

# Newton'ın Hareket Yasaları

## NEWTON'IN HAREKET YASALARI

- Newton, yaptığı deneysel çalışmaların sonucunda cisimlerin hareketli ile kuvvet arasındaki ilişkiyi üç ana başlık altında toplamıştır.
- Bunlar, **eylemsizlik prensibi**, **temel yasa** ve **etki - tepki** prensibidir.
- Newton'ın ortaya koyduğu bu yasalar ile günlük hayatta ve evrende karşılaştığımız tüm mekanik olaylar açıklanabilmektedir.

### NEWTON'IN BİRİNCİ HAREKET YASASI: EYLEMSİZLİK PRENSİBİ

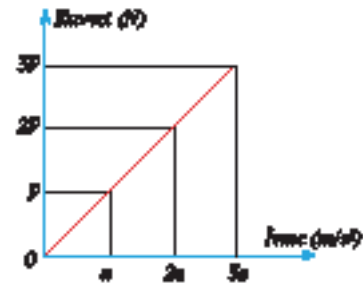
- Cisimler doğaları gereği hareket durumlarını korumak ister. Bu duruma cisimlerin **eylemsizliği** denir.
- Hareketsiz olan cisim hareketsiz durmaya devam etme eğilimindedir. Sabit süratle hareket eden cisim aynı süratle hareketine devam etme eğilimindedir.
- Eylemsizlik prensibi, dengelenmiş kuvvetler etkisindeki cisimlerin hareket durumlarını tanımlar.
- Hareketsiz duran ya da sabit süratle hareket eden cisimlere etki eden net kuvvet sıfırdır.
- Dengelenmiş kuvvetler etkisinde sabit hızla hareket eden bir cismin hızının doğrultusunda, yönünde ve büyüklüğünde bir değişme olmaz.
- Hareketsiz cisimleri hareket ettirmek, hareket eden cisimlerin süratini artırmak ya da yavaşlatmak için kuvvet uygulamak gerekir.
- Eylemsizlik kütle ile doğru orantılıdır. Bir cismin kütlesi ne kadar fazla ise o cismi harekete geçirmek ya da durdurmak o kadar zordur.
- İçinde bulunduğumuz araç viraja girdiğinde bir etkinin bizi virajın dışına doğru çektiğini hissederiz. Bu etki eylemsizlik etkisidir. Viraja girdiğimizde hareket doğrultumuzun değişmesine eylemsizliğimiz karşı koyar ve aynı doğrultudaki hareketine devam etmek ister. Bu etkiyi dışa savrulma olarak hissederiz.



Ani hızlanmalarda geriye savrulmamız, ani yavaşlamalarda öne savrulmamız eylemsizliğimizin sonucudur.



Dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindeki bir cisim ivmeli hareket yapar. Diğer bir ifade ile bir cismin hızını değiştirmek için kuvvet uygulamak gerekir.

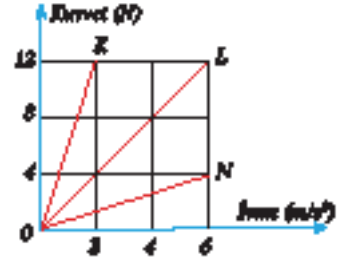


Kuvvet - ivme grafiğinin eğimi cismin kütlesine eşittir.

$$\text{Eğim} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{İvme}} = \text{Kütle}$$

## Örnek

K, L ve N cisimlerine uygulanan net kuvvet ile cisimlerin kazandıkları ivmeler arasındaki kuvvet - ivme grafiği şekildeki gibidir.



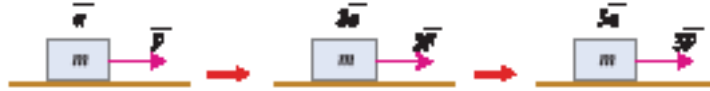
K, L, N'nin kütleleri sırasıyla  $m_K$ ,  $m_L$ ,  $m_N$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $m_L < m_N < m_K$       B)  $m_K < m_N < m_L$       C)  $m_K < m_L < m_N$   
D)  $m_N < m_L < m_K$       E)  $m_N < m_K < m_L$

(2015 - ÖSYM)

## NEWTON'IN İKİNCİ HAREKET YASASI : DİNAMİĞİN TEMEL PRENSİBİ

- ☞ Newton'ın ikinci kanununda net bir kuvvetin etkisinde olan cisimlerin hareketi incelenir.
- ☞ Net kuvvet etkisindeki cisim ivmeli hareket yapar.
- ☞ İvme vektörü daima net kuvvet ile aynı yöndedir.
- ☞ İvmenin büyüklüğü kuvvetin büyüklüğü ile doğru, cismin kütlesi ile ters orantılıdır.
- ☞ Bir cisme etki eden net kuvvetin cismin ivmesine oranı daima sabittir ve bu oran cismin kütlesine eşittir.



$$\frac{F}{a} = \frac{2F}{2a} = \frac{3F}{3a} = \text{sabit} = m$$

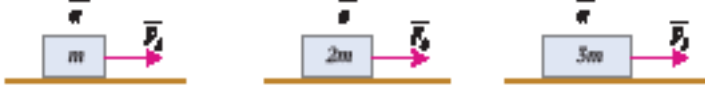
- ☞ Dengelenmemiş kuvvetler etkisindeki cismin kütlesi ( $m$ ), net kuvvet ( $\vec{F}_{\text{net}}$ ) ve ivme ( $\vec{a}$ ) arasındaki matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$\vec{F}_{\text{net}} = m \cdot \vec{a}$$

- ☞ Düzenekte birden fazla cisim varsa formüldeki  $m$  yerine toplam kütle yazılır.

## Örnek

Sürtünmesi önemsiz yatay düzlemde kütleleri  $m$ ,  $2m$ ,  $3m$  olan cisimler yatay  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  kuvvetlerinin etkisindedir.



Cisimlerin ivmeleri eşit olduğuna göre, kuvvetlerin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A)  $F_1 = F_2 = F_3$       B)  $F_1 < F_2 < F_3$       C)  $F_3 < F_2 < F_1$   
D)  $F_2 < F_1 < F_3$       E)  $F_1 < F_3 < F_2$

## Örnek

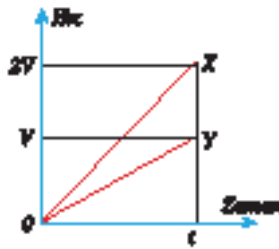
Durgun halden harekete geçerek düzgün hızlanan  $1000 \text{ kg}$  kütleli aracın  $10 \text{ s}$  sonra hızının büyüklüğü  $15 \text{ m/s}$ 'dir.

Buna göre, araca etki eden net kuvvetin büyüklüğü kaç  $\text{N}$ 'dir?

- A) 1500      B) 3000      C) 6000      D) 12000      E) 15000

## Örnek

Yatay ve sürtünmesi önemsiz düzlemde olan X ve Y cisimlerinin hız - zaman grafiği şekildeki gibidir.



Cisimlere etki eden net kuvvetler sırasıyla  $F_X$ ,  $F_Y$ ; cisimlerin kütleleri  $m_X$ ,  $m_Y$  olduğuna göre,

- I.  $m_X = m_Y$  ise  $F_X > F_Y$  dir.  
II.  $F_X = F_Y$  ise  $m_X > m_Y$  dir.  
III.  $F_X = 2F_Y$  ise  $m_X = m_Y$  dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) I, II ve III



Bir gezegenin birim kütleye uyguladığı çekim kuvvetine yer çekimi ivmesi denir. Gezegenin yüzeyinden uzaklaştıkça yer çekimi ivmesi dolayısı ile cisimlerin ağırlığı azalır.

Sembölü  $g$  olan yer çekimi ivmesinin birimi  $m/s^2$  dir. (ivme birimi ile aynı)

## AĞIRLIK VE YER ÇEKİMİ İVMESİ

- Bir cismin üzerinde bulunduğu gezegen ile arasındaki kütle çekim kuvvetine **ağırlık** ya da **yer çekimi** kuvveti denir.
- Sembölü **G** harfi olan ağırlık **dinamometre** ile ölçülür. Vektörel bir büyüklüktür, birimi **Newton**'dır (N).
- Yönü daima gezegenin merkezine doğrudur.
- Kütle ve ağırlık kavramları günlük hayatta aynı anlamdaymış gibi yanlış kullanılmaktadır. Kütle madde miktarı, ağırlık ise bir kuvvettir.
- Bir cismin kütlesi bulunduğu gezegene göre farklılık göstermez, ancak ağırlığı farklılık gösterir.
- Yer çekimi ivmesinin  $g$  olduğu ortamda  $m$  kütleli cismin ağırlığını ( $G$ ) veren matematiksel model aşağıdaki gibidir.

$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

- Bir gezegenin yer çekim ivmesinin büyüklüğü, merkezinde yüzeyine kadar merkeze uzaklık ile doğru orantılı, yüzeyinden itibaren merkezine olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

## Örnek

Jüpiter'deki kütle çekim ivmesi  $23,3 m/s^2$ , Yerküre'deki kütle çekim ivmesi ise  $9,8 m/s^2$  olsun.

**Yerküre üzerindeki ağırlığı 980 N olan bir kutunun, Jüpiter'deki ağırlığı ve kütlesi aşağıdakilerden hangisidir?**

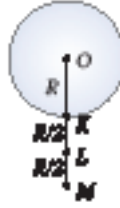
|    | Ağırlığı (N) | Kütlesi (kg) |
|----|--------------|--------------|
| A) | 2330         | 50           |
| B) | 1520         | 100          |
| C) | 2330         | 100          |
| D) | 980          | 100          |
| E) | 1160         | 98           |

(2017 - ÖSYM)

## Örnek

Yerküre; şekilde gösterildiği gibi yaklaşık olarak özkütlesi sabit, R yarıçaplı ve O merkezli bir küre olarak kabul edilebilir.

Şekildeki K, L ve M noktalarında yer çekimi ivmesinin değeri sırasıyla  $g_K$ ,  $g_L$  ve  $g_M$  olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

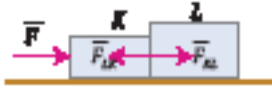


- A)  $g_K > g_L > g_M$       B)  $g_M > g_L > g_K$       C)  $g_L > g_M > g_K$   
D)  $g_K = g_L > g_M$       E)  $g_K = g_L = g_M$

(2016 - OSYM)

## NEWTON'IN ÜÇÜNCÜ HAREKET YASASI : ETKİ - TEPKİ PRENSİBİ

- ☞ Etkileşim halindeki cisimler birbirlerine eşit büyüklükte ve zıt yönlü kuvvet uygular.
- ☞ Bu kuvvetlere **etki - tepki kuvvetleri** denir.
- ☞ Etki ve tepki kuvvetleri farklı cisimler üzerindedir. Bu nedenle ikisinin bileşkesi alınamaz.



- ☞ Sürtünmesi önemsiz yatay zeminde yatay  $\vec{F}$  kuvveti etki eden cisimler arasında etki tepki kuvvetleri oluşur.
- ☞  $\vec{F}_{KL}$  kuvveti K cisminin L cismine uyguladığı etki kuvveti,  $\vec{F}_{LK}$  kuvveti de L cisminin K cismine uyguladığı tepki kuvvetidir.
- ☞ Bu kuvvetler arasındaki ilişki  $\vec{F}_{KL} = -\vec{F}_{LK}$  dir.

### Günlük hayatta karşılaşılan bazı kuvvetlerle ilgili,

- I. Hareket hâlindeki bir otobüse doğru uçan sineğin otobüsün camına çarpıp ezilmesi olayında; cam sineğe, sineğin cama uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.
- II. Masa üzerinde dengede duran bir kitabın ağırlığıyla masanın kitaba uyguladığı tepki kuvveti aynı büyüklüktedir.
- III. Bir çekiçle çivinin duvara çakılması olayında; çekiç çiviye, çivinin çekice uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) I, II ve III



Birçok günlük işimizi etki tepki kuvvetleri sayesinde gerçekleştiririz. Örneğin yürürken aslında zemini ayağımızla geri iteriz, zeminin ayağımıza uyguladığı tepki kuvveti ile kolayca yürürüz ya da koşarız.



## SÜRTÜNME KUVVETİ

- Bir yüzey üzerindeki cisim harekete zorlandığında ya da hareket ettiğinde, harekete ya da zorlamaya karşı oluşan ve cisme etki eden kuvvete **sürtünme kuvveti** denir.
- Vektörel bir büyüklüktür, gösterimi  $\vec{f}_s$  şeklindedir ve birimi Newton'dır.
- Bir yüzey üzerinde yuvarlanmadan hareket eden cisme etki eden sürtünme kuvveti, cismin zemine göre hareketine zıt yöndedir.



Cisim yatay zeminde dengedir. Yüzey sürtünmesi ile oluşan sürtünme kuvveti zıttır.



Cisim hareket etmektedir. Sürtünme kuvveti F kuvvetinin (zorlamaya) büyüklüğüne eşittir.

- Sürtünme kuvveti statik ve kinetik olmak üzere iki başlık altında incelenir.
- Cisim harekete geçene kadar cisme etki eden sürtünme kuvvetine statik sürtünme kuvveti denir. Sabit bir değeri yoktur. Cisim harekete geçene kadar uygulanan zorlama kuvvetinin büyüklüğüne eşittir.
- Cisim hareket halinde iken cisme etki eden sürtünme kuvvetine kinetik sürtünme kuvveti denir. Büyüklüğü sabit ve statik sürtünme kuvvetinin maksimum değerinden daha küçük bir değere sahiptir.
- Sürtünme kuvvetinin maksimum değeri ile kinetik sürtünme kuvveti, sürtünen yüzeylerin cinsine ( $k$  : sürtünme katsayısı) ve yüzey tepki kuvvetine ( $N$ ) bağlıdır.

$$f_s = k \cdot N$$

- Yatay zemindeki bir cisme etki eden yüzey tepki kuvvetinin büyüklüğü cismin ağırlığına eşittir.  $N = G = mg$
- Bu durumda yatay zemindeki  $m$  kütleli bir cisme etki eden sürtünme kuvvetinin maksimum değeri ile kinetik sürtünme kuvveti  $f_s = k \cdot N = k \cdot mg$ 'dir.



Cisim hareket etmiyorsa  $F = f_{statik}$

Cisim sabit süratle gidiyorsa  $F = f_{statik}$

Cisim hızlanıyorsa  $F > f_{statik}$

Cisim yavaşlıyorsa  $F < f_{statik}$



Sürtünme katsayısının birimi yoktur. Durgun hâdekine statik ( $k_s$ ), hareket halinde kine kinetik sürtünme katsayısı ( $k_k$ ) denir ve  $k_s > k_k$  dir.

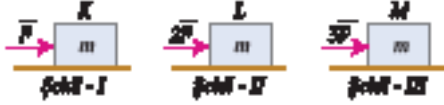


Yürümek, koşmak, tutunmak, cisimleri vidalayarak sabitlemek gibi birçok işte sürtünmeden yararlanılır ve fazla olmasını isteriz. Ancak aşınmalara neden olduğu için bazı durumlarda sürtünmeyi azaltmaya çalışırız. Bu nedenle motor parçaları yağlamak gerekir.



## Örnek

Yatay tahta zeminler üzerinde duran  $m$  kütleli özdeş K, L, M kutuları, Şekil I, II ve III'teki gibi  $F$ ,  $2F$ ,  $3F$  büyüklüğündeki yatay kuvvetlerle itilmektedir.

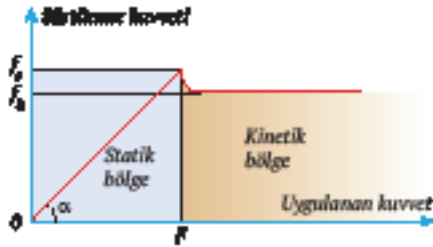


Bu kutulardan hiçbiri hareket etmediğine göre, tahta zemin ile kutular arasındaki statik sürtünme kuvvetlerinin  $f_K$ ,  $f_L$ ,  $f_M$  büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

- A)  $f_K = f_L = f_M$       B)  $f_M < f_L < f_K$   
 C)  $f_K < f_L < f_M$       D)  $f_M < f_K < f_L$   
 E)  $f_L < f_K < f_M$

(2013 - ÖSYM)

- ☞ Sürtünme kuvvetinin uygulanan kuvvete bağlı olarak değişimini gösteren grafik şekildeki gibidir.



- ☞ Uygulanan kuvvet 0 - F arasındaki iken cisim hareket etmez ve sürtünme kuvveti uygulanan kuvvete eşittir.
- ☞ Uygulanan kuvvet F'den büyük ise cisim harekete geçer ve cisme kinetik sürtünme kuvveti  $f_k$  etki eder.  $f_k = k_k \cdot N = mg$ 'dir.
- ☞ Kinetik sürtünme kuvvetinin büyüklüğü cismin yüzey alanına ve süratine bağlı değildir.
- ☞ Grafikteki  $\alpha$  açısı daima  $45^\circ$  dir.

## Örnek

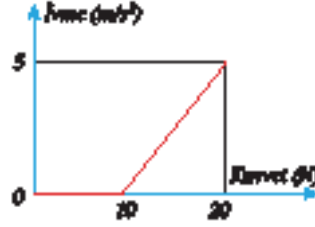
Düz bir yolda 20 m/s sabit süratle hareket eden aracın sürücüsü vitesi boşa alıyor ve araç sürtünme kuvvetlerinin etkisi ile 20 s sonra duruyor.

**Aracın toplam kütlesi 1200 kg olduğuna göre, araca etki eden toplam sürtünme kuvveti kaç N'dir?**

- A) 600      B) 900      C) 1200      D) 1500      E) 2400

## Örnek

Düz bir yoldaki cismin ivmesinin cisme etki eden yatay kuvvetin büyüklüğüne bağlı grafiği şekildeki gibidir.



**Buna göre, sırasıyla cismin kütlesi ve cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı nedir? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )**

- A) 2 kg ; 1    B) 2 kg ; 0,5    C) 2 kg ; 0,2    D) 5 kg ; 0,5    E) 10 kg ; 0,1

## Örnek

Sürtünmesi önemsiz yatay yolda durmakta olan m kütleli cisim sabit ve yatay  $\vec{F}$  kuvvetiyle itilerek x yolunu t sürede alınmaktadır.



**t süresinin kısalması için, aşağıda verilenlerden hangisi yapılmalıdır?**

- A)  $\vec{F}$ 'nin şiddetini azaltmak  
B)  $\vec{F}$ 'nin şiddetini artırmak  
C) Kütlesi daha büyük cisim kullanmak  
D) Cismin üzerine ek kütle yapıştırmak  
E) Kuvveti eğik olarak cisme uygulamak