

Elastik Bağlama Elemanları

YAYLAR



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

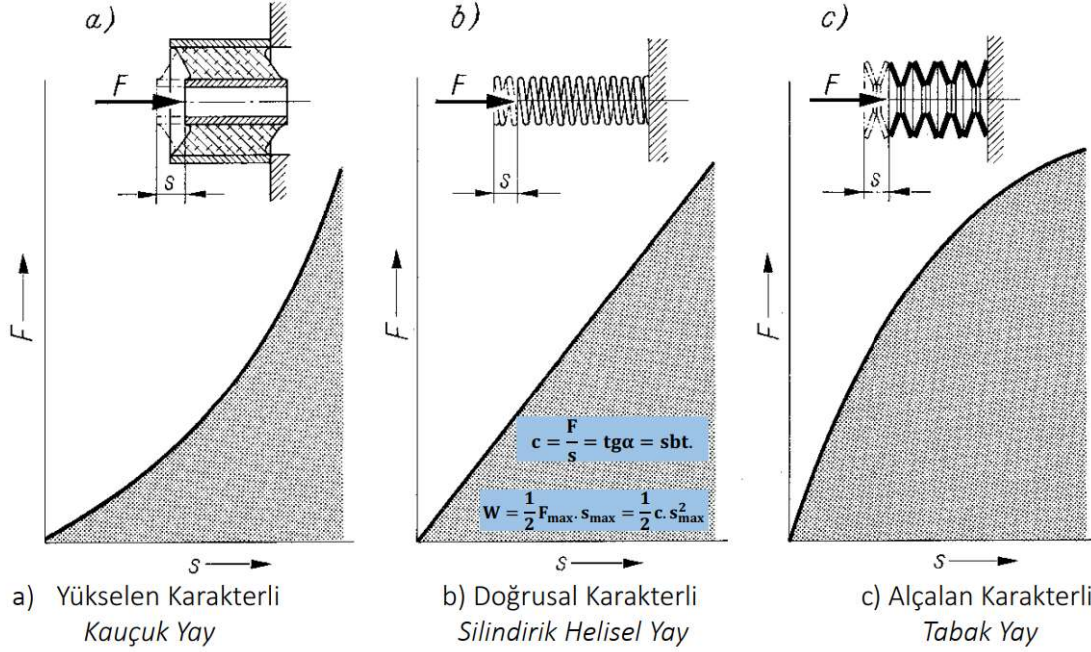
1. **Ölçü Yay:** Dinamometre, yaylı terazi vb. de kullanılan yaylar.
2. **Gergi Yay:** Konstrüksiyonun gerektirdiği öngerilmelerin mekanik, termik deformasyonla değişmesi halinde dengeyi sağlayan yaylar.
3. **Geri Tepme Yay:** Makinelerin hareketli parçalarını, her hareketten sonra tekrar başlangıç konumuna getiren yaylar: Subap yayı, kilit yayı.
4. **Potansiyel Enerji Depolama Yay:** Mekanik saatlerde spiral zemberek, yine mekanik oyuncaklardaki tahrik yayları.
5. **Kuvvet Dağıtım Yay:** Makinenin parçalarına yüklerin dengeli dağılımı için kullanılan yaylar: Taşıtlarda aks yayları, günlük yaşamımızda kullandığımız yaylı yataklardaki yaylar.
6. **Darbe İzolasyon Yay:** Taşıt yayları, tren vagonlarında tampon yayları, elastik kavramalardaki denge yayları.
7. **Titreşim İzolasyon Yay:** Makinelerin aktif ve pasif izolasyon yayları, titreşim sönümlemede kullanılan yaylar.
8. **Titreşim Yayları:** Titreşimin arzu edildiği yerlerde; elek, titreşim masası, karıştırıcı gibi uygulamalarda kullanılan rezonans yayları.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

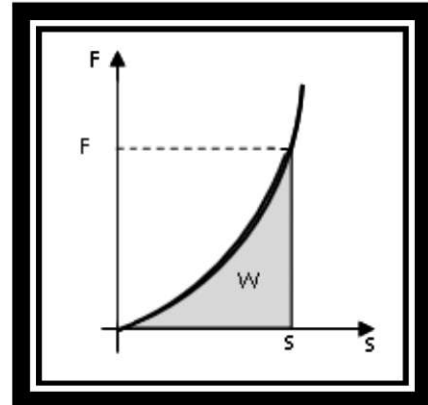
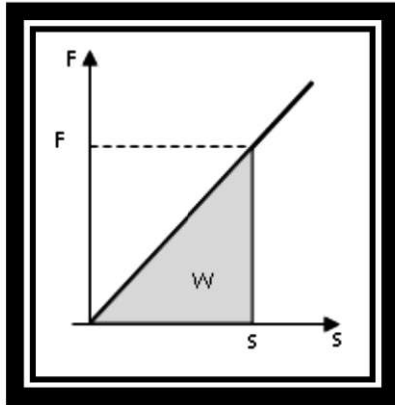
GENEL TANIMLAR

Yay Karakteristiği



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yay İşi



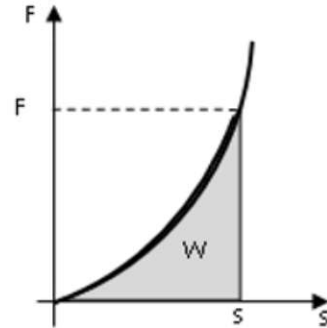
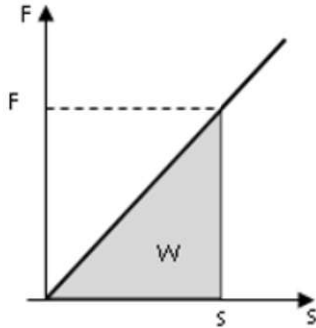
$$W = \frac{1}{2} F \cdot s \quad \text{veya} \quad W = \frac{1}{2} c \cdot s^2 \quad \text{Nmm}$$

$$W = \int_0^s F \cdot ds$$

$$W = \frac{1}{2} M \cdot \gamma$$

$$W = \int_0^\gamma M \cdot d\gamma$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Yayın depolayabileceği maksimum enerji:

$$W_{\max} = \frac{1}{2} \cdot F_{\max} \cdot s_{\max} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot s_{\max}^2$$

$$W_{\max} = \int_0^{s_{\max}} F \cdot ds$$

$$W_{\max} = \frac{1}{2} \cdot M_{\max} \cdot \gamma_{\max}$$

$$W_{\max} = \int_0^{\gamma_{\max}} M \cdot d\gamma$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Hacimden faydalanma değeri ve faydalanma derecesi:

Bir yayın depolayabileceği enerjinin hacme oranına **hacimden faydalanma derecesi** denir.



$$W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s_{\max} \text{ olur. } F = \sigma \cdot A; s \cong \Delta l, \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \text{ değerleri ile}$$

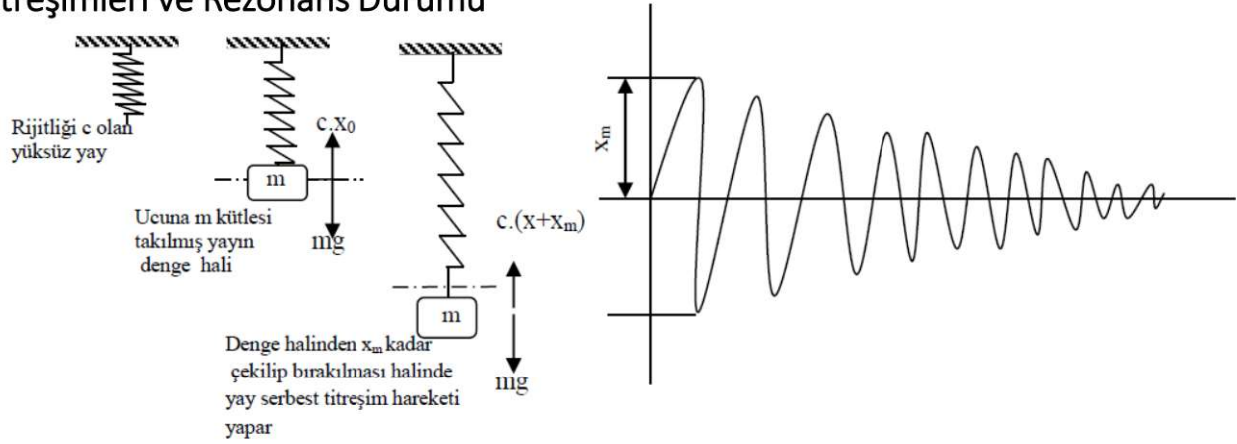
$$W = \frac{1}{2} \cdot A \cdot \sigma_{\max} \cdot \varepsilon_{\max} \cdot l$$

yazabiliriz. Yayın hacmi $V=A \cdot l$ 'dir. Yayın depolayabileceği işin hacme oranı:

$\frac{W}{V} = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{\max} \cdot \varepsilon_{\max} = \frac{1}{2} \frac{\sigma_{\max}^2}{E}$ $\frac{W}{V} = \eta$ hacimden faydalanma derecesi olup, gerilmenin tüm kesitte düzgün olarak dağılımı halinde geçerlidir. Gerilme dağılımının düzgün olmadığı diğer yay konstrüksiyonlarında bu oran: $\eta = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \frac{\sigma_{\max}^2}{E} \eta_A$ 'dir. η_A ya yayın faydalanma derecesi denir. Bilezik yaylar hariç, diğer yay konstrüksiyonları için bu değer 1 den küçüktür. (örneğin, helisel silindirik yaylar için $\eta_A = 0,5$ ve makas yaylar için bu değer 0,33'tür.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yay Titreşimleri ve Rezonans Durumu



$$F = c \cdot x_0 + c \cdot x_m - m \cdot g \quad c \cdot x_0 = m \cdot g \quad \text{den}$$

$$x = x_m \cdot \cos \omega_0 \cdot t$$

$$F = c \cdot x_m \quad \text{olur.} \quad F = m \cdot a \quad \text{dan}$$

$$m \cdot a - c \cdot x_m = 0 \quad \text{ve} \quad a = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad \text{den}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} - c \cdot x_m = 0$$

$$f_0 = \left(\frac{1}{2\pi} \right) \cdot \omega_0$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Bu ifade serbest titreşim hareketi yapan yay-kütle sisteminin diferansiyel denklemdir.
Özel çözümlerden biri;

$$x = x_m \cdot \cos \omega_0 \cdot t$$

Bu eşitlikte ω_0 : titreşimin özgül açısal frekansı olup

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$$

$$f_0 = \left(\frac{1}{2\pi} \right) \cdot \omega_0 \quad \text{ilişkisinden:}$$

$$\omega = 2\pi f_0 \quad \rightarrow \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \omega = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} \quad \left[\frac{1}{s} \right]$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yay Sistemlerinin Rijitliği:

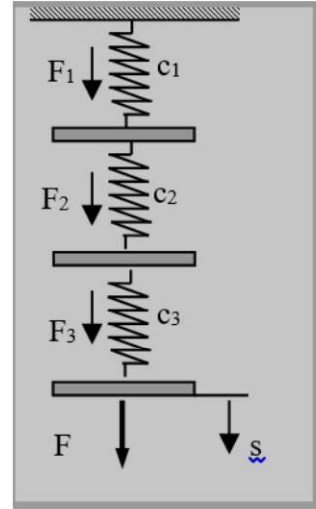
Seri Bağlı Yay Sistemleri:

Seri bağlamada her yaya etkiyen kuvvet eşittir. Kuvvet altında her yay sırasıyla s_1, s_2 ve s_3 kadar uzayarak toplam uzama kadar olacaktır.

Şekil değiştirme miktarı $s = s_1 + s_2 + s_3$

Yay kuvveti $F = F_1 = F_2 = F_3$

$$s_1 = \frac{F}{c_1}, \quad s_2 = \frac{F}{c_2}, \quad s_3 = \frac{F}{c_3} \quad s = \frac{F}{c_{eş}}$$



$$\frac{F}{c_{eş}} = \frac{F}{c_1} + \frac{F}{c_2} + \frac{F}{c_3} \quad \text{buradan} \quad \frac{1}{c_{eş}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$$

Paralel Bağlı Yaylar:

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

$$s = s_1 = s_2 = s_3$$

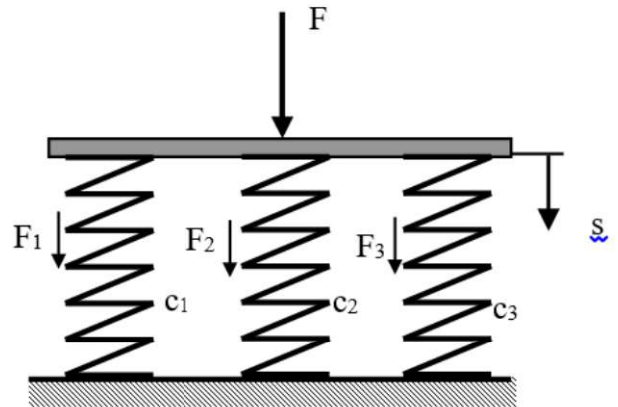
Her yayın taşıdığı kuvvet

$$F_1 = c_1 \cdot s$$

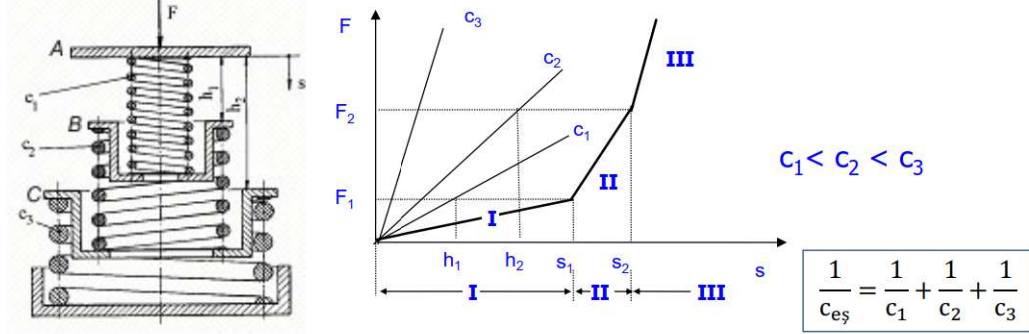
$$F_2 = c_2 \cdot s$$

$$F_3 = c_3 \cdot s$$

$$c_{eş} \cdot s = c_1 \cdot s + c_2 \cdot s + c_3 \cdot s \quad c_{eş} = c_1 + c_2 + c_3$$



Seri Bağlanmış Ancak Sınırlı Hareket Edebilen Yaylardan Oluşmuş Bir Konstrüksiyon



F kuvveti $F_1 = c_1 \cdot h_1$ değerine ulaşınca kadar her üç yayda da artan bir sıkışma olur ve toplam sıkışma üç yayın sıkışmalarının toplamı kadardır. $F = F_1 = c_1 \cdot h_1$ olduğunda 1. yayın A tablası B burcuna temas ettiğinden 1.yay artık daha fazla sıkışamaz. Bu noktaya gelindiğinde üst tablanın çökme miktarı, yani yayların sıkışma miktarı:

$$\Sigma s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 = h_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3$$

olmuştur. F kuvveti artmaya devam ederse

$$F_1 < F < F_2 = c_2 \cdot h_2$$

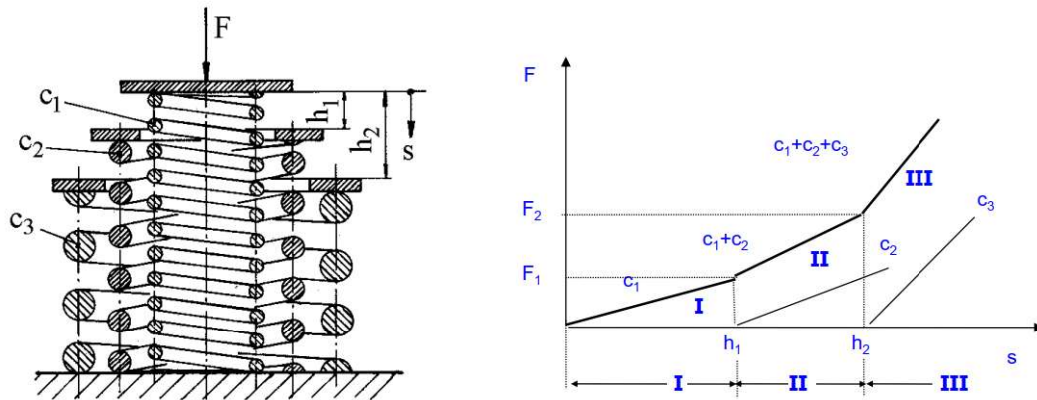
süresince 2 ve 3 yayları sıkışacaktır (II. Bölge), bu bölgede eşdeğer rijitlik:

$$\frac{1}{c_{eş}} = \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3}$$

$F = F_2 = c_2 \cdot h_2$ olduğunda A tablası C burcuna da dayanacağı için 2 yayının da sıkışması sona erecektir. Bundan sonraki kuvvet artışlarında sıkışan yay sadece 3 nolu yaydır (III. Bölge). Şekil 14.6'da görüldüğü gibi sistemin karakteristiği farklı eğimli üç doğrudan oluşur, yayın rijitliği her bölgede daha da artmıştır.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Paralel Bağlı, Ancak Yaylanması Sınırlı Üç Yaydan Oluşan Konstrüksiyon



$$F_{top} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$$

$$c_{eş} \cdot \delta = c_1 \cdot \delta + c_2 \cdot \delta + c_3 \cdot \delta + \dots$$

$$c_{eş} = c_1 + c_2 + c_3 + \dots$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

YAY MALZEMELERİ

Yüksek mukavemetli, Cr-Si, Cr-V alaşımlı çelikler kullanılır. Soğuk ve sıcak şekillendirilebilirler. İşlem sonrasında artık gerilmeleri gidermek için ısıtılma işlemi yapılır. Ayrıca kumlama işlemi yapılarak yüzeylerindeki oksit tabakası ortadan kaldırılır. Yayın dinamik zorlanmalara karşı dayanımı artar.

İyi bir yay çeliği yüksek elastiklik modülüne, yüksek yorulma ve sürünme mukavemetine sahip olması gerekir.

55 Si 7, 60 Si 7, 60 CrSi 7, 51 CrV4 ve 50 CrV4 gibi...

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Silindirik Helisel Yaylar



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Silindirik Helisel Yaylar



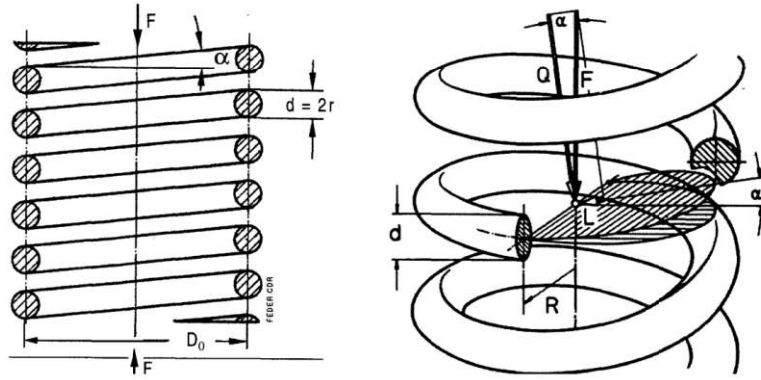
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

YAYLARIN HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Silindirik Helisel Yaylar

Helisel silindirik yaylar kuvvetin etkisi yönüne göre basmaya veya çekmeye çalışırlar. Helisel yaya eksenini doğrultusunda etkiyen F kuvveti yay kesitinde burulma gerilmesi, eğilme gerilmesi, kesme gerilmesi ve bası gerilmeleri meydana getirir.



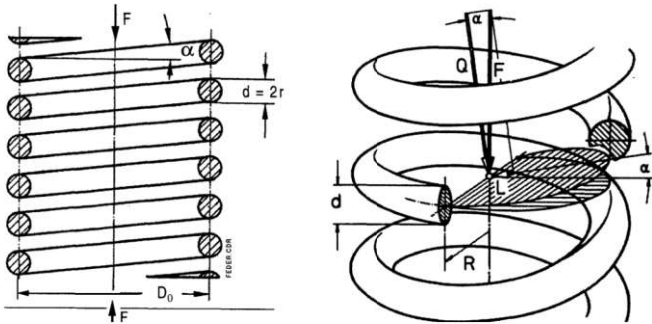
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Burulma: $\tau = \frac{M_b}{W_p} = \frac{F \cdot \cos \alpha \cdot \frac{D_0}{2}}{W_p}$

Kesme: $\tau_K = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$

Eğilme: $\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F \cdot \sin \alpha \cdot \frac{D_0}{2}}{W_e}$

Bası: $\sigma_B = \frac{F \cdot \sin \alpha}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$



$$\tau = \frac{M_b}{W_p} = \frac{F \cdot \frac{D_0}{2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{8 \cdot F \cdot D_0}{\pi \cdot d^3}$$

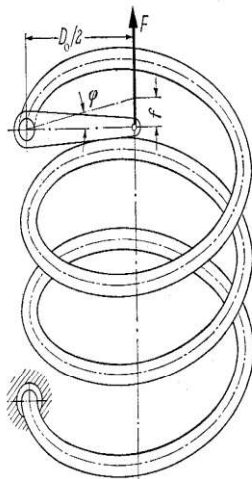
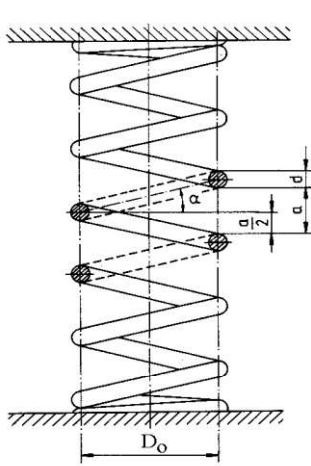
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaylanma miktarı: $s = \frac{8 \cdot F \cdot D_0^3 \cdot i_y}{G \cdot d^4}$

Burada; D_0 : Ortalama çap
 i_y : Yaylanan sarım sayısı ($i_y = i_T - 2$)
 G : Kayma modülü
 d : Tel çapı

Depolanan enerji: $W = \frac{1}{2} F \cdot s = \frac{1}{2} c \cdot s^2 = \eta_A \frac{\tau^2 \cdot V}{2 \cdot G}$

Burada η_A : 1/2 (faydalanma derecesi)



Eğilme: $\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{F \cdot \sin \alpha \cdot \frac{D_0}{2}}{W_e}$

Bası: $\sigma_B = \frac{F \cdot \sin \alpha}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$

Burulma: $\tau = \frac{M_b}{W_p} = \frac{F \cdot \cos \alpha \cdot \frac{D_0}{2}}{W_p}$

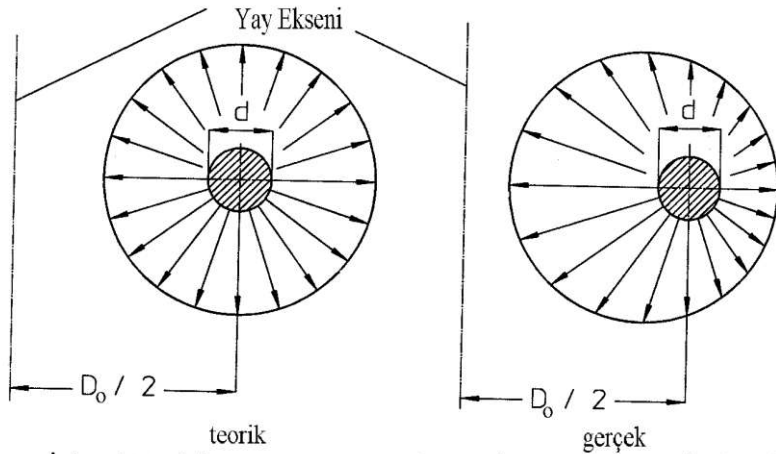
Kesme: $\tau_K = \frac{F \cdot \cos \alpha}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$

$$\tau = \frac{M_b}{W_p} = \frac{F \cdot \frac{D_0}{2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{8 \cdot F \cdot D_0}{\pi \cdot d^3}$$

$$s = \frac{8 \cdot F \cdot D_0^3 \cdot i_y}{G \cdot d^4}$$

$$W = \frac{1}{2} F \cdot s = \frac{1}{2} c \cdot s^2 = \eta_A \frac{\tau^2 \cdot V}{2 \cdot G}$$

Silindirik Helisel Yaylarda yay tellerinde oluşan gerilmeler

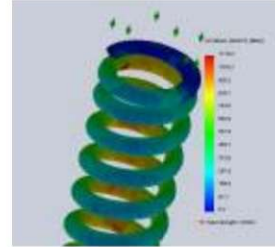


İdeal Halde:

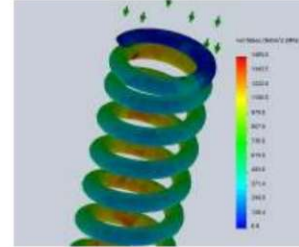
$$\tau_i = \frac{M_b}{W_p} = \frac{F \cdot \frac{D_0}{2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{8 \cdot F \cdot D_0}{\pi \cdot d^3}$$

Gerçekte En Büyük Gerilme:

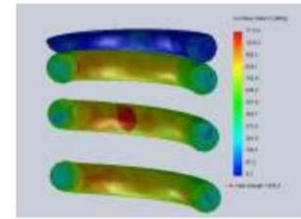
$$\tau_{\max} = k \cdot \tau_i = \frac{8 \cdot k \cdot F \cdot D_0}{\pi \cdot d^3}$$



a) % 38 Sıkıştırma Oranı



b) % 50 Sıkıştırma Oranı



c) % 38 Sıkıştırma Oranında Oluşan Gerilmenin Kesitteki Görünüşü

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Silindirik Helisel Yaylar

$$w = D_0 / d$$

w	5	6	7	8	9	10	11
k	1,293	1,237	1,199	1,172	1,151	1,135	1,122
w	12	13	14	16	18	20	
k	1,111	1,104	1,094	1,082	1,072	1,064	

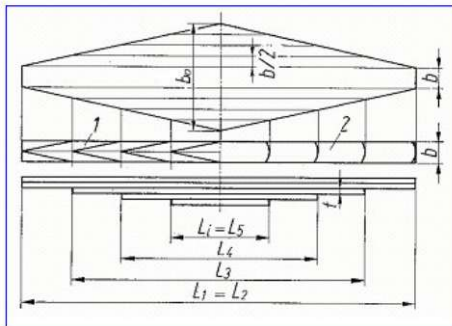
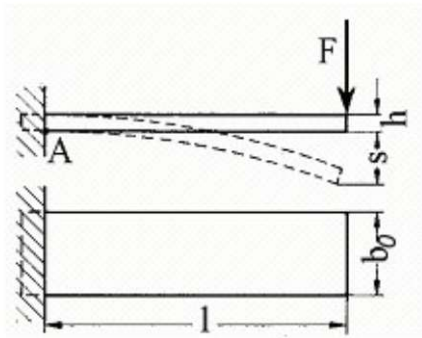
$$k = 1 + \frac{5}{4} \frac{1}{w} + \frac{7}{8} \frac{1}{w^2} + \frac{1}{w^3}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaprak Yaylar

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaprak Yaylar



$$\sigma_e = \frac{6 \cdot F \cdot l}{b_0 \cdot h^2}$$

$$F_{max} = W_e \frac{\sigma_{eem}}{l} = \frac{b_0 \cdot h^2}{6} \frac{\sigma_{eem}}{l}$$

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{6 \cdot F \cdot l}{b_0 \cdot h^2}$$

$$s = \frac{F \cdot l^3}{E \cdot J_e} = \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h^3}$$

$$W = \frac{1}{2} F \cdot s = \frac{1}{9} \frac{\sigma_e^2}{2 \cdot E} b_0 \cdot h \cdot l = \frac{1}{18} \frac{\sigma_e^2}{E} V$$

$$c = \frac{F}{s} = \frac{E \cdot b_0 \cdot h^3}{4 \cdot l^3}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaprak Yaylar



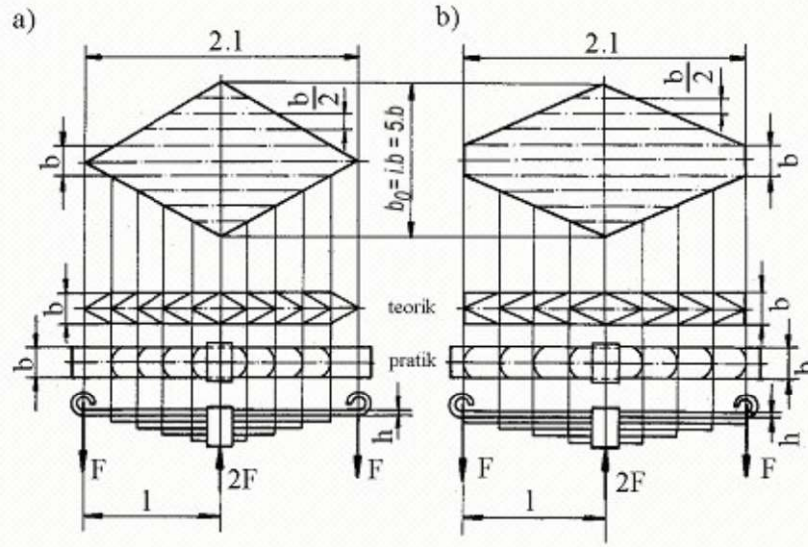
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaprak Yaylar

Yükleme Şekli	σ_e	S	W	c
	$\frac{Fl}{W_e}$	$\frac{\sigma_e l^2}{3E_e}$	$\frac{1}{6} \frac{\sigma_e^2 W_e l}{E_e}$	$3 \frac{E_e J_e}{l^3}$
	$\frac{1}{2} \frac{F.l}{W_e}$	$\frac{1}{6} \frac{\sigma_e l^2}{3E_e}$	$\frac{1}{6} \frac{\sigma_e^2 W_e l}{E_e}$	$12 \frac{E_e J_e}{l^3}$
	$\frac{1}{4} \frac{F.l}{W_e}$	$\frac{1}{12} \frac{\sigma_e l^2}{3E_e}$	$\frac{1}{6} \frac{\sigma_e^2 W_e l}{E_e}$	$48 \frac{E_e J_e}{l^3}$
	$\frac{1}{8} \frac{F.l}{W_e}$	$\frac{1}{24} \frac{\sigma_e l^2}{3E_e}$	$\frac{1}{6} \frac{\sigma_e^2 W_e l}{E_e}$	$192 \frac{E_e J_e}{l^3}$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yaprak Yaylar



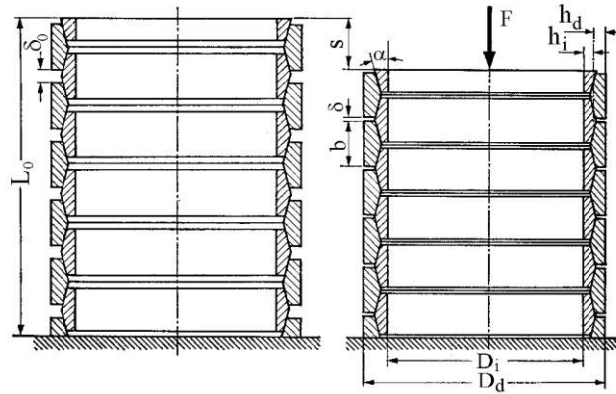
Yaylanma miktarı: $s = q_1 \cdot q_3 \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h^3}$

Rijitlik: $c = \frac{1}{4 \cdot q_1 \cdot q_2} \frac{E \cdot b_0 \cdot h^3}{l^3}$

$q_3 \approx 0,75$ olup, q_1 ve q_2 genişlik oranlarına göre değişen katsayılardır.

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

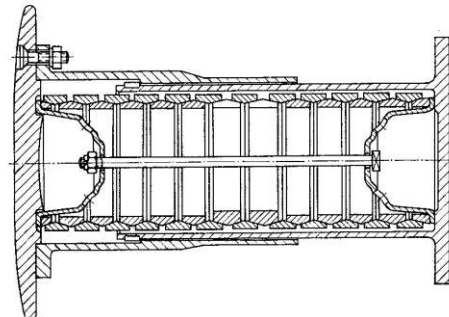
Bilezik Yaylar



Yay kuvveti: $F = h_d \cdot \pi \cdot b \cdot \tan(\alpha + \rho) \cdot \sigma$

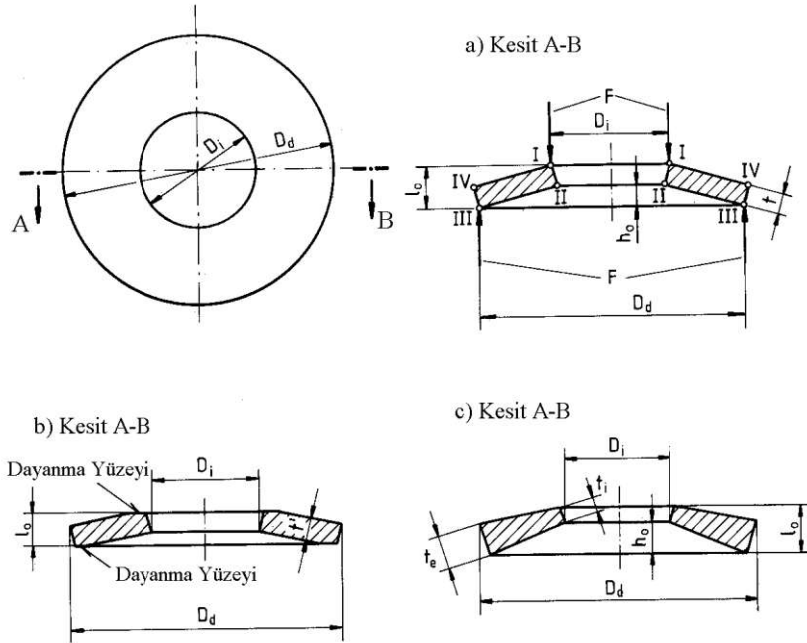
Yaylanma: $s = \frac{F \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot b \cdot \tan \alpha \cdot \tan(\alpha + \rho)} \left(\frac{D_d}{h_d} + \frac{D_i}{h_i} \right)$

Yay işi: $W = \frac{1}{2} F_{\max} \cdot s_{\max} = \frac{\tan(\alpha + \rho) \cdot h_d \cdot \sigma_{\text{em}}^2}{\tan \alpha \cdot h_i \cdot 2 \cdot E} \cdot V$



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Tabak Yaylar



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Tabak Yaylar

$$F = \frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^4}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \frac{s}{t} \cdot \left[\left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{t} \right) \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{s}{2 \cdot t} \right) + 1 \right]$$

$$K_1 = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\left(\frac{Q-1}{Q} \right)}{\frac{Q+1}{Q-1} - \frac{2}{\ln Q}}; Q = \frac{D_e}{D_i}$$

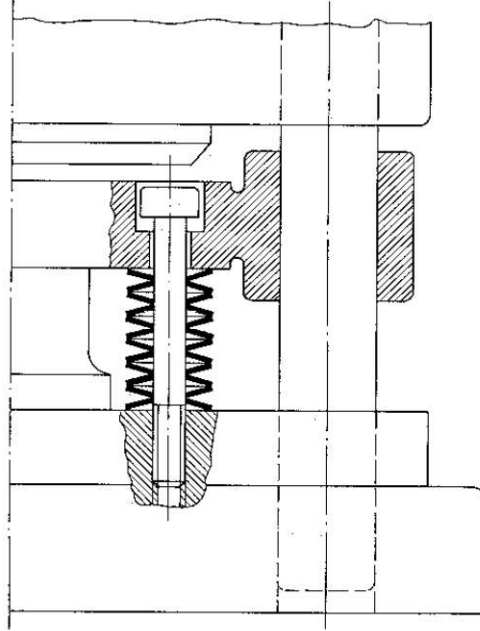
$$F_d = \frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^3 \cdot h_0}{K_1 \cdot D_e^2}$$

Tabak yayı düz hale getirmek için gerekli kuvvet

$$C = \frac{dF}{ds} = \frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^3}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \left[\left(\frac{h_0}{t} \right)^2 - 3 \cdot \frac{h_0}{t} \cdot \frac{s}{t} + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{s}{t} \right)^2 + 1 \right]$$

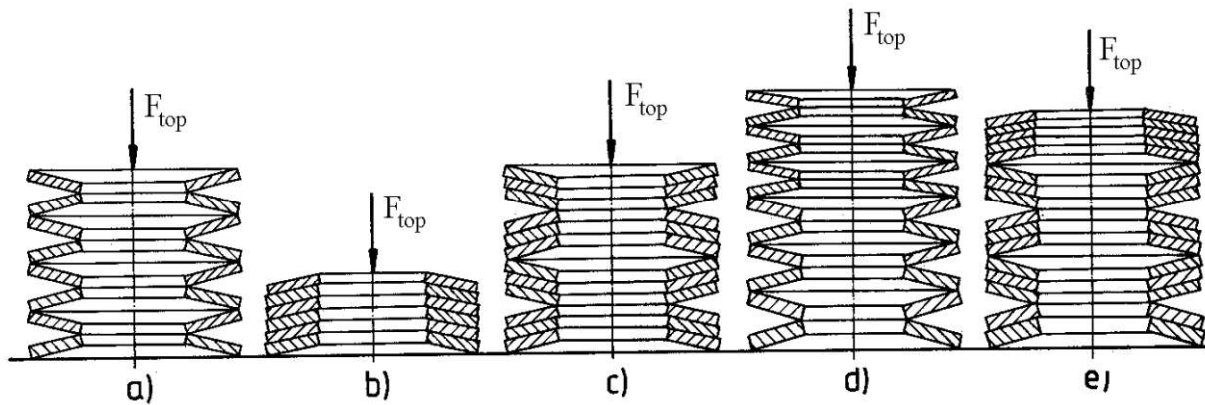
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Tabak Yay Kullanım Örneği



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Tabak Yay Bağlama Örnekleri



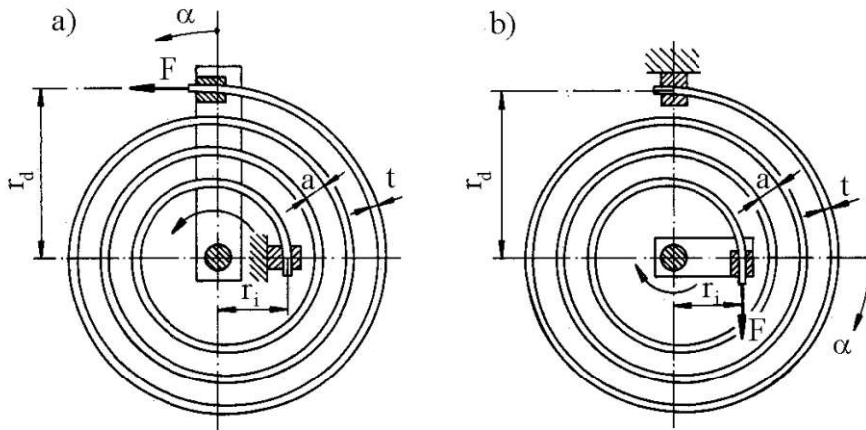
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Tabak Yay Bağlama Örnekleri



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Spiral Yaylar



$$M_{d_{max}} = \frac{b \cdot t^2}{6} \cdot \sigma_{em}$$

$$l \approx 2 \cdot \pi \cdot i \cdot \left[r_a - \frac{i}{2} (t + a) \right]$$

$$C_b = \frac{E \cdot b \cdot t^3}{12 \cdot l}$$

$$\alpha = \frac{M_d \cdot l}{E \cdot l_x} = \frac{12 \cdot M_d \cdot l}{E \cdot b \cdot t^3}$$

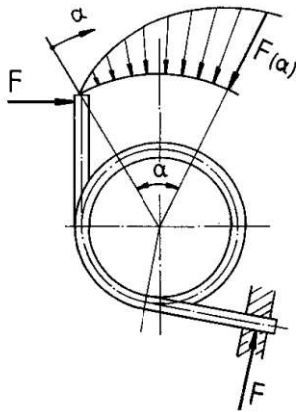
$$\alpha_{em} = \frac{2 \cdot l \cdot \sigma_{em}}{E \cdot t}$$

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kangal Yaylar

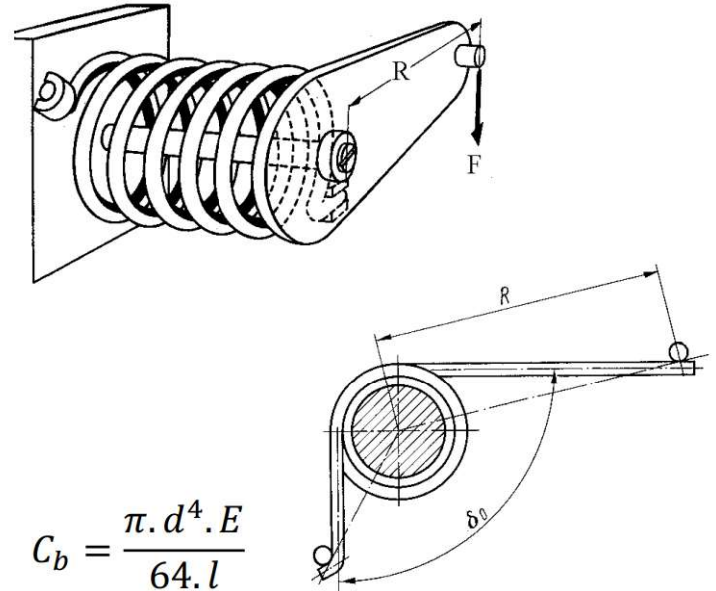


$$M_{d_{max}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \cdot \sigma_{em}$$

$$l \approx \pi \cdot D_m \cdot i$$

$$\alpha = \frac{M_d \cdot l}{E \cdot I_x} = \frac{64 \cdot M_d \cdot l}{\pi \cdot d^4 \cdot E}$$

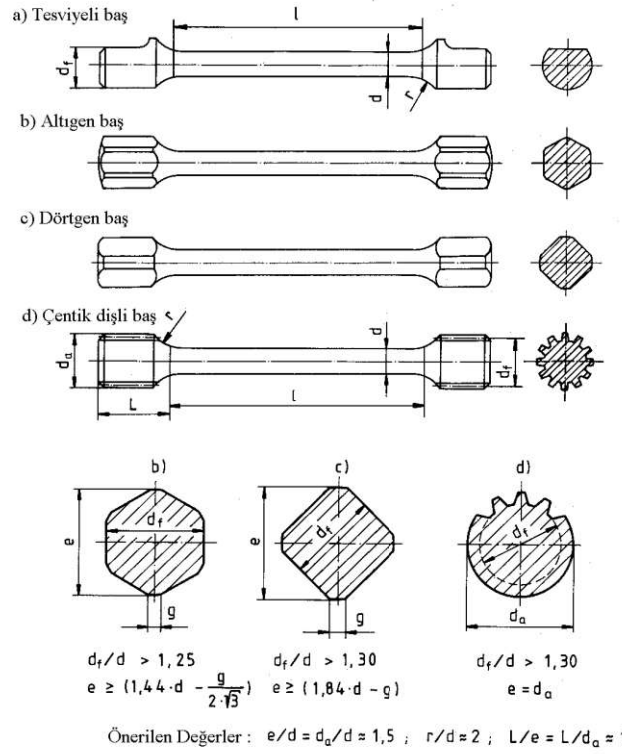
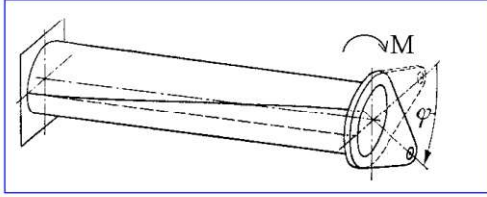
$$\alpha_{em} = \frac{2 \cdot l \cdot \sigma_{em}}{E \cdot d}$$



$$C_b = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot E}{64 \cdot l}$$

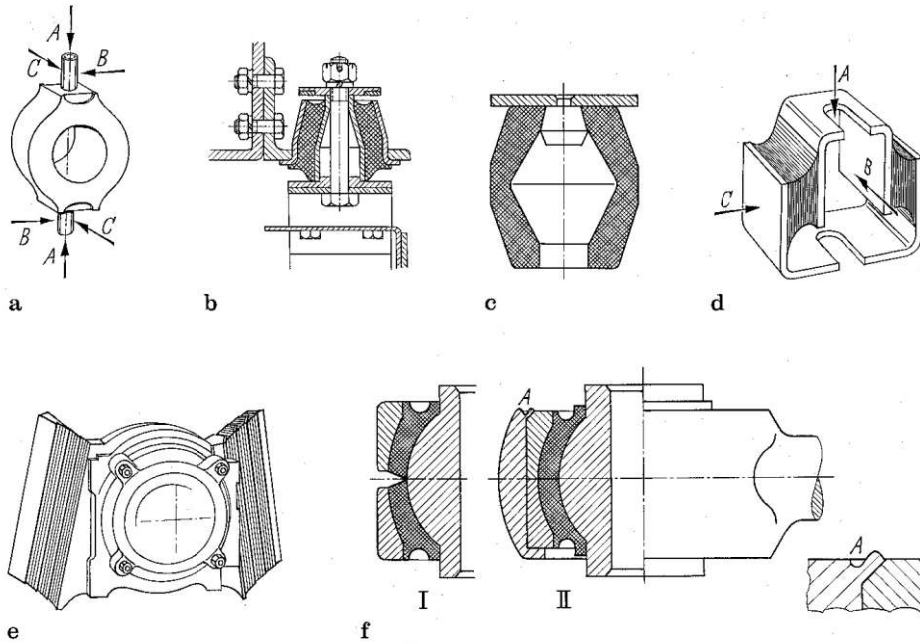
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Çubuk Yaylar



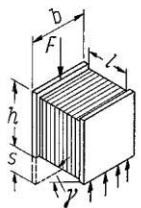
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kauçuk Yaylar



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Kauçuk Yaylar

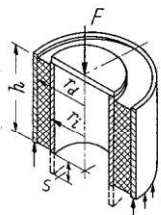


Kaymaya Zorlanan Prizmatik Yay

$$1. F = A \gamma G = b h \tau_{em}$$

$$2. s = \frac{F l}{G A}; \quad \gamma = \frac{s}{l} < 20^\circ$$

$$c = \frac{G A}{l}$$

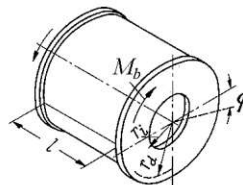


Kaymaya Zorlanan Kovanlı Yay

$$1. F = 2 \pi r_i h \tau_{em}$$

$$2. s = \frac{F}{2 \pi h G} \ln \frac{r_d}{r_i}$$

$$c = \frac{2 \pi h G}{\ln \frac{r_d}{r_i}}$$

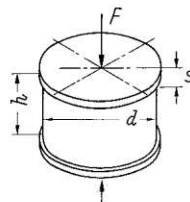


Burulmaya Zorlanan Yay

$$1. M_b = \frac{\pi (r_d^4 - r_i^4)}{2 r_d} \tau_{em}$$

$$2. \phi = \frac{M_b \cdot 2 l}{\pi (r_d^4 - r_i^4) G}; \quad \phi < 20^\circ$$

$$C = \frac{\pi (r_d^4 - r_i^4) G}{2 l}$$



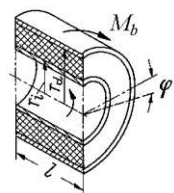
Basıya Zorlanan Silindirik Yay
(Kauçuk Takoz)

$$1. F = A \tau_{em}; \quad A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$2. s = \frac{F h}{E A}; \quad s < 0,2 h$$

$$c = \frac{E A}{h} \quad E = f(k) \quad \text{Bk Şekil ..}$$

$$k = \frac{d}{4 h}$$



Burulmaya Zorlanan Kovanlı Yay

$$1. M_b = 2 \pi r_i^2 l \tau_{em}$$

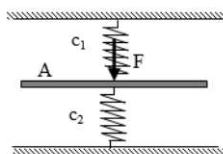
$$2. \phi = \frac{M_b}{4 \pi l G} \left(\frac{1}{r_i^2} - \frac{1}{r_d^2} \right); \quad \phi < 40^\circ$$

$$C = \frac{4 \pi l G}{\frac{1}{r_i^2} - \frac{1}{r_d^2}}$$

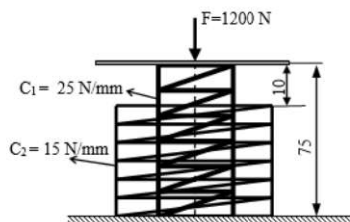
Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Örnek Problem

- 1) Rijitlikleri $c_1 = 30 \text{ N/mm}$ ve $c_2 = 20 \text{ N/mm}$ olan iki yay şekildeki gibi bağlanmış ve yay sistemine A plakası vasıtasıyla $F = 800 \text{ N}$ kuvvet uygulanmaktadır. Yay sisteminde meydana gelen şekil değiştirme ve depolanan enerji miktarını hesaplayınız.



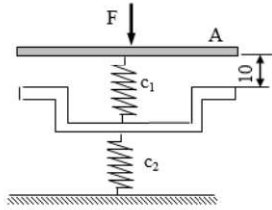
- 2) İç içe geçmiş iki yaydan oluşan bir yay sistemine şekilde görüldüğü gibi A plakası vasıtasıyla 1200 N kuvvet uygulanmaktadır. Yay sistemi bu kuvvet etkisinde ne kadar şekil değiştirir ve bu şekil değiştirme sırasında sistemde depolanan enerjinin değerini hesaplayınız



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Örnek Problem

- 3) Rijitlikleri $C_1 = 20 \text{ N/mm}$ ve $C_2 = 30 \text{ N/mm}$ olan 2 yaydan oluşan şekildeki sisteme, A plakası vasıtasıyla $F = 1200 \text{ N}$ büyüklüğünde bir kuvvet etkimektedir. Sistemde meydana gelen şekil değiştirme miktarını ve depolanan enerjiyi hesaplayınız.



Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

KAYNAKLAR

Fatih BABALIK, Kadir Çavdar; Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Dora Yayıncılık
F.Babalık, K.Çavdar, N.Gerger, N. Kırac, Makine Elemanları Çözümlü Problem Kitabı, Dora Yayıncılık
Tezcan ŞEKERCİOĞLU, Makine Elemanları , Birsen Yayınevi
Vedat Temiz, Makine Elemanları Ders Notları, İTÜ Makine Fakültesi

Prof.Dr. Ali ORAL- Makine Mühendisliği Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı Öğretim Üyesi