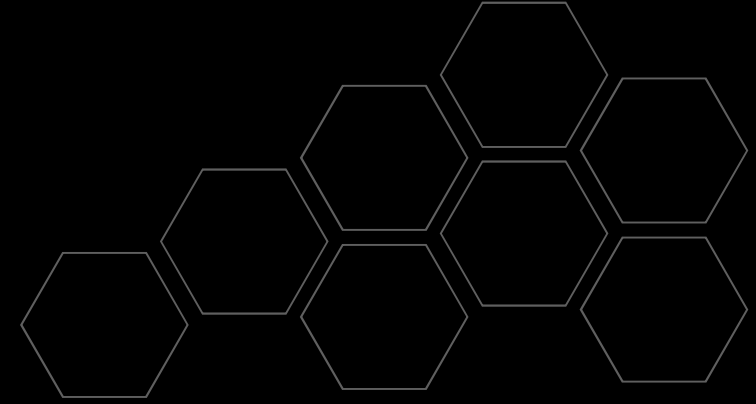
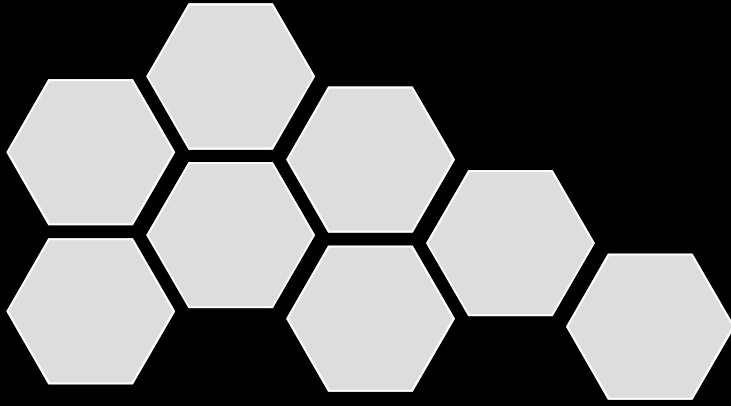
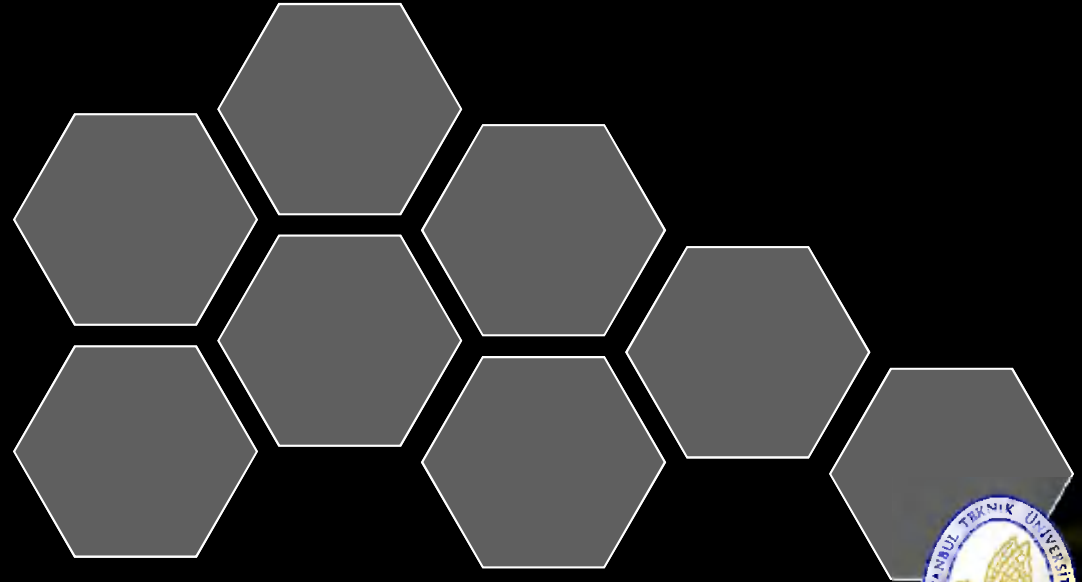
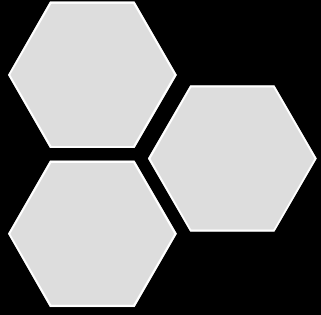




Elastik Bařlantılar Yaylar

Vedat Temiz

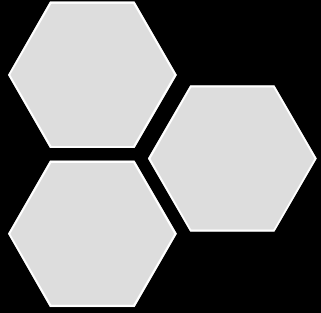




Genel Bilgiler

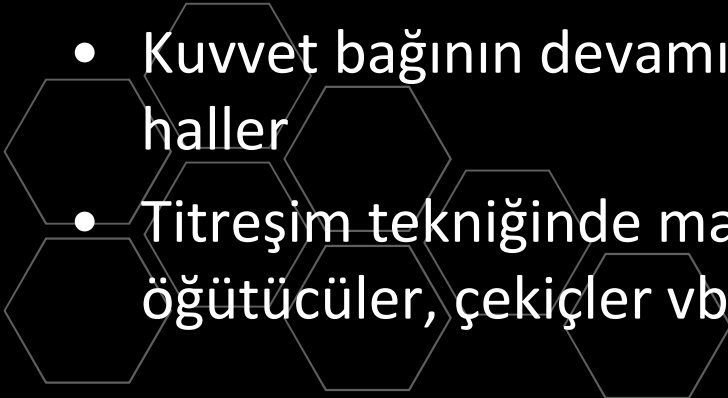
- Büyük miktarda şekil değiştirme ile potansiyel enerji depo eden makina elemanlarıdır.
- Bu enerji yayın türüne göre az veya çok sürtünme kaybı ile geri verilir.
- Bazı yaylar sadece sönüm amacı ile de kullanılabilirler.





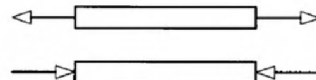
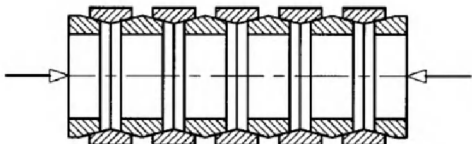
Uygulamaları

- Enerji depolama amacı ile; saat mekanizmaları, klapenin geri itilmesi
- Kuvvet sınırlayıcı olarak; preslerde
- Darbe sönümleyici olarak; taşıt yayları, raylı taşıtların tampon yayları
- Kuvvet bağı elde etmek veya kuvveti dağıtmak için; gergi yayları, temas yayları
- Kuvvet ölçmek için; yaylı dinamometreler, basküller
- Kuvvet bağının devamı için; hareket ve aşınmanın olduğu haller
- Titreşim tekniğinde makinaların desteklenmesi için; kırıcılar, öğütücüler, çekiçler vb.

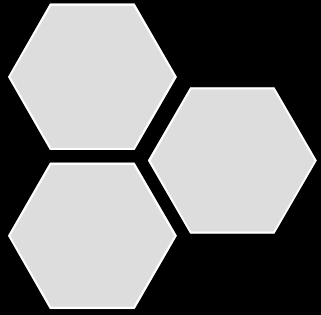


Sınıflandırmaları

- Metal yaylar esas olarak yayın şekline veya yaydaki zorlanmanın cinsine göre sınıflandırılırlar.

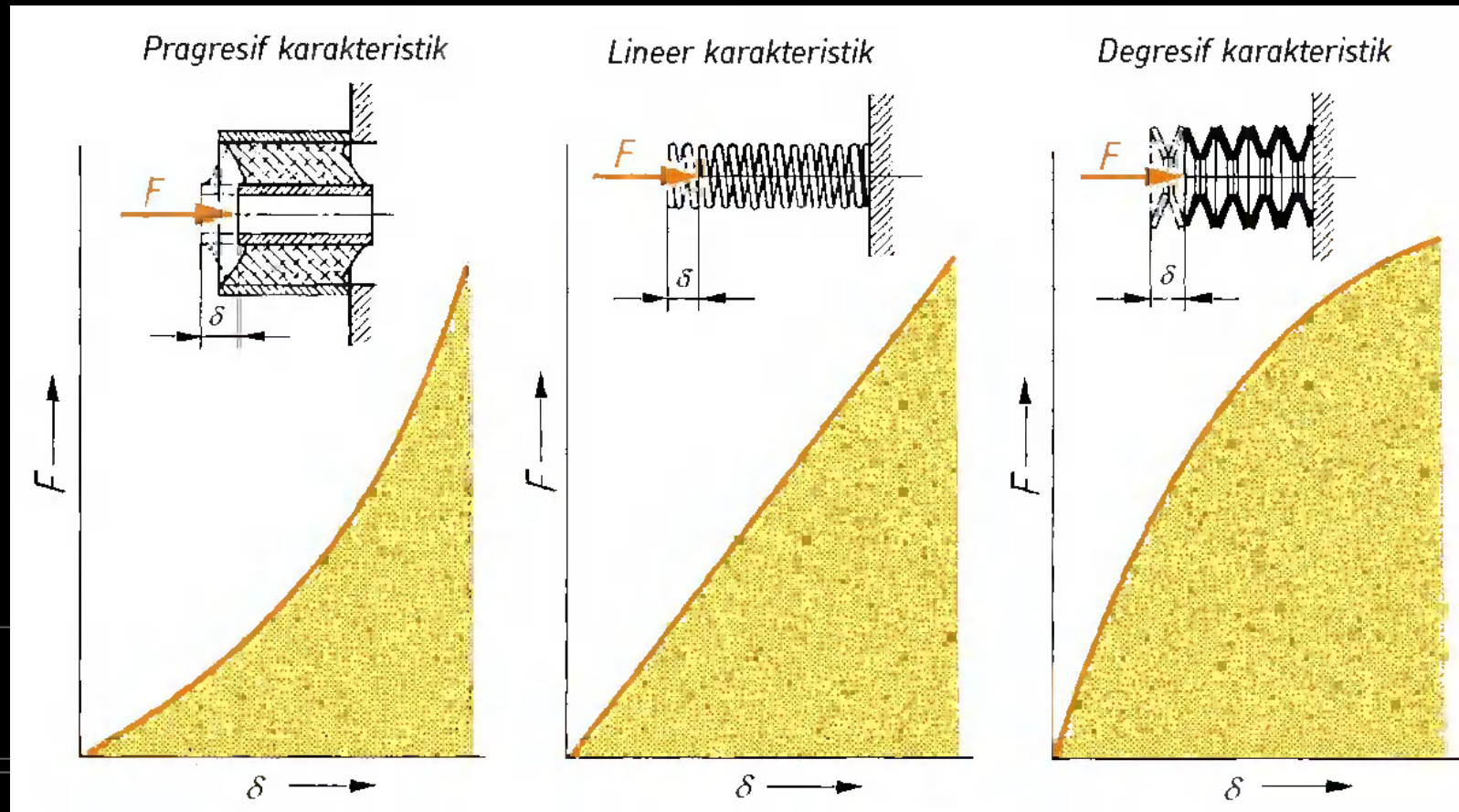
Metal yaylar						
Yayda oluşan zorlanma türü	Çeki - Bası	Çeki veya bası yay çubukları  Bilezik yaylar 				
	Eğilme	Düz formda olanlar	Spiral formda olanlar		Disk veya özel formda olanlar	
		Yaprak yaylar	Spiral yaylar	Kangal yaylar	Tabak yaylar	Membranlar
Burulma	Burulma çubukları	Helisel yaylar		Silindirik olmayan helisel sarımlı yaylar		
		Bası yayı	Çeki yayı	Konik	Dış bükey	İç bükey

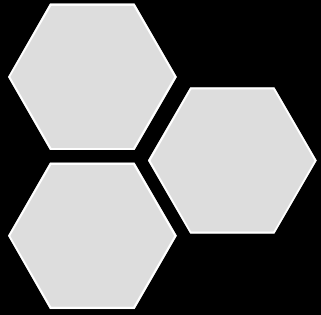




Yay karakteristikleri

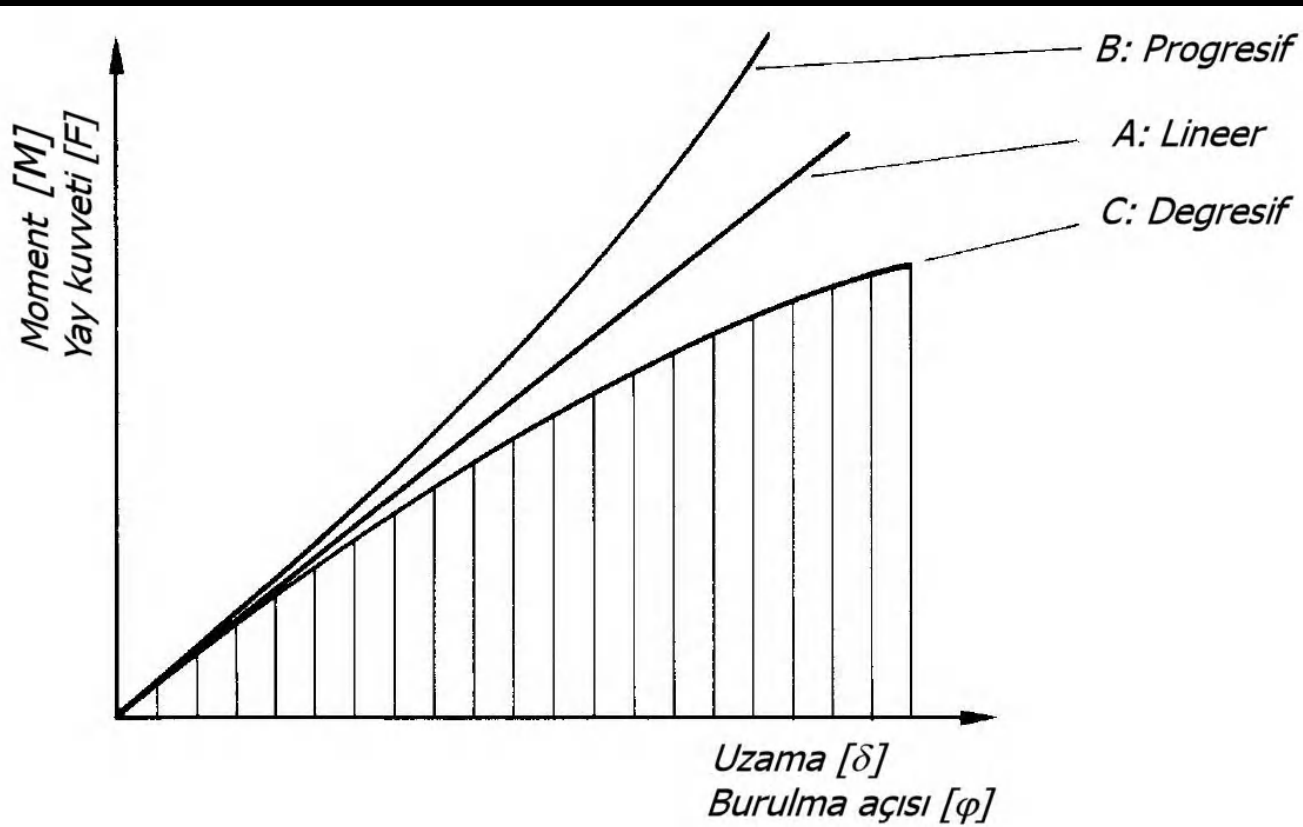
- Yay karakteristiği kuvvet ile uzama arasındaki ilişkidir. Bu ilişki en genel hali ile üç değişik şekilde olabilir.





Yaylanma rijitliği [C]

- Esas olarak yay karakteristiğinin eğimidir.

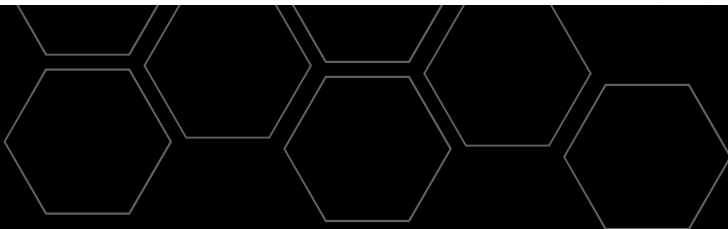


Kuvvet etkisinde
uzama halinde

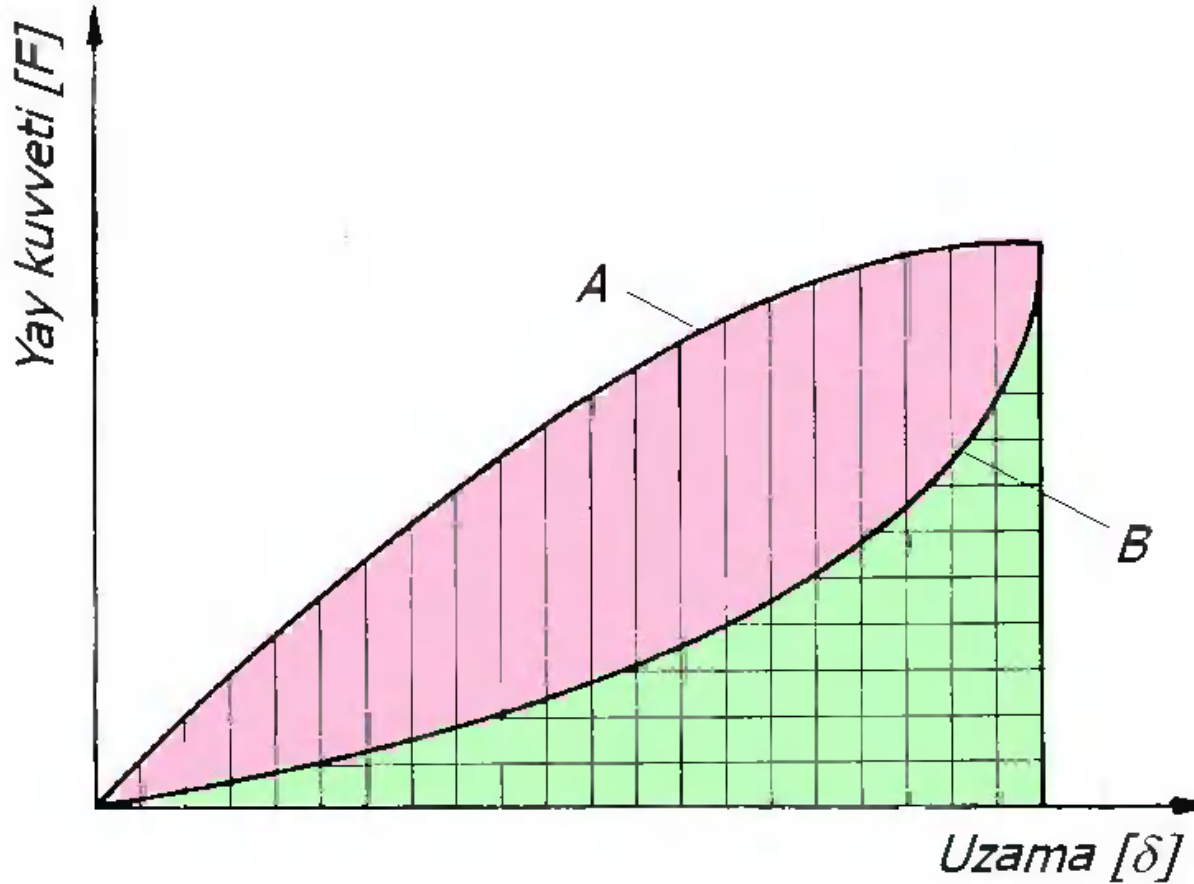
$$C = \frac{dF}{d\delta}$$

Moment etkisinde
dönme halinde

$$C_b = \frac{dM}{d\varphi}$$



Depolanan Enerji - Sönüm



Sönüm faktörü

$$\psi = \frac{W_A - W_B}{W_A}$$

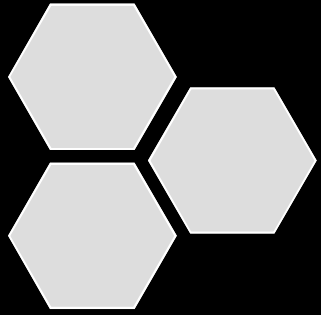
Sönüm 2 türlü olabilir:

- 1) Coulomb sönümü
- 2) Viskoz sönüm

Yayın depo edebileceği enerji

$$W \int_0^{\delta_{\text{maks}}} F \cdot d\delta$$

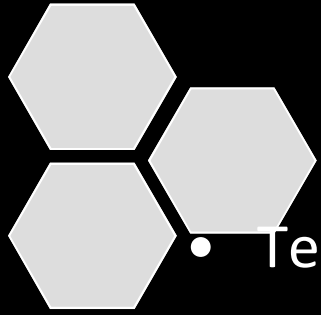




Yay sistemleri

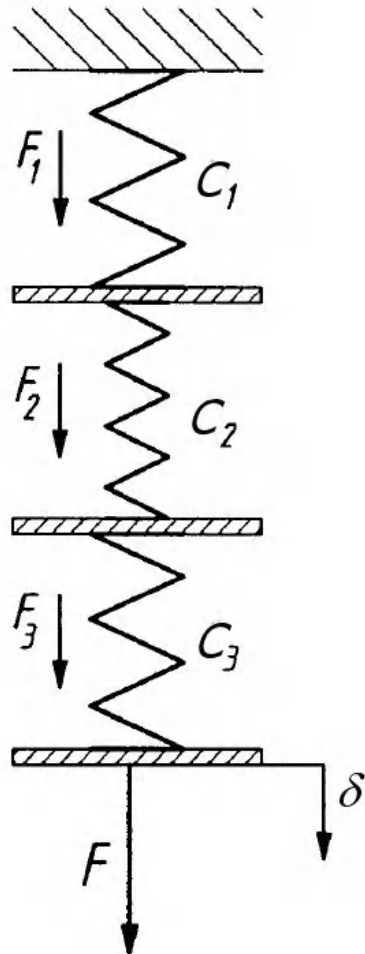
- Uygulamaya bağlı olarak bazen tek yay yerine, birden fazla yayın seri veya paralel bağlanmış halleri kullanılır.
- Yay sistemleri genel olarak
 1. Kullanma hacminin sınırlı olduğu
 2. Tek yaydan daha yeterli olduğu
 3. İstenilen karakteristiklerin tek yaydan elde edilemediğihallerde kullanılırlar.





Seri bağı yay sistemleri

- Tek yaya göre daha yumuşaktır. (yaylanma rijitliği düşüktür)

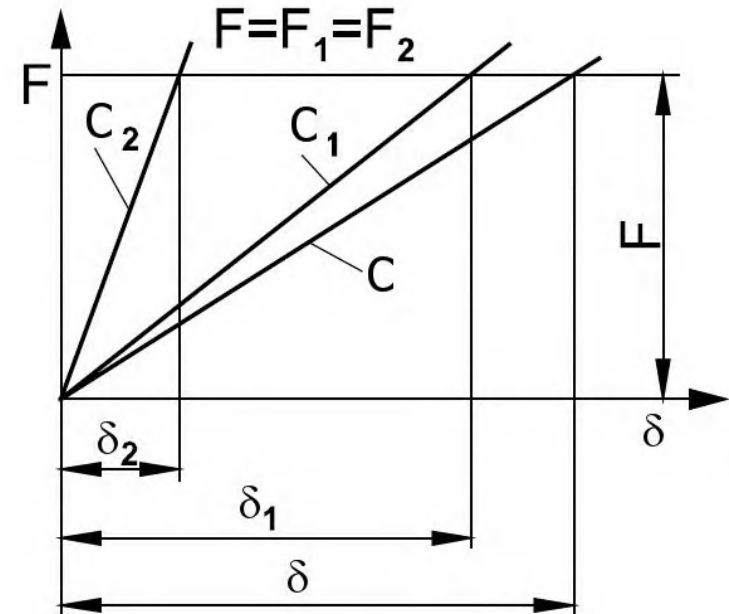
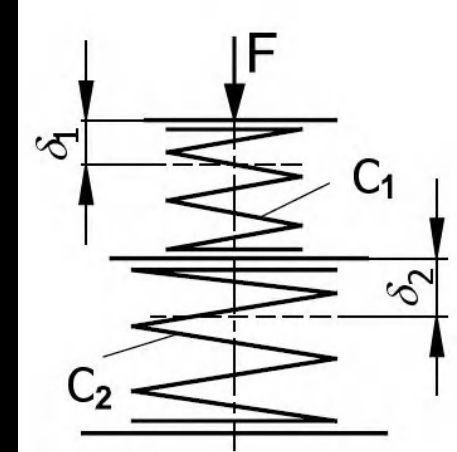


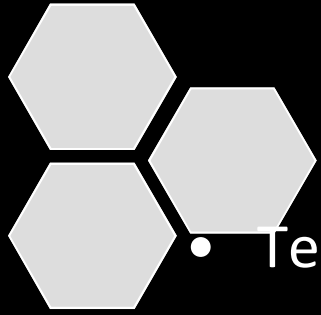
Her yaydaki kuvvet aynıdır

$$\delta_{\text{top}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \dots$$

$$\frac{F}{C_{\text{eş}}} = \frac{F}{C_1} + \frac{F}{C_2} + \frac{F}{C_3} \dots$$

$$\frac{1}{C_{\text{eş}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots$$





Paralel bağı yay sistemleri

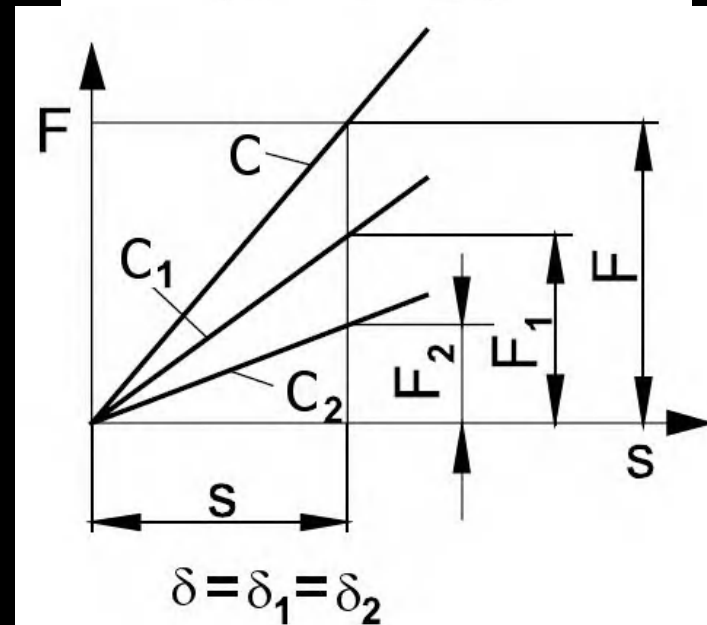
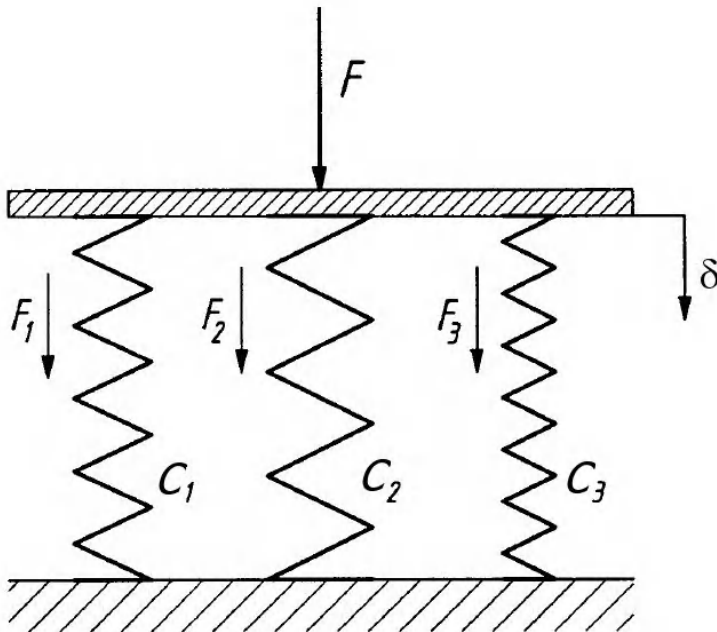
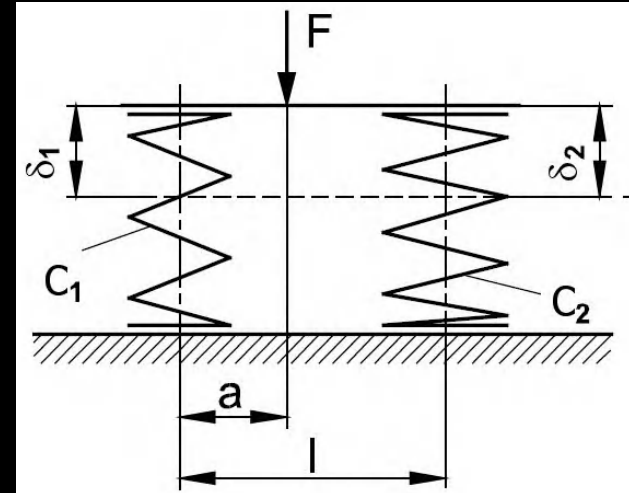
- Tek yaya göre daha serttir. (yaylanma rijitliği büyüktür)

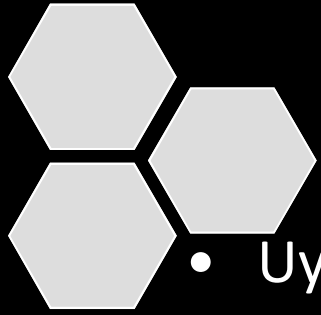
Her yaydaki uzama aynıdır

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

$$C_{\text{eş}} \cdot \delta = C_1 \cdot \delta + C_2 \cdot \delta + C_3 \cdot \delta \dots$$

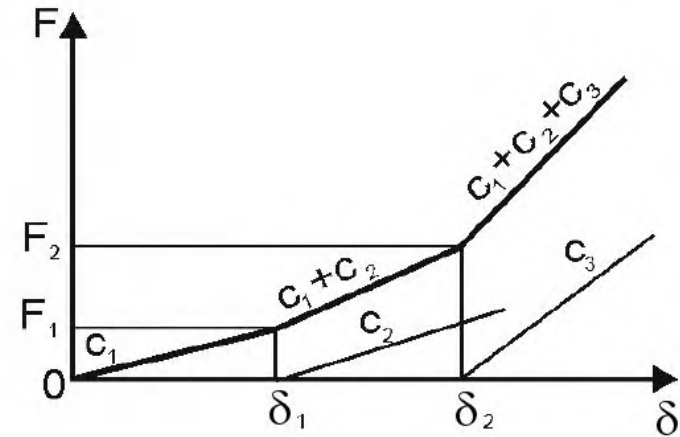
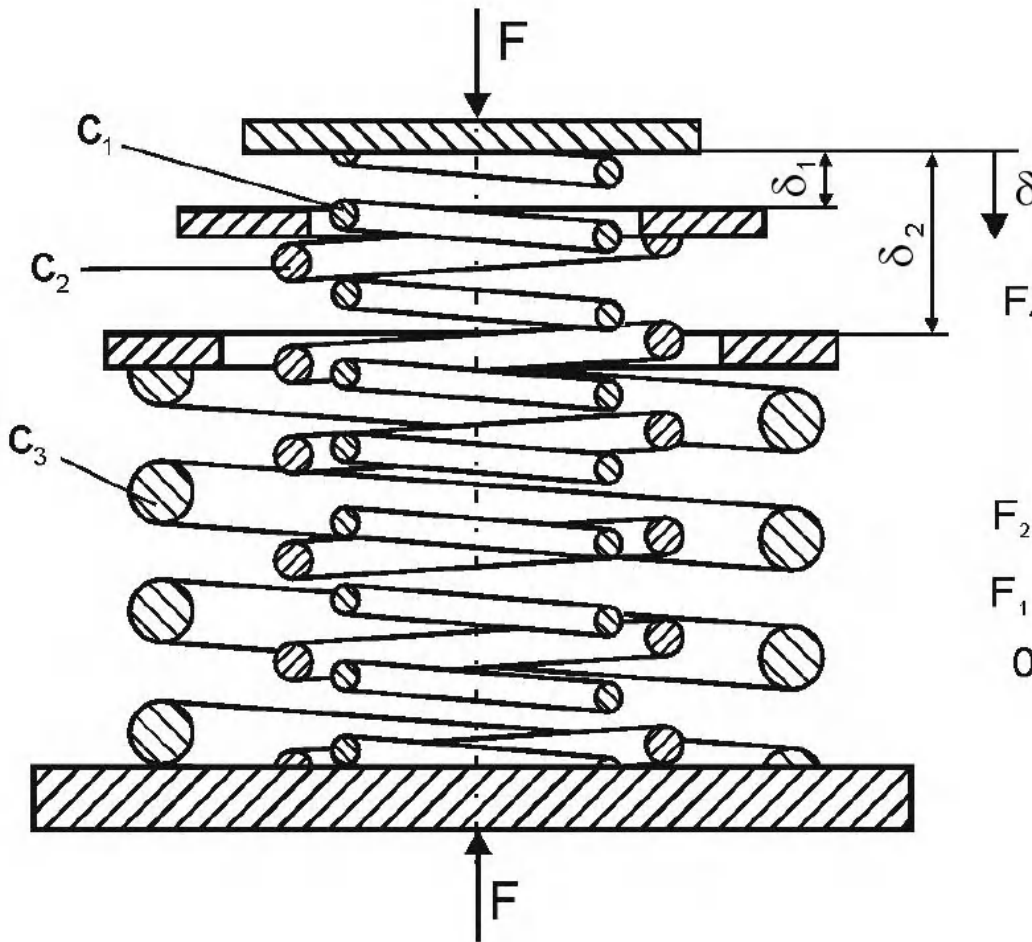
$$C_{\text{eş}} = C_1 + C_2 + C_3 \dots$$

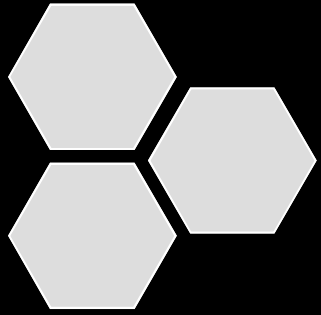




Paralel bağı yay sistemleri

- Uygulama örneği

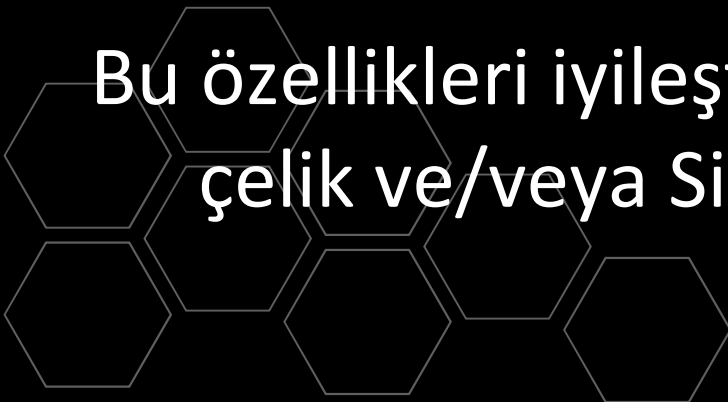


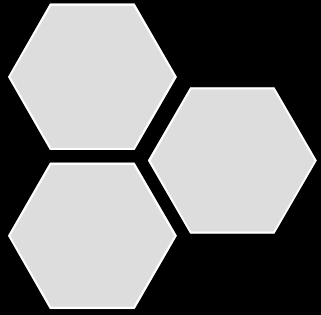


Yay malzemeleri

- İstenen özellikler
 1. Yüksek elastiklik sınırı
 2. Yüksek zaman mukavemeti ve sürekli mukavemet
 3. Yüksek uzama ve bükülme özelliği

Bu özellikleri iyileştirmek için yüksek karbonlu çelik ve/veya Si,Cr,Mn ve V alaşımları...





Yay malzemeleri

- Yay malzemesinin çekme veya kesme mukavemeti tel çapına bağlı olarak değişir. Genel olarak:

$$\sigma_k \approx \frac{A}{d^m}$$

Malzeme	m üsteli	Çap [mm]	A [MPe.mm ^m]	İzafi maliyet
Müzik teli	0.145	0.10–6.5	2211	2.6
Yağda ısıtılmış ve temperlenmiş tel	0.187	0.5–12.7	1855	1.3
Soğuk çekilmiş tel	0.190	0.7–12.7	1783	1.0
Krom-vanadyum teli	0.168	0.8–11.1	2005	3.1
Krom-silisyum teli	0.108	1.6–9.5	1974	4.0
302 Paslanmaz çelik tel	0.146	0.3–2.5	1867	7.6–11
	0.263	2.5–5	2065	
	0.478	5–10	2911	
Fosfor bronz teli	0	0.1–0.6	1000	8.0
	0.028	0.6–2	913	
	0.064	2–7.5	932	

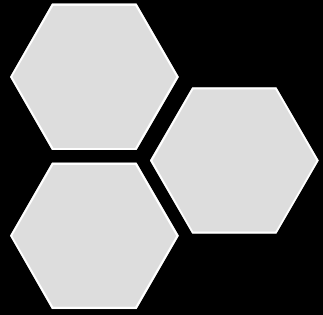
Genel uygulamalarda

$$\tau_{Ak} \approx 0,4 \cdot \sigma_{Ak}$$

Eğilme zorlanması halinde

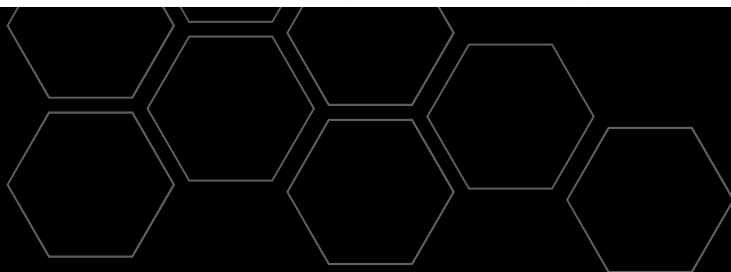
$$\sigma_{em} \leq 0,8 \cdot \sigma_{Ak}$$

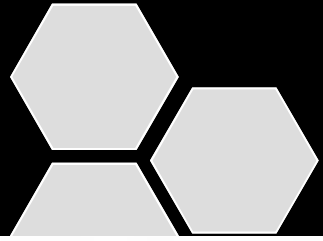




Yay teli kalitesi

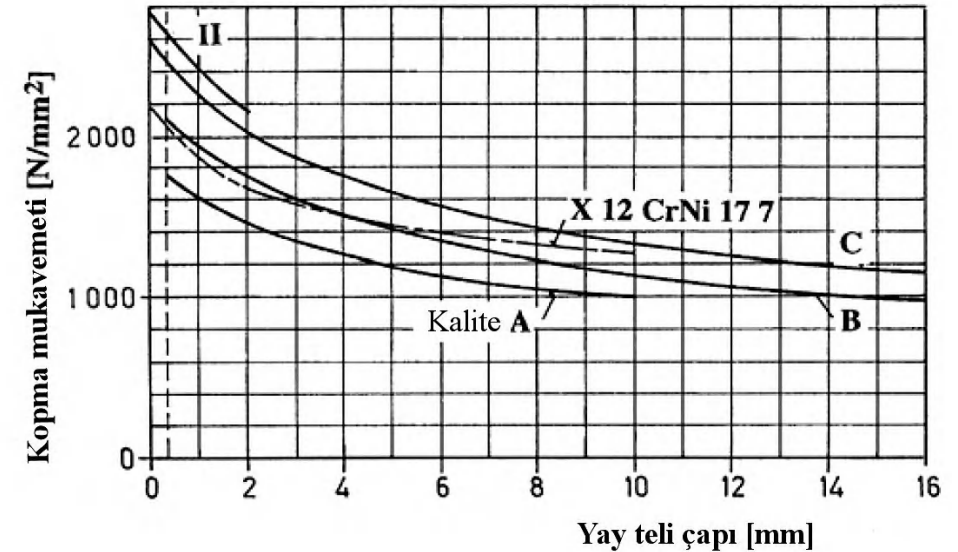
Tel-cinsi	Kullanıldığı yer	d mm	En düşük çekme [MPa] mukavemet değeri
A	Çekme, basma ve burulma etkisinde, küçük kuvvetlerle statik ve çok seyrek dinamik yüklemde çalışan yaylar	1 ... 10	$\sigma_k \approx 1720 - 660 \cdot \log d$
B	Çekme, basma ve burulma etkisinde, küçük kuvvetlerle statik ve seyrek dinamik yüklemde çalışan yaylar	0,3 ... 20	$\sigma_k \approx 1980 - 740 \cdot \log d$
C	Çekme, basma ve burulma etkisinde, küçük kuvvetlerle statik ve seyrek dinamik yüklemde çalışan yaylar	2 ... 20	$\sigma_k \approx 2220 - 820 \cdot \log d$
D	Çekme, basma ve burulma etkisinde, küçük kuvvetlerle statik ve orta/büyük dinamik yüklemde çalışan yaylar	0,2 ... 20	$\sigma_k \approx 2220 - 820 \cdot \log d$
FD	Çelik yay teli (alaşımsız) statik yüklemeler için.	0,5 ... 17	$\sigma_k \approx 1846 - 480 \cdot \log d$
VD	Ventil yayı teli (alaşımsız) büyük dinamik torsiyon etkisinde çevre ısısında çalışan yaylar	0,5 ... 10	$\sigma_k \approx 1800 - 415 \cdot \log d$

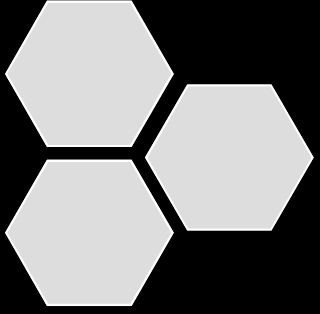




Popüler yay malzemeleri için tipik değerler (yay teli kalitesi)

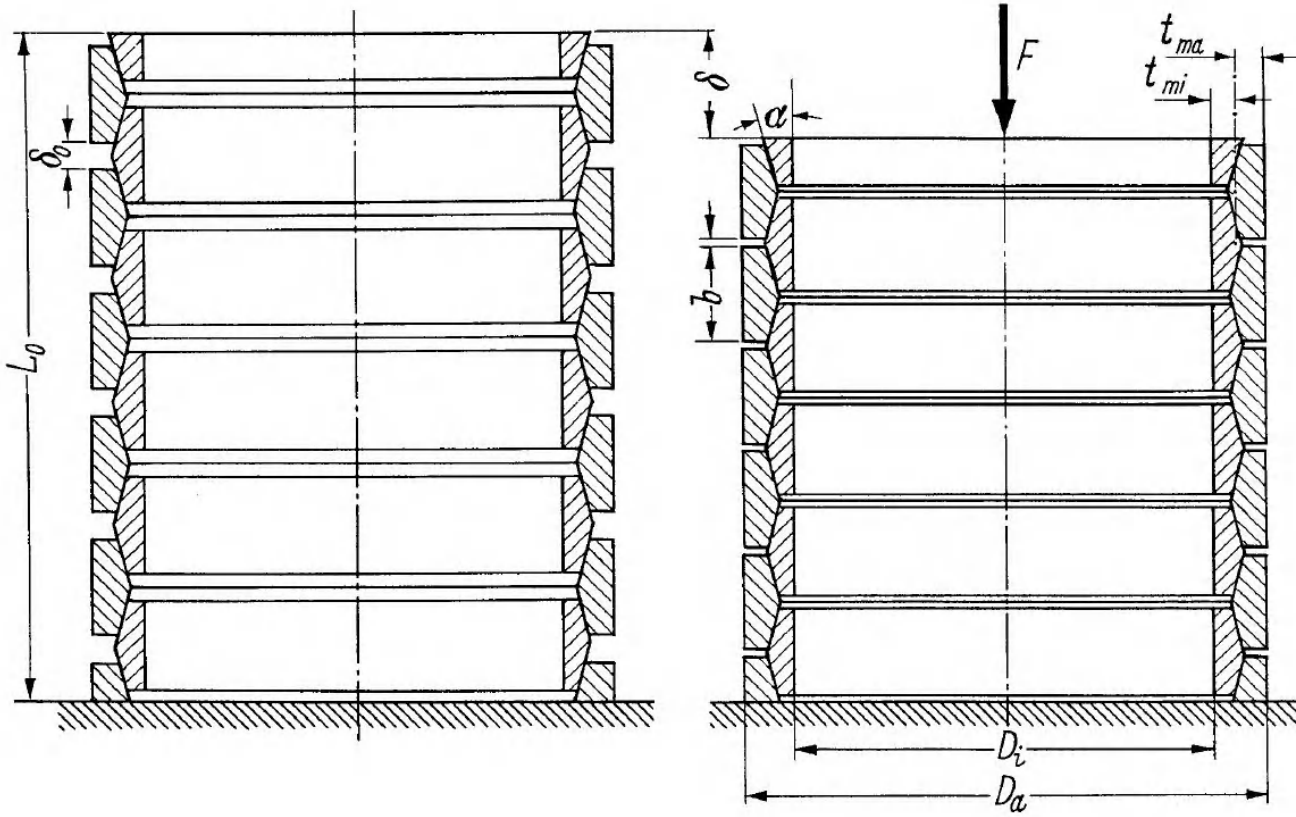
Yuvarlak kesitli yay malzemeleri [DIN 17223, Part 1 (12.84)]				
Tel kalitesi ->	A	B	C	D
Tel çapı [mm]	Kopma mukavemeti - N/mm ²			
0.07	—	—	—	2800–3100
0.3	—	2370–2650	—	2660–2940
1	1720–1970	1980–2220	—	2230–2470
2	1520–1750	1760–1970	1980–2200	1950–2200
3	1410–1620	1630–1830	1840–2040	1840–2040
4	1320–1520	1530–1730	1740–1930	1740–1930
5	1260–1450	1460–1650	1660–1840	1660–1840
6	1210–1330	1400–1560	1590–1770	1590–1770
7	1160–1340	1350–1530	1540–1710	1540–1710
8	1120–1300	1310–1400	1490–1660	1490–1660
9	1090–1260	1270–1440	1450–1610	1450–1610
10	1060–1230	1240–1400	1410–1570	1410–1570
11	—	1210–1370	1380–1530	1380–1530
12	—	1180–1340	1350–1500	1350–1500
13	—	1160–1310	1320–1470	1320–1470
14	—	1130–1280	1290–1440	1290–1440
16	—	1110–1260	1270–1410	1270–1410
18	—	1090–1230	1240–1390	1240–1390
17	—	1070–1210	1220–1360	1220–1360
16	—	1050–1190	1200–1340	1200–1340
19	—	1030–1170	1180–1320	1180–1320
20	—	1020–1150	1160–1300	1160–1300





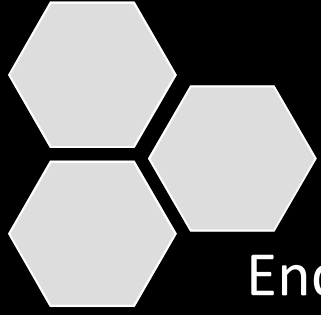
Bilezik yaylar

Daha çok sönümlleme amacı ile tampon olarak kullanılırlar.



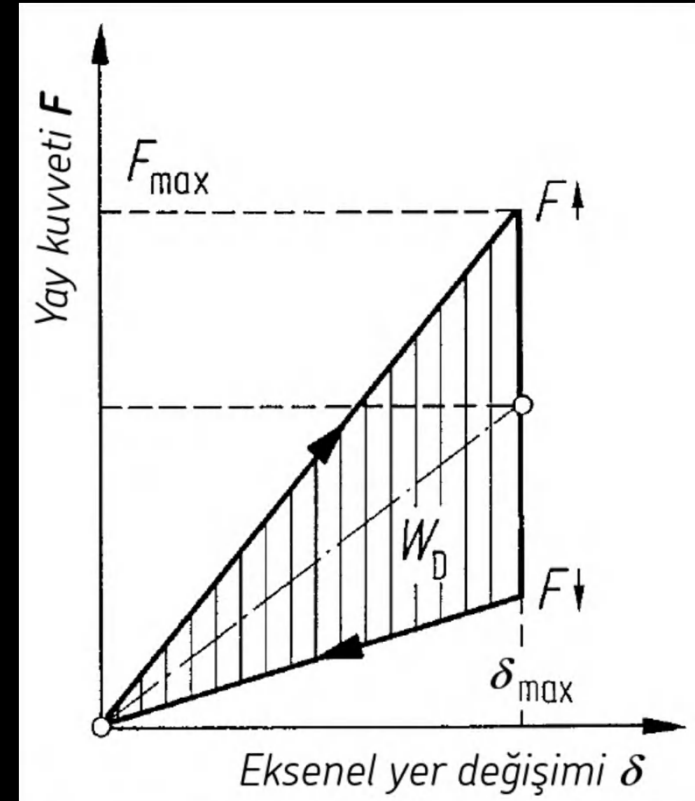
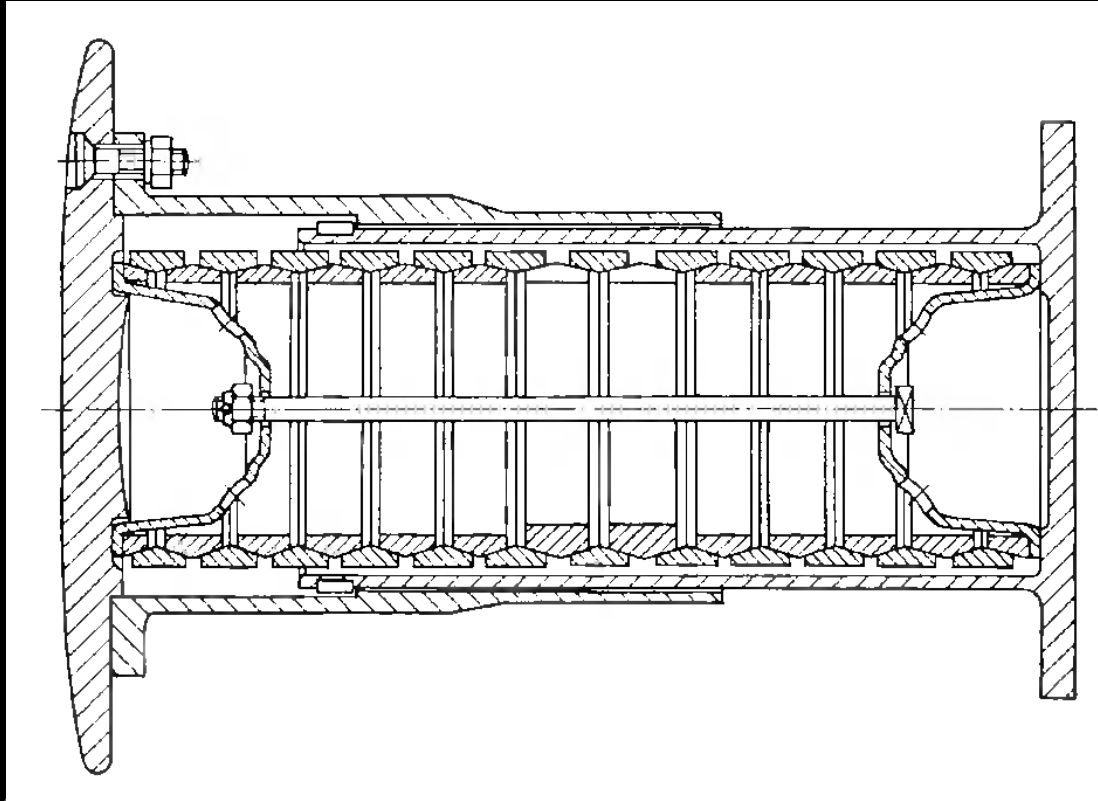
Bilezik yüzeylerinin işlenme ve yağlama durumuna bağlı olarak $\rho=7...9^\circ$ kadardır. Bu nedenle α açısının $12...15^\circ$ alınması uygun olur.

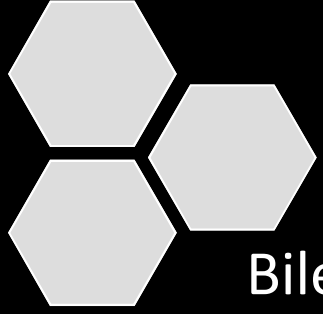




Bilezik yaylar

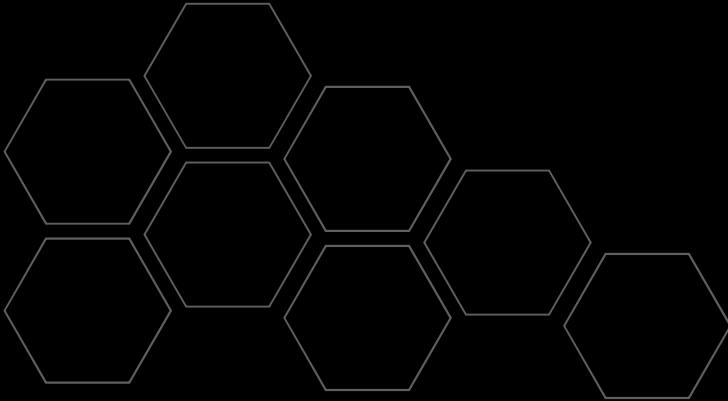
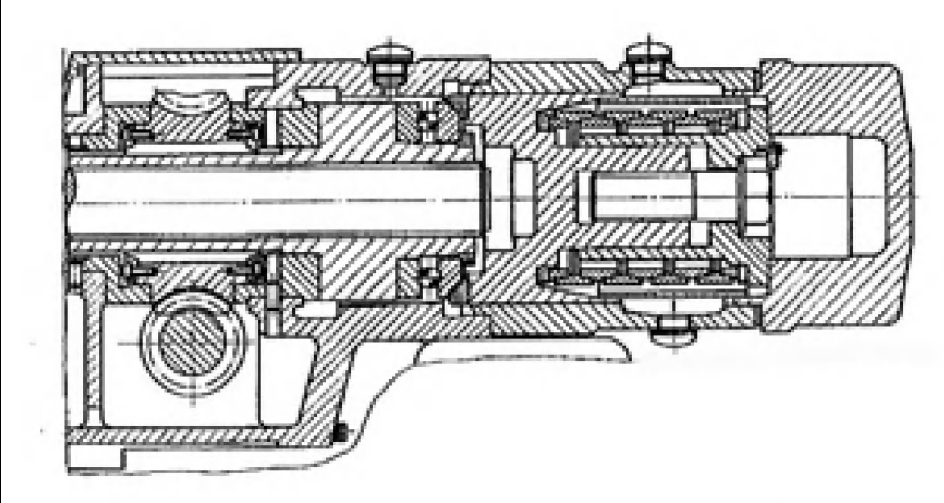
Endüstriyel bir vagon tamponu.





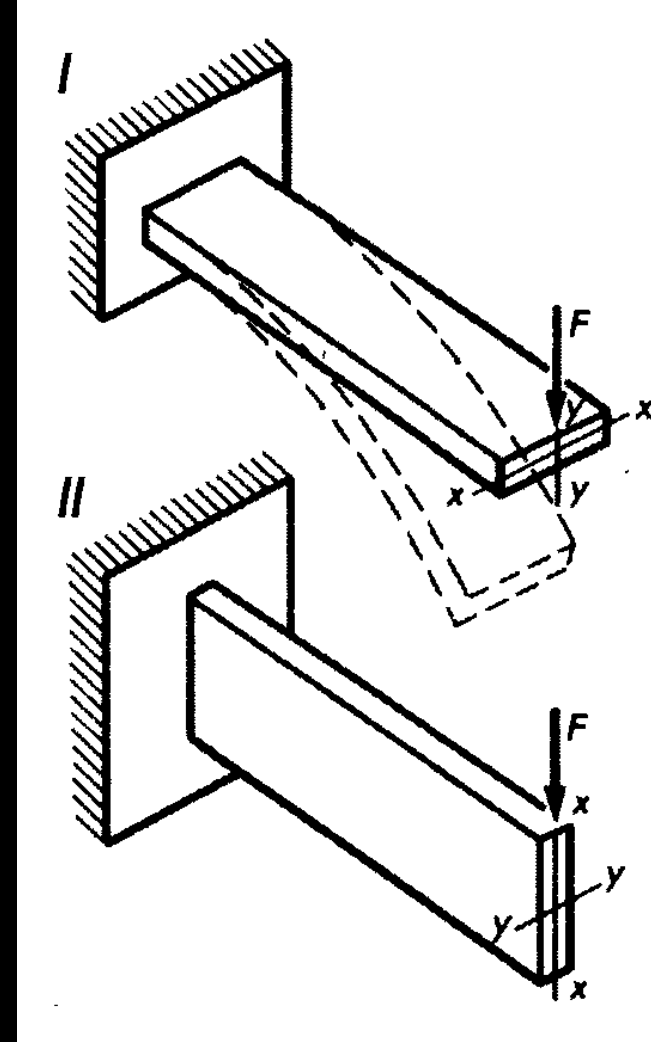
Bilezik yaylar

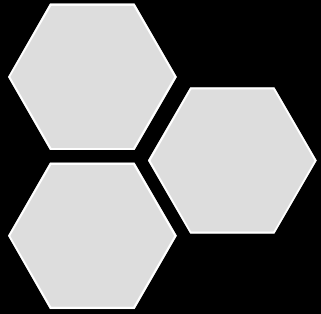
Bilezik yayların bir kaynak makinasındaki uygulaması.



Eğilmeye çalışan yaylar

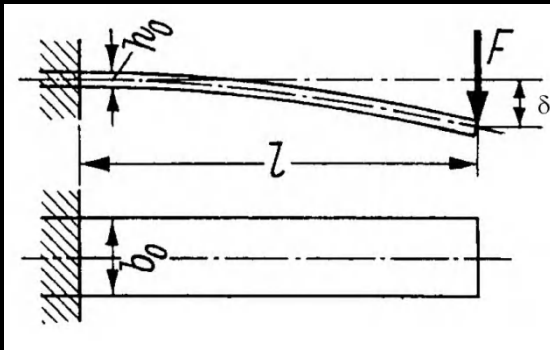
- Makina sistemlerinde aynı elemanları, farklı düzenlerde kullanarak, farklı amaçlara ulaşmak mümkündür.
- Yandaki şekilde I tertibindeki eleman elastik şekil değiştirme yeteneğine sahiptir (alan atalet momenti küçük) ve bu nedenle yay olarak kullanılır.
- II tertibinde ise aynı eleman dik yerleştirilerek kiriş olarak kullanılır.





Yaprak yaylar

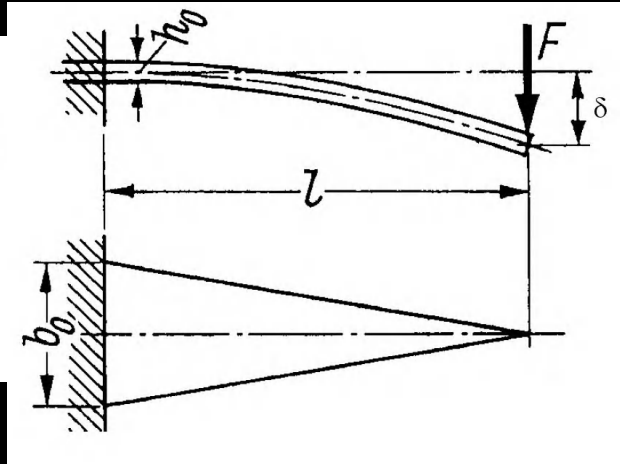
- Hesabı esas olarak eğilmeye maruz bir ankastre kiriş ile tamamen aynıdır.



$$F_{\text{maks}} = \frac{b_0 \cdot h_0^2}{6 \cdot l} \cdot \sigma_{\text{em}}$$

$$\delta = \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h_0^3}$$

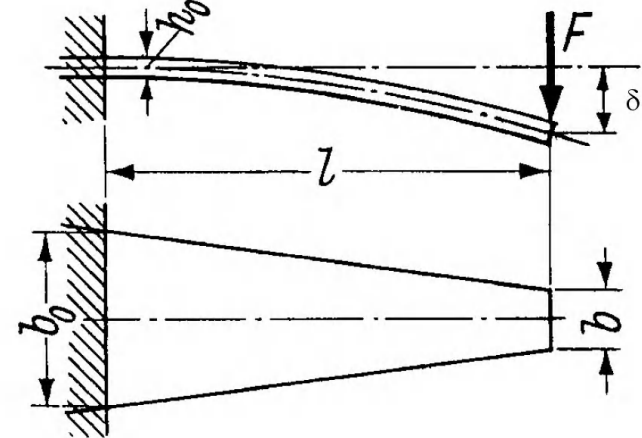
$$C = \frac{3 \cdot E \cdot I_x}{l^3}$$



$$F_{\text{maks}} = \frac{b_0 \cdot h_0^2}{6 \cdot l} \cdot \sigma_{\text{em}}$$

$$\delta = \frac{6 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h_0^3}$$

$$C = \frac{2 \cdot E \cdot I_{x0}}{l^3}$$



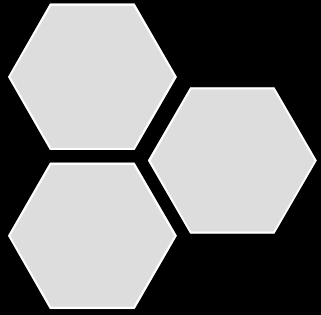
$$F_{\text{maks}} = \frac{b_0 \cdot h_0^2}{6 \cdot l} \cdot \sigma_{\text{em}}$$

$$\psi = \frac{b}{b_0}$$

$$\delta = \psi \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h_0^3}$$

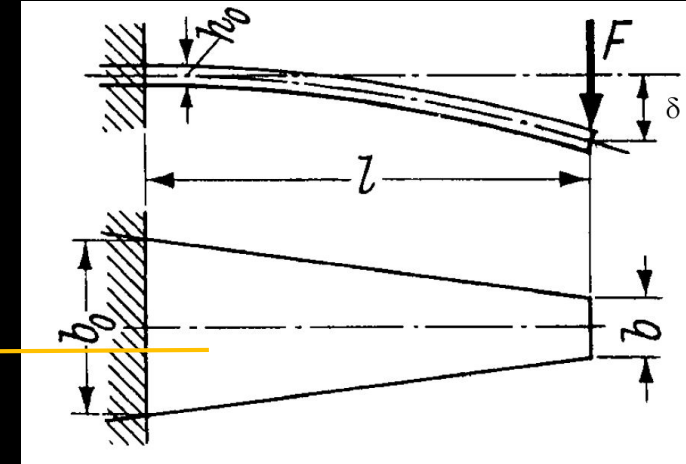
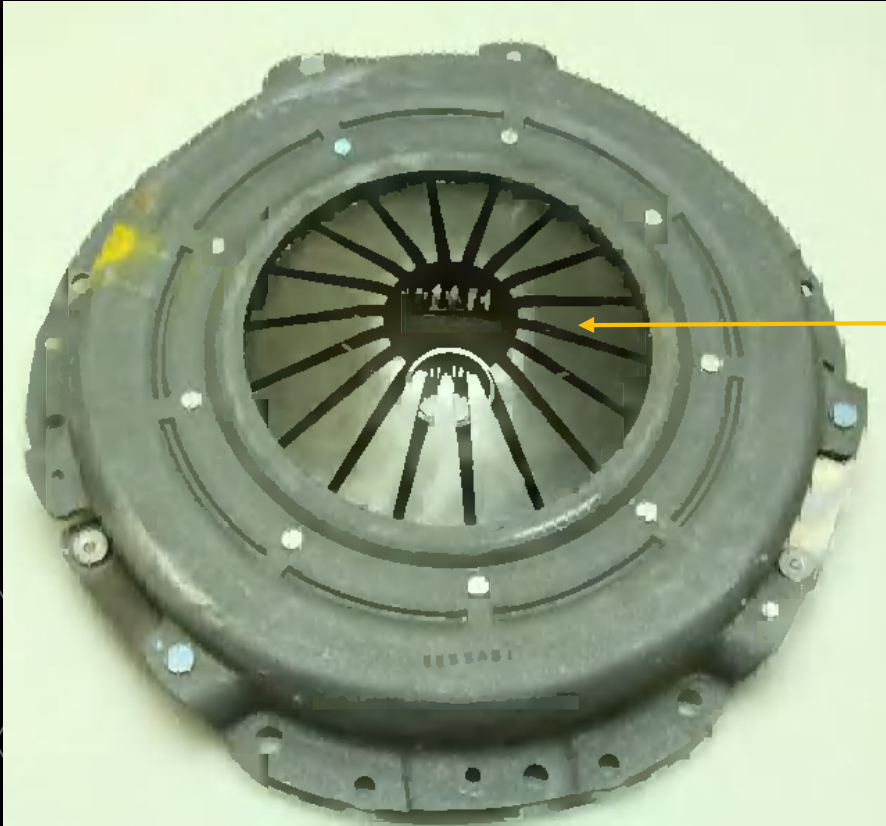
$$C = \frac{3 \cdot E \cdot I_{x0}}{\psi \cdot l^3}$$





Yaprak yaylar

- Uygulama örneği: Debriyaj baskı yayı.



$$F_{\text{maks}} = \frac{b_0 \cdot h_0^2}{6 \cdot l} \cdot \sigma_{\text{em}}$$

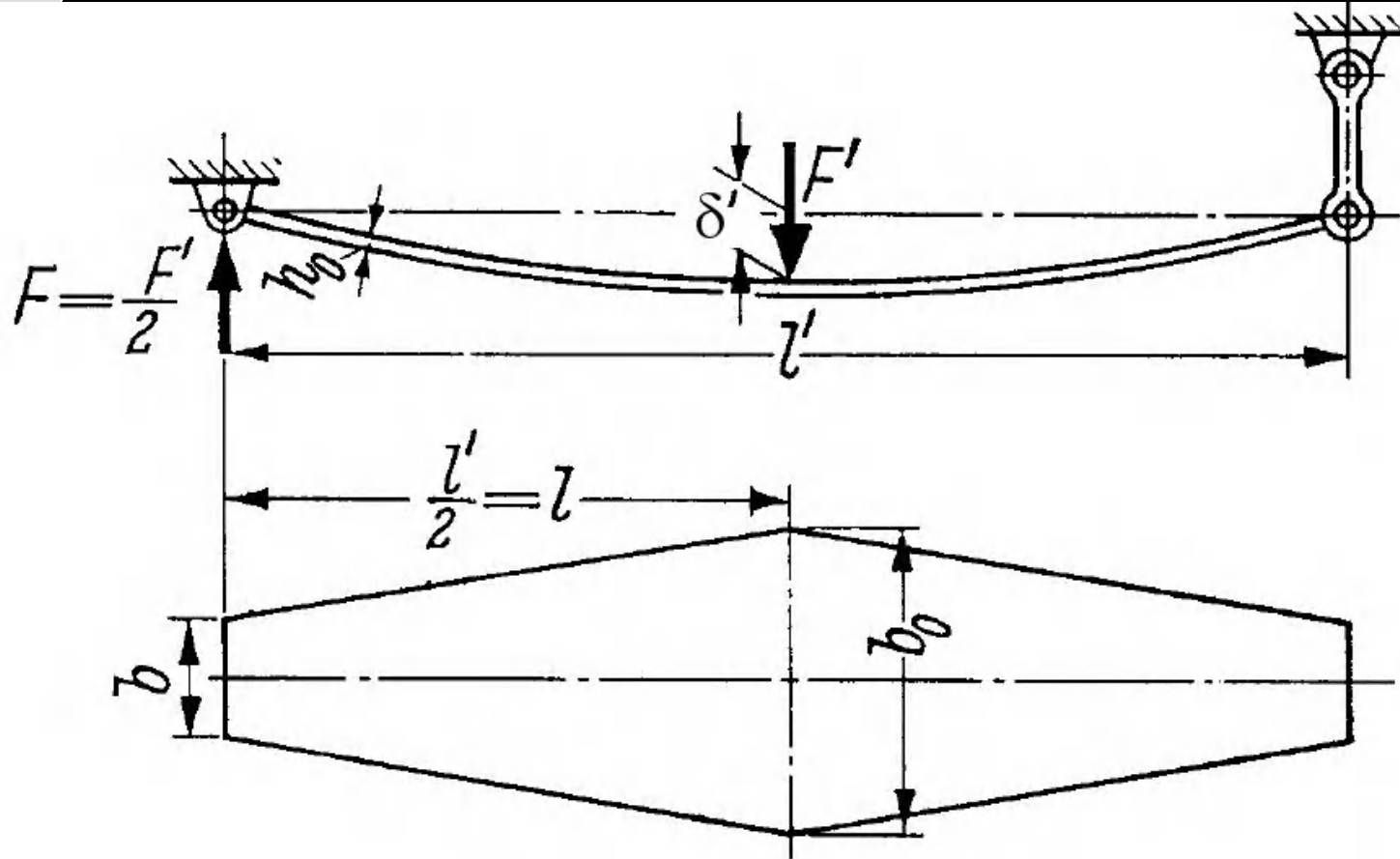
$$\psi = \frac{b}{b_0}$$

$$\delta = \psi \frac{4 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot b_0 \cdot h_0^3}$$

$$C = \frac{3 \cdot E \cdot I_{x0}}{\psi \cdot l^3}$$



Yaprak yaylar



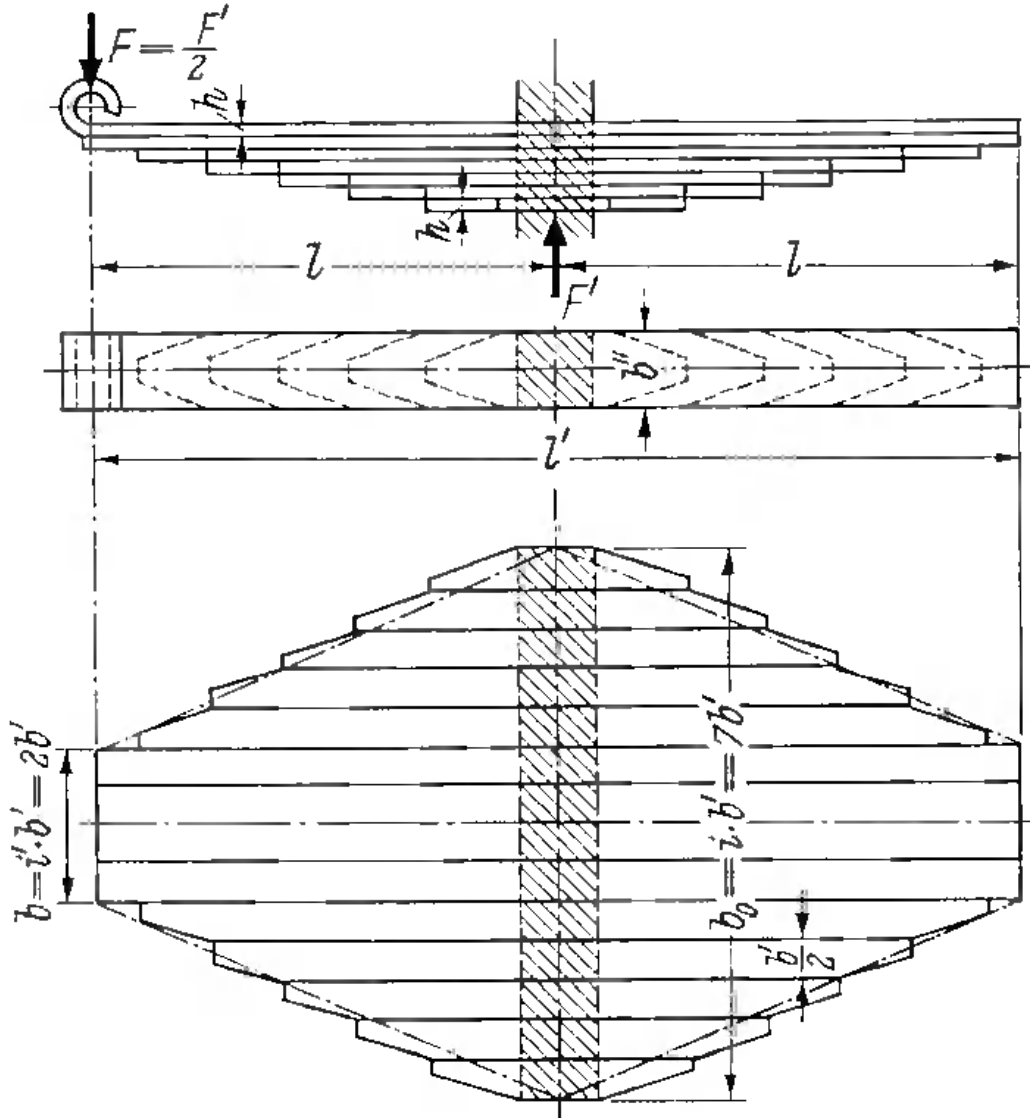
$$\psi = \frac{b}{b_0}$$

$$F_{\text{maks}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{b_0 \cdot h_0^2}{l'} \cdot \sigma_{\text{em}}$$

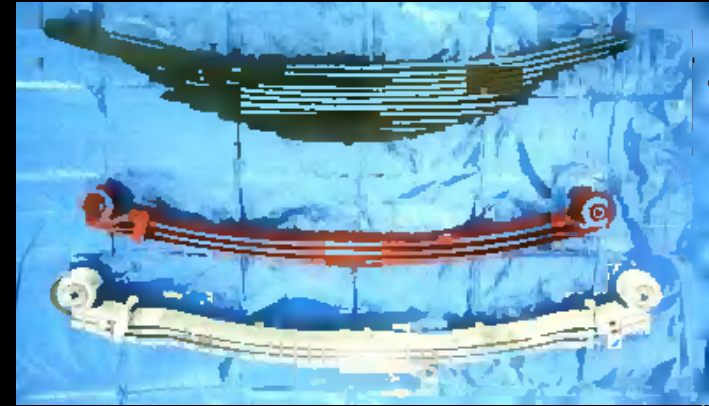
$$\delta' = \psi \frac{F' \cdot l'^3}{4 \cdot E \cdot b_0 \cdot h_0^3}$$



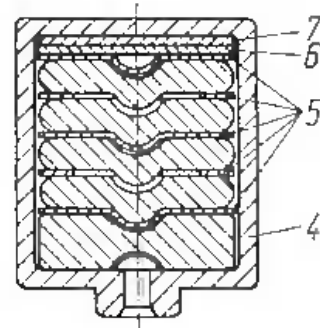
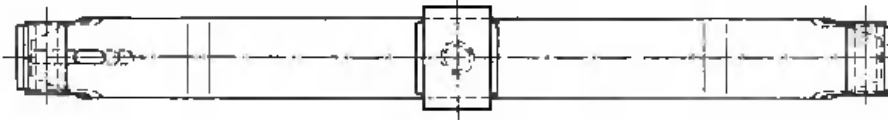
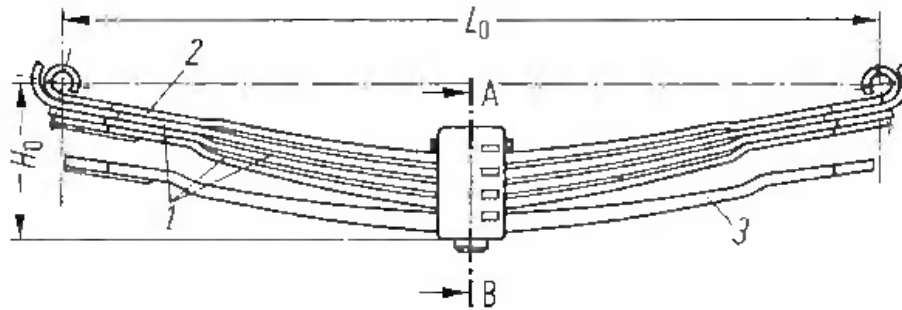
Çok katlı yaprak yaylar



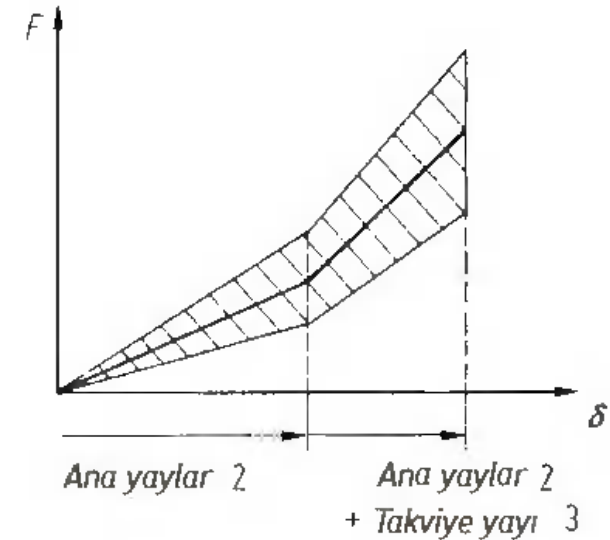
Yapraklar arasındaki sürtünme ihmal edilirse, tek katlılar gibi hesaplanabilirler. Formüllerde $b_0 = i \cdot b'$ ve $b = i \cdot b'$ konmalıdır. (i = yaprak veya kat adedi)



Yaprak yay uygulaması

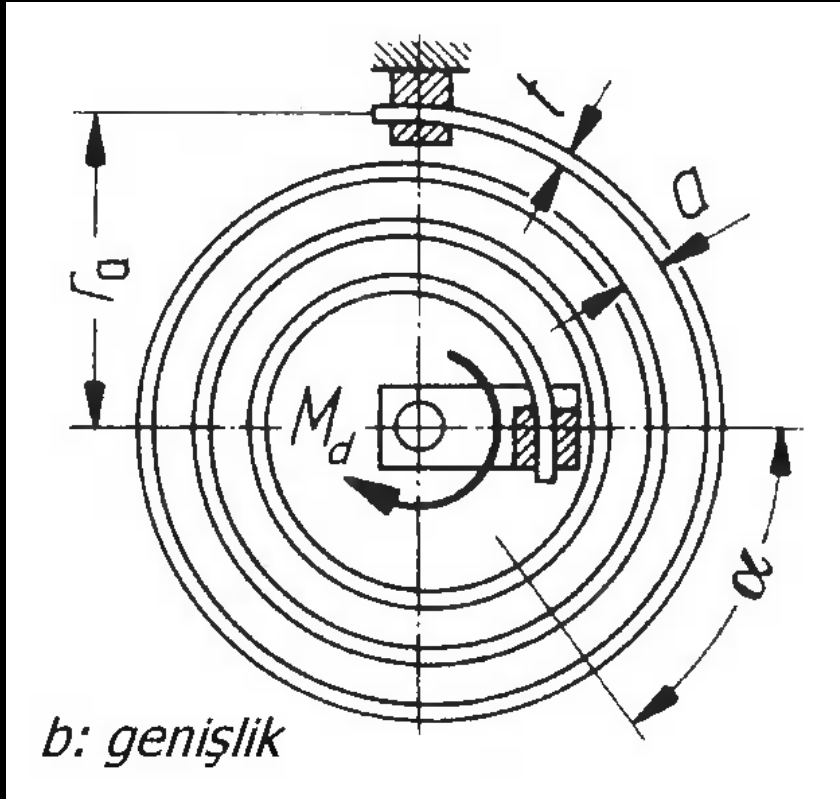


A-B kesiti



Spiral yaylar

- Eğilmeye çalışan yaylardır. En bilinen türü mekanik saatlerin zemberek yaylarıdır. Eğilmeye çalışan eğri eksenli bir kiriş gibi hesaplanabilir.



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

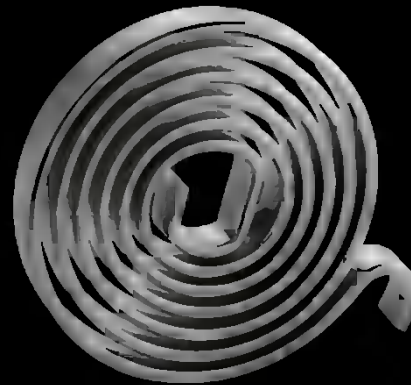
$$\alpha = \frac{M_d \cdot l}{E \cdot I_x} = \frac{12 \cdot M_d \cdot l}{E \cdot b \cdot t^3}$$

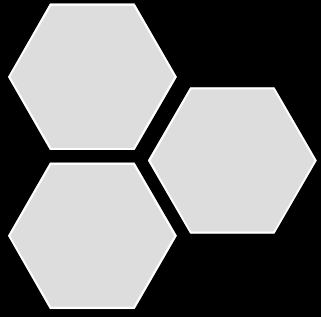
$$l \approx 2 \cdot \pi \cdot i \cdot \left[r_a - \frac{i}{2} (t + a) \right]$$

i: sarım sayısı

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

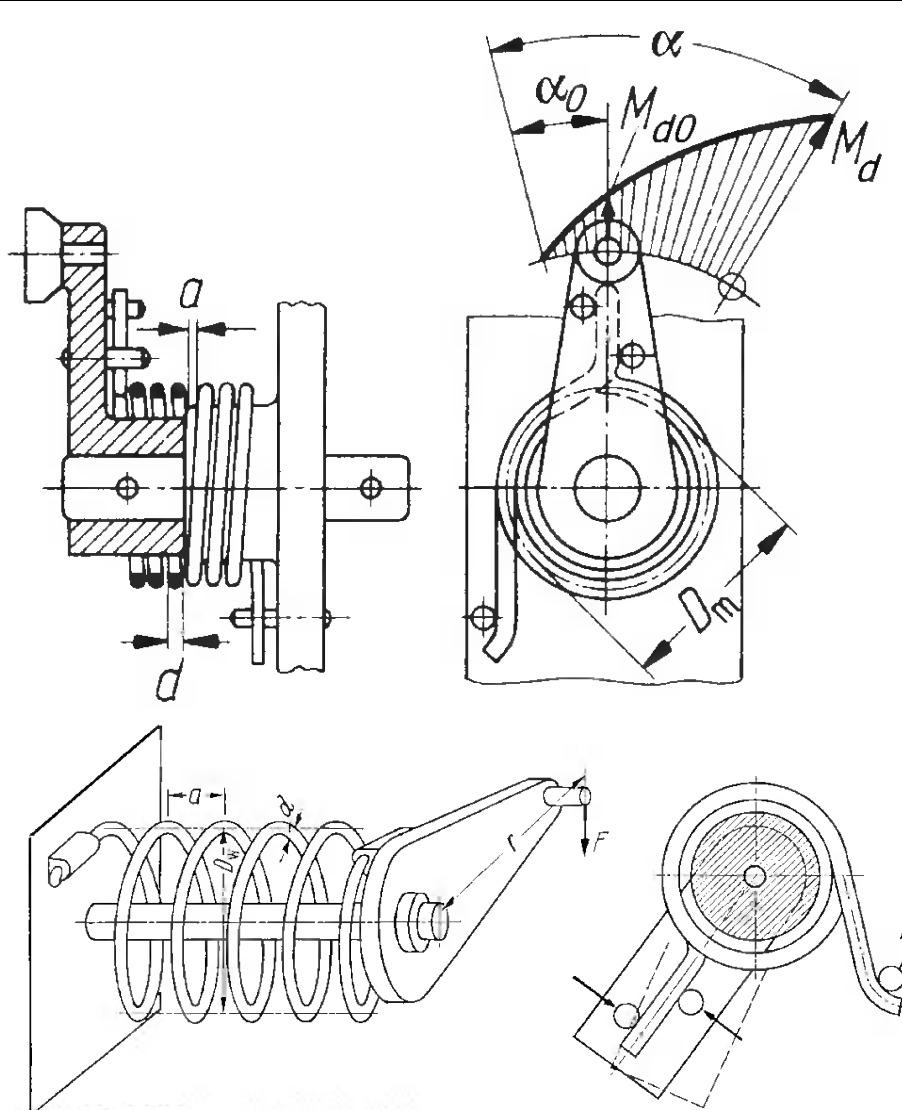
$$C_b = \frac{E \cdot b \cdot t^3}{12 \cdot l}$$





Kangal yaylar

- Kapak mafsallarında, manivelalarda, kilit, mandal gibi elemanlarda sıklıkla kullanılırlar.



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

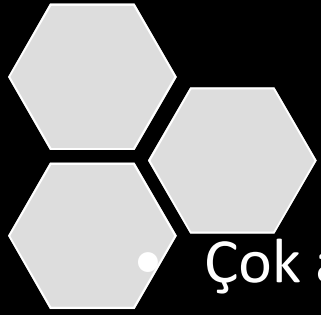
$$\alpha = \frac{M_d \cdot l}{E \cdot I_x} = \frac{64 \cdot M_d \cdot l}{\pi \cdot d^4 \cdot E}$$

$$l \approx \pi \cdot D_m \cdot i \quad i: \text{sarım sayısı}$$

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

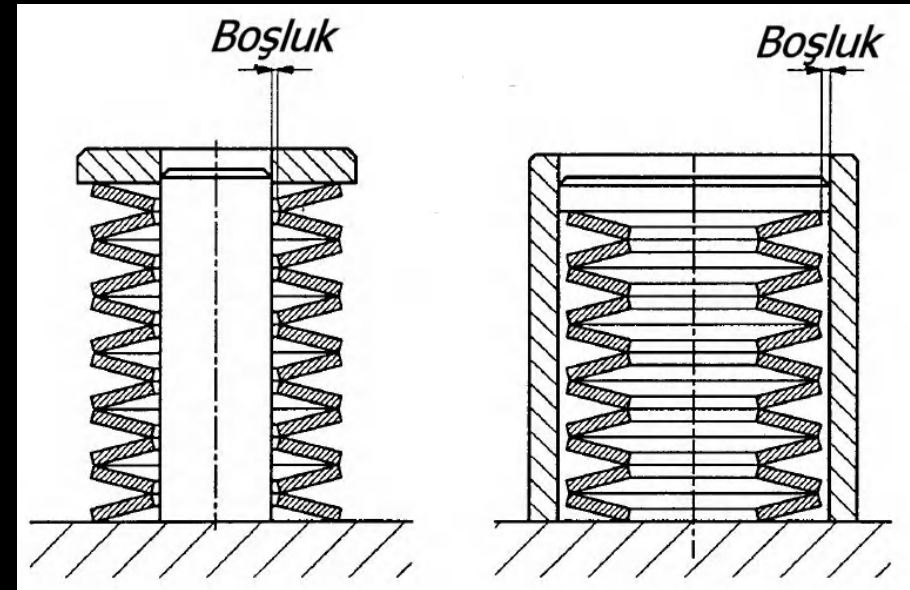
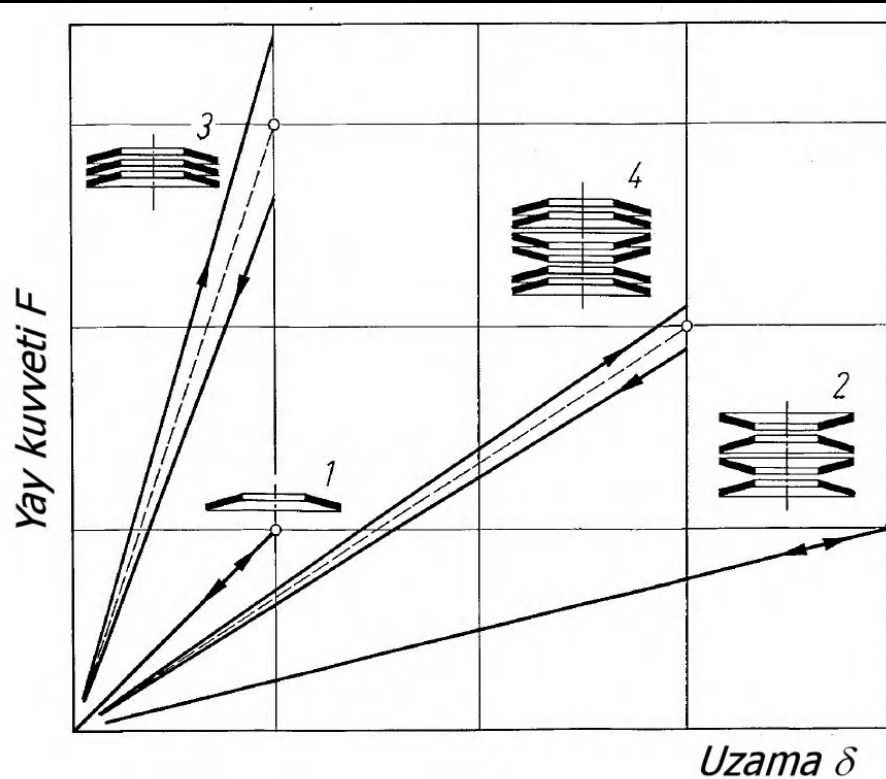
$$C_b = \frac{\pi \cdot d^4 \cdot E}{64 \cdot l}$$





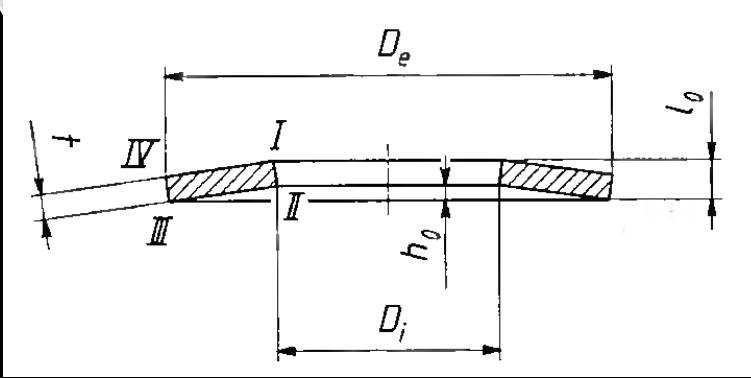
Disk (tabak) yaylar

- Çok az deformasyonla, büyük kuvvetler gerektiğinde kullanılan nonlineer karakteristikli yaylardır. Tek bir disk yayın karakteristiği yeterli olmadığında, yay paketleri halinde kullanılırlar. Çok değişik kombinasyonlarla istenilen karakteristik kolaylıkla elde edilebilir.

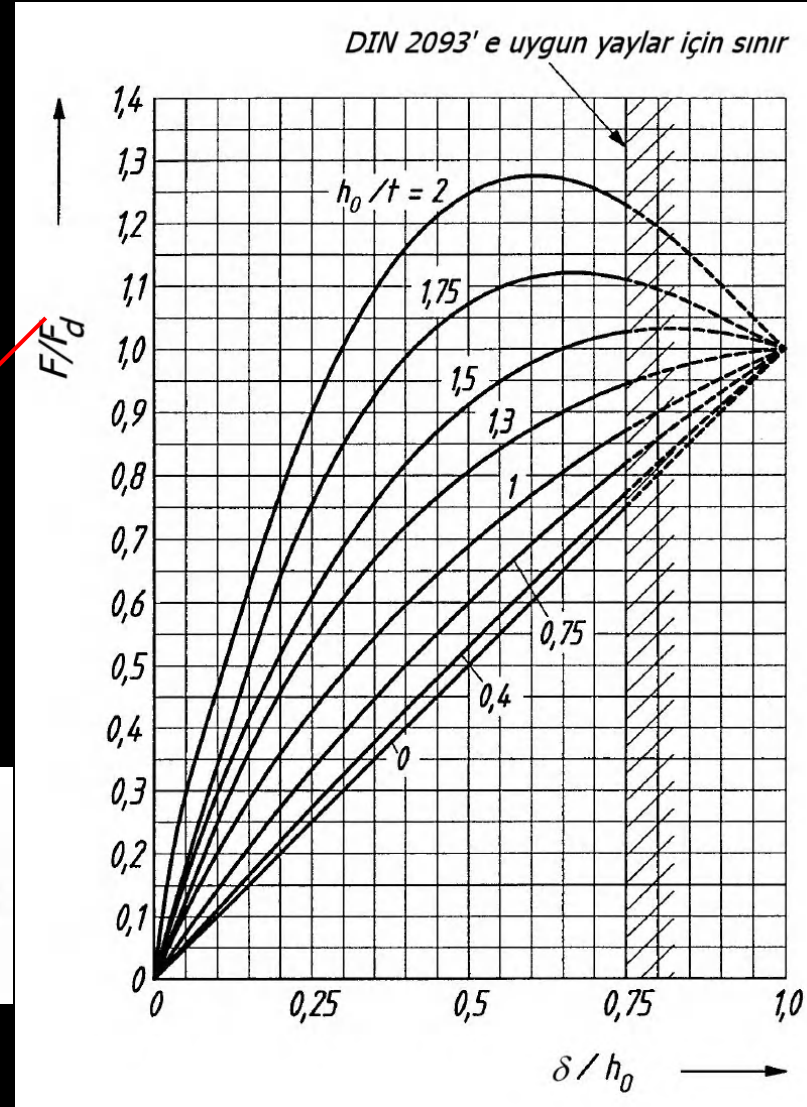


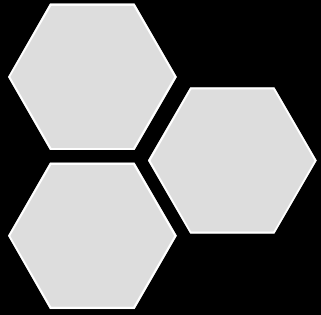
Disk (tabak) yaylar

Kuvvet-uzama ilişkisi



Tabak yayı düz hale getirmek için gerekli kuvvet

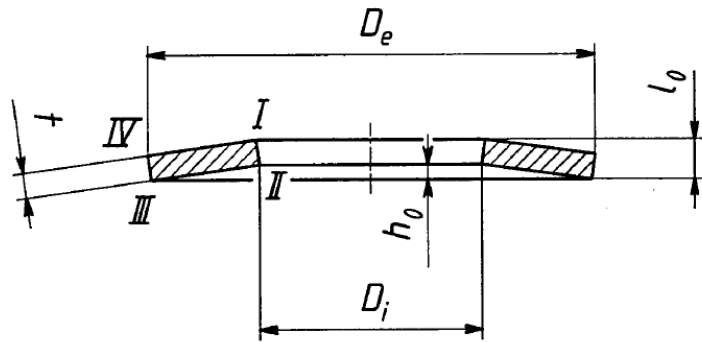




Disk (tabak) yaylar

Kuvvet-uzama ilişkisi

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



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

E: Elastiklik modülü
v: Poisson oranı

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

Tabak yayı düz hale getirmek için gerekli kuvvet

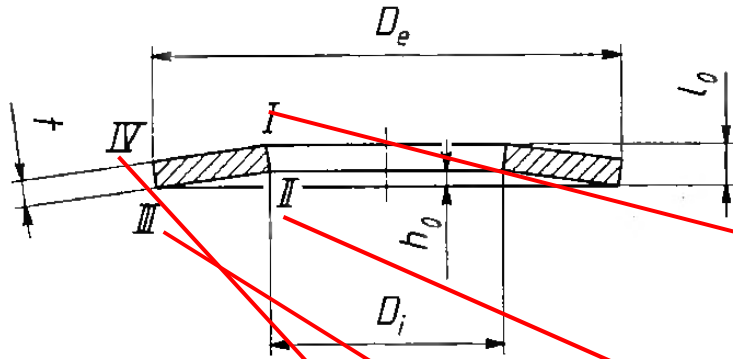
$$C = \frac{dF}{d\delta} = \frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^3}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \left[\left(\frac{h_0}{t} \right)^2 - 3 \cdot \frac{h_0}{t} \cdot \frac{\delta}{t} + \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{\delta}{t} \right)^2 + 1 \right]$$

Yaylanma rijitliği



Disk (tabak) yaylar

Meydana gelen gerilmeler (eğilme)



$$\sigma_I = -\frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \frac{\delta}{t} \cdot \left[K_2 \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{\delta}{2 \cdot t} \right) + K_3 \right]$$

$$\sigma_{II} = -\frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \frac{\delta}{t} \cdot \left[K_2 \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{\delta}{2 \cdot t} \right) - K_3 \right]$$

$$\sigma_{III} = -\frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \frac{1}{Q} \cdot \frac{\delta}{t} \cdot \left[(K_2 - 2 \cdot K_3) \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{\delta}{2 \cdot t} \right) - K_3 \right]$$

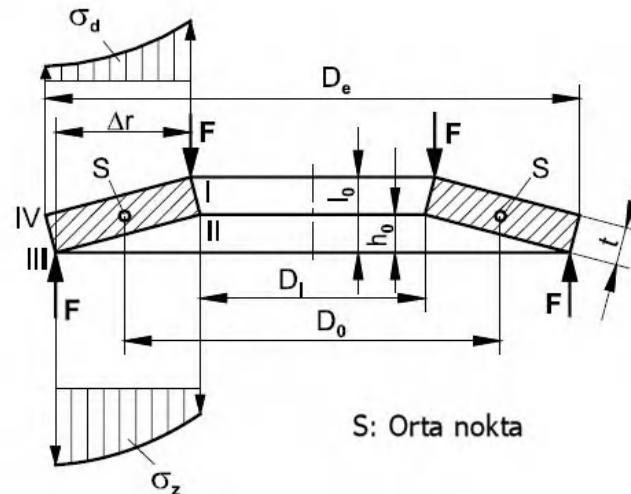
$$\sigma_{IV} = -\frac{4 \cdot E}{1 - \nu^2} \cdot \frac{t^2}{K_1 \cdot D_e^2} \cdot \frac{1}{Q} \cdot \frac{\delta}{t} \cdot \left[(K_2 - 2 \cdot K_3) \cdot \left(\frac{h_0}{t} - \frac{\delta}{2 \cdot t} \right) + K_3 \right]$$

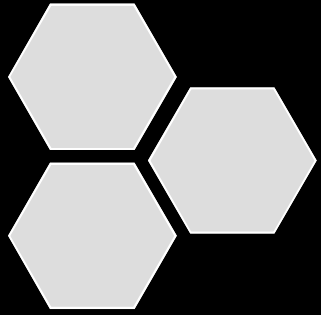
$$K_1 = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\left(\frac{Q-1}{Q} \right)}{\frac{Q+1}{Q-1} - \frac{2}{\ln Q}}; Q = \frac{D_e}{D_i}$$

$$K_2 = \frac{6}{\pi} \cdot \frac{\left(\frac{Q-1}{\ln Q} - 1 \right)}{\ln Q}; Q = \frac{D_e}{D_i}$$

$$K_3 = \frac{3}{\pi} \cdot \frac{Q-1}{\ln Q}; Q = \frac{D_e}{D_i}$$

E: Elastiklik modülü
ν: Poisson oranı



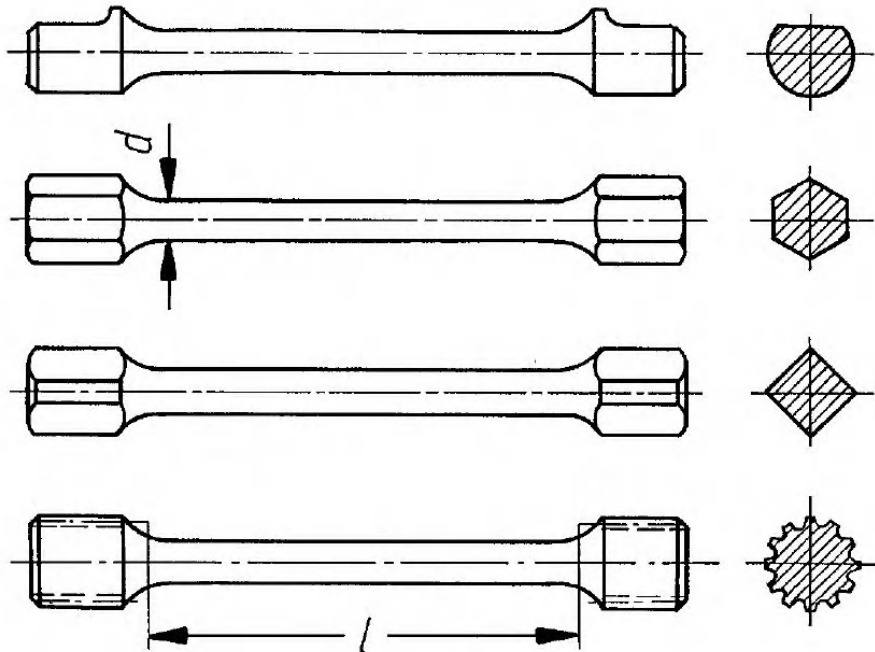
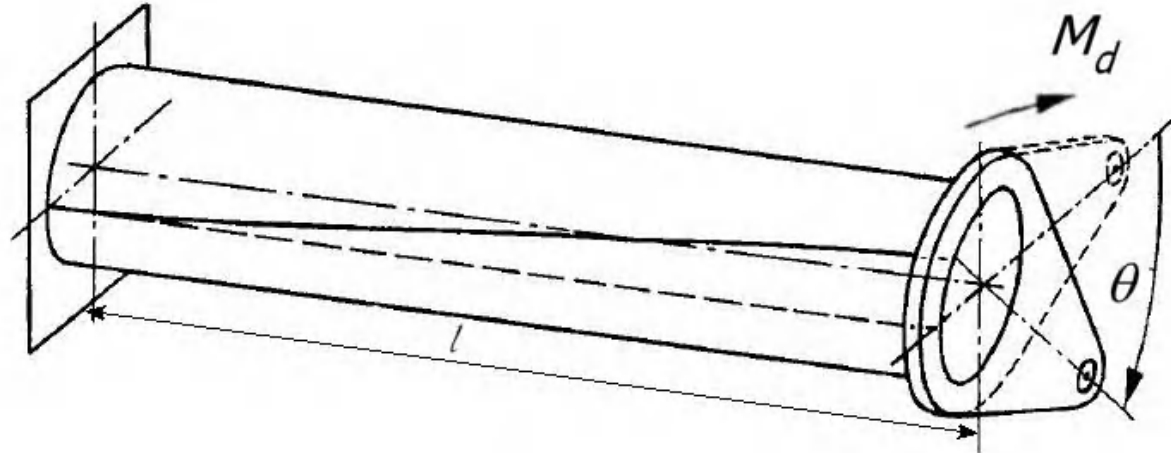


Burulma gerilmesi

$$\tau_b = \frac{M_d}{W_p} = \frac{16 \cdot M_d}{\pi \cdot d^3} \leq \tau_{em}$$

Burulmaya çalışan yaylar

Burulma çubukları



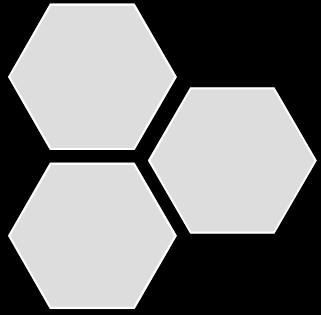
Burulma açısı

$$\theta = \frac{M_d \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{32 \cdot M_d \cdot l}{\pi \cdot G \cdot d^4}$$

Yaylanma rijitliği

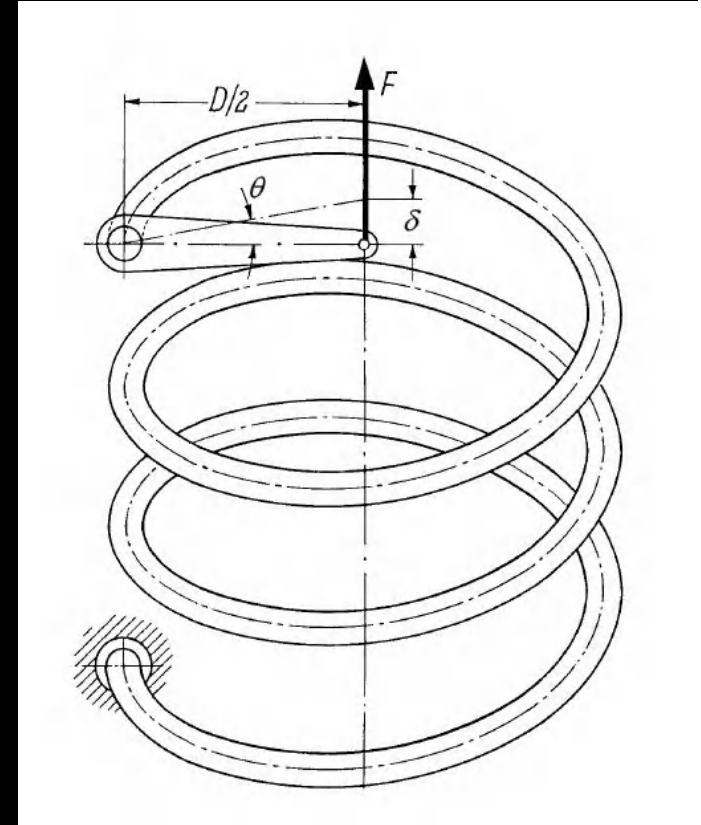
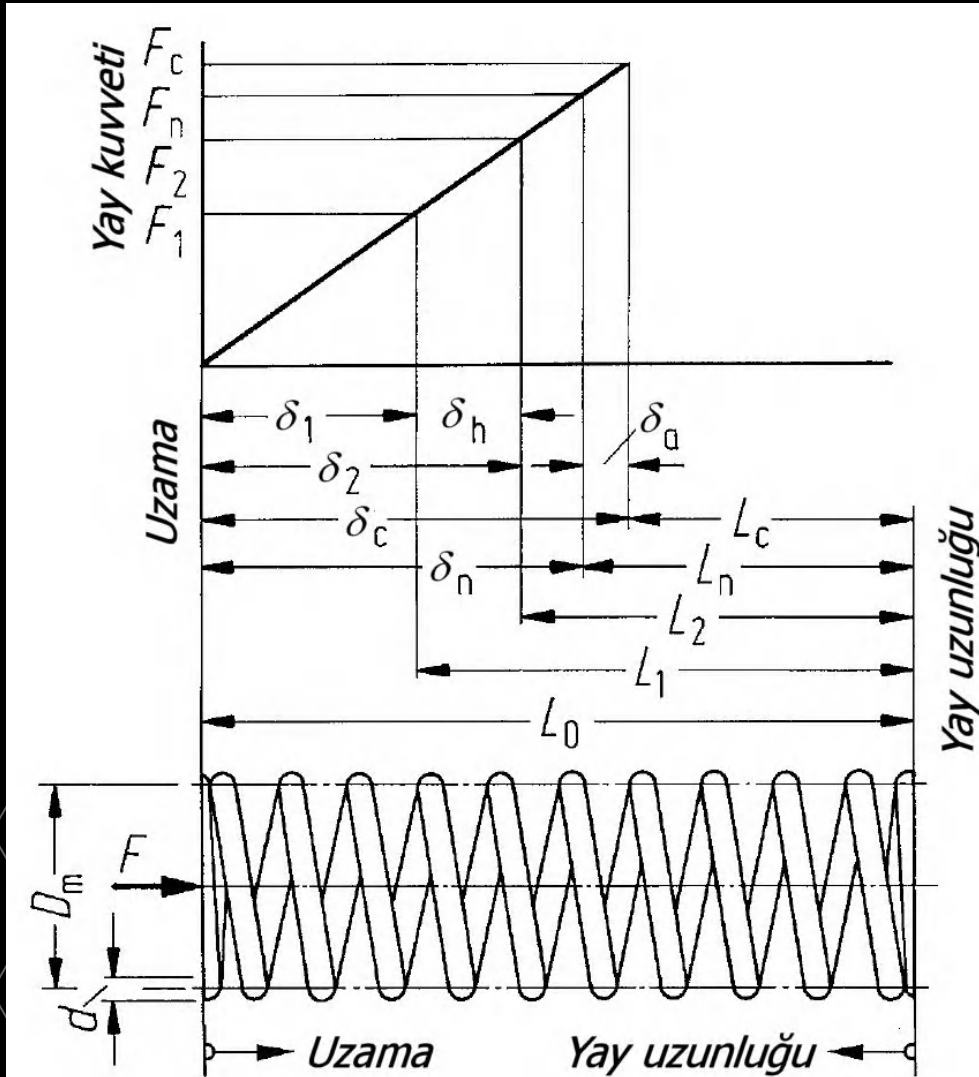
$$C_b = \frac{M_d}{\theta} = \frac{\pi \cdot G \cdot d^4}{32 \cdot l}$$





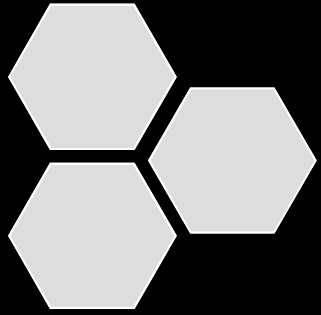
Helisel bası yayları

Burulmaya çalışan yaylardır.



L_c : blokaj boyu

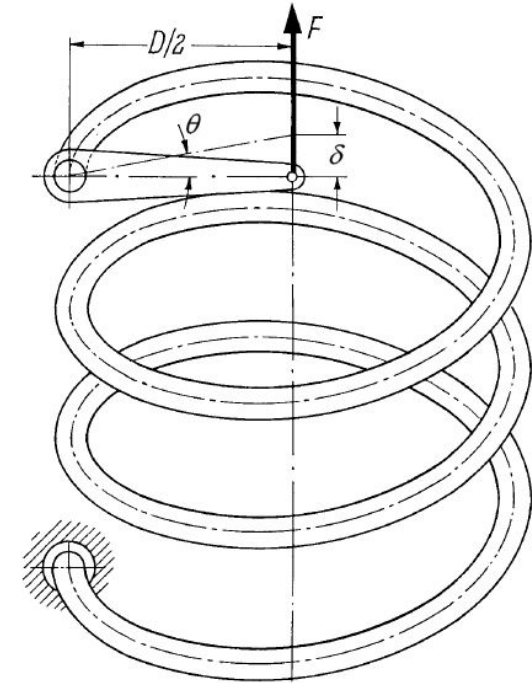




Helisel bası yayları

Gerilmeler

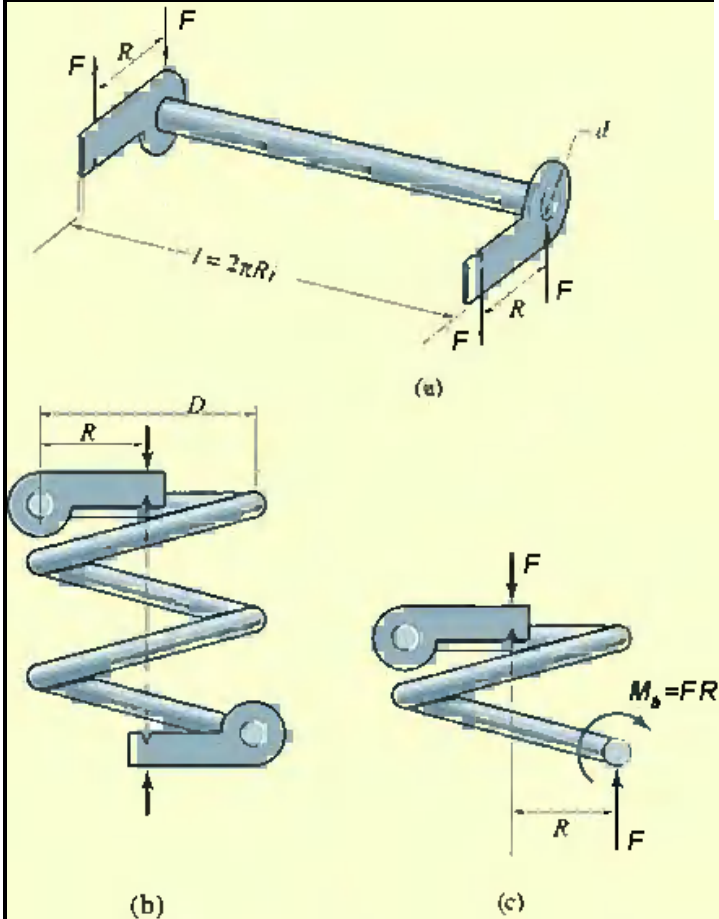
Şekildeki gibi burulma ve kesmeye zorlanır



$$\tau_b = \frac{M_b}{I_p} \cdot r_{maks} = \frac{F \cdot \frac{D}{2}}{\frac{\pi \cdot d^4}{32}} \cdot \frac{d}{2}$$

$$\tau_b = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_k = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2}$$



Helisel bası yayları

Gerilmeler

$$\tau_b = \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau_k = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2}$$

$C_k = D/d$ oranı ile denklem yeniden düzenlenirse

$$\tau_b = k_s \cdot \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$k_s = \frac{2 \cdot C_k + 1}{2 \cdot C_k}$$

$C_k = 3 \dots 16$ (tavsiye: 6...12)

Helisel yayın eğrisel giriş olduğu da dikkate alınırsa

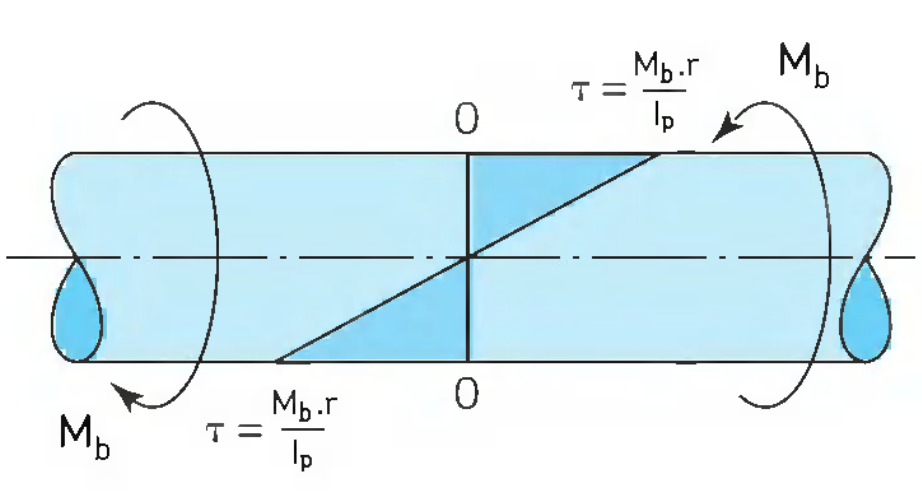
$$\tau_b = k_w \cdot \frac{8 \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3}$$

$$k_w = \frac{4 \cdot C_k - 1}{4 \cdot C_k - 4} + \frac{0,615}{C_k}$$

Wahl faktörü

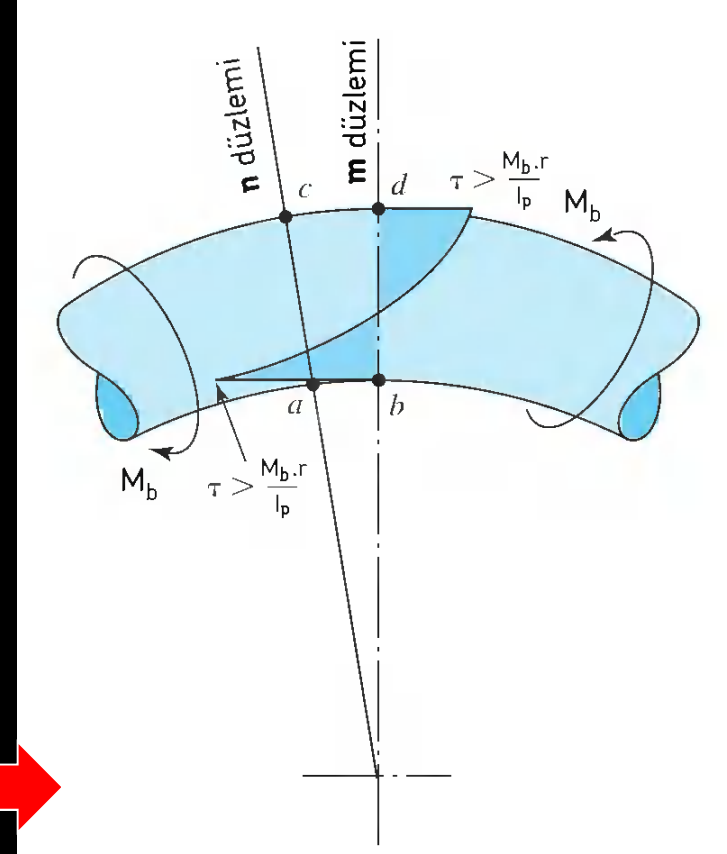


Wahl Faktörü



Düz eksenli kiriş

Yayın uçlarına uygulanan M_b momentinin **m** ve **n** düzlemleri arasında 1° lik bir dönmeye neden olduğu varsayılırsa, bu bir derecelik dönme yayın içindeki **ab** (kısa) kısmı ile dıştaki **cb** (uzun) kısmına farklı oranda dağılır. Bunun sonucunda da şekildeki gerilme gradyeni oluşur.

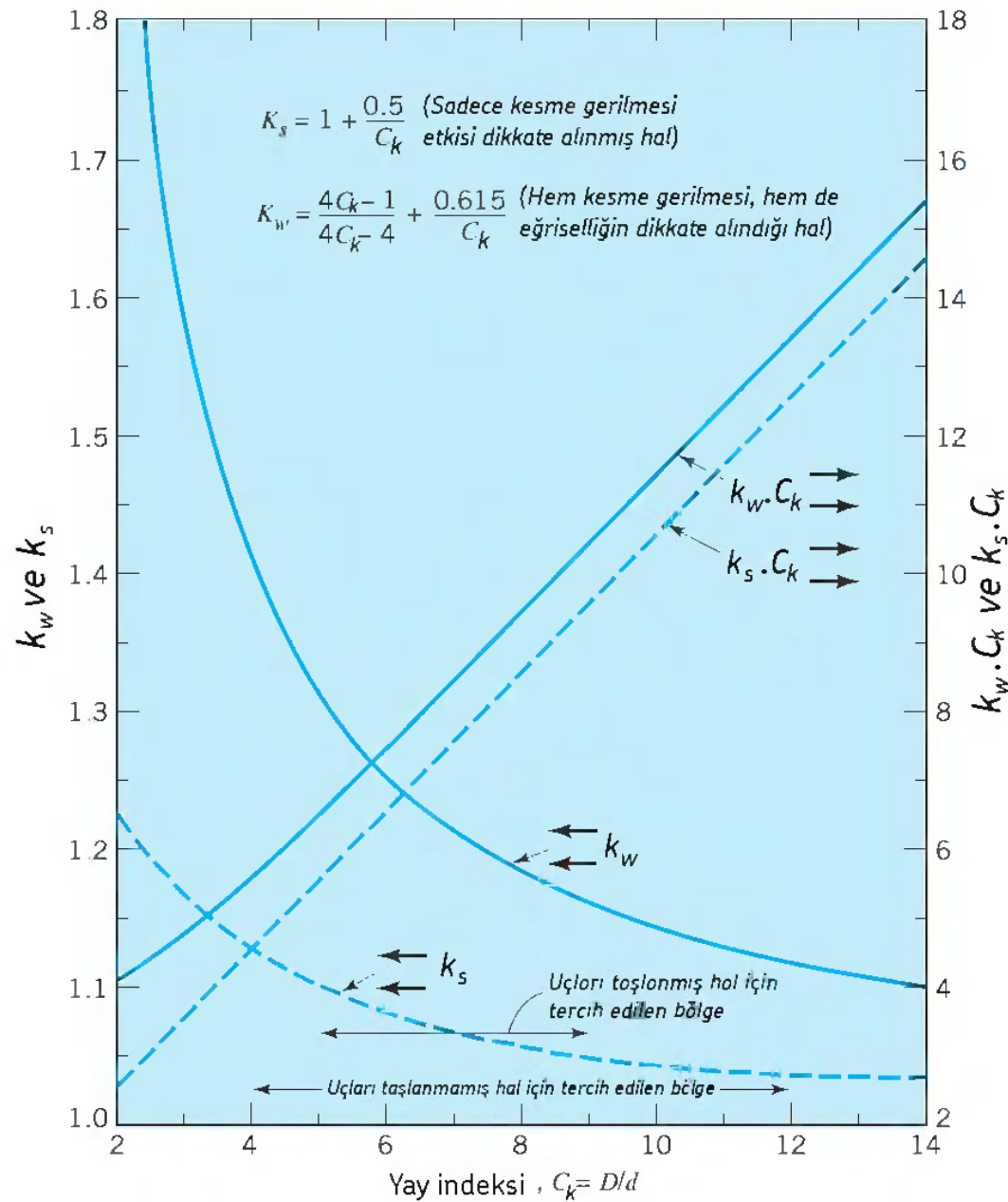


Eğri eksenli kiriş

$$k_w = \frac{4 \cdot C_k - 1}{4 \cdot C_k - 4} + \frac{0,615}{C_k}$$

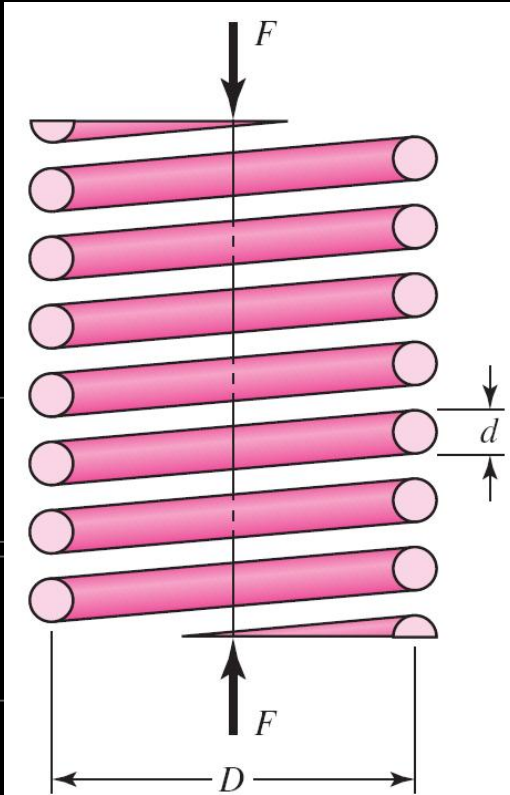


Helisel yaylar için düzeltme faktörleri

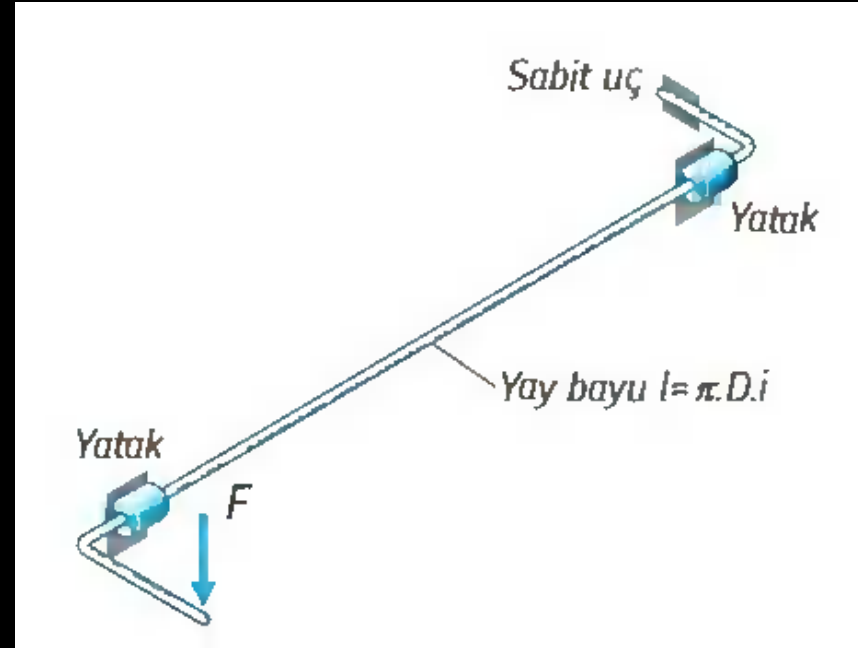


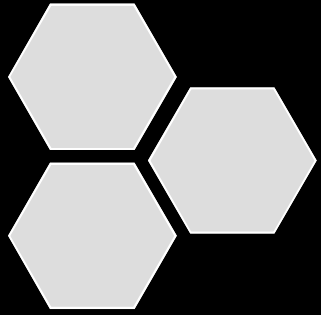
Helisel bası yayı hesabı

- Helisel yayda en önemli husus kuvvet etkisinde yay eksenı doğrultusunda oluşan deformasyonun (δ) hesaplanmasıdır. Hesap basitliği için helisel yay, burulmaya maruz bir ankastre kiriş gibi hayal edilebilir.



=





Helisel bası yayları

Uzamalar

Yayın uç kısmında döndürme momenti etkisindeki açısal dönme:

$$\theta = \frac{M_b \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{F \cdot \frac{D}{2} \cdot l}{G \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{32}} = \frac{16 \cdot F \cdot D \cdot l}{\pi \cdot G \cdot d^4}$$

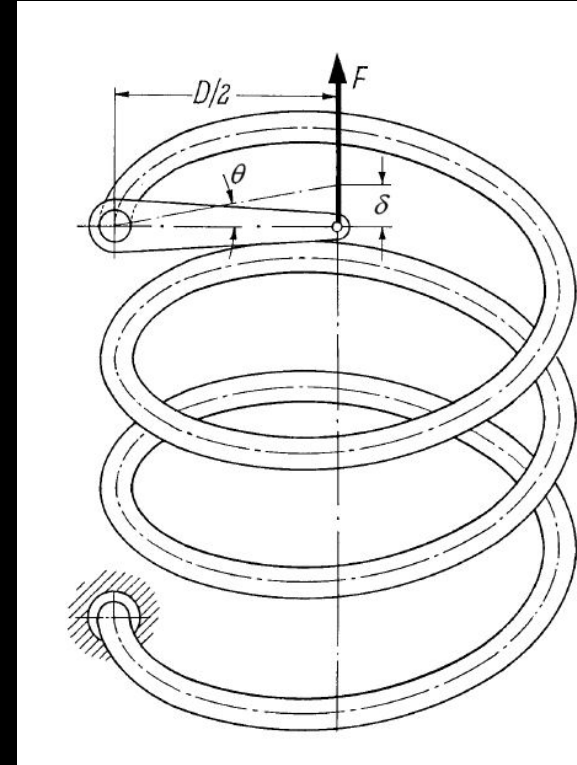
Formüldeki l uzunluğu $l \cong \pi \cdot D \cdot i$
i: sarım sayısı

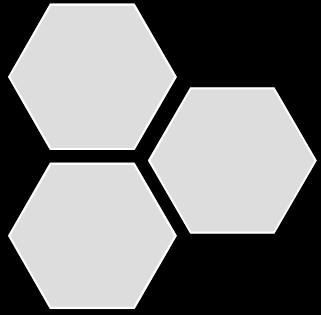
$$\theta = \frac{M_b \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{16 \cdot F \cdot D \cdot \pi \cdot D \cdot i}{\pi \cdot G \cdot d^4}$$

Çökme ile açı
arasındaki ilişki

$$\delta = \frac{D}{2} \cdot \theta = \frac{D}{2} \cdot \frac{16 \cdot F \cdot D \cdot \pi \cdot D \cdot i}{\pi \cdot G \cdot d^4} = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot i}{G \cdot d^4}$$

$$C = \frac{F}{\delta} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot i}$$





Helisel bası yayları

Uzamalar

$$C = \frac{F}{\delta} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot i}$$

Aktif sarım sayısı yayın uç kısmının işlenme durumuna göre değişiklik gösterir.

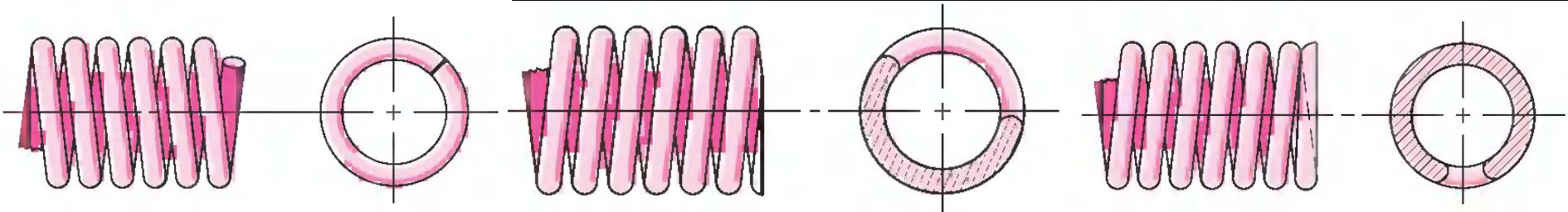
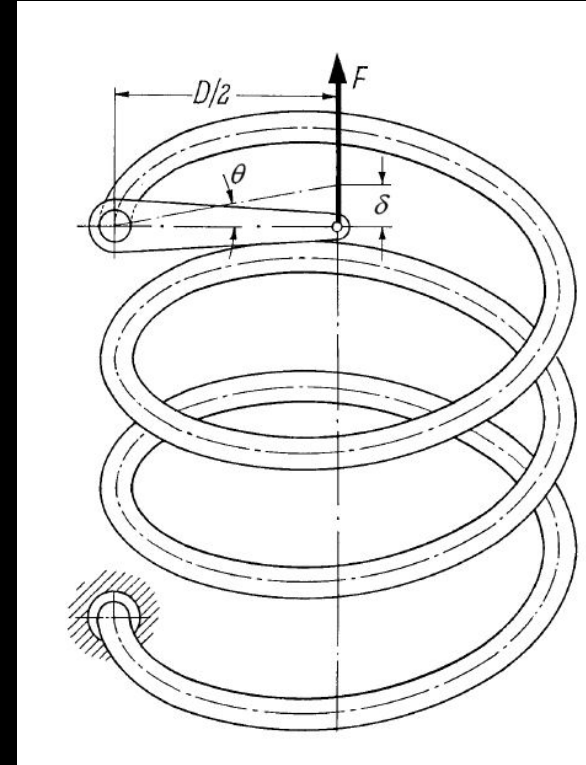
$i = i_t$; uçları işlem görmemiş yaylarda

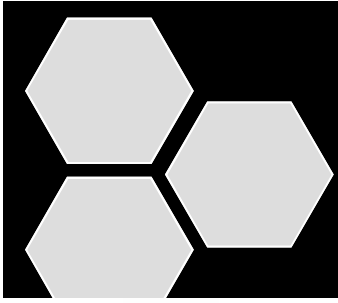
$i = i_t - 1,5$; uçları sadece taşlanmış yaylarda

$i = i_t - 2$; uçları taşlanmış ve düzeltilmiş yaylarda

i : aktif sarım sayısı

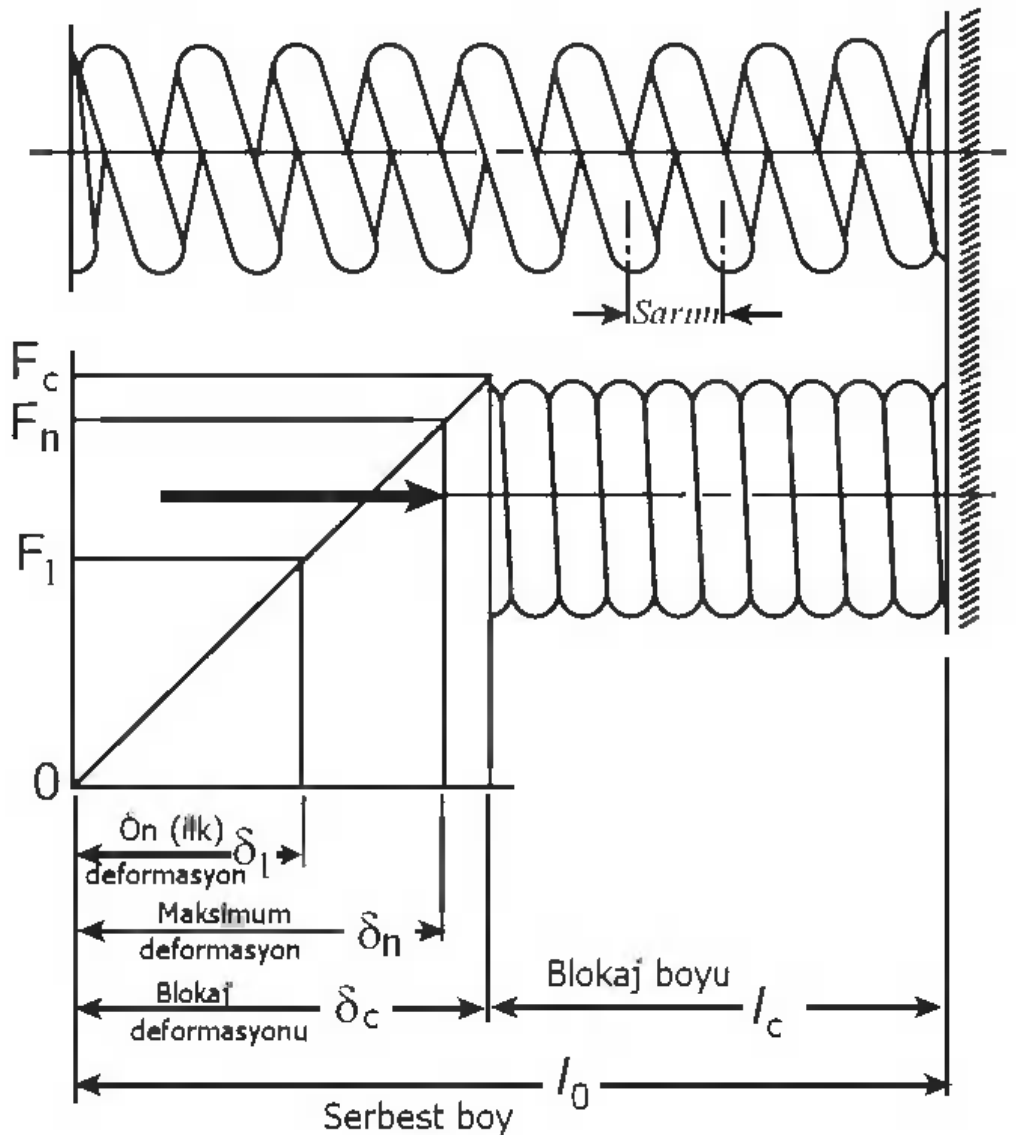
i_t : toplam sarım sayısı





Helisel bası yayları

Yay boyu ile ilgili değerler



Blokaj uzunluğu

Soğuk sarılmış, uçları taşlanmamış yaylarda

$$L_c = (i_t + 1) \cdot d$$

Soğuk sarılmış, uçları düz taşlanmış yaylarda

$$L_c = i_t \cdot d$$

Sıcak sarılmış, uçları düzeltilip, taşlanmış yaylarda

$$L_c = (i_t - 0,3) \cdot d$$

Sıcak sarılmış, uçları işlenmemiş yaylarda

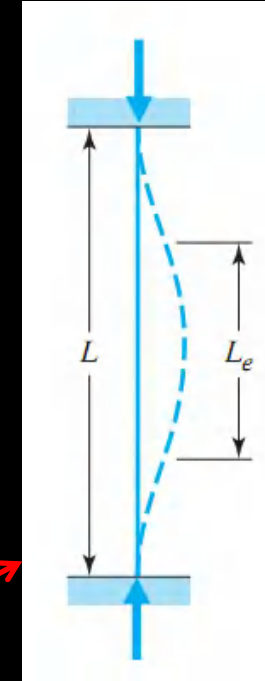
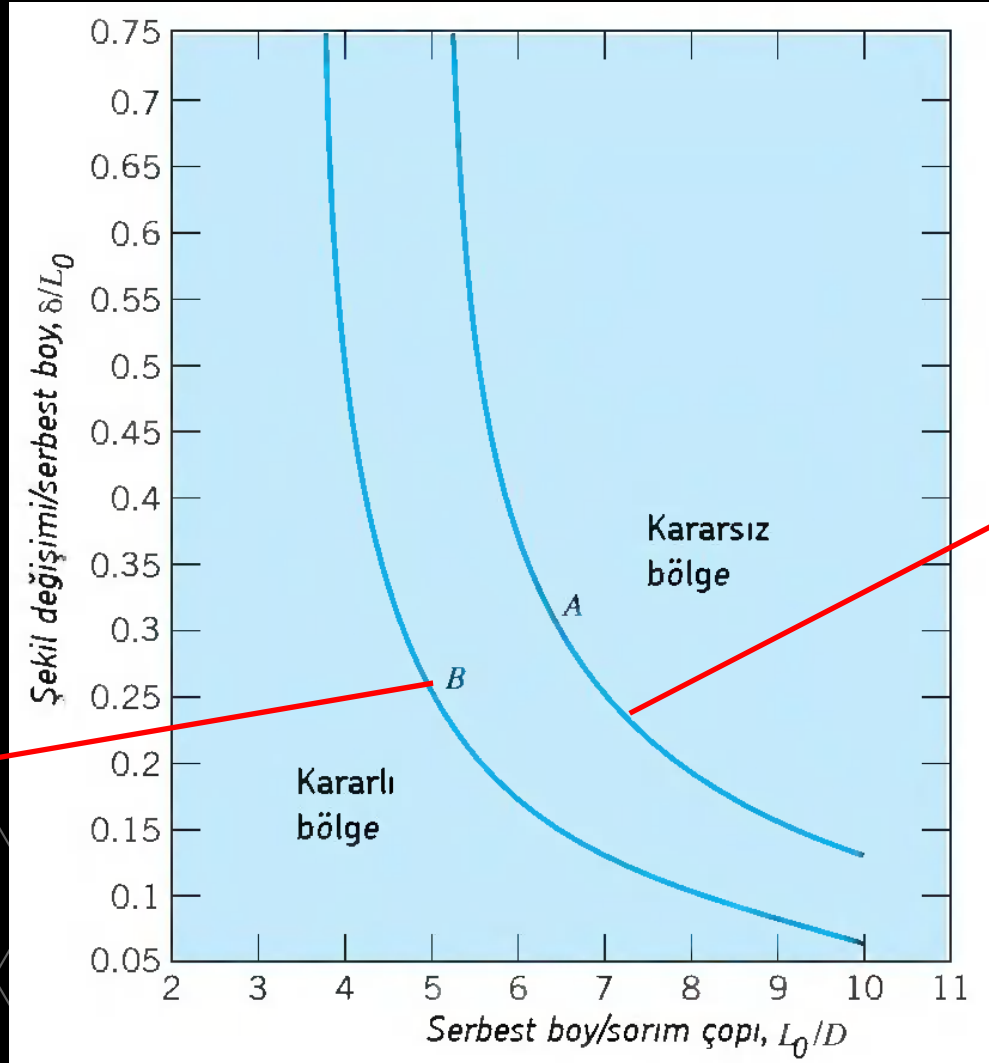
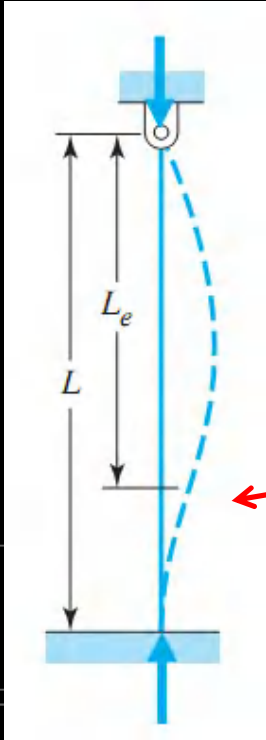
$$L_c = (i_t + 1,1) \cdot d$$

i_t : toplam sarım sayısı

Makina Elemanları I



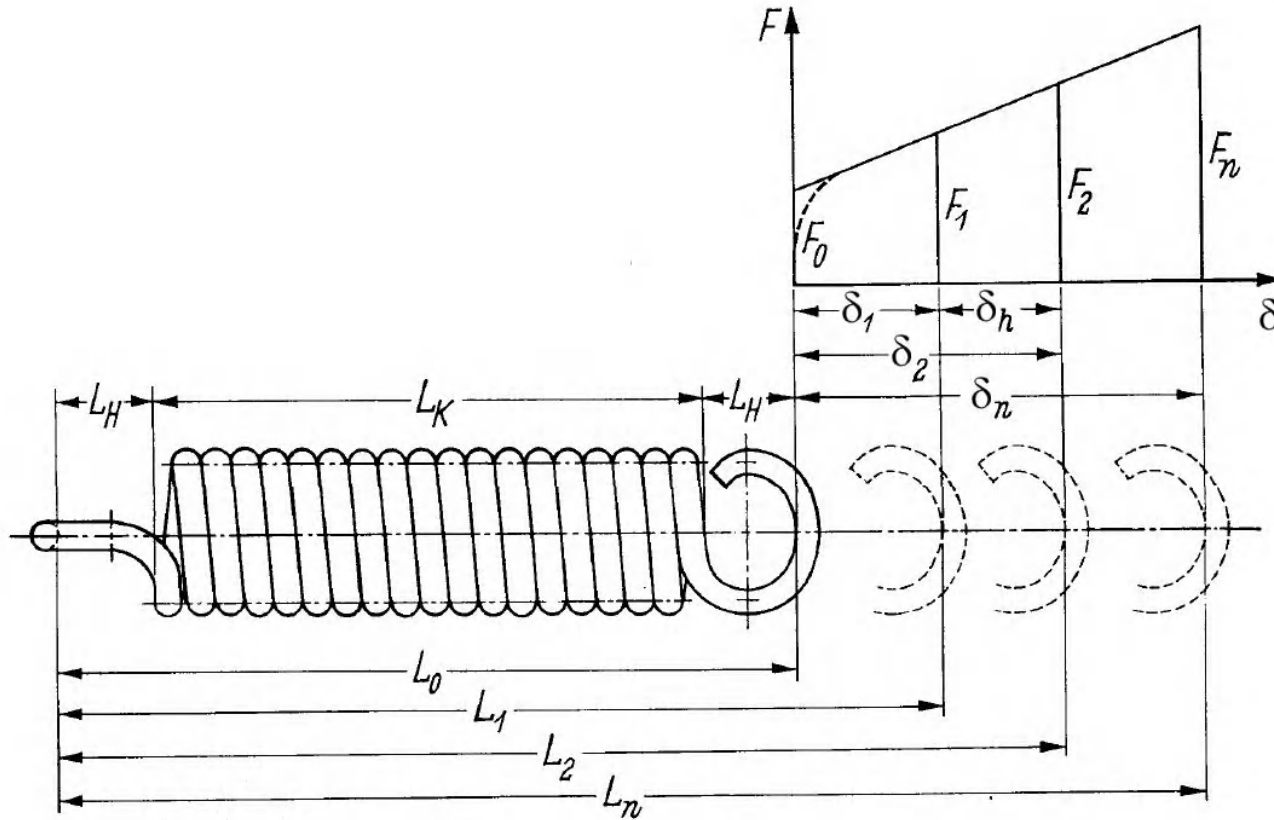
Burkulma durumu

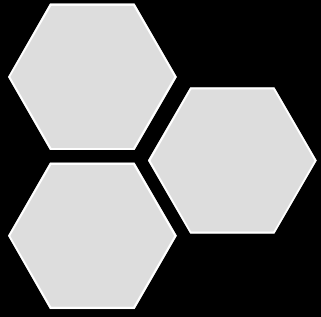




Helisel çekme yayları

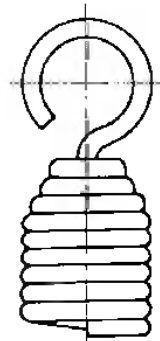
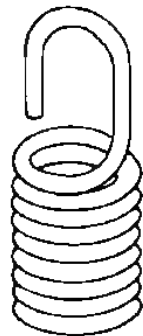
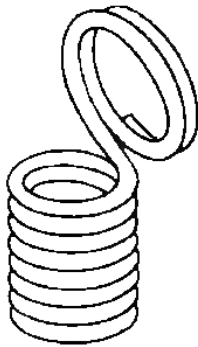
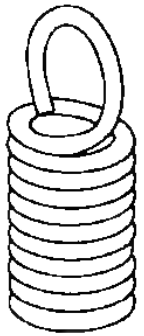
- Uç formları çekmeye uygun şekillendirilmiştir. $d \leq 17$ mm için ön gerilmeli olarak soğuk sarılırlar. Bu çapın üstünde sıcak sarılırlar. Hesapları bası yayları ile aynıdır.



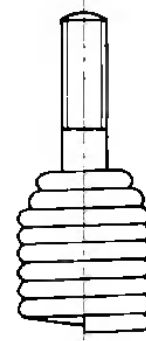


Helisel çekme yayları

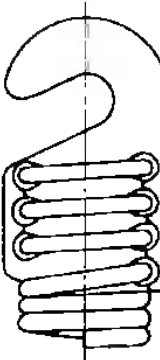
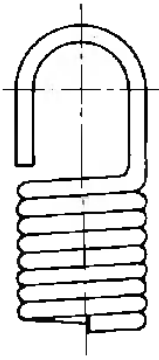
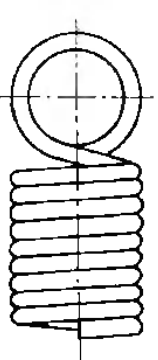
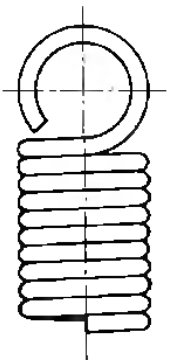
- Değişik Uç formları



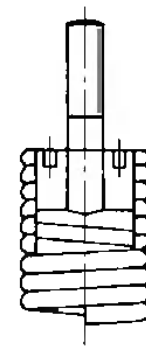
d



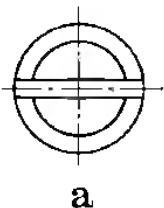
c



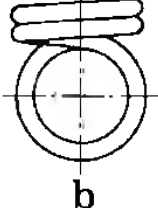
f



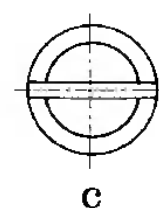
g



a

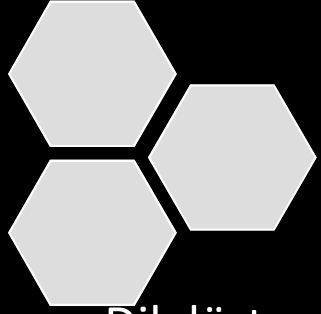


b



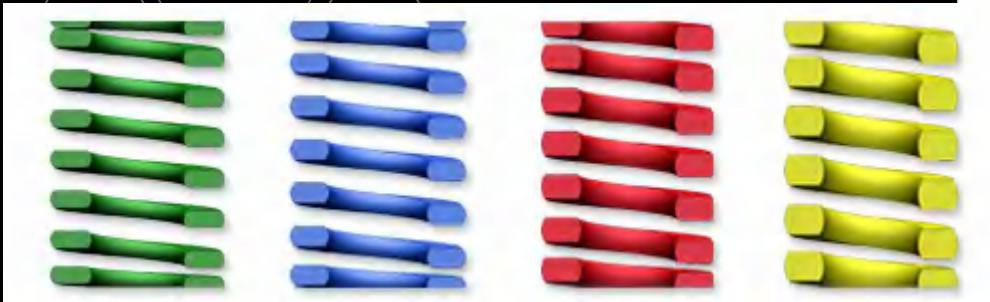
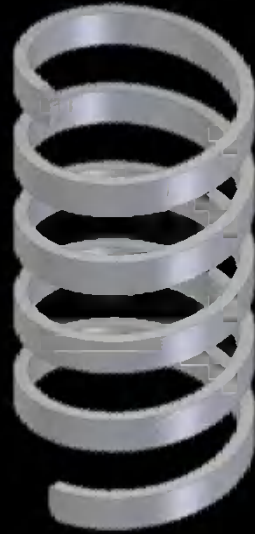
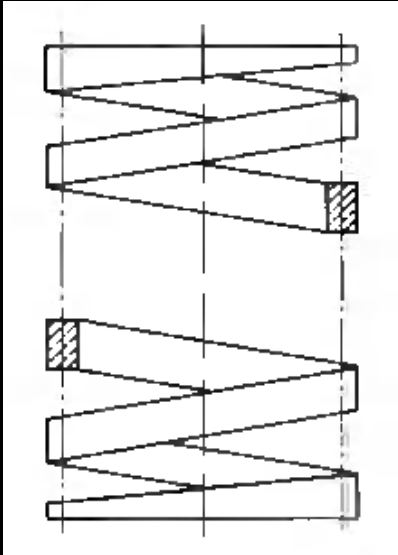
c



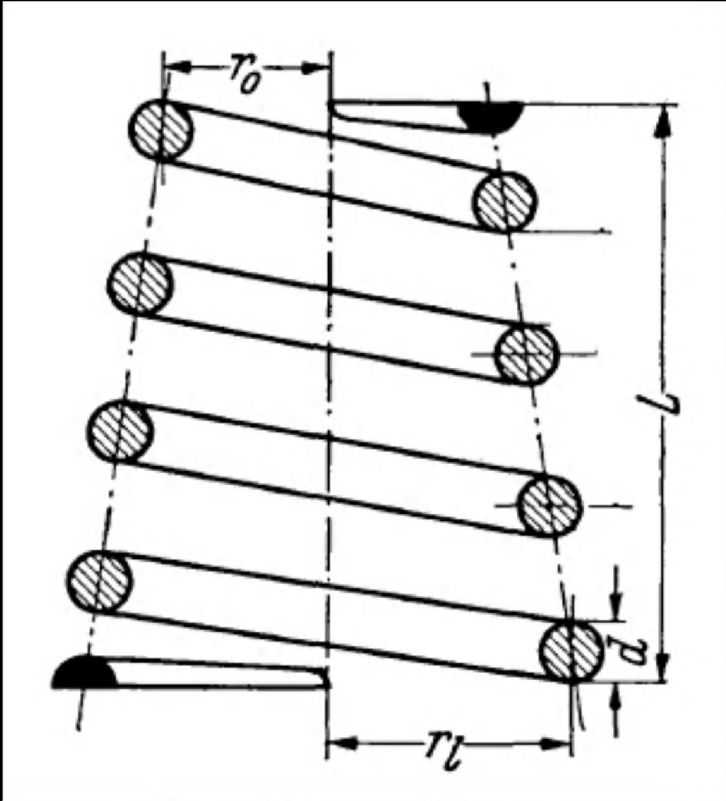


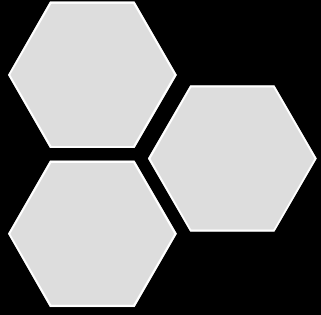
Değişik helisel yay konstrüksiyonları

Dikdörtgen kesitli helisel bası yayları daha çok kalıp yayı olarak kullanılır.



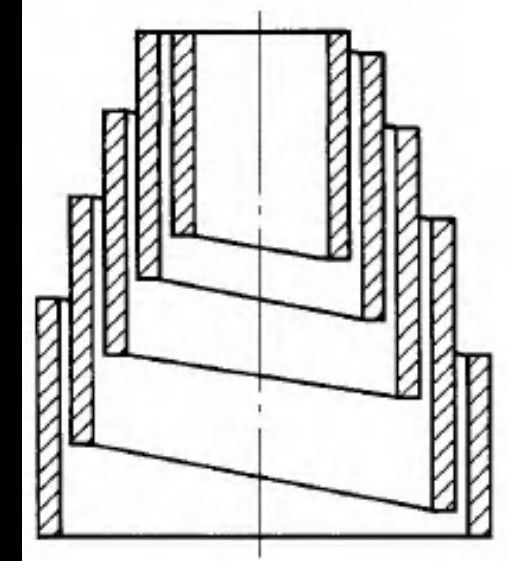
Değişik helisel yay konstrüksiyonları





Değişik helisel yay konstrüksiyonları

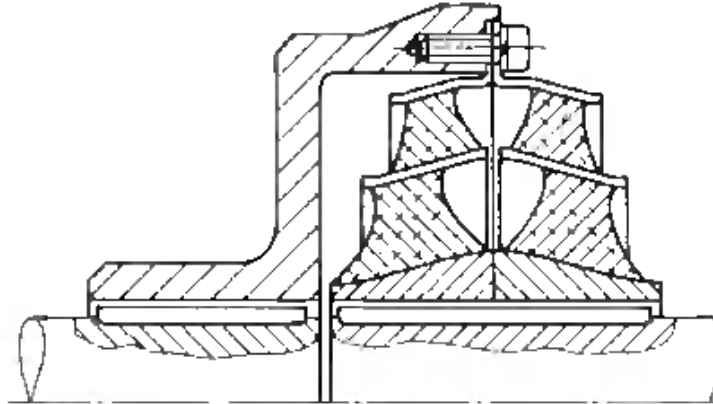
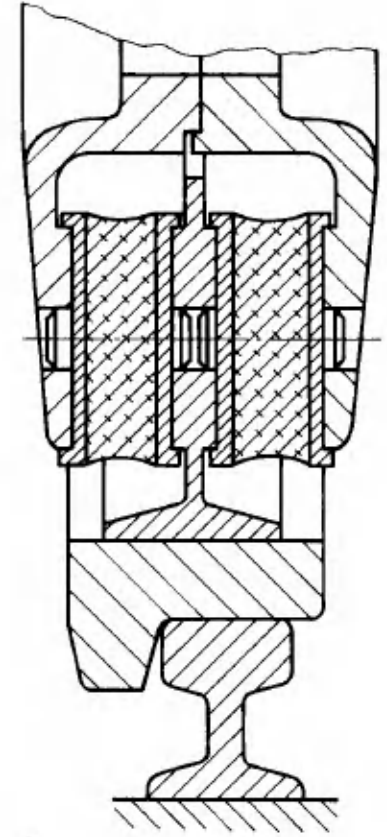
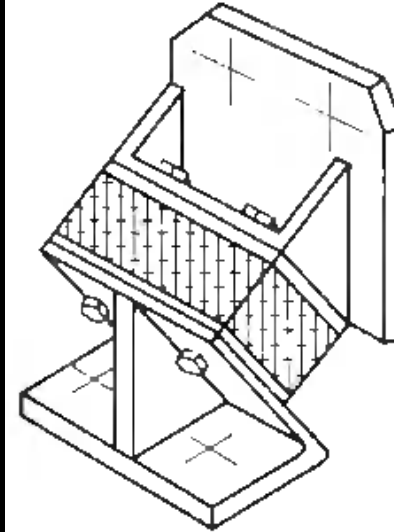
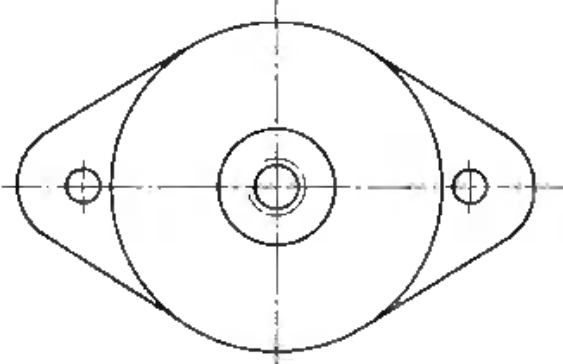
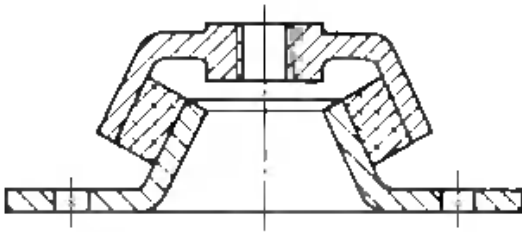
Konik sarımlı dikdörtgen kesitli yaylar

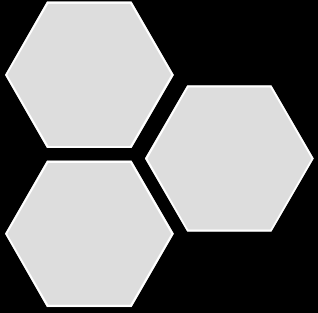




Elastomer yaylar

- Hem elastiklik, hem sönüm, hem de ısı ve elektriksel yalıtkanlık sağlarlar. Daha ziyade sönüm amaçlı tercih edilirler.





Yay titreşimi

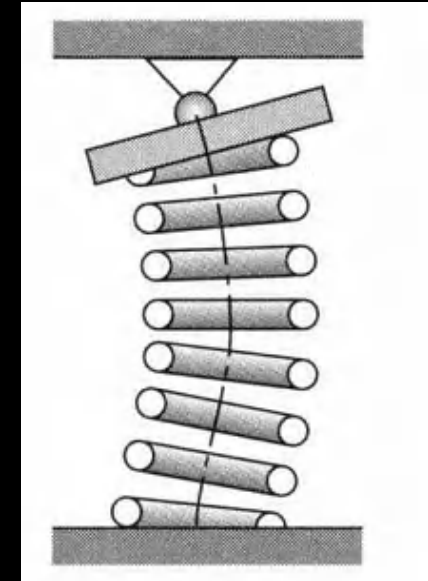
- Yayın ikaz frekansı ile doğal frekansı birbirine çok yakınsa bir rezonans olayı meydana gelir. Bunun için yayın doğal frekansının hesaplanması önem kazanır.
- Her iki ucu da tespit edilmiş yay halinde ;

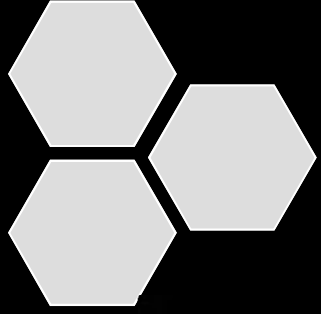
$$\omega_n = \pi \cdot \sqrt{\frac{C \cdot g}{W}}$$

ω_n : Doğal frekans
C: Yaylanma rijitliği
W: Yay ağırlığı
g: Yerçekimi ivmesi

Aktif çalışan yay kısmının ağırlığı:

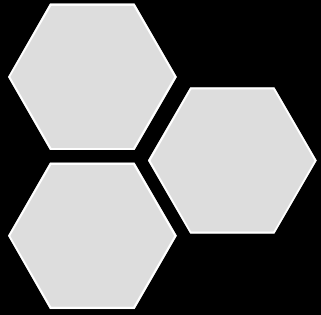
$$W = \frac{\pi^2 \cdot d^2 \cdot D \cdot i \cdot \rho}{4}$$





Helisel yay imalatı





Faydalı artık gerilme

- Helisel bası yayları faydalı artık gerilme için ideal yaylardır. Bu yayların akma sınırını geçecek şekilde aşırı yüklenmesi işletme sırasında aynı doğrultuda etkiyen yükler altında çalışma için çok faydalı artık gerilmeler oluşturur.

