



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

MAKİNA BİLGİSİ

17. Miller ve Akslar

Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



17. Miller ve Akslar

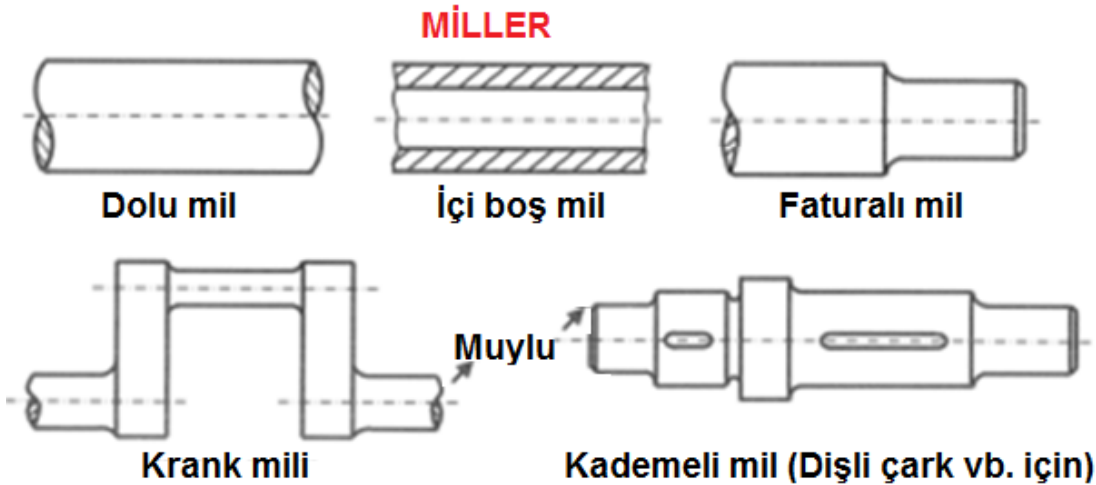
17.1. Tanım

17.2. Mil Malzemeleri

17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

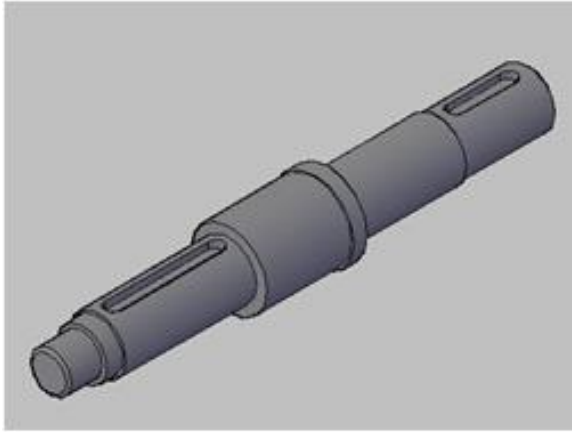
17.1. Tanım

- Mil; dişli çark, kayış kasmağı, zincir dişlisi, kavrama göbeğı, volan, rotor vb. parçaları üzerinde taşıyan ve bunların kendisiyle birlikte dönebilmeleri için genellikle iki yerinden yataklanmış bir makina elemanıdır.
- Miller, dönme hareketini ileten silindirik elemanlardır. Ancak, krank milleri gibi eksantrik miller de vardır.
- Düz, eğilebilen, içi boş, krank ve kamalı mil çeşitleri mevcuttur.



17.1. Tanım

- Miller, üzerinde taşıdığı parçalardan kaynaklanan yükler sonucu eğilmeye, güç iletimini sağlayan döndürme momenti nedeniyle de burulmaya zorlanır.
- Uygulamada freze ile **kama yuvası** açılmış miller son olarak tornada ince talaş kaldırılarak kullanıma hazır hale getirilir.



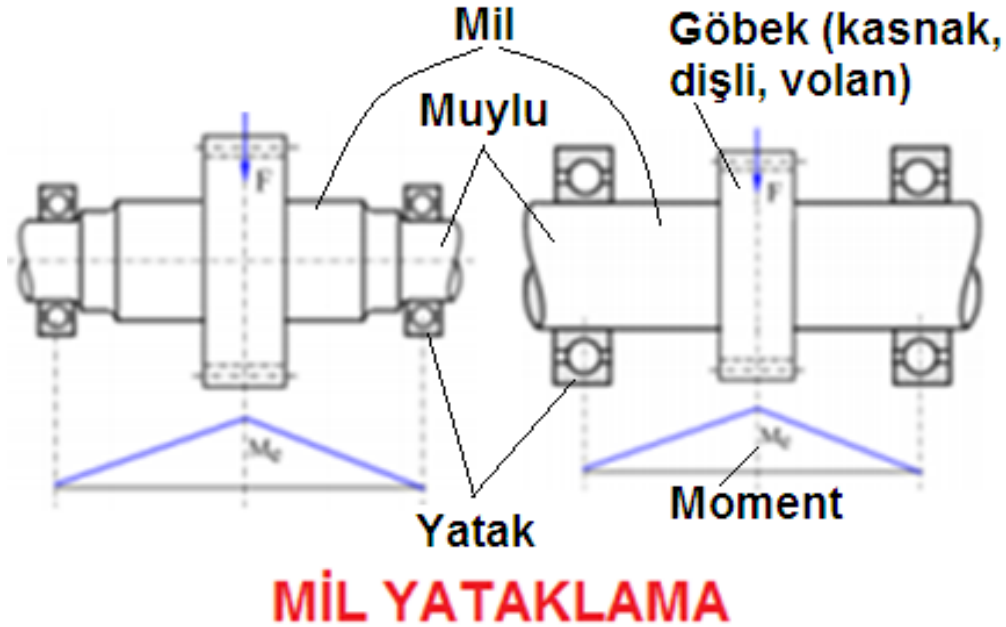
Mil: Kama yuvası açılmış

- Özellikle yataklar arası uzaklığın büyük olduğu sistemlerde ve ağırlık tasarrufu istenen yerlerde boru milleri kullanılır.



17.1. Tanım

- Miller iki tarafından yataklanır.
- Milin yatak içinde kalan kısmına muylu denir.
- Hareketli bir milden başka bir mile hareketin iletilmesi için iki mil kavramalarla birbirine bağlanır.

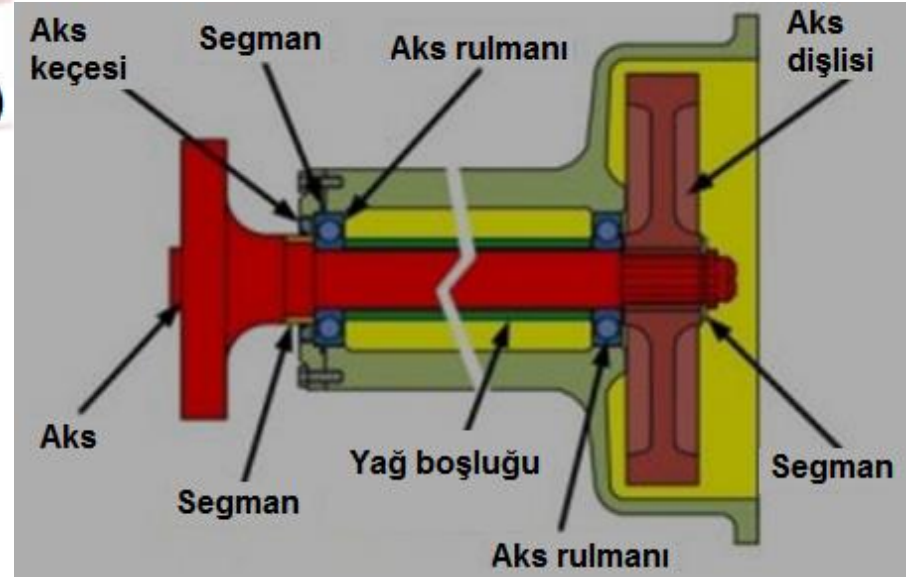
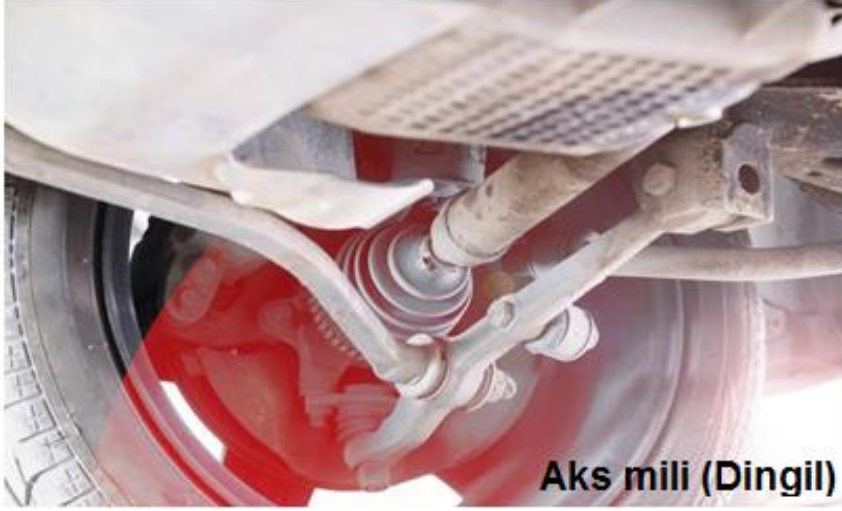


17.1. Tanım

- Millerin aks mili ve şaft mili gibi uygulamaları da mevcuttur.
- Dingil olarak da ifade edilen aks milleri; bazı dönen veya salınım hareketi yapan parça ve elemanları üzerinde taşıyan ancak enerji iletme özelliği olmayan elemanlardır.
- Halat makaraları, taşıt tekerlekleri, konveyör destek makaraları ve tamburları, gergi kasnakları, gergi amaçlı zincir dişlileri, bazı hallerde dişli çarklar akslar tarafından taşınan elemanlara örnek olarak verilebilir.
- Aks mili motorlu araçlarda diferansiyel sisteminden çıkan dönme hareketini tekerleklerle iletir. Aracı ve üzerindeki tüm yükü üzerinde taşır. Taşıtın hızlanması, dönüşler frenleme durumlarında güvenliği ve konforu sağlamakla yükümlüdür.



17.1. Tanım

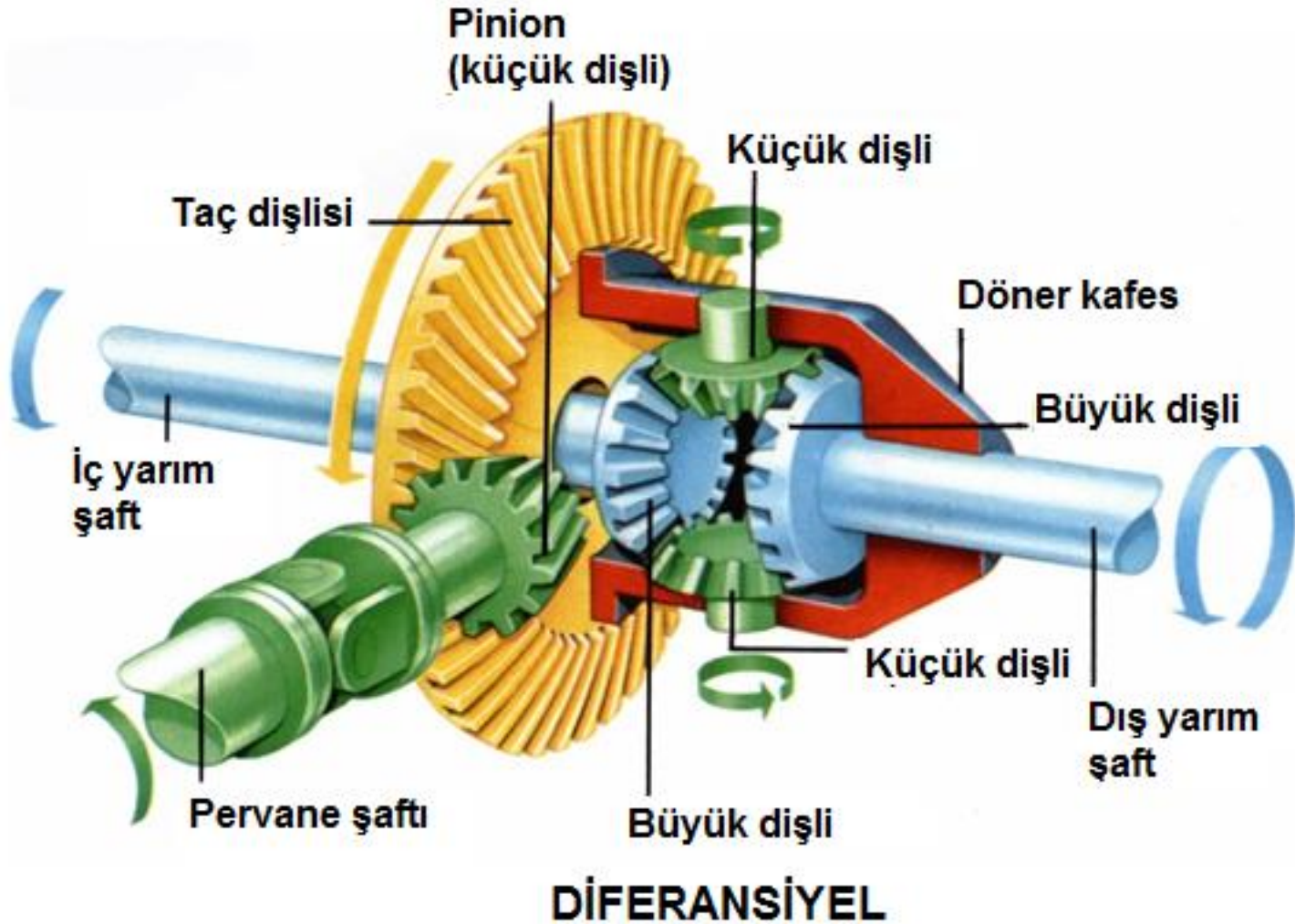


17.1. Tanım

- Diferansiyelde sağ ve sol tarafta olmak üzere iki tane aks mili yer alır. Aks millerini tamamlayan genel elemanlar keçe, rulman ve körüklerdir.
- Raylı taşıtlar için tekerlek aksı olarak dönmeyen ve dönen aks şeklinde iki farklı konstrüksiyon mevcuttur.
- Dönen aks tam değişken eğilme zorlanmasına maruz kalır.
- Bu aks virajlarda ray ile tekerlek arasındaki sürtünmeden dolayı bir miktar burulma yükü/momenti de alır. Moment (tork) genelde döndürme çabası anlamında kullanılır.

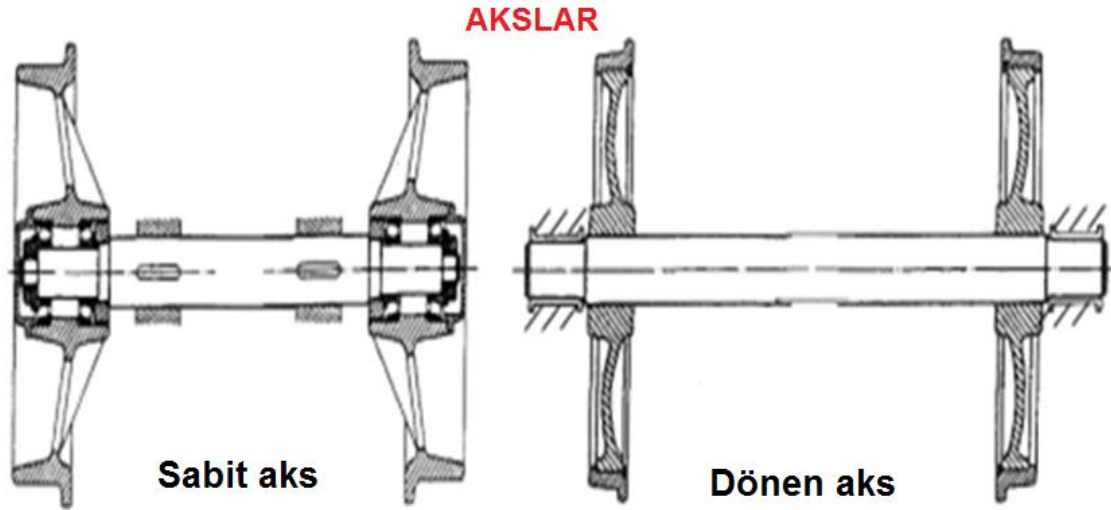


17.1. Tanım



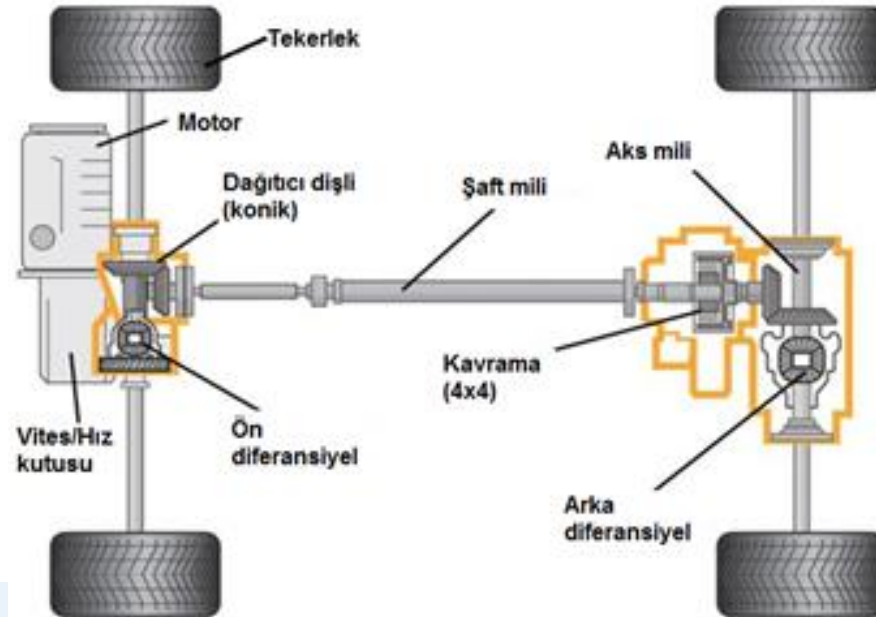
17.1. Tanım

- Bir krene ait döndürülen tekerleği ve ona bağlı dişliyi taşıyan dönmeyecek şekilde yapılmış aksa bazı hallerde perno da denir.
- Bir torna tezgahına ait döner punta; dönen bölüm işlev itibarı ile bir aks olarak düşünülebilir.
- Bir kamyonun ön tekerlek konstrüksiyonu ve tekerleği taşıyan dönmeyen türden aks kullanılır.



17.1. Tanım

- Şaftlar (kardan mili), vites kutularında değiştirilen momenti diğer aktarma organlarına iletir.
- Kısaca vites kutusundan aldığı hareketi diferansiyele ileten elemandır.
- Aynı zamanda boyca uzama gerektiren durumlarda mafsallara yardımcı olurlar.



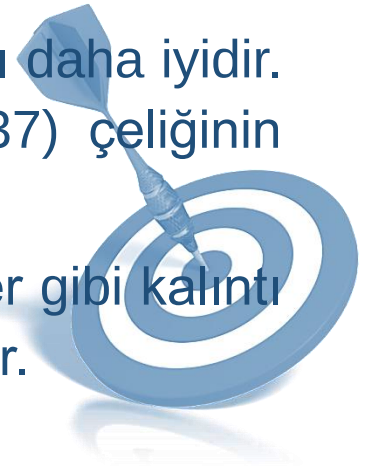
17.2. Mil Malzemeleri

- Miller, genellikle yuvarlak kesitli, karbonlu veya alaşımlı çeliklerden yapılır.
- Millerde, bilhassa darbeli çalışmalarda dayanım ve tokluk gereklidir; bu özellikleri elde etmek için, bilhassa aşırı zorlanan miller ıslah edilir.
- ıslah edilmeyecek miller için soğuk çekilmiş çelik kullanmak daha avantajlıdır.
- Aşınan yerlerin çeşitli yöntemlerle yüzey sertleştirme işlemi yapılmasına gerek vardır.
- Miller, genellikle değişken gerilme ile zorlandıklarından, mil yapılacak malzemeler yorulmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Hareketli makinalarda kullanılacak millerin mümkün olduğu kadar hafif olması istenir; bunun için yüksek dayanımlı çelikler seçilir.



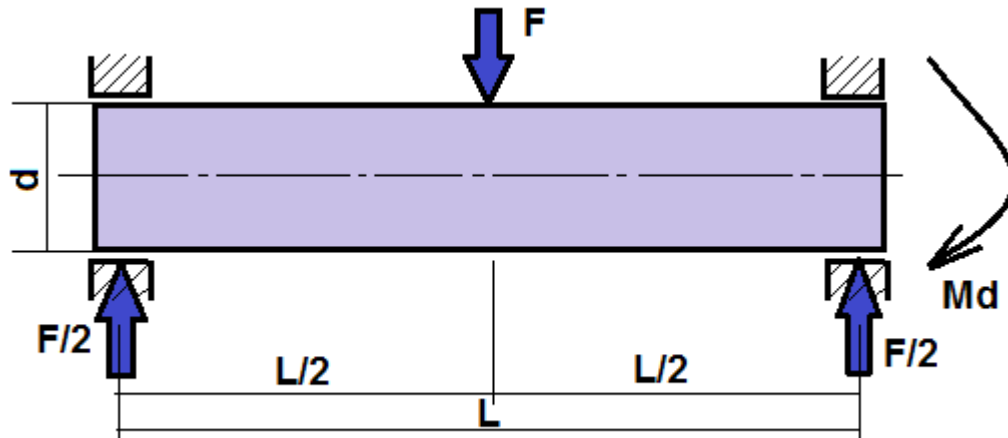
17.2. Mil Malzemeleri

- Mil imal edildikten sonra sertliği 35...40HRC civarında olacak şekilde ıslah edilir.
- Şayet mil kaymalı yatak içinde çalışacak ise, yatak içinde kalan muylu kısmı 55HRC civarında yüzey sertleştirme işlemleriyle sertleştirilmelidir.
- Milin üzerinde gerilme yığılması oluşturan fatura, kama kanalı, vida, yağ deliği gibi yerlerin dikkatli tasarımı gerekir.
- Küçük çaplı millerin soğuk çekilmiş çelikten yapılması daha iyidir. Bu amaçla, Türkiye’de akson adı altında S235(St37) çeliğinin soğuk çekilmiş şekli satılmaktadır.
- Çeliğin P, S gibi kalıntı elementleri ve oksitler sülfürler gibi kalıntı bileşiklerinden temiz olması yorulma dayanımını artırır.



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

- Miller dönen elemanlar olup, çevresel kuvvetleri ve momentleri taşıyarak burulmaya zorlanırlar.
- Taşıdıkları yüklerden dolayı da burulma ile birlikte eğilme etkisinde kalırlar.
- Millerin boyutlandırılabilmesi, diğer bir ifade ile mil çapının belirlenebilmesi için milin etki altında kaldığı yüklerin miktarının ve etki biçiminin bilinmesi gerekir.



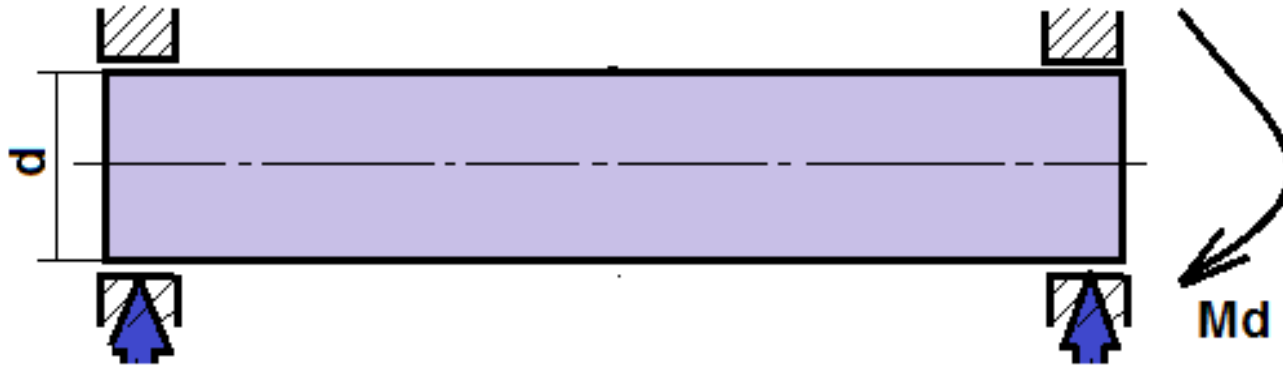
Miller, eğilme ve burulmaya maruz kalırlar



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

Millerin Burulmaya Zorlanması

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



Milin burulmaya zorlanma hali

$$\tau = \frac{Md}{Wd}$$



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

- Döndürme momenti, güç ve açısal hız ya da kuvvet ve hız bağıntılarından hesaplanabilir.

Güç = Moment x Açısal hız

$$N = Md w$$

$$w = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

$$N = \frac{Md \pi n}{30}$$

Motor gücü PS (HP, BG) veya kW olabilir..

Motor gücünün kW olması halı: 1 kW = 1 Nm/s

$$N[kW] \times 1000 [Nm/s] = \frac{Md \pi n}{30}$$



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

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

Motor gücünün PS olması hali: 1 PS = 735,5 Nm/s

$$N[kW] \times 735,5 [Nm/s] = \frac{Md \pi n}{30}$$

$$Md[Nm] = 7023 \frac{N [PS]}{n [dev/dak]}$$

Güç ikinci yolla; «Güç = Kuvvet x Çizgisel hız» bağıntısı ile tanımlanabilir.

$$N = F V$$



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

Çizgisel hız

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

Çizgisel hız-açısal hız ilişkisi:

$$V = w \frac{d}{2}$$

Kuvvet – moment bağıntısı:

$$Md = F \left(\frac{d}{2} \right)$$

Dönen silindirik elemanlar için **mukavemet momenti**

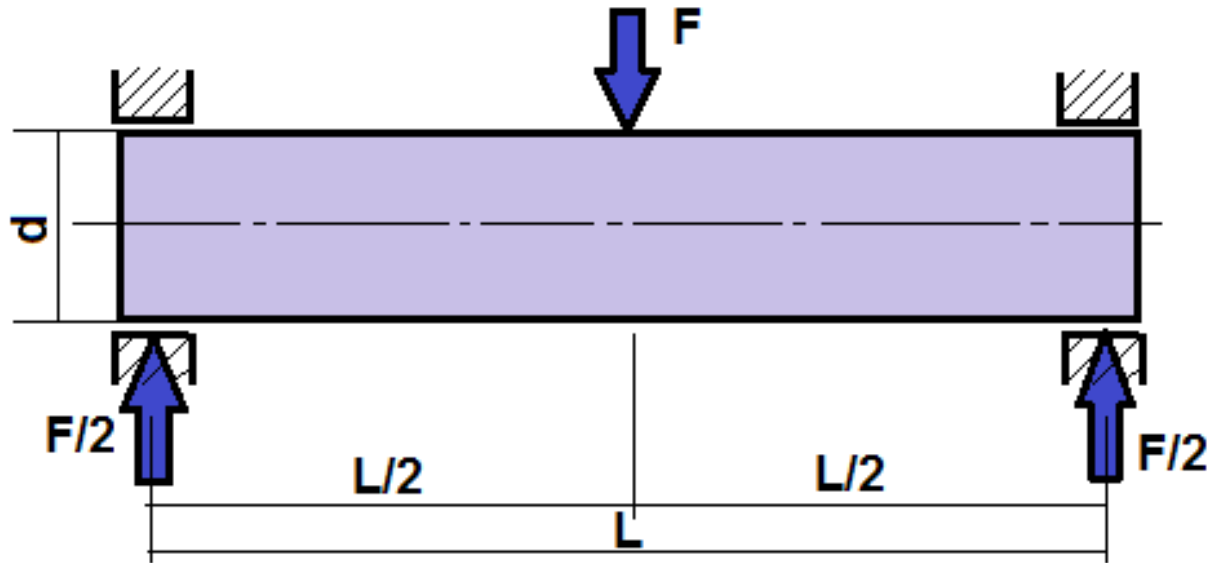
$$Wd = \frac{\pi d^3}{16}$$



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

Millerin Eğilmeye Zorlanması

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



Millerin eğilmeye zorlanması



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

Milin eğilme gerilmesi

$$\tau = \frac{Me}{We}$$

Eğilmede **mukavemet momenti**

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

Eğilme momenti (l milin destek elemanları arasındaki uzaklık, F yük; yükün milin ortasına etki ettiği varsayımı)

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



17.3. Millerin Mukavemet Hesabı

Eşdeğer Gerilme (Eğilme + Burulma)

- Bunun için farklı teoriler olmakla birlikte burada en yalın hali verilecektir.

Daire kesitli eleman için emniyetli eşdeğer gerilme

$$\sigma_e = \frac{M_f}{\frac{\pi d^3}{32}}$$

Dikdörtgen kesitli eleman için emniyetli eşdeğer gerilme

$$\sigma_e = \frac{M_f}{\frac{bh^2}{6}}$$

Eşdeğer mukavemet momenti:

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



Bu konunun sonu...



