



Sürtünme Kuvveti

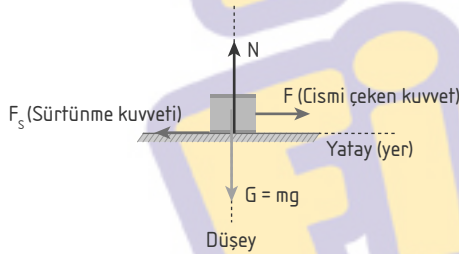
SÜRTÜNME KUVVETİ

Sürtünme kuvveti, genel olarak temas halinde olan iki cismin veya yüzeyin birbirini üzerinden kaymasını engelleyen kuvvete verilen isimdir.

- Sürtünme kuvveti cismi harekete geçirebilir ya da cismin hareketine karşı koyabilir.
- Sanılanın aksine sürtünme kuvveti her zaman cismin hareketine ters yönde değildir.
- Sürtünme kuvvetin ortaya çıkması için hareket gerekmez ancak hareketin olduğu durumlardaki (kinetik) sürtünme kuvveti, hareketin olmadığı durumdan (statik) farklıdır.
- Sürtünme kuvveti f_s ile gösterilir ve SI'daki birimi newtondur (N).
- Sürtünme kuvveti aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$f_s = k \cdot N$$

N: Normal kuvveti, k: Sürtünme katsayısıdır.



Sürtüneli yatay düzlemde çekilen cismin serbest cisim diyagramı

NOT

- Sürtünme kuvveti, temas eden yüzey atomları arasındaki etkileşim sonucu oluşan, "elektromanyetik" temelli bir kuvettir.
- Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin yapısına bağlıdır.
- Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin alanının büyüklüğüne bağlı değildir.
- Sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin ikisine de ayrı ayrı, eşit büyüklükte ve zıt yönlü olarak etki eden "etki - tepki" kuvvet çiftidir.

KİNETİK VE STATİK SÜRTÜNME KUVVETİ

Bir masayı yatay olarak hareket ettirmeye çalıştığımızı düşünelim. Önce biraz zorlanırız sonra masa hareket etmeye başladığında kolay bir şekilde onu sürükleyebiliriz. Bu durum, hareket halindeki sürtünme kuvvetinin, durgun haldekine göre daha az olduğunu gösterir. Ayrıca bu sonuçtan sürtünmeyi kinetik sürtünme kuvveti ve statik sürtünme kuvveti olarak ikiye ayırmak gerektiği anlaşılır.

STATİK SÜRTÜNME KUVVETİ

Bir cisim harekete geçinceye kadar, cisme etki eden sürtünme kuvvetine statik sürtünme kuvveti denir.

- Statik sürtünme kuvvetinin sabit bir değeri yoktur. Büyüklüğü cisme uygulanan kuvvete bağlı olarak değişir.
- Yatay düzlemde duran cisme şekildeki gibi önce F, sonra da 2F büyüklüğündeki yatay kuvvetler uygulansın ve cisim iki durumda da hareket etmesin. Cisim iki durumda da dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde olacağı için ilk durumda sürtünme kuvvetinin büyüklüğü F'ye ikinci durumda 2F'ye eşittir. ($f_{s1} = F$ ve $f_{s2} = 2F$ 'dir.)



- Cisim hareket etmeye başladığı an statik sürtünme kuvveti en büyük değerine ulaşır ve bu değer aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$f_s = N \cdot k_s \quad [k_s: \text{Statik sürtünme katsayısı}]$$

- Cisme statik sürtünme kuvvetinin alabileceği maksimum değerden büyük kuvvet uygulanırsa cisim uygulan kuvvet ile sürtünme kuvvetinin farkına eşit büyüklükteki kuvvet ile ivmeli hareket yapar.

KİNETİK SÜRTÜNME KUVVETİ

Hareket hâlindeki cisimlere etki eden sürtünme kuvvetine, kinetik sürtünme kuvveti adı verilir.

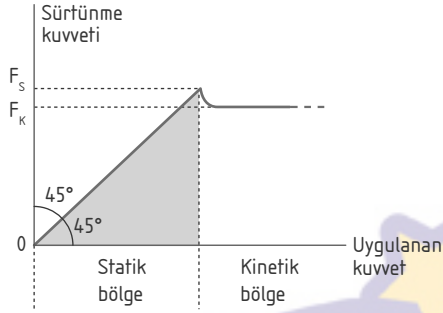
- Kinetik sürtünme kuvvetinin değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$f_k = N \cdot k_k \quad (k_k: \text{Kinetik sürtünme katsayısı})$$

- Kinetik sürtünme kuvveti, statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden küçüktür. Dolayısıyla kinetik sürtünme katsayısı da statik sürtünme katsayısından küçüktür.
- Uygulanan kuvvetin büyüklüğü kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü etkilemez.



- Duran bir cisim, harekete zorlanmadığı sürece, cisim üzerinde sürtünme kuvveti oluşmaz.
- Yatay düzlemde duran bir cisme, şiddeti düzgün arttırılan yatay kuvvet uygulandığında cismin "sürtünme kuvveti - uygulanan kuvvet" grafiği şekildeki gibi olur.



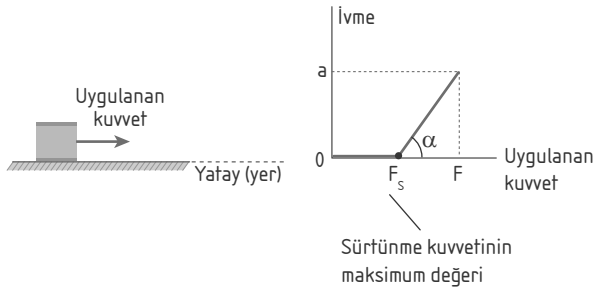
f_s : Statik sürtünme kuvvetinin maksimum değeridir.

f_k : Kinetik sürtünme kuvvetidir.

- Grafiğin statik bölgesinde eğim daima 1'e eşittir.

NOT

Sürtünmeli yatay düzlemdeki bir cisme büyüklüğü artan yatay kuvvet uygulandığında cismin ivme - uygulanan kuvvet grafiği şekildeki gibi olur. Uygulanan kuvvet, sürtünme kuvvetinin maksimum değerine ulaşıncaya kadar cisim hareket etmez ve ivme sıfır olur.



Grafikte $f_s = k_s \cdot N$; $\tan \alpha = \frac{a}{F - f_s} = \frac{1}{m}$ dir. m : Cismin kütlesi

NOT

Sürtünmeli zeminde kaymadan yuvarlanan cisimlerle zemin arasında oluşan ve cisme etki eden sürtünme kuvvetinin yönü; cismin hareket yönünde olabileceği gibi cismin hareketine zıt yönde de olabilir. Hatta sürtünme kuvveti etki etmeye de bilir.

SÜRTÜNME KUVVETİNİN GÜNLÜK HAYATTAKİ VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- Yağmur, dolu, kar tanelerinin düşük hızlarla yere düşmesi, araçların fren yaparak durabilmesi sürtünme kuvveti sayesinde olur. Bütün bunlar ve daha nice olay sürtünme kuvvetinin yaşamımızı kolaylaştıran yönüne birer örnektir.
- Kalemle yazmak, yazdıklarımızı silmek, yolda yürümek, durmak veya herhangi bir şeyi tutmak gibi temel eylemlerin tamamı sürtünme kuvveti sayesinde yapılmaktadır.
- Islak veya buzlu bir yüzeyde kaydığınızda, ayakkabılarınız ve yüzey arasındaki sürtünme azalır, dengeyi korumanızı ve kaymayı durdurmanızı zorlaştırır.



- Sürtünme kuvveti, vidaların ve somunların sıkıca bağlanmasını sağlar, bu sayede yapılar ve eşyalar sabit ve güvenli hale gelir.
- Tırmanma ekipmanları ve ayakkabılar, yüzeylerle etkileşime girerek sürtünme kuvveti oluşturur ve dağcıların tırmanmasını sağlar.
- Sürtünme kuvvetinin varlığı bazı olaylarda yaşamımızı olumlu etkilerken bazı olaylarda da olumsuz etkiler. Sistemlerde enerji kayıplarının oluşması, mekanik parçaların aşınması, ulaşım araçlarında hızı engellemesi ve bunun neticesinde enerji sarfiyatının artması (verimin düşmesi) gibi bir çok olay da sürtünmenin günlük yaşamı olumsuz etkileyen yönlerine örnek olarak verilebilir.
- Sürtünmeyi azaltmak için mekanik düzeneklerde yağlama, pürüzsüz hale getirme, aerodinamik tasarım, bilye veya tekerlek kullanma gibi uygulamalar yapılır.

ÖSYM	ÖSYM'nin 2018 yılı ve sonrası TYT'de ve MSÜ'de [*] Hareket ve Kuvvet ünitesinden sorulduğu soruların yıllara ve konulara göre dağılımı					
	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Hareket	1 + 1*	1*	-	1*	1	1 + 1*
Kuvvet	-	-	-	-	1*	-
Newton'ın Hareket Yasaları	-	1	1 + 1*	1	-	-
Sürtünme Kuvveti	-	-	-	-	-	-