



# MÜHENDİSLİK MEKANİĞİ DERSİ

**(Sürtünme)**

*Prof. Dr. Berna KENDİRLİ*

# Ders Planı

HAFTA	KONU
1	Giriş, temel kavramlar, mekaniğin temel ilkeleri
2-3	Düzlem kuvvetler sisteminin bileşkesi
4-5	Rijit cisimlerin dengesi
6	Ağırlık merkezi ve geometrik merkez
7	Düzlem taşıyıcı sistemler, kafes sistemler
8	Arasınava
9	Düzlem taşıyıcı sistemler, kafes sistemler
10-11	İç kuvvetler ve kesit tesirleri
12	Sürtünme
13-14	Atalet momenti

# Yararlanılan Kaynaklar

- 1. Olgun, M. 2016. Mühendislik Mekaniği (Statik) 3. Baskı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1566, Ders Kitabı: 519, 300 s., Ankara.
- 2. Omurtag, M. H. 2003. Mühendisler İçin Mekanik- Statik. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.

# Sürtünme

- Birbirleri ile temas halinde bulunan cisimlerin yüzeyleri arasında bir etkileşim ortaya çıkar. Bu etkileşimin büyüklüğü yüzeylerin özellikleri ile ilgilidir. Bu nedenle yüzeyler; *cilalı yüzeyler* ve *pürüzlü yüzeyler* olmak üzere iki gruba ayrılabilir.
- Bunun dışında tüm cisimlerin yüzeylerinde farklı düzeylerde bir pürüzlülük vardır. Bu pürüzlülük cisimlerin temas yüzeylerinde bir sürtünme kuvvetinin ortaya çıkmasına neden olur.
- *Sürtünme*, bir cisim üzerine etki eden ve cismin temasta olduğu diğer cisim veya yüzey üzerinde kaymasını engelleyen veya yavaşlatan direnç kuvveti olarak tanımlanabilir.
- Sürtünme esas olarak dört grupta toplanabilir. Bunlar; a) Kuru sürtünme b) Akışkan sürtünmesi c) Yuvarlanma sürtünmesi d) İç sürtünmedir.

# Sürtünme

## Sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı

- Kuru sürtünmenin incelenmesi için yatay bir düzlem üzerinde duran  $W = m \cdot g$  ağırlığındaki bir bloğu göz önüne alalım. Söz konusu bloğa yatay doğrultuda bir  $P$  kuvvetinin etki ettirilmesi durumunda,  $P$  kuvveti belli bir değerin altında olduğu sürece bloğun dengesi bozulmayacağından hareket etmeyecektir.
- Bunun nedeni,  $P$  kuvveti ile aynı büyüklük ve doğrultuda ancak ters yönde ortaya çıkan bir sürtünme kuvvetinin ( $F$ ) hareketi engellemesidir.
- Bu sürtünme kuvveti, temas yüzeyinde etki eder ve ***statik sürtünme kuvveti*** adını alır.

# Sürtünme

## Sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı

- Bloğa etki eden  $P$  kuvveti artırılırsa, hareket başlayıncaya kadar  $F$  sürtünme kuvvetinin büyüklüğü de artar.
- Böylece sürtünme kuvveti maksimum değerine ulaşıncaya kadar  $P$  kuvvetini karşılamaya devam eder.
- Ancak  $P$  kuvveti artırılmaya devam edilirse artık sürtünme kuvveti artmaz ve blok hareket etmeye başlar.
- Bu durumdaki sürtünme kuvvetine *kinetik sürtünme kuvveti* adı verilir.

# Sürtünme

- Deneysel çalışmalar, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinin ( $F_m$ ), yüzey tepkisi  $N$  normal kuvvetinin büyüklüğü ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Bu durum şöyle gösterilir.

$$F_m = \mu_s \cdot N$$

$\mu_s$ , *statik sürtünme katsayısı* olarak adlandırılan bir sabittir.

- Kinetik sürtünme kuvveti de benzer şekilde belirtilebilir.

$$F_k = \mu_k \cdot N$$

$\mu_k$ , *kinetik sürtünme katsayısını* ifade eder.

# Sürtünme

## Şev Açısı

- Cismin oturduğu düzlemin bir ucunu yatayla  $\alpha$  açısı yapacak şekilde kaldırdığımızda  $F'$  kuvveti, maksimum sürtünme kuvvetinden ( $F_m$ ) küçük olduğu sürece, hem cismi eğik düzlem üzerinde kaymaya zorlayan ve hem de harekete engel olan gerçek sürtünme kuvvetini ifade eder.
- Bu durumda  $N = W'$  ve  $F_m > F'$  dır.
- $\alpha$  açısı sürtünme açısı  $\emptyset$  ye eşit olacak şekilde artırılırsa bu durumda  $F_m = F'$  olur.



# Sürtünme

- Yani cismi harekete zorlayan  $F'$  kuvveti, cismin temas yüzeyinde harekete geçmesini önleyen sürtünme kuvveti  $F_m$  ye eşittir.
- Artık bu andan itibaren  $\alpha$  açısında olabilecek herhangi bir artış, cismin düzlem üzerinde A noktasına doğru harekete başlamasına neden olur.
- $F_m = F'$  olduğunda eğik düzlemin yatayla yaptığı  $\alpha$  açısının değerine *doğal şev açısı* adı verilir.

# Sürtünme

## Kuru sürtünme ile ilgili mühendislik uygulamaları

- Teknikte kullanılan birçok alet ve makinelerde kuru sürtünme uygulaması ile karşılaşılır. Bunlar,
  - Kamalar
  - Bilezikli yataklar, mil yatakları, diskler
  - Radyal (kayma) yataklar
  - Vidalar
  - Kayış sürtünmesi
  - Tekerlek sürtünmesidir.