

# ASANSÖRLERDE KULLANILAN SONSUZ VİDA MEKANİZMALI REDÜKTÖRLERİN DİŞLİ ve VİDA HESAPLARI

Tayyar BİGE  
Makina Mühendisi  
AKAY MOTOR  
tayyarbige@mynet.com

## ÖZET

Sonsuz vida mekanizmalı redüktörler, çalışma prensibi olarak ters yönde kilitleme tertibatına sahip olmaları, ilk yatırım maliyetinin düşük, bakımının kolay olması ve az yer kaplaması nedeni ile asansör sisteminde tahrik makinası olarak kullanılmaktadır. Genel dişli hesaplarının olmasına rağmen, asansör makinası için düzenlenmiş çalışmaların yaygın olmaması nedeniyle, bir derlemenin yapılmasının ve örnek bir hesabın incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu çalışma, makinada kullanılan sonsuz vida mekanizmalı redüktörlerin tasarımı, hesaplamaları, imalatı ve yağlamalarına genel bir yaklaşım içermektedir.

## 1. GENEL ÖZELLİKLER:

Asansörlerde kullanılan sonsuz vida mekanizmalı redüktörlerde :

1.1-Tek kademede büyük çevrim oranları elde edilir.

1.2-Çift hızlı elektrik motoru akuple edilerek, durma hızı azaltılarak aksi yönde etkileyen kuvvetler absorbe edilirler.Uygun helis açısı ve sürtünme açısı ile blokaja yakın bir kilitleme olabilir.Helis açısı  $\alpha_m$  sürtünme açısı  $\rho$  ya eşit olduğu zaman kendi kendine frenleme teşekkül eder.

$$\tan\alpha = \tan\rho = \mu$$

bağıntısının olması frenleme açısından arzu edilen bir durumdur.Fakat verimi olumsuz etkiler.

Mekanizmanın verimi:

a-)Döndüren sonsuz vida,döndürülen dişli çark.

$$\eta_1 = \frac{\tan\alpha_m}{\tan(\alpha_m + \rho')}$$

b-)Döndüren dişli çark,döndürülen sonsuz vida.

$$\eta_2 = \frac{\tan(\alpha_m - \rho')}{\tan\alpha_m}$$

ikinci ifadede görüldüğü gibi

$$\alpha_m = \rho' \text{ olursa } \eta = 0$$

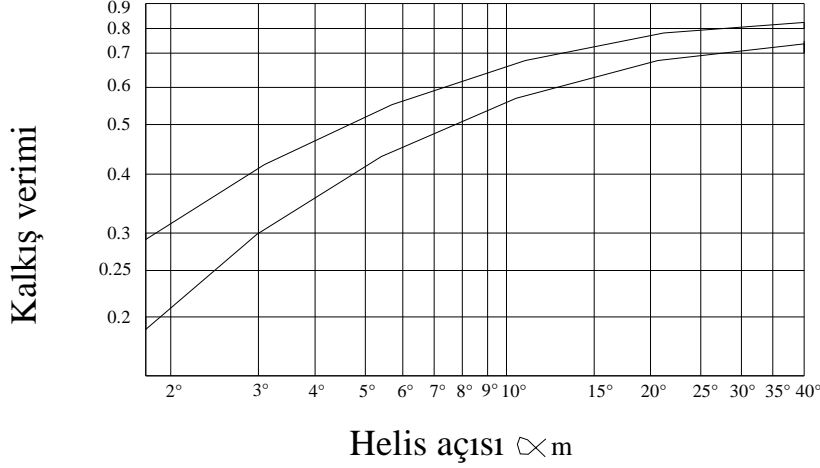
olur yani enerji iletimi imkansız olmaktadır o halde

$$\alpha_m < \rho'$$

olursa dişli çarktan vidaya enerji iletmek mümkün olur.

$\alpha_m$  = sonsuz vida Helis açısı

$\rho'$  = Dişli yanaklarındaki diklik, Sürtünme açısı



1.3-Mekanizma mil eksenleri birbirleri ile  $90^\circ$  açı oluştururlar.

1.4-Dişli ile vida arasında kayma hareketi sesizdir yüksek çalışma sıcaklıkları ve adhezyon aşınmalarına sebep olurlar. Sistemin verimi düşüktür, dişli vida verimi % 70 civarındadır. Buna elektrik motor verimi yatak sistemlerinin verimi dahil edilirse, sistemin verimi % 50 civarına iner. Dişli vida sisteminin verimini yükseltmek için yağlama durumu ve vida ile dişlinin malzemelerinin seçimi önem kazanır. Vidalı milin malzemesi 42crMo4 sementasyon çeliğinden yapılırlar. Yüzeyi sertleştirilerek taşlanır parlatılır. Karşılık dişlisi GzSnBz12 kalaylı bronz malzemedden savurma döküm tekniği ile imal edilirler.

1.5-Sonsuz vida ve dişlinin çeşitli diş profilleri DIN 3975/1'de tarif edilmiştir. Genellikle imalat kolaylığı için trapez profil vidalar kullanılır. Vidalar çukur yüzü konveks profilden yapılabilir bu profillerde verim daha yüksektir fakat imalatı zordur.

1.6-Sonsuz vida mekanizmaları tekağzlı vidalı sistemlerde 1/30 ila 1/60 çevrim oranlarında yapılabilirler. Dişlinin diş sayısı ne kadar çok olursa soğumada, o derece iyi olur. Asansörlerde genellikle tek ağızlı vida kullanılır ender olarak çok ağızlı vidalara rastlanılır. Hızda küçük ayarlamalar motor devri ve kasnaklar ile yapılır.

## 2. SONSUZ VİDA MEKANİZMASININ ŞEKİLLENDİRİLMESİNDE DİKKAT EDİLECEK KONULAR

2.1-Mekanizma, istenen gücü emniyetle nakletmelidir ve oluşacak darbelere mukavim olmalıdır. Diş dibi mukavemetine göre modül kontrol edilmelidir. Ağırlık titreşim ve gürültü minimum seviyede olmalıdır.

2.2-Yüzey basıncına göre dişli vida sistemi kontrol edilmelidir.Yüzey aşınması emniyetli seviyede olmalıdır.

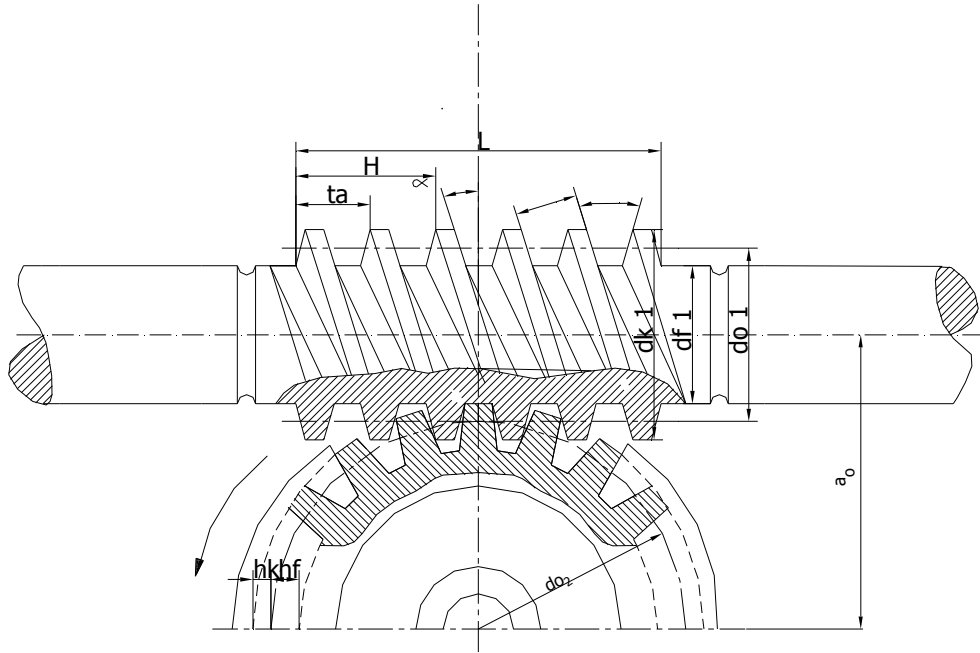
2.3-Aşınma mukavemeti açısından kontrol edilmelidir. Kayma aşınması istenen düzeyde olmalıdır.

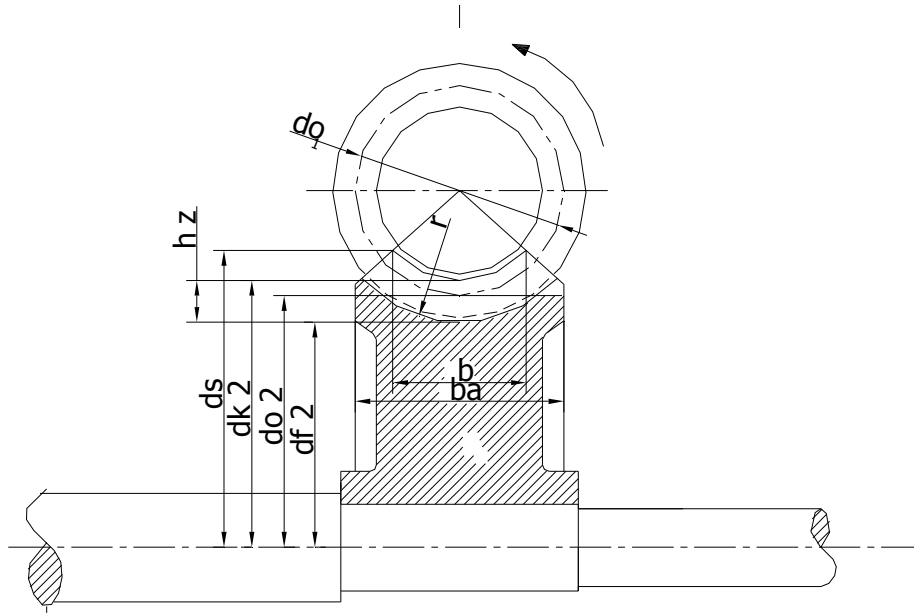
2.4-Isıl şoklara göre kontrol edilmelidir.Kendi kendini soğutacak bir ısı transfer yüzeyine sahip olmalıdır. Sıcaklıktan dolayı deforme olmamalıdır.

2.5-Vidalı milin sehim durumu kontrol edilmelidir. Kuvveti naklederken deforme olmamalıdır.

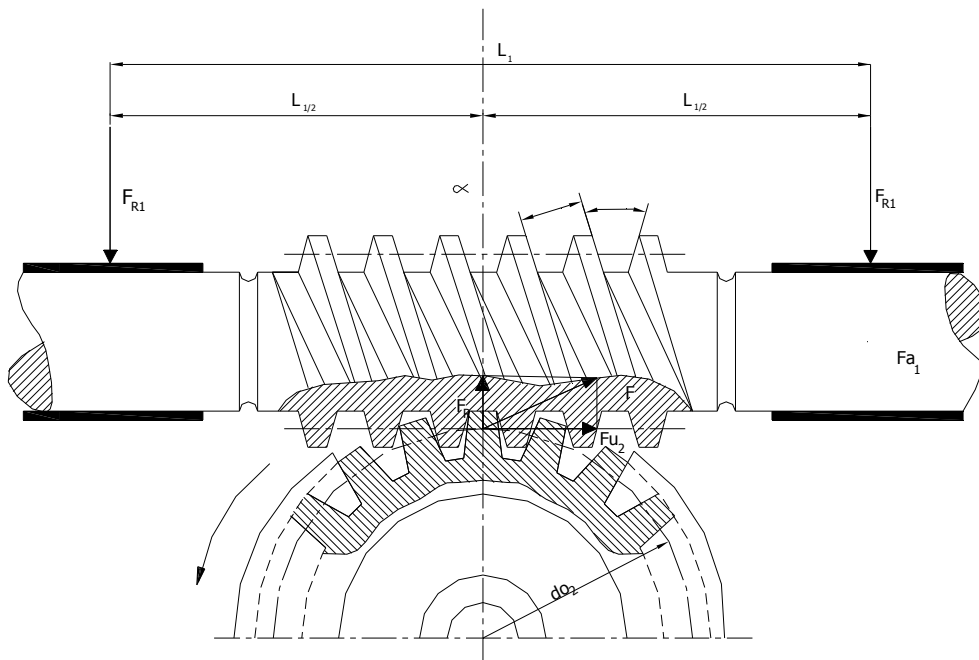
Bütün bu faktörler gözden geçirilerek optimum çözüme ulaşılmalıdır.

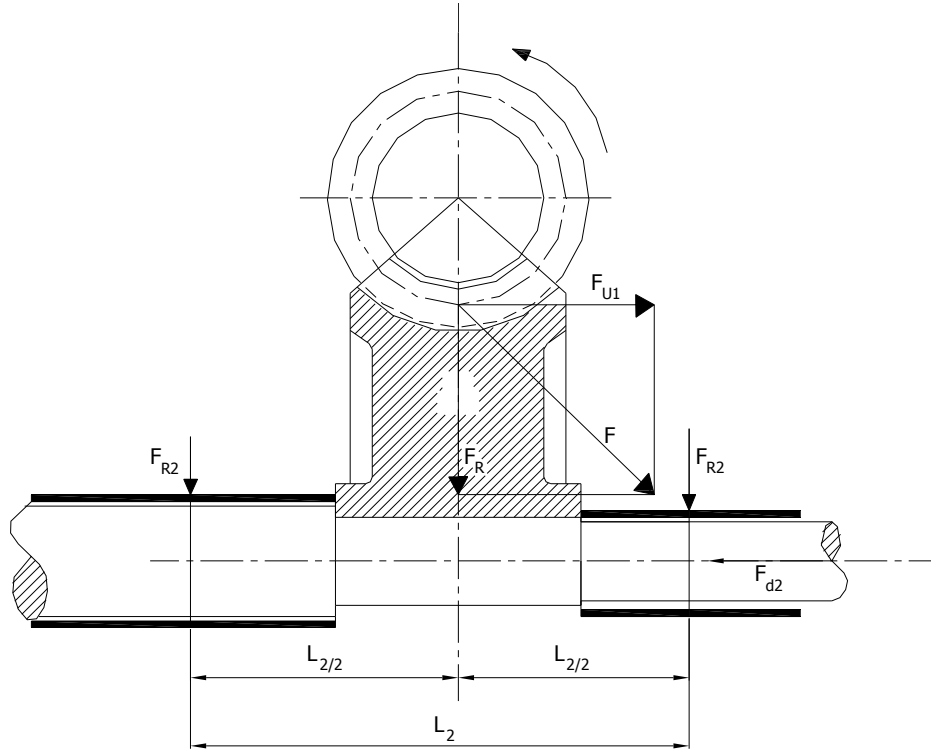
### 3. SONSUZ VİDA MEKANİZMASINDA GEOMETRİK BÜYÜKLÜKLER :





4. SONSUZ VİDA MEKANİZMASINI ETKİYEN KUVVETLER:





## 5. ÖRNEK UYGULAMA

### VERİLENLER

$a_o=140$  mm DIN 3875 Yapı büyüklüğü

$n_1=1380$  d/d

$N_1=6.7$  HP

$i = 47/1$  Redüksiyon

### 5.1 ÖN HESAPLAMALAR

1- Sonsuz vida için ortalama çap  $d_{o1}$

$$d_{o1}=0.65 * (a_o)^{0.85} = 0.65 * 140^{0.85} = 43.363286 \cong 45 \text{ kabul}$$

$$2- \quad a_o = (d_{o1} + d_o) / 2 \quad d_{o2} = 2a_o - d_{o1} \quad d_{o2} = 2 * 140 - 45 \\ d_{o2} = 235 \text{ mm}$$

$$3- \quad i = 47 / 1 = Z_2 / Z_1 \\ Z_2 = 47 \\ Z_1 = 1$$

$$4- \quad d_{o2} = m_a * Z_2 \quad m_a = d_{o2} / Z_2 = 235 / 47 = 5 \quad m_a = 5 \text{ mm}$$

5-  $h_k = \text{Diş başı yüksekliği} = m_a = 5$

6-  $h_f = \text{Diş dibi yüksekliği} = m_a * 1.2 = 6$

7-  $d_{k1} = \text{Vidalı milin diş üstü çapı}$   
 $d_{k1} = d_{o1} + 2 * m_a = 45 + 2 * 5 = 55 \text{ mm}$

8-  $d_{k2} = \text{Dişlinin diş üstü çapı}$   
 $d_{k2} = d_{o2} + 2 * m_a = 235 + 2 * 5 = 245 \text{ mm}$

9-  $d_{f1} = \text{Vidalı milin diş dibi çapı}$   
 $d_{f1} = d_{o1} - 2.4 * m_a = 45 - 2.4 * 5 = 33 \text{ mm}$

10-  $d_{f2} = \text{Dişlinin diş dibi çapı}$   
 $d_{f2} = d_{o2} - 2.4 * m_a = 235 - 2.4 * 5$   
 $d_{f2} = 223 \text{ mm}$

11-  $d_s = \text{Dişlinin en büyük çapı}$   
 $d_s = d_{k2} + m_a = 245 + 5 = 250 \text{ mm}$

12-  $L = \text{Sonsuz vidanın uzunluğu}$   
 $L = 2.5 * m_a * (Z_2 + 2 * m_a)^{1/2} \quad L = 2.5 * 5 * (47 + 2 * 5)^{1/2}$   
 $L = 95 \text{ mm} \quad L = 100 \text{ mm kabul edilmiştir.}$

13-  $b = \text{Karşılık dişlisinin eni}$   
 $b = 0.45 * (d_{o1} + 6 * m_a) \quad b \cong 0.45 * (45 + 6 * 5)$   
 $b = 33.75 \quad b = 35 \text{ mm kabul edilmiştir.}$

14-  $b^{\wedge} = \text{Diş yayı uzunluğu}$   
 $b^{\wedge} = 1.1 * b = 1.1 * 35 = 38 \text{ mm}$

15-  $n_2 = \text{Dişli çarkın devri}$   
 $n_2 = n_1 / i = 1380 / (47/1) = 29,96 \text{ d/d}$

16-  $\tan \alpha = \text{Helis açısı}$   
 $\tan \alpha = (Z_1 * m_a) / d_{o1} \quad \tan \alpha = 1 * 5 / 45 = 0,111111$   
 $\alpha = 6,34^\circ \quad \alpha = 6^\circ 20' 24,68''$

17-  $V_g = \text{Kayma hızı m/sn}$   
 $V_g = (\pi * d_{o1} * n_1) / (60 * \cos \alpha) = (\pi * 45 * 1380) / (60 * \cos(6,34) * 1000)$   
 $V_g = 195092.9 / 60 * 0.9938837 * 1000 = 195092.9 / 59.633022 * 1000$   
 $V_g = 3.46 \text{ m/s}$

$$18- M_{b1} = 7162 * N_1/n_1$$

$$M_{b1} = 7162 * 6,7/1380$$

$$M_{b1} = 34,77 \text{ Nm}$$

19-  $\rho' =$  Sürtünme açısı  
 Kayma hızına bağlı  $V_g = 3,46 \text{ m/s}$   
 Cetvel 1 den  $\rho' = 3^\circ$   $\mu = 0,05$

Malzeme çifti

Mil	Dişli
Sertleştirilmiş	Kalaylı bronz iyi yağlanmış
Taşlanmış	
Parlatılmış	
Semertasyon çeliği	

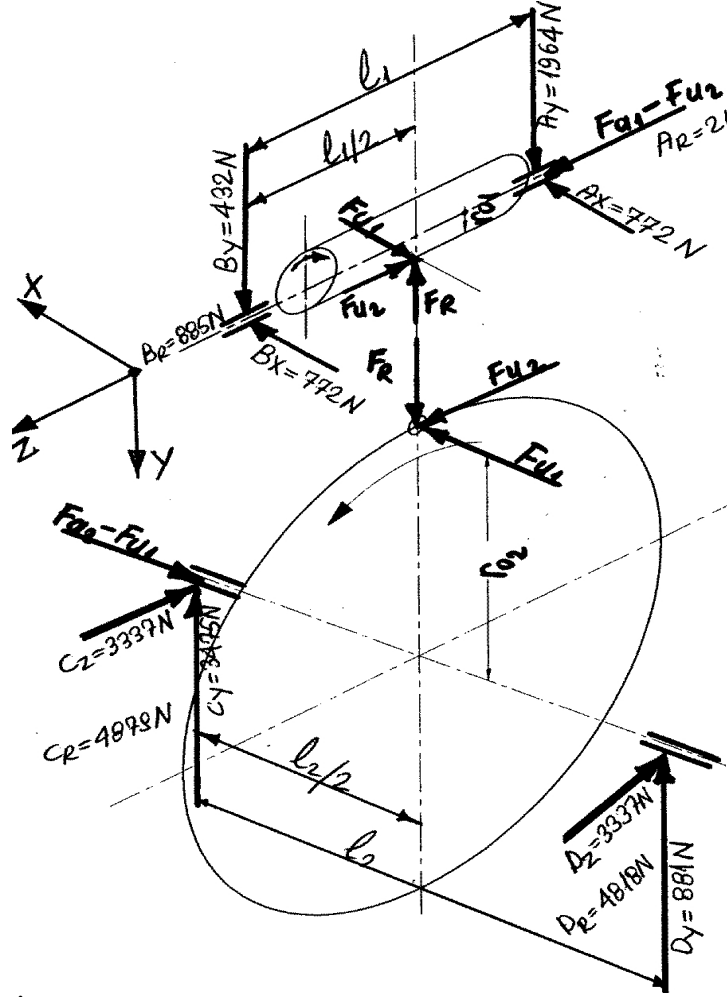
20-  $\eta =$  Dişli sisteminin verimi  
 $\eta = \tan\alpha / \tan(\alpha_m + \rho')$   $\eta = \tan(6,34^\circ) / \tan(6,34+3)^\circ = 0,111111/0,1644732$   
 $\eta = \% 67,55574 = \% 68$   
 $\eta = \% 68 = 0,68$

21-  $\eta_{top} =$  Toplam verim  
 $\eta_{L1} = \eta_{L2} = 0,92$  Kaymalı yatak verimi  
 $\eta_{top} = \eta_D * \eta_{L1} * \eta_{L2} * \eta_{motor}$   
 $\eta_{top} = 0,68 * 0,92 * 0,92 * 0,85 = 0,48$

22-  $M_{b2} = M_{b1} * i * \eta_{top} * C_s$   
 $M_{b2} = 34,77 * 47 * 0,48 * 1$   
 $M_{b2} = 784,4112 \text{ Nm}$

23-  $l_1 = 1,4 * a_o = 196 \text{ mm}$   
 $l_2 = 1,0 * a_o = 140 \text{ mm}$

## 5.2 REDÜKTÖRDE OLUŞAN KUVVETLER



### 5.2.1. VİDALI MİLE GELEN KUVVETLER

$$F_{u1} = 2 * C_s * M_{b1} / d_{01} \quad C_s, \text{ Cetvel 5 den alınır}$$

$$F_{u1} = 2 * 1 * 34770 / 45$$

$$F_{u1} = 1545,3 \text{ N}$$

$$F_{a1} = F_{u2} = 2 * M_{b2} / d_{02} = 2 * 784,4112 / 23,5$$

$$F_{a1} = 6675,84 \text{ N} = F_{u2}$$

$$F_{R1} = (F_{u2}/2) * [(0,45 + d_{01}/l_1)^2 + (d_{02}/(i * \eta_{top} * d_{01}))^2]^{1/2}$$

$$F_{R1} = (6675,8/2) * [(0,45 + 45/196)^2 + (235/(47 * 0,48 * 45))^2]^{1/2}$$

$$F_{R1} = 3337,9 * (0,6795918^2 + 0,2314814^2)^{1/2}$$

$$F_{R1} = 3337,9 * 0,7179335 = 2396,39 \text{ N}$$

$$F'_{R1} = (F_{u2}/2) * [(0,45 - d_{01}/l_1)^2 + (d_{02}/(i * \eta_{top} * d_{01}))^2]^{1/2}$$

$$F'_{R1} = 3337,9 * (0,2204082^2 + 0,2314814^2)^{1/2}$$

$$F'_{R1} = 1066,89 \text{ N}$$



## 5.2.2. DIŞLİ ÇARKA GELEN KUVVETLER

$$F_{a2} = F_{u1} = 2 \cdot M_{b2} / d_{01} \cdot i \cdot \eta_{top}$$
$$F_{a2} = (2 \cdot 784411,2) / (45 \cdot 47 \cdot 0,48)$$
$$F_{a2} = F_{u1} = 1568822,4 / 1015,2 = 1545,33 \text{ N}$$

$$F_{r2} = (F_{u2} / 2) \cdot [(0,45 + d_{02}^2 / (i \cdot \eta_{top} \cdot d_{01} \cdot l_1))^2 + 1]^{1/2}$$
$$F_{r2} = 3337,9 \cdot [(0,45 + 235^2 / (47 \cdot 0,48 \cdot 45 \cdot 140))^2 + 1]^{1/2}$$
$$F_{r2} = 3337,9 \cdot 1,7031^{1/2}$$
$$F_{r2} = 4356 \text{ N}$$

$$F'_{r2} = (F_{u2} / 2) \cdot [(0,45 - d_{02}^2 / (i \cdot \eta_{top} \cdot d_{01} \cdot l_1))^2 + 1]^{1/2}$$
$$F'_{r2} = 3337,9 \cdot (0,0614418^2 + 1)^{1/2}$$
$$F'_{r2} = 3337,9 \cdot (0,00377509 + 1)^{1/2}$$
$$F'_{r2} = 3344 \text{ N}$$

## 5.2.3. YATAKLARA GELEN KUVVETLER

### 5.2.3.1. VİDALI MİLİN YATAK KUVVETLERİ :

A Yatağına Gelen Kuvvetler:

Yatay düzlemde:

$$A_x = F_{u1} / 2 = 1543,3 / 2 = 772,65 \text{ N}$$

Düşey düzlemde:

$$A_y' = F_{r1} / 2 = 2396,39 / 2 = 1198 \text{ N}$$

$$A_y'' = F_{a1} \cdot r_{01} / l_1 = 6675,84 \cdot 22,5 / 196 = 766 \text{ N}$$

$$A_y = A_y' + A_y'' = 1198 + 766 = 1964 \text{ N}$$

TOPLAM RADYAL KUVVET:

$$A_R = (A_x^2 + A_y^2)^{1/2} = (772,65^2 + 1964^2)^{1/2} = 2110,5 \text{ N}$$

Eksenel kuvvet:

$$A_{ax} = F_{a1} = 6675,8 \text{ N}$$

B Yatağına Gelen Kuvvetler:

Yatay düzlemde:

$$B_x = F_x = A_1 = 772,65 \text{ N}$$

Düşey düzlemde:

$$B_y' = A_y' = 1198 \text{ N}$$

$$B_y'' = -A_y'' = -766 \text{ N}$$

TOPLAM RADYAL KUVVET:

$$B_y = B_{y'} + (-B_{y''}) = 1198 - 766 = 432 \text{ N}$$

$$B_R = (B_x^2 + B_y^2)^{1/2} = (772,65^2 + 432^2)^{1/2} = 885,218 \text{ N}$$

### 5.3.2.2. DIŞLİ ÇARK MİLİNİN YATAK KUVVETLERİ

C Yatağına Gelen Kuvvetler:

Yatay Düzlemde :

$$C_z = F_{u2}/2 = 6675,8/2 = 3337,9 \text{ N}$$

Düşey Düzlemde :

$$C_{y'} = F_{R2}/2 = 4356/2 = 2178 \text{ N}$$

$$C_{y''} = F_{a2} * l_{02}/l_2 = 1543,33 * 117,5/140 = 1297 \text{ N}$$

$$C_y = C_{y'} + C_{y''} = 2178 + 1297 = 3475 \text{ N}$$

Toplam Radyal Kuvvet :

$$C_R = (C_x^2 + C_y^2)^{1/2} = (3337,9^2 + 3475^2)^{1/2} = 4879,97 \text{ N}$$

Eksenel Kuvvet :

$$C_a = F_{a2} = 1543,33 \text{ N}$$

D Yatağına Gelen Kuvvetler:

Yatay düzlemde :

$$D_z = C_z = 3337,9 \text{ N}$$

Düşey düzlemde .

$$D_{y'} = C_{y'} = 2178 \text{ N}$$

$$D_{y''} = -C_{y''} = -1297 \text{ N}$$

$$D_y = D_{y'} + D_{y''} = 2178 + 1297 = 3475 \text{ N}$$

Toplam Radyal Kuvvet

$$D_R = (D_x^2 + D_y^2)^{1/2} = (3337,9^2 + 3475^2)^{1/2} = 4818 \text{ N}$$

## 6. TASARIMIN KONTROLÜ

Tasarımda aőađıdaki őıklar kontrol edilir. Bir uygunsuzluk olması durumunda ön hesaplamada bulunan değerler gözden geçirilerek uygun hale getirilmelidir.

### 6.1- MODÜLÜN KONTROLÜ

$ma \geq [(0,8 * M_{b2}) / (q * C_{em} * Z_2 * f_z)]^{1/3}$   $f_z = 1.3$  şekil 3 ten alınmıştır.  $C_{em} = 0,95$  Cetvel 4 ten alınmıştır.

$$M_{b2} = M_{b1} * i * \eta_{top} * C_s$$

$$M_{b2} = 3477 * 47 * 0,48 * 1$$

$$M_{b2} = 78441,12$$

$q = d_{01} / m_a \geq 7$  ila 10 arasında olmalıdır.

$$m_a = [(0,8 * 78441,12) / (7 * 0,95 * 47 * 1,3)]^{1/3}$$

$$m_a = (62752,896 / 464,36)^{1/3}$$

$m_a = 5$  Kabul edilmiştir.

## 6.2- AŞINMANIN KONTROLÜ

$$C = 0,32 * F_{u2} / (f_z * b * m_a) < C_{em}$$

$$C = 0,32 * 6675,8 / (1,3 * 35 * 5) = 2136,256 / 227,5$$

$$C = 9,39 \text{ N/mm}^2 \leq C_{em} = 8,2175 \text{ şartı sağlanmamıştır. EMNİYETSİZDİR}$$

$f_z =$  Diş faktörü, Şekil 3 ten alınmıştır

$C_{em} =$  Aşınma emniyet faktörü, Şekil 4 ten

$V_g = 3,46$  kayma hızı

$b =$  Diş genişliği hesap edilen 35 mm idi, yetersiz gelmiştir. 45 mm olarak alınacaktır.

$$C = 0,32 * 6675,8 / (1,3 * 45 * 5) = 2136 / 292 = 7.3 \text{ N/ mm}^2$$

$$C = 7.3 \text{ N/ mm}^2 \leq C_{em} = 8.2175 \text{ N/ mm}^2 \text{ Bu durumda EMNİYETLİ olmaktadır.}$$

## 6.3- YÜZEY BASINCININ KONTROLÜ

$$k = F_{u2} / (b * d_{02} * Y_z) \leq k_{em} \text{ olmalıdır.}$$

$$k_{em} = (k_o * Y_v * Y_L) / S$$

$k_o = 0.8$  Yüzey basınç faktörü Cetvel 2

$Y_v = 0.4$  Hız faktörü Şekil 1

$Y_L = 0.85$  Ömür faktörü Şekil 2

$S = 1.5$  Emniyet faktörü

$Y_z =$  Form faktörü = 0.48  $\alpha$  helis açısına bağlı şekil 4

$$\alpha = 6.34^\circ$$

$$k = 6675,8 / (45 * 235 * 0,5)$$

$$k = 1.2681694 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{em} = 0,8 * 0,4 * 0,85 / 1,5$$

$$k_{em} = 1.813333 \text{ N/mm}^2$$

$$k = 1.2681694 \text{ N/mm}^2 < k_{em} = 1.813333 \text{ N/mm}^2 \text{ Bu durumda EMNİYETLİ dir.}$$

#### 6.4- SONSUZ VİDA MİLİNİN MUKAVEMET KONTROLÜ

Sonsuz vida milinin; Radyal ve teğetsel kuvvetlerle çöküp deforme olmaması için mil çapının kalın, yataklama mesafesinin de kısa olmasına özen gösterilmelidir.

##### A- Eğilme Momenti

Yatay düzlem:

$$M_{e\check{x}} = A_x * l_1/2 = 772,65 * 196/2$$

$$M_{e\check{x}} = 75719.7 \text{ Nmm}$$

Düşey düzlem:

$$M_{e\check{y}} = A_y * l_1/2 = 1964 * 196/2$$

$$M_{e\check{y}} = 192472 \text{ Nmm}$$

$$M_{e\check{g}top} = (M_{e\check{x}}^2 + M_{e\check{y}}^2)^{1/2}$$

$$M_{e\check{g}top} = (75719,7^2 + 192472^2)^{1/2}$$

$$M_{e\check{g}top} = 206830,36 \text{ Nmm}$$

##### B- Eğilme Gerilmesi:

Tehlikeli kesit ( $d_{f1}$  çapında ) taban dairesi çapı

$$W_e = \pi * d_f/32 = \pi * 33/32$$

$$W_e = 3528 \text{ mm}$$

$$\sigma_{e\check{g}} = M_{e\check{g}top}/W_e = 206830,36/3528$$

$$\sigma_{e\check{g}} = 58,625 \text{ N/mm}^2$$

##### C- Burulma Momenti

$$M_{b1} = 716200 * N_1/n_1$$

$$M_{b1} = 716200 * 6,7/1380$$

$$M_{b1} = 34770 \text{ Nmm}$$

##### D- Burulma Gerilmesi

$$W_b = \pi * d_{f1}^3 / 16 = \pi * 33^3 / 16 = 7056 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = M_{b1}/W_b = 34770 / 7056 = 4,927 \text{ N/mm}^2$$

##### E- Çekme Basma Gerilmeleri

$$A = \pi * d_{f1}^2 / 4 = \pi * 33^2 / 4 = 855,298 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\check{c}} = F_{a1}/A = 784411,2 / 855,298 = 917,119 \text{ N/mm}^2$$

##### F- Toplam Gerilme

$$\sigma_{top} = [(\sigma_e + \sigma_{\check{c}})^2 + 4 * \sigma_b^2]^{1/2}$$

$$\sigma_{top} = (58,625 + 917,119)^2 + 4 * 4,927^2]^{1/2}$$

$$\sigma_{top} = [(\sigma_e + \sigma_{\check{c}})^2 + 4 * \sigma_b^2]^{1/2}$$

$$\sigma_{top} = 975,793 \text{ N/mm}^2$$

Sonsuz vida mili malzemesi 42crMo4 sementasyon çeliği sürekli mukavemet değeri

$$\sigma_{em} = 2900 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{em} > \sigma_{top}$  olmalıdır.

$$2900 \text{ N/mm}^2 > 976 \text{ N/mm}^2$$

Sonsuz vida mili EMNİYETLİDİR.

#### 6.5. SONSUZ VİDA MİLİNİN DEFORMASYON KONTROLÜ

Sonsuz vida mili radyal ve teğetsel kuvvetlerle çöker. Deforme olmaması için sonsuz vida mili çapının büyük yataklama mesafesinin kısa olmasına dikkat edilmelidir.

$$f = (F_{u1}^2 + F_R^2)^{1/2} * l_1^3 / (48 * E * I)$$

$$I = \pi * d_f^4 / 64 = \pi * 33^4 / 64 = 58213,759 \text{ mm}^4$$

$$f = (1545,3^2 + 2396,39^2)^{1/2} * 196^3 / (48 * 2,1 * 58213,759)$$

$$f = (2851,4272 * 7529536) / (5867946,9 * 10^6) = 0,0036884$$

$$f_{em} = df1/1000 = 33 / 1000 = 0,033$$

$$f_{em} = 0,033 > f = 0,0036884 \text{ Sistem EMNİYETLİDİR.}$$

#### 6.6. SONSUZ VİDA MEKANİZMASININ TERMAL OLARAK KONTROLÜ:

Mekanizmanın dişli vida ve yataklarda olan sürtünmesinden dolayı sıcaklık oluşur. Bu ısıyı redüktör gövdesinden, flanşlardan, bute kutusundan dışarı atar. Bu ısının yeterli şekilde dışarı atılmamasından dolayı, yağın sıcaklığı artar. Viskozite yetmeyebilir ve mekanizma hasar görür. Buna önlem olarak redüktör gövdesi kanatlı yapılarak ısı transfer yüzeyi artırılabilir.

Mekanizmanın kayıplarının ısıya dönüştüğü düşünülür.

Q = Ortaya çıkan ısı

N<sub>1</sub> = Motor gücü

$\eta_{top}$  = Mekanizmanın verimi

$$\eta_{top} = \eta_D * \eta_{L1} * \eta_{L2} = 0,58$$

$$\eta_D = \text{Dişli verimi} = 0,68$$

$$\eta_{L1} = \text{Vidalı mil yatakları verimi} = 0,92$$

$$\eta_{L2} = \text{Dişli tahrik mili yatakları} = 0,92$$

$$Q = 632 * \Delta 6.7 \text{ HP} (1 - 0,58)$$

$$Q = 1778 \text{ Kcal / h}$$

$\Delta t = 93^0 \text{ C}$  Kabul edilebilir.

$$\Delta t = Q / (K * A)$$

$K = \text{Isı iletim kat sayısı} = 50 \text{ Kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$

$A = Q/(\Delta t * K)$

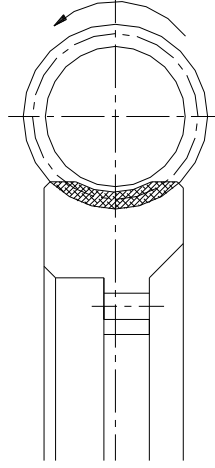
$A = 1778 / (93 * 50) = 0,382 \text{ m}^2$

ısı ileten yüzeylerin toplamı  $A = 0.382 \text{ m}^2$  OLMALIDIR.

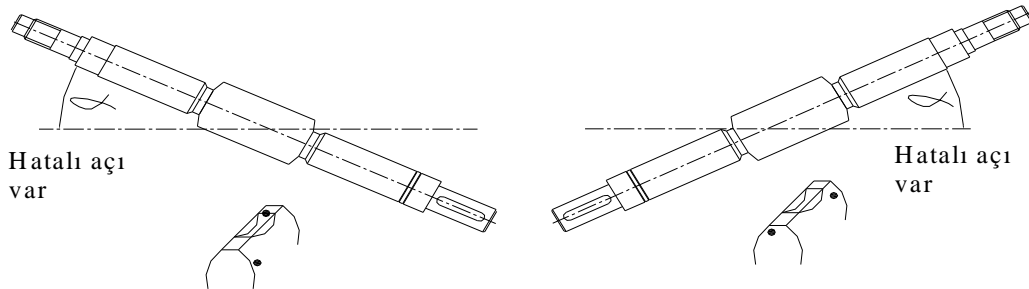
## 6.7. SONSUZ VİDA YAĞLAMA MEKANİZMALARINDA YAĞLAMA

Sonsuz vida ve dişli yüzeylerinin öpüşmesi tam olduğu vakit, yağ filmi oluşması ideale yakın olur ve iyi bir yağlama temin edilir. Bu durum dişli vida sisteminin sessiz ve verimli çalışması anlamını da taşır. Pratikte bazı nedenlerden bu böyle olmamaktadır.

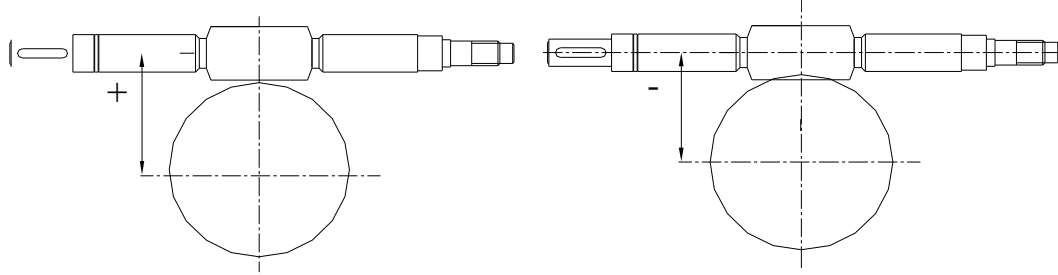
### 6.7.1-İDEAL YÜZEY TEMASI ve İDEAL YAĞLAMA



### 6.7.2-DİŞLİ ve VİDA EKSENİ İSTENEN AÇIDA DEĞİLSE Temas Yüzeyleri Az



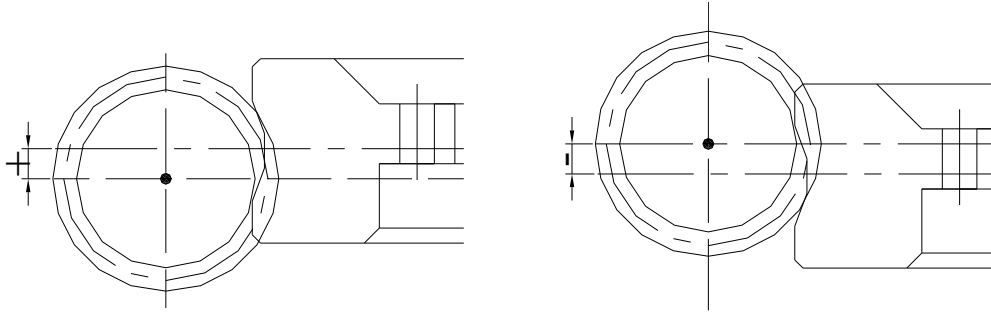
### 6.7. 3-DİŞLİ VIDA EKSENİ İSTENEN ÖLÇÜDE DEĞİLSE:



### 6.7.4-MONTAJ HATALARI

Vida ve dişlinin bir birini ortalaması iyi değilse, talaşlı imalattan oluşan bu hata montaja yansır

## 7. YAĞLAMA TİPİNİN SEÇİMİ



(Şekil 6)

Asansörde kullanılan sonsuz vida mekanizmaları daldırma suretiyle yağlanır. Dişli yağ içerisinde döndükçe aldığı yağı diğer yağlanmasını istediğimiz yataklarına ve vidaya iletir.

Yağ viskozitesinin seçimi için  $V_g$  nin hesaplanması gereklidir.

$$V_g = (\pi \cdot d_{01} \cdot n_1) / (60 \cdot \cos \alpha \cdot 1000)$$

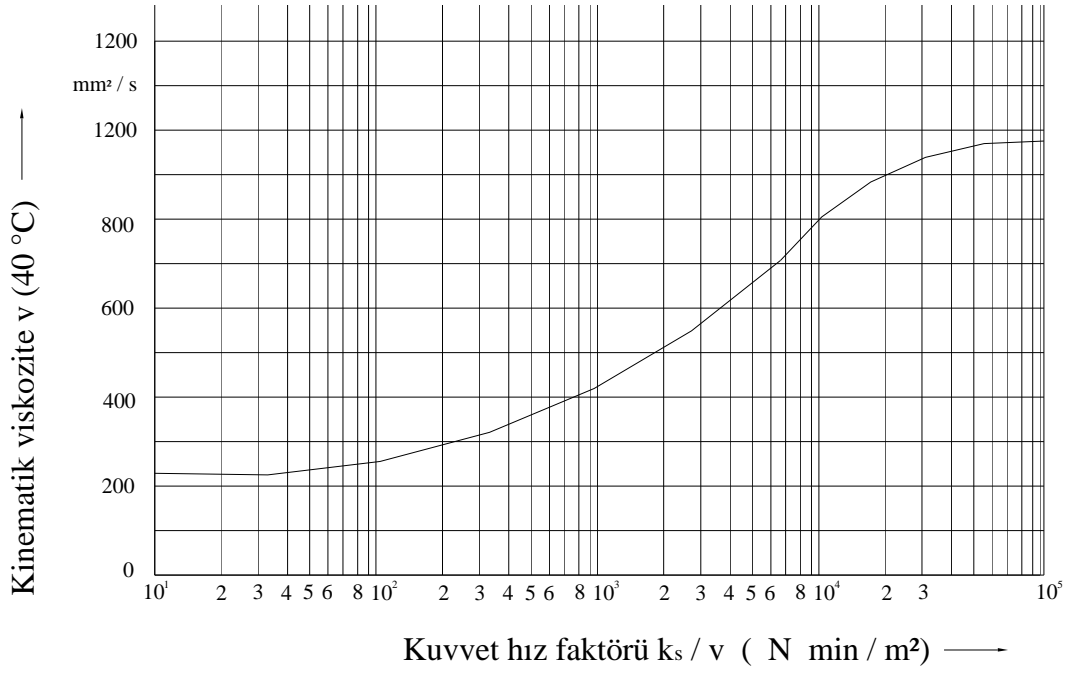
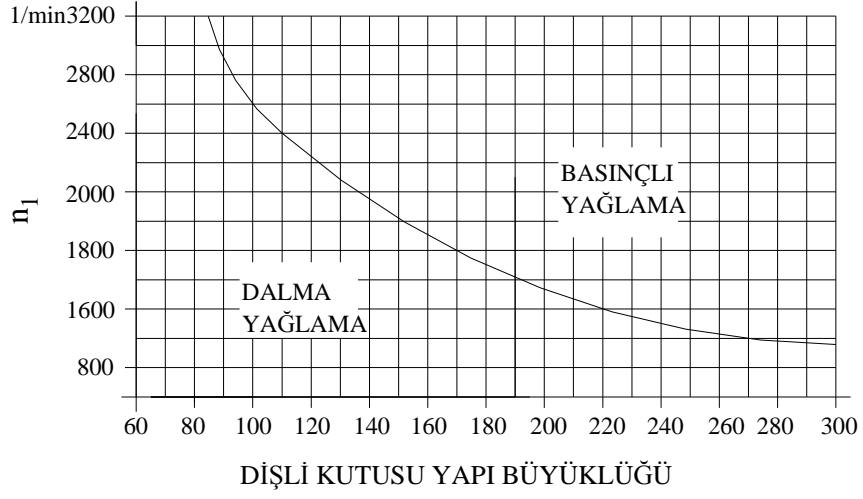
$$V_g = (\pi \cdot 45 \cdot 1380) / (60 \cdot \cos(6,34) \cdot 1000) = 3,64 \text{ m/s}$$

$V_g$	>2m/s	>2..4,5m/s	>4,5..7m/s	>7..10m/s	>10m/s
ISO-VG,DIN 51 519 40°C mm <sup>2</sup> / s (cSt)	VG 1000 ○	VG 680 □	VG 460 ■	VG 320 ●	VG 220 ■

YAĞ	Visosite ISO-VG DIN51519 40°Cde mm <sup>2</sup> /s	YAĞ SEÇİM TABLOSU											
Sentetik Yağlar	VG1000	Degl GS1000					SYNTHESO D100EP				TRIBCL 800/1000		Qriflex A1000
	VG680	Degl GS680		Polyda RCLP680			SYNTHESO D680 EP	Glygoyle HE680			TRIBCL 800/680		Qriflex A680
	VG460	Degl GS460	Energyn SGXP460	Polyda RCLP460	GLYCOLUBE 460		SYNTHESO D460EP	Glygoyle HE460	Tivela ÇL SD		TRIBCL 800/460		Qriflex A460
	VG320	Degl GS320					SYNTHESO D320 EP	Glygoyle HE320			TRIBCL 800/320		Qriflex A320
	VG220	Degl GS220		Polyda RCLP220	GLYCOLUBE 220		SYNTHESO D220 EP	Glygoyle HE30	Tivela ÇL WB		TRIBCL 800/320		Qriflex A220
	VG150	Degl GS150		Polyda RCLP150			SYNTHESO D150 EP	Glygoyle HE22	Tivela ÇL WA		TRIBCL 800/150		Qriflex A150
Mineral Yağlar	VG1000										TRIBCL 1100/1000	Esolan 680	Qrifgar BM1000
	VG680	Degl BG680	Energol GRXP680	Falcon CLP680	SPARTAN EP680	Klüberoil GEM/680	Mobilgar 686				TRIBCL 1100/680	Esolan 460	Qrifgar BM680
	VG460	Degl BG460	Energol GRXP460	Falcon CLP460	SPARTAN EP460	Klüberoil GEM/460	Mobilgar 684				TRIBCL 1100/460	Esolan 320	Qrifgar BM460
	VG320	Degl BG320	Energol GRXP320	Falcon CLP320	SPARTAN EP320	Klüberoil GEM/320	Mobilgar 682				TRIBCL 1100/320	Esolan 320	Qrifgar BM320
	VG220	Degl BG220	Energol GRXP220	Falcon CLP220	SPARTAN EP220	Klüberoil GEM/220	Mobilgar 680				TRIBCL 1100/320	Esolan 220	Qrifgar BM220
	VG150	Degl BG150	Energol GRXP150	Falcon CLP150	SPARTAN EP150	Klüberoil GEM/150	Mobilgar 629				TRIBCL 1100/150	Esolan 150	Qrifgar BM150
Gresler		Aralub HL2	Energol LS3	Gissardb20 Gissardb30	BEACON3	CENICOLEX CLP402	Mobilux2 Mobilux3	Alvania Fət/grase/ graisse R3 Alvania G3			MULB-ALLOY BRB572	Worlub LHK2	Longime FD2



## YAĞLAMA TİPİNİN SEÇİMİ



Sonsuz vida mekanizmaları için kuvvet - hız faktörüne göre kinematik viskozite seçimi

## 8. CETVELLER ve ŞEKİLLER

CETVEL 1. Sonsuz vida sürtünme katsayısı değerleri

Vg , m/s	< 0,5	0,5	1	2	4	6	10	>10
$M' \approx$	0,06	0,05	0,05	0,035	0,025	0,02	0,018	0,015
$Q' \approx$	3,5°	3°	2,3°	2°	1,4°	1,1°	1°	

## DİŞLİ ÇARKLAR

CETVEL 2 Sonsuz vida mekanizması için yüzey basıncı faktörü k

MALZEME		$k_0$ kg / mm <sup>2</sup>
Sonsuz vida	Dışli çark	
Semantasyon yapılmış ve taşlanmış çelik St60, St70 C15 , 16MnCr5	GZ - SnBz 14	0,8
	GK - AlCuM (Aliminyum alaşımı)	0,4
	D.Demir GG - 30	1,2
Islah edilmiş (taşlanmış) çelik : St60 , St70 C45 , C60 41CrMo4	GZ - SnBz 14	0,5
	GK - AlCuMg	0,25
	GK - ZnA14CuI (Çinko alaşımı)	0,2
	D.Demir GG - 15	0,4
Dökme demir GG - 20	GZ - SnBz 14	0,4
	GK - AlCuMg	0,2
	D.Demir GG - 15	0,35

CETVEL 3 Malzemelerin faktör değerleri

Malzeme		Malzeme faktörü y w
Döndüren çark	Döndürülen çark	
Çelik (St)	Çelik (St)	86
	Çelik döküm (GS)	85
	Çelik (GGG)	82
	Sfero grafit döküm (G-SnBz)	70
	Dömek demir (GG)	74
Çelik döküm (GS)	Çelik döküm (GS)	85
	Sfero grafit döküm (GGG)	81
	Dömek demir (GG)	73
Sfero grafit döküm (GGG)	Sfero grafit döküm (GGG)	78
	Dömek demir (GG)	71
Dömek demir (GG)	Dömek demir (GG)	65

Cetvel 4 Sonsuz vida mekanizması için  $C_{e,m}$  değerleri

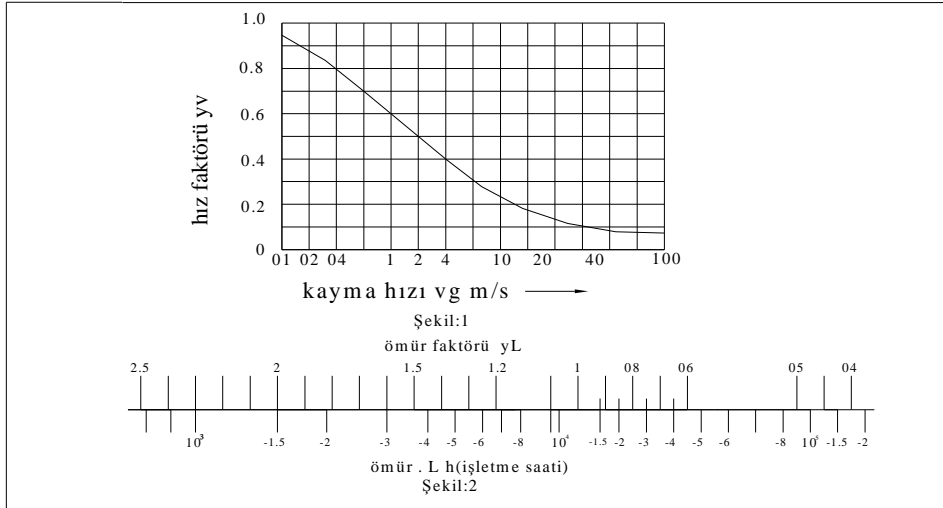
Malzeme		$C_{e,m}$ kg/mm <sup>2</sup>					
		Dalmalı yağlama			Basıncılı yağlama		
Dişli çark	Sonsuz vida	vg, m/s					
		1	4	8	1	4	8
Bronz - fosfor alaşımı (püskürtme döküm)	a	0,8	0,45	0,25	0,8	0,95	1,25
	b	0,4	0,35	0,15	0,45	0,55	0,8
Bronz - fosfor alaşımı (kumda döküm)	a	0,65	0,35	0,2	0,65	0,75	1
	b	0,35	0,3	0,12	0,35	0,45	0,65
Aliminyum alaşımı	a	0,65	0,4	0,2	0,65	0,85	1,1
Çinko alaşımı		0,35	0,25	0,15	0,4	0,5	0,7
Dökme demir	a	0,45	0,2	-	-	-	-
	a	0,3	0,13	-	-	-	-

a - sementasyon yapılmış ve taşlanmış çelik

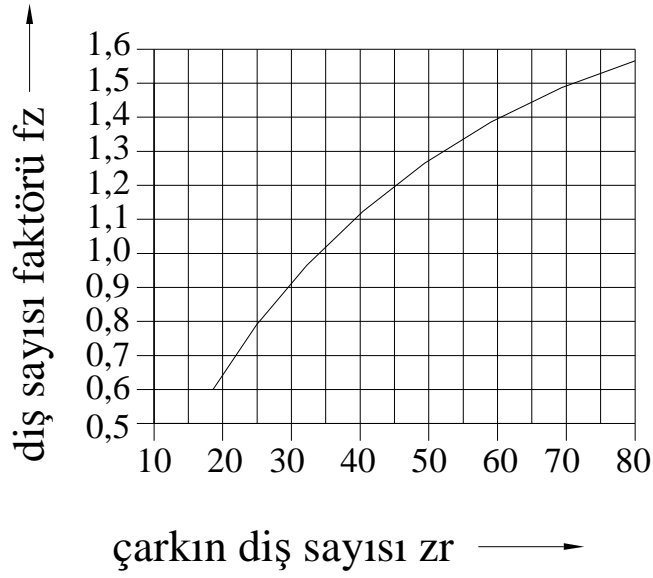
b - Islah edilmiş ve hasas taşlanmış çelik

**DİŞLİ ÇARKLAR**  
**CETVEL 5 Dinamik faktör ( $C_s$ )**

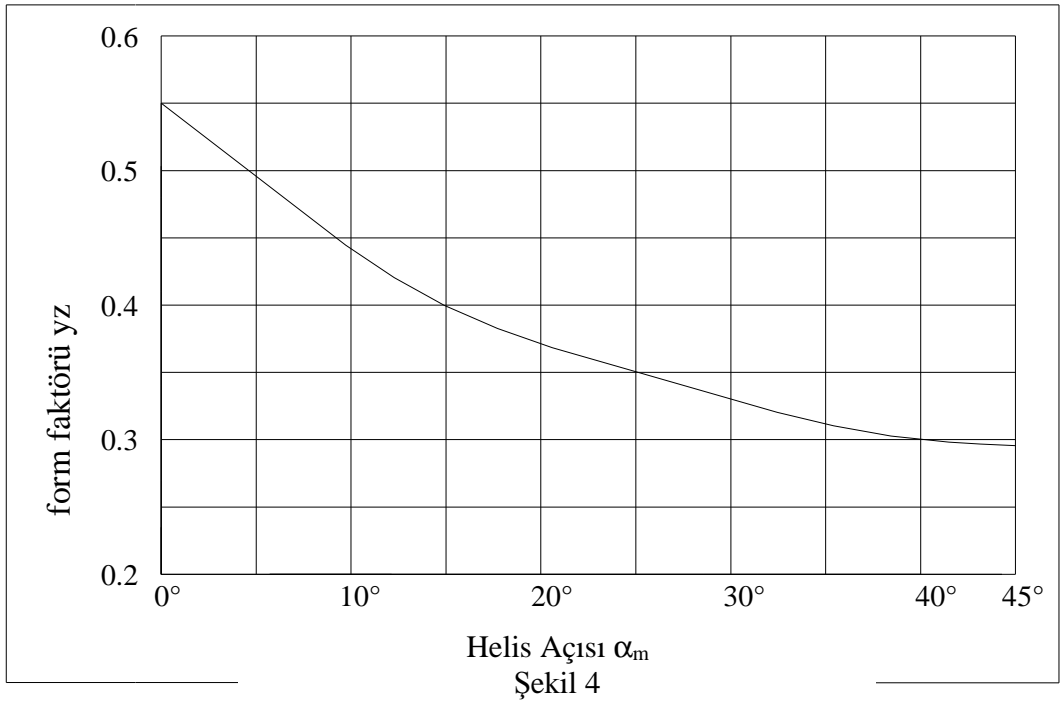
İŐ makinası cinsi	Günlük çalışma süresi (saat)	Güç kaynağı		
		Elektrik motoru	Türbin ,çok silindirli motor	Tek silindirli motor
Generatör , ileri geri hareket mekanizması , bantlı konveyör , küçük kapasiteli asansör ve vinç , turbo vantilatör ve kompresör , yoğunluğu mütecanis cisimler için karıştırcı	0.5	0.5	0.8	1.0
	3	0.8	1.0	1.25
	8	1.0	1.25	1.5
	24	1.25	1.5	1.75
Takım tezgahlarının ana mekanizması , büyük kapasiteli asansör , döner vinçlerin merkez kısımları , maden ocağı vantilatörleri , yoğunluğu mütecanis olmayan cisimler için karıştırcı , çok silindirli pistonlu pompalar , tevzi pompaları	0.5	0.8	1.0	1.25
	3	1.0	1.25	1.5
	8	1.25	1.5	1.75
	24	1.5	1.75	2.0
Zimba , makas , lastik yoğurma makinası , haddehane ve izabe makinaları , kepeçli yükleyici , yüksek güçlü santrifüj , yüksek güçlü tevzi pompaları	0.5	1.25	1.5	1.75
	3	1.5	1.75	2.0
	8	1.75	2.0	2.25
	24	2.0	2.25	2.5



Şekil 1 ve 2



Şekil.3



Şekil 4

9. SONSUZ VİDA MEKANİZMASINDA BÜYÜKLÜK VE KUVVETLERİN BAĞINTILARI

SEMBOLLER VE GEOMETRİK BAĞINTILARI			
SEMBOL	BİRİMİ	DEĞERİ	BAĞINTISI
$Mb_1$	N.m	Vidalı milin naklettiği moment	$Mb_1 = 7162 \frac{N_1}{n_1}$
$Mb_2$	N.m	Dişli çarkın ilettiği moment	$Mb_2 = Mb_1 \times i \times \eta_{top}$
$i$	—	Çerim oranı	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$
$n_1$	d/d	Vidalı milin devri	$n_1 = i \times n_2$
$n_2$	d/d	Dişli çarkın devri	$n_2 = \frac{n_1}{i}$
$Z_1$	—	Vidalı milin ağız sayısı	Seçilir
$Z_2$	—	Dişli çarkın diş adedi	$Z_2 = Z_1 \times i$
$m_a$	mm	Vidalı milin eksnel modülü	$m_a \approx \sqrt[3]{\frac{0.8 Mb_2}{q \times C_{em} \times Z_2 \times f_2}}$
$m_s$	mm	Dişli çarkın modülü	$m_s = m_a$
$m_n$	mm	Normal modül	$m_s = m_a \times \cos \alpha_m$
$df_1$	mm	Vidalı milin diş dibi çapı yaklaşık	$df_1 \approx 0,6 (a_o)^{0.85}$
$\tan \alpha_m$	°	Helis açısı	$\tan \alpha_m = \frac{Z_1 \times m_a}{d_{o1}}$
$d_{o1}$	mm	Vidalı mil bölüm dairesi çapı	$d_{o1} = \frac{Z_1 \times m_a}{\tan \alpha_m \sin \alpha_m} = \frac{Z_1 \times m_n}{\sin \alpha_m}$
$d_{o2}$	mm	Dişli çark bölüm dairesi çapı	$d_{o2} = m_a \times Z_2$
$hk$	mm	Diş başı yüksekliği	$hk = m_a$
$hf$	mm	Diş dibi yüksekliği	$hf = 1.2 m_a$
$dk_1$	mm	Vidalı milin diş üstü çapı	$dk_1 = d_{o1} + 2 \times m_a$
$dk_2$	mm	Dişlinin diş üstü çapı	$dk_2 = d_{o2} + 2 \times m_a$
$df_1$	mm	Vidalı milin diş dibi çapı	$df_1 = d_{o2} - 2.4 \times m_a$
$df_2$	mm	Dişlinin diş dibi çapı	$df_2 = d_{o2} - 2.4 \times m_a$
$a_o$	mm	Eksen arası uzaklık	$a_o = \frac{d_{o1} + d_{o2}}{2} = \frac{m_a}{2} \times \left( \frac{Z_1}{\cos \alpha_m} + Z_2 \right)$
$ds$	mm	Dişlinin en büyük çapı	$ds = dk_2 + m_a$
$L$	mm	Sonsuz vidanın uzunluğu	$L \approx 2,5 \times m_a \times \sqrt{Z_2 + 2m_a}$
$b$	mm	Karşılık dişlisinin eni	$b \approx 0,45 \times (d_{o1} + 6 \times m_a)$
$\bar{b}$	mm	Diş yayı uzunluğu	$\bar{b} = 1.1 \times b$
$V_g$	m/sn	Kayma hızı	$V_g = \frac{\omega_1 \times d_{o1} \times n_1}{60 \times \cos \alpha_m \times 1000}$

SEMBOLLER VE GEOMETRİK BAĞINTILARI			
SEMBOL	BİRİMİ	DEĞERİ	BAĞINTISI
$\eta_d$		Dişli sisteminin verimi	$\eta_d = \frac{\tan \alpha_m}{\tan(\alpha_m + \xi)}$
$\xi'$	°	Sürtünme açısı	Kayma hızına bağlı olarak cetvel 1'den
$M$		Vida dişli sürtünme kat sayısı	Kayma hızı $v_g'$ 'ye bağlı olarak cetvel 1'den
$\eta_{L1}$		Sonsuz vida milinin yatak verimi	% 92 Kaymalı yatak % 98 Rulmanlı yatak
$\eta_{L2}$		Dişli çark yataklarının verimi	" "
$\eta_{top}$		Redüktörlerin toplam verimi	$\eta_{toplam} = \eta_d \times \eta_{L1} \times \eta_{L2}$
$k$	N/mm <sup>2</sup>	Dişli vida arasındaki yüzey basıncı	$k = \frac{F_{u2}}{b_x d_{o2} \times Y_z}$
$Y_z$		Form faktörü	$\alpha$ Helis açısına bağlı şekil 4
$k_{em}$	N/mm <sup>2</sup>	Yüzey basınç emniyeti	Cetvel 2
$Y_v$		Hız faktörü	Şekil 1
$Y_L$		Ömür faktörü	Şekil 2
$S$		Emniyet kat sayısı	$S = 1,5$
$C$		Aşınma faktörü	$C = \frac{0,32 \times F_{u2}}{f_z \times b_x \times m_a} \leq C_{em}$
$C_{em}$		Aşınma emniyet faktörü	Şekil 4
$f_z$		Diş sayısı faktörü	Şekil 3
$\tan \alpha_{a0}$	°	Eksenel kavrama açısı	$\tan \alpha_{a0} = \frac{\tan \alpha_{n0}}{\cos \alpha_m}$
$\tan \alpha_{n0}$	°	Trapez açısı	20°
$C_s$		Dinamik faktör	Cetvel 5
$q$		Vidalı bölüm diresini modüle oranı	$q = \frac{d_{o1}}{m_a} = 7 \dots 10$ olmalıdır
$r_{o1}$	mm	Vidalı milin bölüm dairesi yarı çapı	$\frac{d_{o1}}{2}$
$r_{o2}$	mm	Dişlinin bölüm dairesi yarı çapı	$\frac{d_{o2}}{2}$
$l_1$	mm	Vidalı milin yataklarının mesafesi	$l_1 \approx 1,4 \dots 1,5 \times a_0$
$l_2$	mm	Dişli çarkın yataklarının mesafesi	$l_2 \approx 1,0 \times a_0$
$Q$	Kcal/h	Ortaya çıkan ısı	$Q = 632 \times M_1 (1 - \eta_{top})$
$K$	$\frac{Kcal}{m^2 h^\circ C}$	Isı iletim kat sayısı	Cetvelden

SEMBOLLER VE GEOMETRİK BAĞINTILARI			
SEMBOL	BİRİMİ	DEĞERİ	BAĞINTISI
$t_1$	°C	Ortam sıcaklığı	
$t_2$	°C	Kabul edilen yağ sıcaklığı	93°C
$\Delta t$	°C	Sıcaklık farkı	$\Delta t=(t_2-t_1)$
$A$	m <sup>2</sup>	Soğutma yüzeyi alanı	
$F_{u1}$	N	Çevresel kuvvet	$\frac{2 \times Mb_1}{d_{o1}} \times C_s$
$F_{a1}=F_{u2}$	N	Eksenel kuvvet	$\frac{2 \times Mb_2}{d_{o2}}$
$F_{R1}$	N	Radyal kuvvet	$\frac{F_{u2}}{2} \times \sqrt{\left(0,45 + \frac{d_{o1}}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{d_{o2}}{i \times \rho_{top} \times d_{o1}}\right)^2}$
$F'_{R1}$	N	Radyal kuvvet	$\frac{F_{u2}}{2} \times \sqrt{\left(0,45 - \frac{d_{o1}}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{d_{o2}}{i \times \rho_{top} \times d_{o1}}\right)^2}$
$F_{a2}=F_{u1}$	N	Eksenel kuvvet	$\frac{2 \times Mb_2}{d_{o1} \times i \times \rho_{top}}$
$F_{R2}$	N	Radyal kuvvet	$\frac{F_{u2}}{2} \times \sqrt{\left(0,45 + \frac{d_{o2}}{i \times \rho_{top} \times d_{o1} \times l_1}\right)^2 + 1}$
$F'_{R2}$	N	Radyal kuvvet	$\frac{F_{u2}}{2} \times \sqrt{\left(0,45 - \frac{d_{o2}}{i \times \rho_{top} \times d_{o1} \times l_1}\right)^2 + 1}$

#### KAYNAKÇA :

- 1-) Prof Dr. Mustafa Akkurt, Makina Elemanları Cilt 1 ve 2
- 2-)Prof Dr. Lütfullah Ulukan, Asistan Tulga Özsoy, İ.T.Ü. Makina Fakültesi Makina Elemanları Kürsüsü Dişli Çark Mekanizmaları Notları
- 3-)Prof Dr. Hikmet Rende, Makina Elemanları Hesap Ve Konstriksiyon Cilt 2
- 4-)FLENDER Worm And Wheel Set