

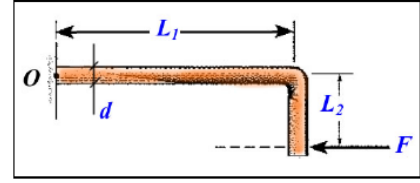


AD SOYAD ..... NO: ..... PUAN: .....

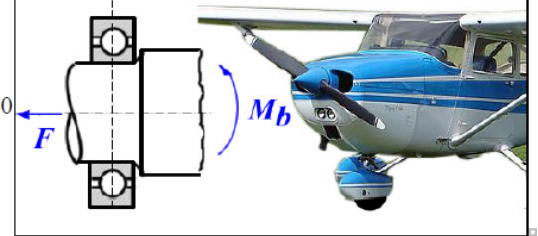
KARABÜK ÜNV., MÜH. FAK., MEKATRONİK MÜH., MAKİNE ELM DERSİ, VİZE SINAVI, 20.11.2015

Dikkat: Bulduğunuz sonuca en yakın şıkki işaretleyiniz. Puan DOĞRU SONUÇLAR üzerinden verilecektir. Soru çözümleri kâğıtlar üzerinde karışıkta olsa durmalıdır. Çözümleri bulunmayan sorular iptal olur. Şıkların yanlış olduğunu düşünüyorsanız, cevabınızı son şıkka yazın. En yakın şıkki işaretledikten sonra cevabınızı son şıkka da yazabilirsiniz. İki şıkki işaretleyen sorusu iptal olur. Değerleri ne kadar hassas alırsanız, sonuçları o kadar yakın bulursunuz. Herkesin sorusunun değerleri birbirinden farklıdır. En fazla 1 kâğıt daha isteme hakkınız var. Soru kâğıdı üzerindeki boş alanlara karalama yapabilirsiniz. BİRİMLERE dikkat ediniz. YERÇEKİMİ ivmesini= 9.81, Pİ sayısını= 3.14 alınız. N/Kg DÖNÜŞÜMLERİNDE= 9.81 kullanınız. Süre Net 75 dk, Başarılar... İ.Çayıroğlu

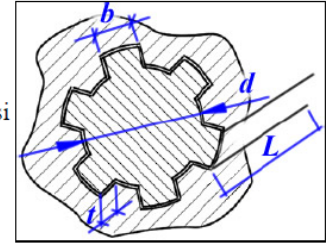
**Soru-1)(20p.)** Şekildeki gibi dirsek şeklinde bükülmüş dairesel kesitli bir milin uç kısmına  $F = 1200$  N luk kuvvet uygulanmaktadır. Buna göre O noktasında oluşan **Maksimum gerilme** nedir?(Verilenler:  $L_1 = 400$  mm,  $L_2 = 150$  mm,  $d = 12$  mm.)  
 ©642,98651 ©396,50835 ©750,15093 ©696,56872 ©685,85228 ©878,74823  
 ©964,47977 ©1071,64419 ©1135,94284 ©1200,24149 ©1232,39082  
 ©1328,83879 ©1446,71965 ©1457,4361 ©1596,74984 ©1757,49647  
 ©.....



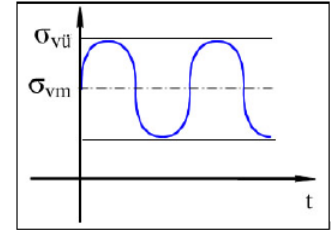
**Soru-2)(20p.)** Şekildeki gibi tek pervaneli bir uçağın motoru  $P = 340$  BG (Beygir gücündedir=HP-Horse power). Kalkış esnasında en yüksek güçte pervane  $n = 1400$  d/d ile dönmektedir. Buna göre pervane **milinin çapı** ne olmalıdır? (Mil çapını sadece burulma için hesaplayın) (Verilenler: Mil malzemesi St50 (Fe50) dir.  $\tau_{em} = 40$  N/mm<sup>2</sup>)(Not: 1 kW=1.36 BG) ©48,08378 ©51,08902 ©49,28587 ©60,10472  
 ©63,71101 ©69,72148 ©70,92357 ©76,93405 ©84,14661 ©78,13614 ©97,9707  
 ©84,14661 ©92,56128 ©114,19898 ©106,38536 ©103,38013  
 ©.....



**Soru-3)(20p.)** Aynı sorunun devamı olarak ( $P = 340$  BG,  $n = 1400$  d/d) uçağın pervanesi mile, Paralel yüzütlü çoklu kama ile bağlanacaktır. Mil üzerinde 6 adet kama bulunacaktır. Mil ve Pervane göbeği aynı malzemeden yapılmıştır (Fe50). Motor gücünün pervaneye aktarılabilmesi için **kamaların boyu ne olmalıdır (L=?)**(Verilenler:Fe50 için  $\tau_{em} = 40$  N/mm<sup>2</sup>,  $P_{em} = 50$  N/mm<sup>2</sup>,  $b = 8,5$  mm,  $t = 3,4$  mm) ©46,73216 ©55,63352 ©58,97153 ©62,30955 ©63,97855  
 ©68,98557 ©77,88693 ©82,33761 ©82,89395 ©82,33761 ©80,66861 ©83,45028  
 ©92,35165 ©89,01364 ©113,49239 ©117,94307 ©.....



**Soru-4)(20p.)** Aynı sorunun devamı olarak uçağın pervanesinde hava akımları türbülans (düzensiz akış) oluşturmaktadır ve buda milin dinamik yüke maruz kalmasına sebep olmaktadır. Pervanenin mili eksenel doğrultuda  $F = 12000 \pm 500$  N kuvvet ile çektiğini ve motorun mili  $M_d = 1750 \pm 200$  Nm lik momentle döndürdüğünü varsayarsak, bu esnada pervane milinde oluşan **en yüksek mukayese gerilmesini** bulunuz. (Bilgilendirme: bundan sonrası içi bu mukayese gerilmesi milin sürekli mukavemet diyagramında kontrolü için kullanılacaktır fakat bu aşama sorulmamıştır.) ©57,86089 ©68,16489 ©79,2615 ©84,01719 ©93,52856  
 ©100,6621 ©107,79563 ©114,92917 ©122,0627 ©118,09963 ©117,30701 ©122,0627  
 ©150,59684 ©131,57408 ©164,86391 ©151,38946 ©.....

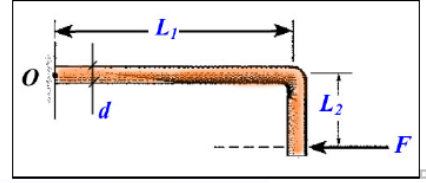


**Soru-5)(10p.Herbiri 1 p) @** Mil yüzeyine zarar vermemek için oyuk kama kullanılır. © Doğru © Yanlış @ Kaymalı yataklar içerisinde rulman kullanılır. © Doğru © Yanlış @ Çekme deneyi grafiğinde parça kopmadan önce grafik şekli aşağı doğru kıvrılır. Bu da bize gerçek gerilmenin sonlara doğru azaldığını gösterir. © Doğru © Yanlış @ Gerçek hayatta basit gerilmeye maruz bir parçanın emniyet durumu hesaplanırken oluşan maksimum gerime Akma gerilmesi ile karşılaştırılır. © Doğru © Yanlış @ Yorulma olayı sadece dinamik yüke maruz kalan parçalarda olur. © Doğru © Yanlış @ Tam değişken sürekli mukavemet gerilme değeri, bir parçanın 10 yıl dayanması için uygulanabilecek gerilme değerini gösterir. © Doğru © Yanlış @ Fe37,Fe40.. gibi çelikler genel yapı çelikleridir. © Doğru © Yanlış @ Aynı gerilme değerleri için büyük malzemeler küçük malzemelerden daha fazla yorulmaya maruz kalır. © Doğru © Yanlış @ Eşdeğer gerilme malzemenin farklı yerlerinde ortaya çıkabilecek en büyük  $\sigma$  ve  $\tau$  gerilmelerinin Von mises formülünde yerine konması ile bulunur. © Doğru © Yanlış

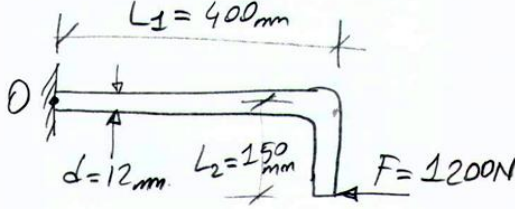
**Soru-6)(10p.) @** Düz bir milin ortasına bağlanacak kasnak yada dişlinin çentik etkisi oluşturmaması için ne gibi tasarım tedbirleri alınır. Şekil çizerek açıklayınız. (5 p)@ Düz bir milin ortasına dişli yada kasnağı bağladığımızda, sabitleme için nasıl bir tasarım düşünlüştünüz. Şekille anlatınız. (5 p) (Teknik resim kurallarına dikkat ederek çiziniz)

## ÇÖZÜMLERİ

**Soru-1)**(20p.) Şekildeki gibi dirsek şeklinde bükülmüş dairesel kesitli bir milin uç kısmına  $F = 1200 \text{ N}$  luk kuvvet uygulanmaktadır. Buna göre O noktasında oluşan **Maksimum gerilme** nedir?(Verilenler:  $L_1 = 400 \text{ mm}$ ,  $L_2 = 150 \text{ mm}$ ,  $d = 12 \text{ mm}$ .)  
 ©642,98651 ©396,50835 ©750,15093 ©696,56872 ©685,85228 ©878,74823  
 ©964,47977 ©1071,64419 ©1135,94284 ©1200,24149 ©1232,39082  
 ©1328,83879 ©1446,71965 ©1457,4361 ©1596,74984 ©1757,49647  
 ©.....



①



Bu kuvvet O noktasında ekserel kuvvet ile efilme momenti' oluşturur.

Ekserel kuvvet Basma gerilmesi' Efilme momenti' ise Efilme gerilmesi' oluşturur.

En büyük gerilme kesitin ALT noktasına olur. (B. noktasında)

$$\sqrt{b} = \frac{F}{A} = \frac{1200 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot 12^2}{4}} = 10,61 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sqrt{e})_B = \frac{M_e}{\frac{I_x}{c}} = \frac{F \cdot L_2}{\frac{I_x}{r}} = \frac{1200 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}}{\frac{\frac{\pi \cdot 12^4}{64} \text{ mm}^4}{6 \text{ mm}}} = \frac{180.000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{1017,36 \text{ mm}} = 1061,07 \text{ N/mm}^2$$

$$\sqrt{max} = \sqrt{b} + \sqrt{e} = 10,61 + 1061,07 = 1071,68$$

//Program çözümü-----

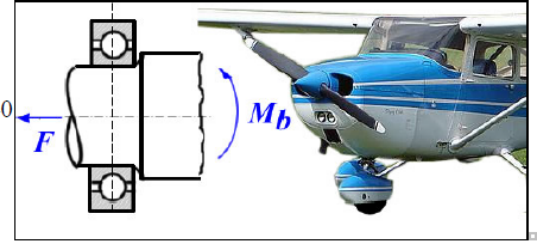
```
A = (Pi * d[i] * d[i]) / 4; //kesit alanı
σ_basma = F[i] / A; //basma gerilmesi

Me = F[i] * L2[i]; //eğilme momenti
Ix = (Pi * Math.Pow(d[i],4)/64); //Kesitin alan atalet momenti
c = d[i] / 2; //kesitin yarıçapı

σ_egilme = Me/(Ix/c); //eğilme gerilmesi
σ_max = σ_basma + σ_egilme; //Maksimum gerilme.

Sonuc = σ_max;
```

**Soru-2)**(20p.) Şekildeki gibi tek pervaneli bir uçağın motoru  $P=340$  BG (Beygir gücündedir=HP-Horse power). Kalkış esnasında en yüksek güçte pervane  $n=1400$  d/d ile dönmektedir. Buna göre pervane **milinin çapı** ne olmalıdır? (Mil çapını sadece burulma için hesaplayın) (Verilenler: Mil malzemesi St50 (Fe50) dir.  $\tau_{em}=40$  N/mm<sup>2</sup>)(Not: 1 kW=1.36 BG) ©48,08378 ©51,08902 ©49,28587 ©60,10472 ©63,71101 ©69,72148 ©70,92357 ©76,93405 ©84,14661 ©78,13614 ©97,9707 ©84,14661 ©92,56128 ©114,19898 ©106,38536 ©103,38013



2

$$P = 340 \text{ BG} / 1.36 = 250 \text{ kW} \quad \tau_{em} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$n = 1400 \text{ d/d}$$

$$M_d = 9550 \frac{P}{n} = 9550 \cdot \frac{250 \text{ kW}}{1400 \text{ d/d}} = 1705.35 \text{ Nm}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_b}{\pi \tau_{em}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1705.35 \cdot 1000}{\pi \cdot 40 \text{ N/mm}^2}} = 60.1 \text{ mm}$$

//Program çözümü-----

```
P_kw = global_P_BG / 1.36; //kw çevirdi.
```

```
Md = 9550 * (P_kw / global_n); //sonuç Nm olarak çıkar.
```

```
global_Md = Md; //sonraki sorularda da kullanmak için global değişkene attı.
```

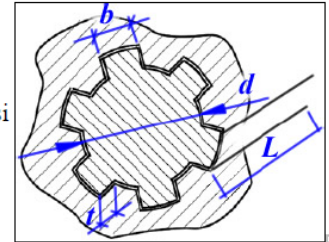
```
tem=40;
```

```
d = Math.Pow(((16*Md*1000)/(Pi*tem)), (1/3.0)); //ifadenin küp kökünü alıyor.
```

```
global_d = d; //sonraki sorularda da kullanmak için global değişkene attı.
```

```
Sonuc = d;
```

**Soru-3)**(20p.) Aynı sorunun devamı olarak ( $P=340$  BG,  $n=1400$  d/d) uçağın pervanesi mile, Paralel yüztlü çoklu kama ile bağlanacaktır. Mil üzerinde 6 adet kama bulunacaktır. Mil ve Pervane göbeği aynı malzemeden yapılmıştır (Fe50). Motor gücünün pervaneye aktarılabilmesi için **kamaların boyu** ne olmalıdır ( $L=?$ )(Verilenler:Fe50 için  $\tau_{em}=40$  N/mm<sup>2</sup>,  $\tau_{em}=50$  N/mm<sup>2</sup>,  $b=8.5$  mm,  $t=3.4$  mm) ©46,73216 ©55,63352 ©58,97153 ©62,30955 ©63,97855 ©68,98557 ©77,88693 ©82,33761 ©82,89395 ©82,33761 ©80,66861 ©83,45028 ©92,35165 ©89,01364 ©113,49239 ©117,94307 ©.....



//Program çözümü-----

```
F_cevresel= global_Md*1000/(6*global_d/2);
```

```
L= F_cevresel/(t*50);
```

```
Sonuc = L;
```



③  $P = 340 \text{ BG} = 250 \text{ kW}$   
 $n = 1400 \text{ d/d}$   
 6 adet kama var.  
 Malzeme Fe50.

$$t = 3,4 \text{ mm} \quad P_{em} = 50 \text{ N/mm}^2$$

$$b = 8,5 \text{ mm} \quad Z_{em} = 40 \text{ N/mm}^2$$

Motorun elastisite modülüne göre

$$M_d = 9550 \frac{P}{n} = 1705,35 \text{ Nm}$$

Bu moment 6 tane kama ile aktarıldığından 1 tane kamaya gelen yerel kuvvet

$$M_d = 6 \cdot F \cdot r$$

$$F = \frac{M_d}{6 \cdot r} = \frac{1705,35 \cdot 10^3}{6 \cdot \frac{60,1}{2}}$$

$$r = 30,05 \text{ mm}$$

$$F = 9458,40 \text{ N}$$

↓  
 Daha bir soruda hesaplarız

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{L \cdot t} \leq P_{em}$$

$$L = \frac{F}{t \cdot P_{em}} = \frac{9458,40 \text{ N}}{3,4 \text{ mm} \cdot 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 55,63 \text{ mm}$$

Kesmeye karşı kontrol edelim. F kuvveti dikeyden kesmeye çalışacaktır. Buna göre

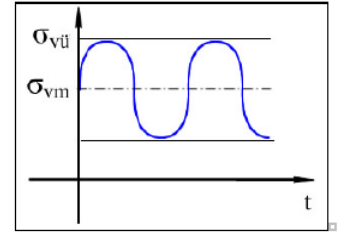


$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F}{b \cdot L} \leq \tau_{em}$$

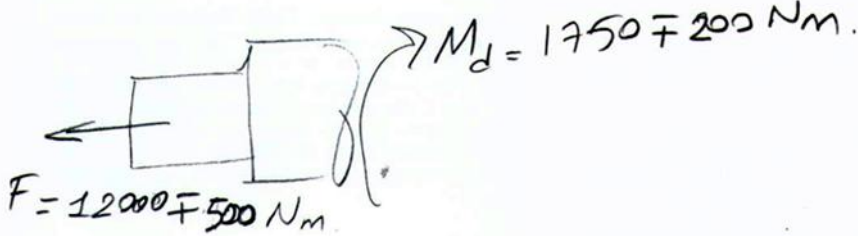
$$L = \frac{F}{b \cdot \tau_{em}} = \frac{9458,40 \text{ N}}{8,5 \text{ mm} \cdot 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 27,82 \text{ mm}$$

Kama boyu en az 55,63 mm olmalı ki yanlardan ezilme olmasın.  $L = 55,63 \text{ den}$  büyük olmalı.

**Soru-4)**(20p.) Aynı sorunun devamı olarak uçağın pervanesinde hava akımları türbülans (düzensiz akış) oluşturmakta ve buda milin dinamik yüke maruz kalmasına sebep olmaktadır. Pervanenin mili aksenal doğrultuda  $F=12000 \pm 500$  N kuvvet ile çektiğini ve motorun mili  $M_d=1750 \pm 200$  Nm lik momentle döndürdüğünü varsayarsak, bu esnada pervane milinde oluşan **en yüksek mukayese gerilmesini** bulunuz. (Bilgilendirme: bundan sonrası için bu mukayese gerilmesi milin sürekli mukavemet diyagramında kontrolü için kullanılacaktır fakat bu aşama sorulmamıştır.) ©57,86089 ©68,16489 ©79,2615 ©84,01719 ©93,52856 ©100,6621 ©107,79563 ©114,92917 ©122,0627 ©118,09963 ©117,30701 ©122,0627 ©150,59684 ©131,57408 ©164,86391 ©151,38946 ©.....



4



Çekme gerilimi

$$\bar{\sigma}_s = \frac{\bar{F}}{A} = \frac{12000 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot 60,1^2}{4} \text{ mm}^2} = 4,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_s = \frac{\bar{F}}{A} = \frac{\pm 500 \text{ N}}{\frac{\pi \cdot 60,1^2}{4} \text{ mm}^2} = 0,176 \text{ N/mm}^2$$

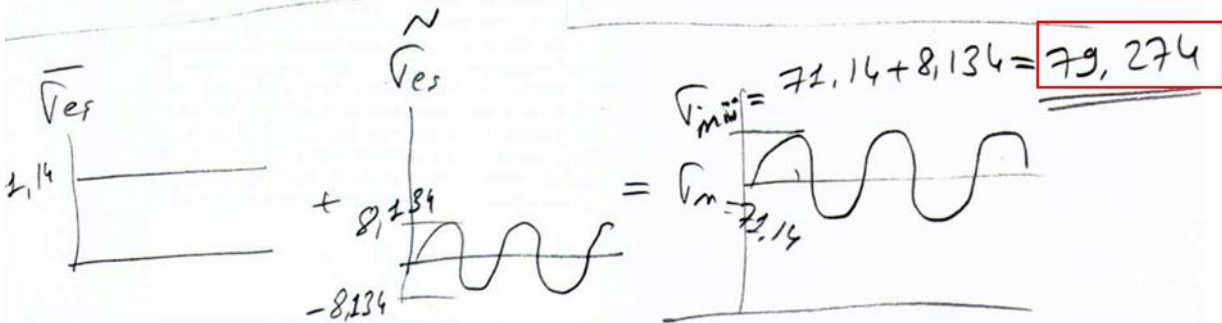
$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{(\bar{\sigma}_s)^2 + 3 \cdot \bar{\sigma}_b^2} = \sqrt{4,23^2 + 3 \cdot 41,056^2} = 71,14 \text{ N/mm}^2$$

Burulma gerilimi

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{M}_b}{\frac{I_p}{r}} = \frac{1750 \cdot 0,02 \text{ Nm}}{\frac{\pi \cdot 60,1^3}{16}} = 41,056 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_b = \frac{\bar{M}_b}{\frac{I_p}{r}} = \frac{200 \cdot 0,02 \text{ Nm}}{\frac{\pi \cdot 60,1^3}{16}} = 4,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{es} = \sqrt{(\bar{\sigma}_s)^2 + 3 \cdot \bar{\sigma}_b^2} = \sqrt{0,176^2 + 3 \cdot 4,69^2} = 8,134 \text{ N/mm}^2$$



```
//Program çözümü-----
σ_st_çek = F[i] / ((Pi * global_d * global_d)/4); //statik çekme gerilmesi
σ_din_çek = 500 / ((Pi * global_d * global_d) / 4); //dinamik çekme gerilmesi

τ_st_bur = (Md[i]*1000) / (Pi * global_d * global_d * global_d/16);
τ_din_bur = (200*1000) / (Pi * global_d * global_d * global_d / 16);

σ_st_esdeger = Math.Sqrt(σ_st_çek + 3 * τ_st_bur * τ_st_bur);
σ_din_esdeger = Math.Sqrt(σ_din_çek + 3 * τ_din_bur * τ_din_bur);

σ_muk_ust = σ_st_esdeger + σ_din_esdeger;

Sonuc = σ_muk_ust;
```

**Soru-5)(10p.Herbiri 1 p) @ Mil yüzeyine zarar vermemek için oyuk kama kullanılır. ● Doğru © Yanlış @ Kaymalı yataklar içerisinde rulman kullanılır. © Doğru ● Yanlış @ Çekme deneyi grafiğinde parça kopmadan önce grafik şekli aşağı doğru kıvrılır. Bu da bize gerçek gerilmenin sonlara doğru azaldığını gösterir. © Doğru ● Yanlış @ Gerçek hayatta basit gerilmeye maruz bir parçanın emniyet durumu hesaplanırken oluşan maksimum gerine Akma gerilmesi ile karşılaştırılır. © Doğru ● Yanlış @ Yorulma olayı sadece dinamik yüke maruz kalan parçalarda olur. ● Doğru © Yanlış @ Tam değişken sürekli mukavemet gerilme değeri, bir parçanın 10 yıl dayanması için uygulanabilecek gerilme değerini gösterir. © Doğru ● Yanlış @ Fe37,Fe40.. gibi çelikler genel yapı çelikleridir. ● Doğru © Yanlış @ Aynı gerilme değerleri için büyük malzemeler küçük malzemelerden daha fazla yorulmaya maruz kalır. ● Doğru © Yanlış @ Eşdeğer gerilme malzemenin farklı yerlerinde ortaya çıkabilecek en büyük σ ve τ gerilmelerinin Von mises formülünde yerine konması ile bulunur. © Doğru ● Yanlış**

**Soru-6)(10p.) @ Düz bir milin ortasına bağlanacak kasnak yada dişlinin çentik etkisi oluşturmaması için ne gibi tasarım tedbirleri alınır. Şekil çizerek açıklayınız. (5 p)@ Düz bir milin ortasına dişli yada kasnağı bağladığımızda, sabitleme için nasıl bir tasarım düşündürsünüz. Şekille anlatınız. (5 p) (Teknik resim kurallarına dikkat ederek çiziniz)**

