 dev/dak, çapı 40 cm'dir. Döndürülen kasnağın çapı 60 cm olarak tasarlanacağına göre;

- Döndürülen kasnağın devir sayısını hesaplayınız.
- %3 kayma olması halinde döndürülen kasnağın devir sayısı ne olur?
- Her iki kasnağın çevresel hızlarını hesaplayınız ve sonucu yorumlayınız.



Verilenler:

$$N_1 = 1500 \frac{\text{dev}}{\text{dak}}$$

$$d_1 = 40 \text{ m,}$$

$$d_2 = 60 \text{ cm}$$

İstenenler:

$$n_2 (k = 0 \text{ için}),$$

$$n_2 (k = 0,03 \text{ için}), V_1, V_2$$

ÇÖZÜM 3.9.

$$\text{a) Kayma olmaması halinde: } d_1 n_1 = d_2 n_2$$

$$n_2 = n_1 \frac{d_1}{d_2}$$

$$n_2 (k = 0) = 1500 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \times \frac{40 \text{ cm}}{60 \text{ cm}}$$

$$n_2 (k = 0) = 1000 \text{ dev/dak}$$

$$\text{b) Kayma olması halinde: } d_1 n_1 (1 - k) = d_2 n_2$$

$$n_2 = n_1 \frac{d_1 (1 - k)}{d_2}$$

$$n_2 = 1500 \frac{40 \text{ cm} (1 - 0.03)}{60 \text{ cm}}$$

$$n_2 (k = 0.03) = 970 \text{ dev/dak}$$

$$\text{c) Çevre hızı: } V = \pi d n / 60$$

$$V_1 = \pi d_1 n_1 / 60$$

$$V_1 = \pi \times 0.40 \text{ m} \times 1500 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} / 60 \rightarrow V_1 = 31.4159 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \pi d_2 n_2 / 60$$

$$k = 0 \text{ için;}$$

$$V_2 = \pi \times 0.60 \text{ m} \times 1000 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} / 60 \rightarrow V_2 = 31.4159 \text{ m/s}$$

$$k = 0.03 \text{ için;}$$

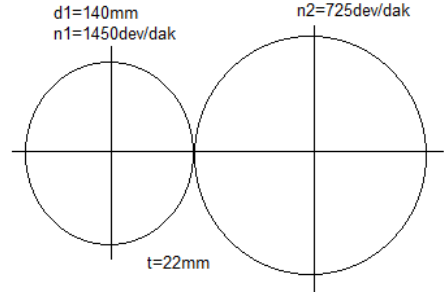
$$V_2 = \pi \times 0.60 \text{ m} \times 970 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} / 60 \rightarrow V_2 = 30.473 \text{ m/s}$$

Kayma olmaması halinde döndüren ve döndürülen kasnakların çevresel hızları birbirine eşittir. Kaymanın olması halinde döndürülen kasnağın çevresel hızı kayma oranında azalmaktadır. Çap değişmediği için çevresel hızın devir sayısı ile orantılı olarak değişmektedir.

DİŞLİ ÇARK SİSTEMLERİ

ÖRNEK PROBLEM 3.10. Bir dişli çark sisteminde döndüren dişlinin çapı 140 mm, devir sayısı 1450 d/dk, diş adımı 22 mm'dir. Döndürülen dişli çarkın 725 d/dk ile tahrik edilmesi istenmektedir.

- Döndürülen dişli çarkın çapını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların diş sayılarını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların çevresel hızlarını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların açısal hızlarını,
- Dişli çark sisteminin iletim oranını hesaplayınız.



Veriler:

t = 22 mm
d1 = 140 mm
n1 = 1450 dev/dak
n2 = 725 dev/dak

ÇÖZÜM 3.10.

a) Döndürülen dişli çarkın çapı

$$\frac{Z2}{Z1} = \frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1}$$

$$d2 = d1 \left(\frac{n1}{n2} \right) = 140 \text{ mm} \left(\frac{1450 \text{ dev/dak}}{725 \text{ dev/dak}} \right)$$

$$d2 = 280 \text{ mm}$$

b) Diş sayıları

$$\pi d1 = Z1 t \rightarrow Z1 = \frac{\pi d1}{t}$$

$$Z1 = \frac{\pi * 140 \text{ mm}}{22 \text{ mm}} \rightarrow Z1 = 20 \text{ adet}$$

$$Z2 = \frac{\pi * 280 \text{ mm}}{22 \text{ mm}} \rightarrow Z2 = 40 \text{ adet}$$

Veya

$$Z2 = Z1 \left(\frac{n1}{n2} \right) = 20 \left(\frac{1450 \text{ dev/dak}}{725 \text{ dev/dak}} \right) \rightarrow Z2 = 40 \text{ adet}$$

Ya da

$$Z2 = Z1 \left(\frac{d2}{d1} \right) = 20 \left(\frac{280 \text{ mm}}{140 \text{ mm}} \right) \rightarrow Z2 = 40 \text{ adet}$$

c) Çevresel hızlar

$$V = \frac{\pi d n}{60}$$

Döndüren dişli çarkın çevresel hızı:

$$V1 = \frac{\pi d1 n1}{60} = \frac{\pi * 0,140 \text{ m} * 1450 \text{ dev/dak}}{60}$$

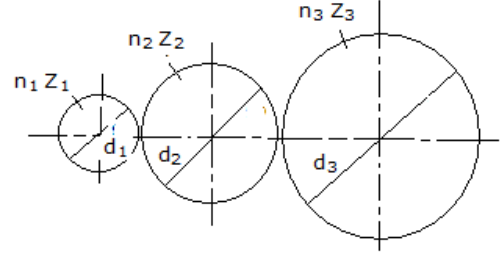
$$V1 = 10,62 \text{ m/s}$$

Döndürülen dişli çarkın çevresel hızı:

	$V2 = \frac{\pi d2 n2}{60} = \frac{\pi * 0,280 m * 725 dev/dak}{60}$ $V2 = 10,62 m/s$ $V1 = V2 = 10,62 m/s$ d) Açısal hızlar Açısal hız: $w = 2\pi n/60$ Döndüren dişli çarkın açısal hızı: $w1 = \frac{2 * \pi * 1450 dev/dak}{60} \rightarrow w1 = 151,77 [1/s]$ Döndürülen dişli çarkın açısal hızı: $w2 = \frac{2 \pi n2}{60} = \frac{2 * \pi * 725 dev/dak}{60} \rightarrow w2 = 75,88 [1/s]$ e) İletim oranı Devir sayısı, çap veya diş sayısı oranlarına bağlı olarak hesaplanabilir. $i = \frac{n2}{n1} = \frac{725 dev/dak}{1450 dev/dak} \rightarrow i = 0,5$ $i = \frac{d1}{d2} = \frac{140 mm}{280 mm} \rightarrow i = 0,5$ $i = \frac{Z1}{Z2} = \frac{20 adet}{40 adet} \rightarrow 0,5$
--	--

ÖRNEK PROBLEM 3.11. Aşağıdaki şekilde verilen paralel üçlü dişli çark mekanizmasında birinci dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı 100 mm, ikinci dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı 200 mm ve üçüncü dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı ise 300 mm'dir. Birinci dişli çarkın devir sayısı 2220 dev/dak, diş modülü 10 mm'dir.

- İkinci dişli çarkın devir sayısını,
- Üçüncü dişli çarkın devir sayısını,
- Dişli çarkların diş sayılarını,
- Dişli çarkların çevresel hızlarını,
- Dişli çarkların açısal hızlarını hesaplayınız.



Veriler:

$$\begin{aligned} d_1 &= 100 \text{ mm} \\ d_2 &= 200 \text{ mm} \\ d_3 &= 300 \text{ mm} \\ n_1 &= 2220 \text{ dev/dak} \\ m &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

ÇÖZÜM 3.11.

a) İkinci dişli çarkın devir sayısı:

Dişli çarklarda, kasnak – kayışlar gibi kayma olmaz;

$$V_1 = V_2 = V_3 \quad (1)$$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2 = d_3 n_3 \quad (2)$$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2 \rightarrow n_2 = n_1 \frac{d_1}{d_2} \quad (3)$$

$$n_2 = 2220 [\text{dev/dak}] \frac{100 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \rightarrow n_2 = 1110 [\text{dev/dak}]$$

b) Üçüncü dişli çarkın devir sayısı:

$$d_2 n_2 = d_3 n_3 \rightarrow n_3 = n_2 \frac{d_2}{d_3} \quad (4)$$

$$n_3 = 1110 [\text{dev/dak}] \frac{200 \text{ mm}}{300 \text{ mm}} \rightarrow n_3 = 740 \text{ dev/dak}$$

c) Dişli çarkların diş sayıları:

Dişli çarkların çevreleri için

$$\pi d = Zt \quad (5)$$

Denklemleri geçerlidir. Burada; d dişli çark yuvarlanma dairesi çapı, Z diş sayısı ve t ise diş adımıdır.

Dişli çarkların diş modülleri ve dolayısıyla diş adımları değişmez.

Diş modülü ile diş adımı arasında aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$m = \frac{t}{\pi} \rightarrow t = \pi m \quad (6)$$

Birinci dişli için diş sayısı:

$$\pi d_1 = Z_1 t \quad (7)$$

$$Z_1 = \frac{\pi d_1}{t} \quad (8)$$

(6) denklemindeki t (8) denkleminde yerine yazılırsa;

$$Z_1 = \frac{\pi d_1}{\pi m} \rightarrow Z_1 = \frac{d_1}{m} \quad (9)$$

denklemleri elde edilir.

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} \rightarrow Z_1 = \frac{100 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow \mathbf{Z_1 = 10 \text{ adet}}$$

Benzer şekilde;

İkinci dişlinin diş sayısı:

$$Z_2 = \frac{d_2}{m} \rightarrow Z_2 = \frac{200 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow \mathbf{Z_2 = 20 \text{ adet}}$$

Üçüncü dişlinin diş sayısı:

$$Z_3 = \frac{d_3}{m} \rightarrow Z_3 = \frac{300 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow \mathbf{Z_3 = 30 \text{ adet}}$$

d) Dişil çarkların çevresel hızları

$$V = \pi d n / 60 \quad (10)$$

$$V_1 = \pi d_1 / 60$$

$$V_1 = \pi 0.100 \text{ [m]} 2220 \text{ [dev/dak]} / 60 \rightarrow \mathbf{V_1 = 11.618 \text{ [m/s]}}$$

$$V_2 = \pi d_2 n_2 / 60$$

$$V_2 = \pi 0.200 \text{ [m]} 1110 \text{ [dev/dak]} / 60 \rightarrow \mathbf{V_2 = 11.618 \text{ [m/s]}}$$

$$V_3 = \pi d_3 n_3 / 60$$

$$V_3 = \pi 0.300 \text{ [m]} 740 \text{ [dev/dak]} / 60 \rightarrow \mathbf{V_3 = 11.618 \text{ [m/s]}}$$

e) Dişli çarkların açısal hızları

$$w = 2 \pi n / 60 \quad (11)$$

$$w_1 = 2 \pi n_1 / 60$$

$$w_2 = 2 \pi 2220 \frac{[dev/dak]}{60} \rightarrow \mathbf{w_2 = 232.36 \text{ [1/s]}}$$

$$w_2 = 2 \pi n_2 / 60$$

$$w_2 = \frac{2 \pi 1110 [dev/dak]}{60} \rightarrow \mathbf{w_2 = 116.118 \text{ [1/s]}}$$

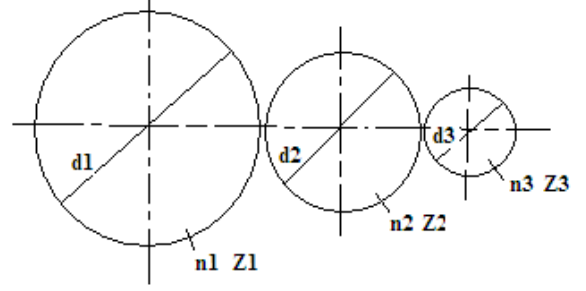
$$w_3 = 2 \pi n_3 / 60$$

$$w_3 = \frac{2 \pi 740 [dev/dak]}{60} \rightarrow \mathbf{w_3 = 77.453 \text{ [1/s]}}$$

Açısal hızlar için; $w_1 \neq w_2 \neq w_3$ olduğu görülmektedir.

ÖRNEK PROBLEM 3.12. Aşağıdaki şekilde verilen paralel üçlü dişli çark mekanizmasında birinci dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı 300 mm, ikinci dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı 200 mm ve üçüncü dişli çarkın yuvarlanma dairesi çapı ise 100 mm'dir. Birinci dişli çarkın devir sayısı 1480 d/dk, diş modülü 10 mm'dir.

- İkinci dişli çarkın devir sayısını,
- Üçüncü dişli çarkın devir sayısını,
- Birinci, ikinci ve üçüncü dişli çarkın diş sayılarını,
- Birinci, ikinci, ve üçüncü dişli çarkın çevresel hızlarını,
- Birinci, ikinci ve üçüncü dişli çarkın açısal hızlarını hesaplayınız.



Veriler:

$$\begin{aligned} d1 &= 300 \text{ mm} \\ d2 &= 200 \text{ mm} \\ d3 &= 100 \text{ mm} \\ n1 &= 1480 \text{ dev/dak} \\ m &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

ÇÖZÜM 3.12.

a) İkinci dişli çarkın devir sayısı;

$$d1 n1 = d2 n2 = d3 n3 = \dots = d_n n_n$$

$$d1 n1 = d2 n2 \rightarrow n2 = n1 \left(\frac{d1}{d2} \right)$$

$$n2 = 1480 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \left(\frac{300 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} \right) \rightarrow n2 = 2220 \text{ dev/dak}$$

b) Üçüncü dişli çarkın devir sayısı;

$$d2 n2 = d3 n3 \rightarrow n3 = n2 \left(\frac{d2}{d3} \right)$$

$$n3 = 2220 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \left(\frac{200 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} \right) \rightarrow n3 = 3330 \text{ dev/dak}$$

c) Dişli çarkların diş sayıları;

$$\pi d = Zt$$

$$\pi d1 = z1 t \rightarrow Z = \frac{\pi d1}{t}$$

$$m = \frac{t}{\pi} \rightarrow t = \pi m$$

$$Z1 = \frac{\pi d1}{\pi m} = \frac{d1}{m} \rightarrow Z1 = \frac{300 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow Z1 = 30 \text{ adet}$$

$$\pi d2 = z2 t \rightarrow Z = \frac{\pi d2}{t}$$

$$Z2 = \frac{\pi d2}{\pi m} = \frac{d2}{m} \rightarrow Z2 = \frac{200 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow Z2 = 20 \text{ adet}$$

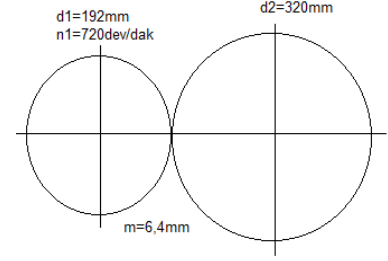
$$\pi d3 = z3 t \rightarrow Z = \frac{\pi d3}{t}$$

$$Z3 = \frac{\pi d3}{\pi m} = \frac{d3}{m} \rightarrow Z3 = \frac{100 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \rightarrow Z3 = 10 \text{ adet}$$

	d) Dişil çarkların çevresel hızları; $V = \pi d n / 60$ $V_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{\pi * 0,30 \text{ m} * 1480 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V_1 = 23,25 \text{ m/s}$ $V_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} = \frac{\pi * 0,20 \text{ m} * 2220 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V_2 = 23,25 \text{ m/s}$ $V_3 = \frac{\pi d_3 n_3}{60} = \frac{\pi * 0,10 \text{ m} * 3330 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V_3 = 23,25 \text{ m/s}$ $V_1 = V_2 = V_3 = 23,25 \text{ m/s}$ e) Dişli çarkların açısal hızları; $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ $\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{\pi * 1480 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow \omega_1 = 154,98 \text{ [1/s]}$ $\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} = \frac{\pi * 2220 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow \omega_2 = 232,48 \text{ [1/s]}$ $\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{\pi * 3330 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow \omega_3 = 348,71 \text{ [1/s]}$ $\omega = 2\pi n / 60$ $\omega_1 \neq \omega_2 \neq \omega_3$ olduğu görülmüştür.
--	--

ÖRNEK PROBLEM 3.13. Diş modülü 6,4 mm olan bir dişli çiftinden döndüren dişli çarkın bölüm dairesi çapı 192 mm ve devir sayısı 720 dev/dak'dır. Döndürülen dişli çarkın bölüm dairesi çapı 320 mm olarak tasarlanmıştır.

- Döndürülen dişinin devir sayısını hesaplayınız.
- Dişli çarkların çevresel hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların açısal hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş adımlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş sayılarını hesaplayınız.
- İletim oranını hesaplayınız.



Veriler:

$$m = 6,4 \text{ mm}$$

$$d1 = 192 \text{ mm}$$

$$n1 = 720 \text{ dev/dak}$$

$$d2 = 320 \text{ mm}$$

ÇÖZÜM 3.13.

a) Döndürülen dişli çarkın devir sayısı

$$\text{Devir sayısı - çap ilişkisi: } \frac{n2}{n1} = \frac{d1}{d2} \rightarrow n2 = n1 \left(\frac{d1}{d2} \right)$$

$$n2 = 720 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \left(\frac{192 \text{ mm}}{320 \text{ mm}} \right) = 720 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} * 0,6$$

$$n2 = 432 \text{ dev/dak}$$

b) Dişli çarkların çevresel hızları

$$V = \pi d n / 60$$

Döndüren dişli çarkın çevresel hızı:

$$V1 = \pi d1 n1 / 60$$

$$V1 = \frac{\pi * 0,192 \text{ m} * 720 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V1 = 7,23 \text{ m/s}$$

Döndürülen dişli çarkın çevresel hızı:

$$V2 = \pi d2 n2 / 60$$

$$V2 = \frac{\pi * 0,320 \text{ m} * 432 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V2 = 7,23 \text{ m/s}$$

$$V1 = V2 = 7,23 \text{ m/s}$$

c) Dişli çarkların açısal hızları

$$\text{Açısal hız: } w = \pi n / 30$$

Döndüren dişli çarkın açısal hızı

$$w1 = \frac{\pi * 720 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow w1 = 75,36 [1/s]$$

Döndürülen dişli çarkın açısal hızı

$$w2 = \frac{\pi * 432 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow w2 = 45,22 [1/s]$$

d) Dişli çarkların diş adımları

$$t1 = t2 = t = \pi m = \pi * 6,4 \text{ mm} = 20 \text{ mm}$$

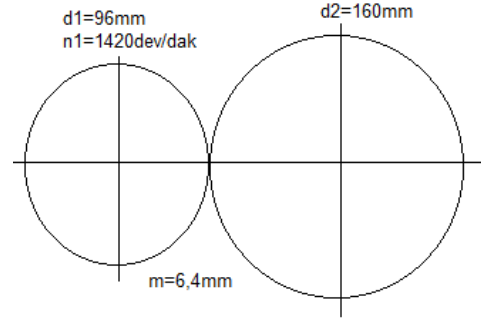
e) Dişli çarkların diş sayıları

Döndüren dişli çarkın diş sayısı

	$\pi d_1 = Z_1 t \rightarrow Z_1 = \frac{\pi d_1}{t}$ $Z_1 = \frac{\pi * 192 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} \rightarrow Z_1 = 30 \text{ adet}$ Döndürülen dişli çarkın diş sayısı $Z_1 = \frac{\pi * 320 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} \rightarrow Z_1 = 50 \text{ adet}$ veya birinci dişli çark sayısının belirli olması halinde; $\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \text{ eşitliğinden yararlanılarak ikinci dişli çark sayısı hesaplanabilir.}$ $Z_2 = Z_1 \left(\frac{n_1}{n_2} \right) = 30 \left(\frac{720 \text{ dev/dak}}{432 \text{ dev/dak}} \right) \rightarrow Z_2 = 50 \text{ adet}$ $Z_2 = Z_1 \left(\frac{d_2}{d_1} \right) = 30 \left(\frac{320 \text{ mm}}{192 \text{ mm}} \right) \rightarrow Z_2 = 50 \text{ adet}$ f) İletim oranı $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{432 \text{ dev/dak}}{720 \text{ dev/dak}} \rightarrow i = 0,6$
--	---

ÖRNEK PROBLEM 3.14. Diş modülü 6,4 mm olan bir dişli çiftinden döndüren dişli çarkın bölüm dairesi çapı 96 mm ve devir sayısı 1420 d/dk'dır. Döndürülen dişli çarkın bölüm dairesi çapı 160 mm olarak tasarlanmıştır.

- Döndürülen dişinin devir sayısını hesaplayınız.
- Dişli çarkların çevresel hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların açısal hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş sayılarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş adımlarını hesaplayınız.



Veriler:

$$m = 6,4 \text{ mm}$$

$$d1 = 96 \text{ mm}$$

$$n1 = 1420 \text{ dev/dak}$$

$$d2 = 160 \text{ mm}$$

ÇÖZÜM 3.14.

$$a) n2 = ?$$

$$d1n1 = d2n2 \rightarrow n2 = n1(d1/d2)$$

$$n2 = 1420 \frac{\text{dev}}{\text{dak}} \left(\frac{96 \text{ mm}}{160 \text{ mm}} \right) \rightarrow n2 = 852 \text{ dev/dak}$$

$$b) V1 = ?, V2 = ?$$

$$V1 = \pi d1 n1 / 60$$

$$V1 = \frac{\pi * 0,096 \text{ m} * 1420 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V1 = 7,13 \text{ m/s}$$

$$V2 = \pi d2 n2 / 60$$

$$V2 = \frac{\pi * 0,160 \text{ m} * 852 \text{ dev/dak}}{60} \rightarrow V2 = 7,13 \text{ m/s}$$

$$c) w1 = \pi n1 / 30$$

$$w1 = \frac{\pi * 1420 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow w1 = 148,63 \text{ [1/s]}$$

$$w2 = \pi n2 / 30$$

$$w2 = \frac{\pi * 852 \text{ dev/dak}}{30} \rightarrow w2 = 89,18 \text{ [1/s]}$$

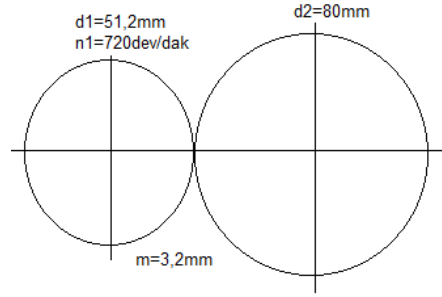
$$d) Z1 = \frac{d1}{m} \rightarrow Z1 = \frac{96 \text{ mm}}{6,4 \text{ mm}} \rightarrow Z1 = 15 \text{ adet}$$

$$Z2 = \frac{d2}{m} \rightarrow Z2 = \frac{160 \text{ mm}}{6,4 \text{ mm}} \rightarrow Z2 = 25 \text{ adet}$$

$$e) t = \pi m \rightarrow t = \pi * 6,4 \text{ mm} \rightarrow t = 20 \text{ mm}$$

ÖRNEK PROBLEM 3.15. Diş modülü 3.2 mm olan iki dişli çiftinden döndüren dişlinin çapı 51,2 mm, devir sayısı 720 dev/dak, döndüren dişlinin çapı da 80 mm'dir.

Dişli çarkların çevresel hızlarını, döndürülen dişli çarkın devir sayısını ve diğer elemanlarını hesaplayınız.



Veriler:

$$m = 3,2 \text{ mm}$$

$$d_1 = 51,2 \text{ mm}$$

$$n_1 = 720 \text{ dev/dak}$$

$$d_2 = 80 \text{ mm}$$

İstenenler

$$n_2, V_1, V_2, Z_1, Z_2, D_a$$

ÇÖZÜM 3.15.

Döndürülen dişlinin devir sayısı:

$$D_{01} n_1 = D_{02} n_2; n_2 = n_1 \frac{D_{01}}{D_{02}}$$

$$n_2 = 720 \text{ dev/dak} \frac{51,2 \text{ mm}}{80 \text{ mm}}$$

$$n_2 = 460,8 \text{ dev/dak}$$

Çevresel hız:

$$V_1 = \pi D_{01} n_1 / 60 = \pi \times 51,2 \text{ mm} \times 720 \text{ dev/dak} / 60$$

$$V_1 = 1929 \text{ mm/s} = 1,929 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \pi D_{02} n_2 / 60$$

$$V_2 = \pi \times 80 \text{ mm} \times 460,8 / 60$$

$$V_2 = 1929 \text{ mm/s} = 1,929 \text{ m/s}$$

$$V_1 = V_2 = 1,929 \text{ m/s}$$

Diş sayısı:

$$Z_1 = \frac{D_{01}}{m} = \frac{51,2 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 16 \text{ adet}$$

$$Z_2 = \frac{D_{02}}{m} = \frac{80 \text{ mm}}{3,2 \text{ mm}} = 25 \text{ adet}$$

Diş adımı:

$$t_1 = t_2 = \pi m = \pi \times 3,2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$$

Diş üstü dairesi çapı:

$$D_a = D_0 + 2m$$

$$D_{a1} = D_{01} + 2m = 51,2 \text{ mm} + 2 \times 3,2 \text{ mm} = 57,6 \text{ mm}$$

$$D_{a2} = D_{02} + 2m = 80 \text{ mm} + 2 \times 3,2 \text{ mm} = 86,4 \text{ mm}$$

Diş yüksekliği:

$$h = \frac{13}{6} m = \frac{13}{6} 3,2 \text{ mm} = 6,93 \text{ mm}$$

Diş dibi dairesi çapı:

$$D_f = D_a - 2h$$

$$D_{f1} = D_{a1} - 2h = 57,6 - 2 \times 6,93 = 43,74 \text{ mm}$$

	$D_{f2} = D_{a2} - 2h = 86,4 - 2 \times 6,93 = 72,54 \text{ mm}$ Diş üstü yüksekliği: $h_1 = \frac{t}{\pi} = m = 3,2 \text{ mm}$ Diş dibi yüksekliği: $h_2 = \frac{7}{6} m = \frac{7}{6} 3,2 \text{ mm} = 3,73 \text{ mm}$ Diş genişliği: $b = 6 m = 6 \times 3,2 \text{ mm} = 19,2 \text{ mm}$ Eksenler arası: $E = \frac{D_{01} + D_{02}}{2} = \frac{51,2 \text{ mm} + 80 \text{ mm}}{2} = 65,6 \text{ mm}$ İletim oranı: $i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{460,8 \text{ dev/dak}}{720 \text{ dev/dak}} = 0,64$ Diş boşluğu: $q = \frac{21}{40} t = \frac{21}{40} \times 10 \text{ mm} = 5,25 \text{ mm}$ Diş kalınlığı: $s = \frac{19}{40} t = \frac{19}{40} \times 10 \text{ mm} = 4,75 \text{ mm}$
--	---

BÖLÜM IV

EV ÖDEVLERİ

EV ÖDEVİ NO 1.

1.1. Mühendislik Tasarımı: Tanımı, Faktörleri, Süreci

EV ÖDEVİ NO 2.

- 2.1. Bir konutta toplam 2580 kCal/h güce sahip motorlar her gün ortalama 8 saat çalıştığına göre, konutun yıllık enerji tüketimi kaç kWh'dir?
- 2.2. Bir konutta kullanılan elektrikli cihazların günlük ortalama çalışma süreleri ve güçleri aşağıdaki tabloda verildiği gibidir. Elektrik enerjisi bir fiyatı 0,71 TL/kWh olduğuna göre konutun aylık ve yıllık enerji tüketimini ve maliyetini bulunuz, tabloda gösteriniz.

Elektrikli cihaz	Gücü (W)	Günlük çalışma süresi (h/gün)
Çamaşır makinası	2000	1
Bulaşık makinası	1400	1
Buzdolabı	200	5
Fırın	2400	1
Ütü	2500	1
Elektrikli termosifon	2000	1
Televizyon	200	6
Saç kurutma makinası	1500	1
Elektrikli süpürge	700	1
Blender	300	1
Masa üstü bilgisayar	250	4
Dikiş makinası	100	1
Dizüstü bilgisayar	100	4
Aspiratör	80	1
Aydınlatma (ampul)	200	7
TOPLAM		

2.3. %30 verimle çalışan bir benzinli motor 4 saatte 24 kg benzin yakarak 500 km yol almaktadır.

- Motorun harcadığı enerji miktarını [kJ] olarak,
- Motorun yaptığı işi [kJ] olarak,
- Motorun gücünü [PS] olarak,
- Motorun km başına yakıt maliyetini [TL/km] olarak hesaplayınız.

2.4. Bir yakıtın üst ısı değerini belirlemek amacıyla, 20 g yakıt kalorimetre bombasında yakılmaktadır. Kalorimetrede bulunan 4 litre su yakıttan aldığı ısı ile 15 °C'den 55 °C'ye kadar ısınmaktadır. Yakıtın üst ısı değerini (kJ) ve (kCal) birimleri cinsinden hesaplayınız ve bunun hangi yakıt olabileceğini yazınız – yorumlayınız.

PROBLEM 4. Bir termik santralde alt ısı değeri 20.000 kJ/kg kömür % 70 verimle yakılarak elektrik enerjisi üretilecektir. Isı enerjisinin elektrik enerjisine dönüşüm verimi %92'dir. Bir günde 10 ton kömür yakılması ile elde edilecek elektrik enerjisini ve tesisin (santral) gücünü hesaplayınız. (Birimleri alanına uygun seçiniz).

PROBLEM 6. 10 bar basınç etkisindeki 250 cm²'lik yüzeye etki eden kuvveti hesaplayınız.

PROBLEM 7. İç çapı 36 cm ve yüksekliği 60 cm olan bir basınçlı kabın içinde 50 kp/cm² basınç oluşturulacaktır. Basınçlı kabın kapağı 25 mm kalınlıkta olup, 20 mm çaplı saplamalarla kaba monte edilecektir. Saplama malzemesinin çekme dayanımı 800 N/mm²'dir. Bağlantının emniyetli durumuna uygun saplama sayısını belirleyiniz ve montajın uygun iki görünüşünü çizin.

PROBLEM 8. İki ek lavhalı perçin bağlantısında perçinler aşağıdaki kuvvetler etkisinde kalmaktadır: 1- Perçin eksen yönünde 15000 kp, 2- Perçin eksenine dik yönde 20000 kp. Perçin malzemesinin çekme dayanımı 780 N/mm², kayma dayanımı 560 N/mm², ezilme dayanımı 530 N/mm²'dir. Levhaların kalınlığı 3 mm, kullanılacak perçin çapı 10 mm'dir (S = 4). Perçinin sadece eğilmeye zorlanması hali için uygun perçin sayısını belirleyiniz.

PROBLEM 9. Çapı 20 mm olan bir mil 40 KW güçlü motorla dakikada 1475 devirle tahrik edilecektir. Milin yapımında kullanılacak malzemenin kayma gerilmesi ne olmalıdır?

PROBLEM 10. 160 cm uzunluktaki bir mil 20 kW güçlü bir motorla 1450 d/dak devirle döndürülmektedir. Mil üzerine 1200 N yük geldiği tahmin edilmektedir. Mil malzemesinin kayma gerilmesi ve eğilme gerilmesi aynı ve 80 kp/mm²'dir (S = 10). Sadece burulma etkisi altındaki milin emniyetli çapını belirleyiniz.

PROBLEM 11. Diş modülü 6,4 mm olan bir dişli çiftinden döndüren dişli çarkın bölüm dairesi çapı 96 mm ve devir sayısı 720 d/dak'dır. Döndürülen dişli çarkın bölüm dairesi çapı 160 mm olarak tasarlanmıştır.

- Döndürülen dişinin devir sayısını hesaplayınız.
- Dişli çarkların çevresel hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların açılma hızlarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş sayılarını hesaplayınız.
- Dişli çarkların diş adımlarını hesaplayınız.

PROBLEM 12. Bir kasnak kayış düzeninde döndüren kasnağın devir sayısı 1400 d/dak, çapı 42 cm, döndürülen kasnağın çapı 67,2 cm, kayma oranı %2'dir. Döndürülen kasnağın çevresel hızını hesaplayınız.

PROBLEM 13. Bir dişli çark sisteminde döndüren dişlinin çapı 140 mm, devir sayısı 1450 d/dak, diş adımı 22 mm'dir. Döndürülen dişli çarkın 725 d/dak ile tahrik edilmesi istenmektedir.

- Döndürülen dişli çarkın çapını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların diş sayılarını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların çevresel hızlarını,
- Döndüren ve döndürülen dişli çarkların açılma hızlarını,
- Dişli çark sisteminin iletim oranını hesaplayınız.