



**NEWTON'UN**

**HAREKET**

**YASALARI**

Birden fazla kuvvetin yaptığı etkiyi tek başına yapan kuvvete **net kuvvet** denir.

Herhangi bir sayıda kuvvetin bir cisme uygulanması bu kuvvetlerin vektörel toplamına eşit olan tek bir kuvvetin uygulanması ile aynı etkiye sahiptir.

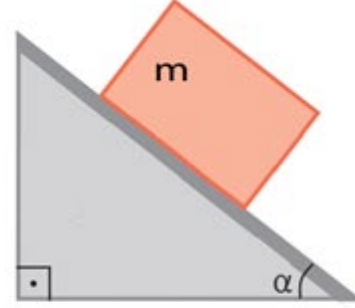
Bir cisme etkiyen kütle çekim kuvvetine **ağırlık** adı verilir ve ağırlığın yönü yerin merkezine doğrudur.



a) Yatay düzlemde



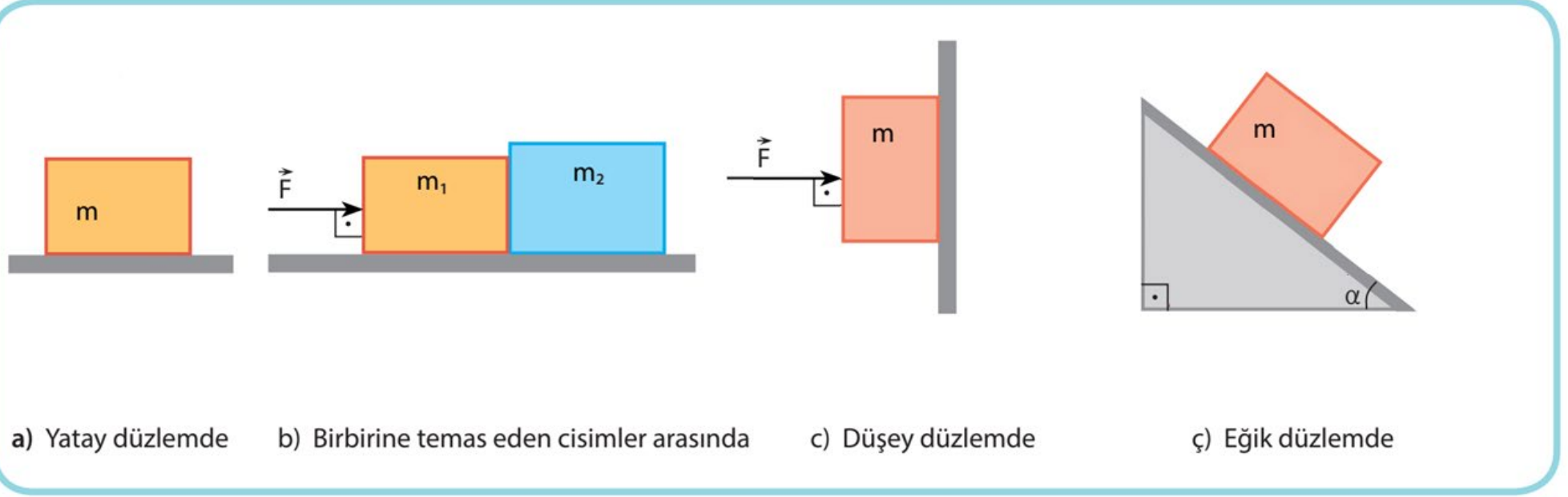
b) Düşey düzlemde



c) Eğik düzlemde

Farklı yüzeyler üzerinde duran cismin ağırlığının gösterimi

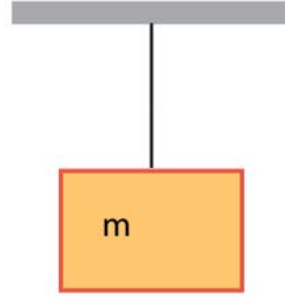
# Farklı sistemler için cisimlere etki eden tepki kuvvetlerinin gösterimi



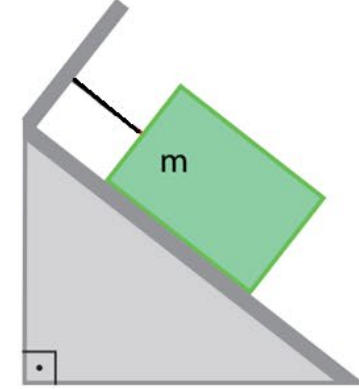
## Farklı sistemler üzerinde gerilme kuvvetlerinin gösterimi



a) Yatay düzlemde



b) Düşey düzlemde



c) Eğik düzlemde

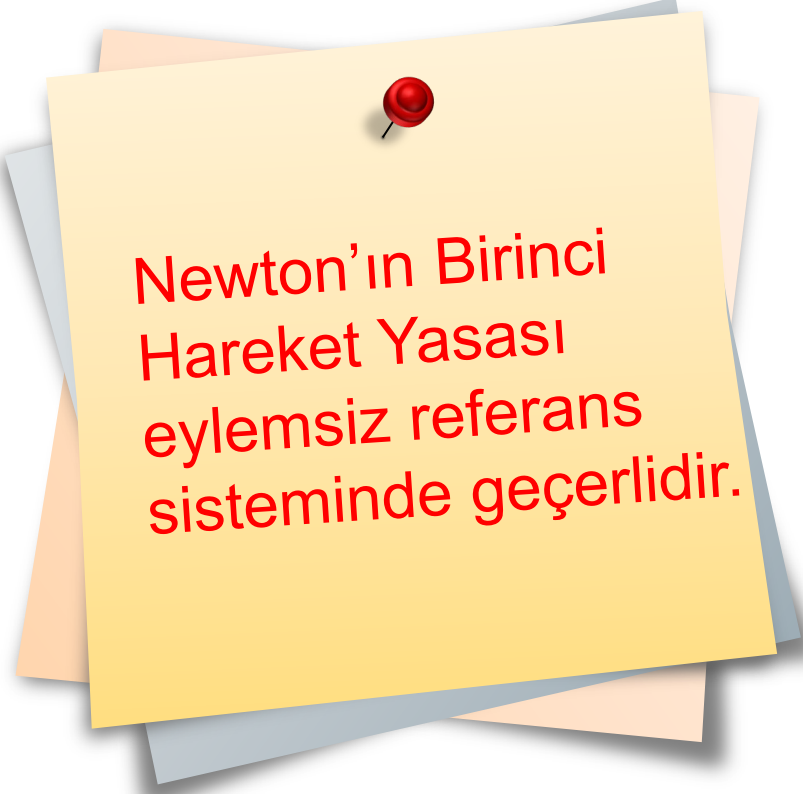
Sürtünme kuvvetinin yönü daima iki yüzeyin birbirine göre olan göreceli hareketine zıt yöndedir.

- ✓ Bir cisim yüzey üzerinde hareket ederken cisme etki eden sürtünme kuvvetine **kinetik sürtünme kuvveti** denir.
- ✓ Sürtünme kuvveti duran bir cismi çektiğimizde cisim hareket etmese bile etkili olur. Duran cisme etki eden bu sürtünme kuvvetine **statik sürtünme kuvveti** denir.

$$F_{\text{sürtünme}} = k_{\text{kinetik}} \cdot N$$

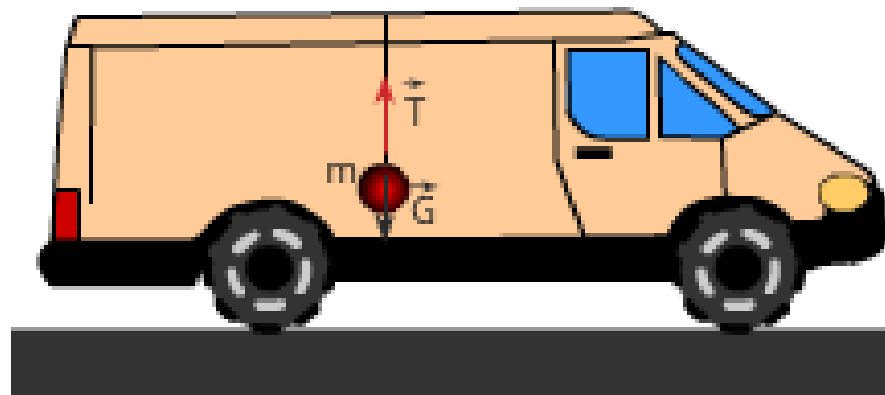


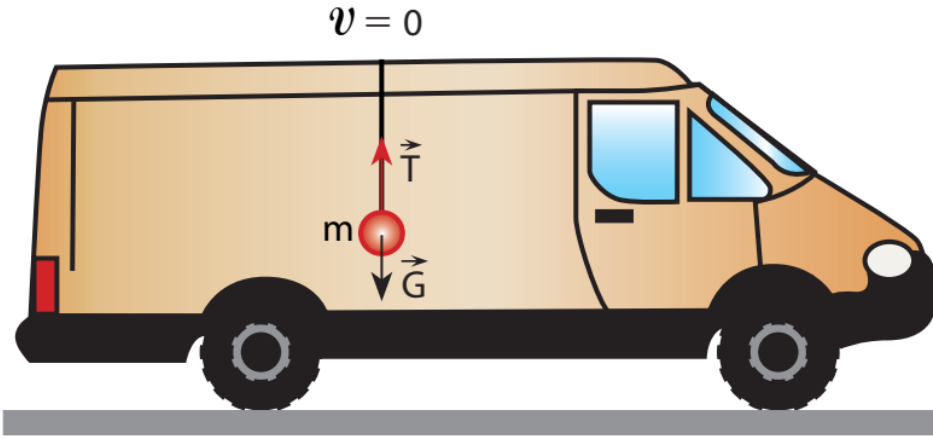
Bir cisme etkiyen net kuvvet sıfır ise cisim duruyorsa durmaya hareket ediyorsa sabit hızla aynı yönde hareket etmeye devam eder.



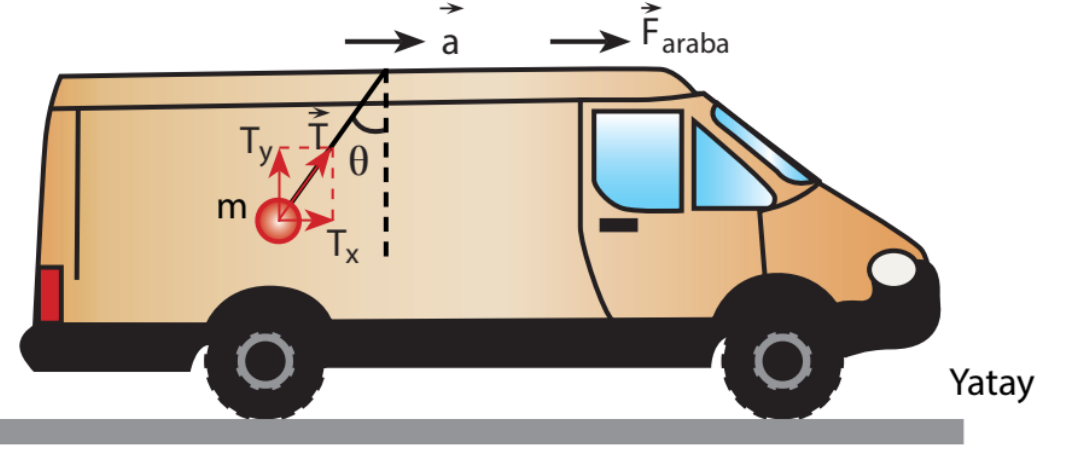
Newton'ın Birinci  
Hareket Yasası  
eylemsiz referans  
sisteminde geçerlidir.

$$\psi = 0$$





a) Durgun araçta



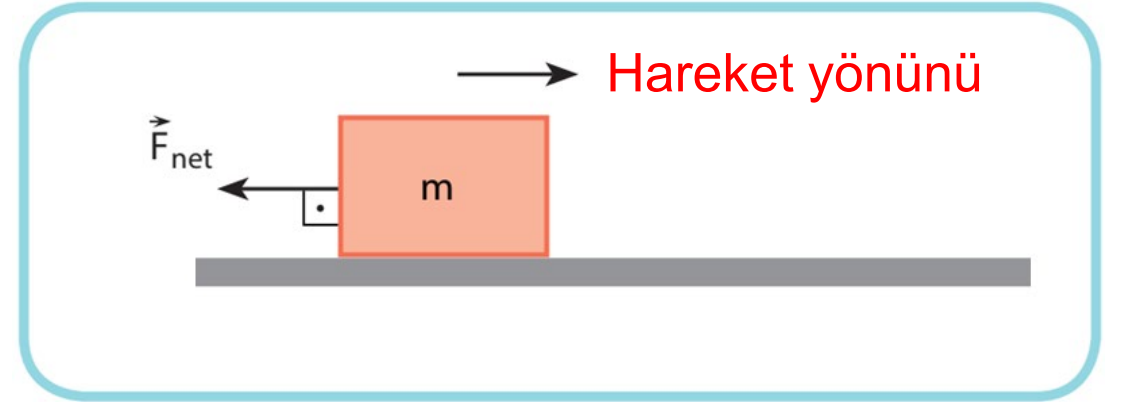
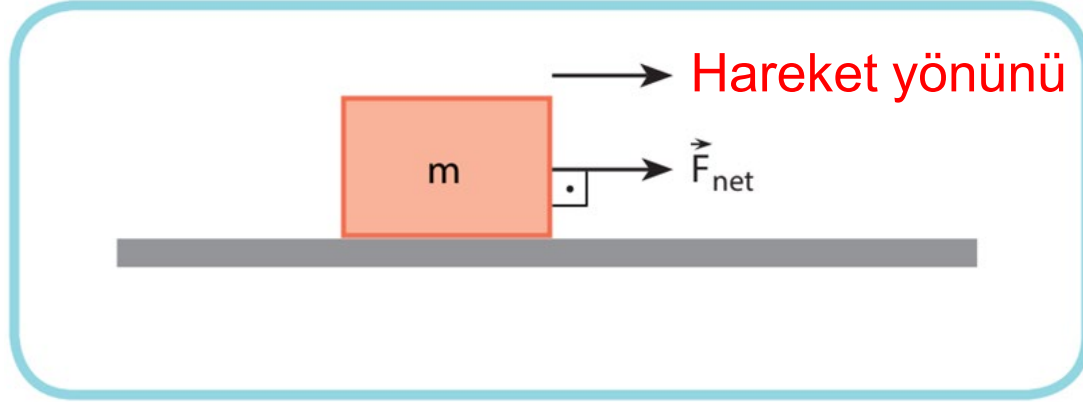
b) Hızlanan araçta

**Kütle** bir cismin eylemsizliğinin ölçüsüdür.

✓ Kütle ve ağırlık birbirinden farklı kavramlardır.

|       |         |
|-------|---------|
| Kütle | Ağırlık |
|-------|---------|

Bir cisme etkiyen net kuvvet cismin net kuvvetle aynı yönde ivmelenmesine neden olur.





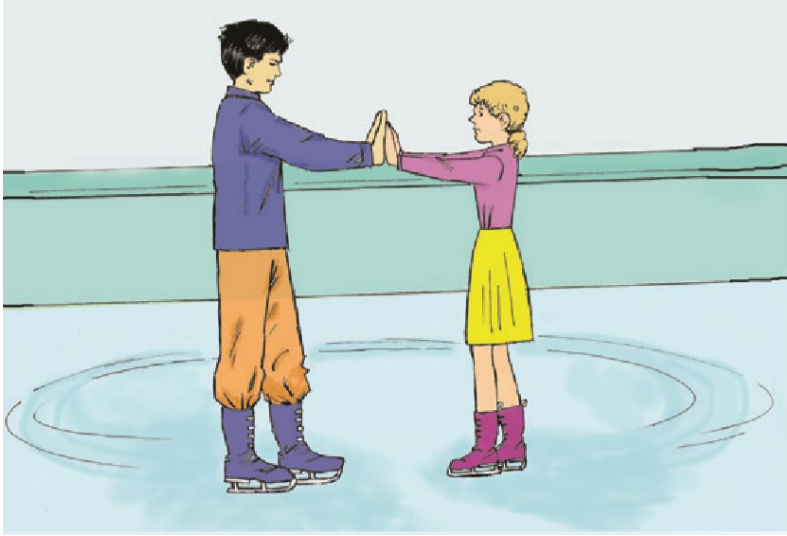
A cismi B cisminde bir kuvvet uyguladığında B cismi de A cisminde eşit büyüklükte fakat zıt yönde bir tepki kuvveti uygular.

A ve B cisimleri bir kuvvet ile itildiğinde; A cismi, B'ye bir etki kuvveti uygularken B cismi de A'ya bir tepki gösterecektir.





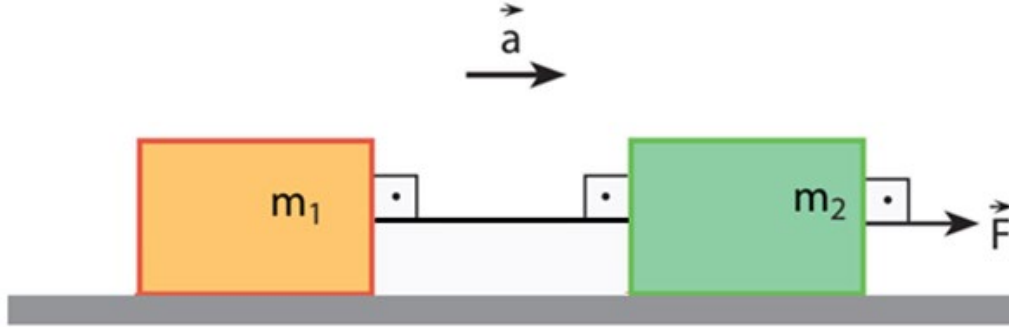
Buz üzerinde durmakta olan 60 kg kütleli genç ile 25 kg kütleli çocuk birbirlerini zıt yönlerde iterlerse



- a) Kime etki eden kuvvetin şiddeti daha büyük olur?
- b) Kim daha büyük ivme ile hareket eder?

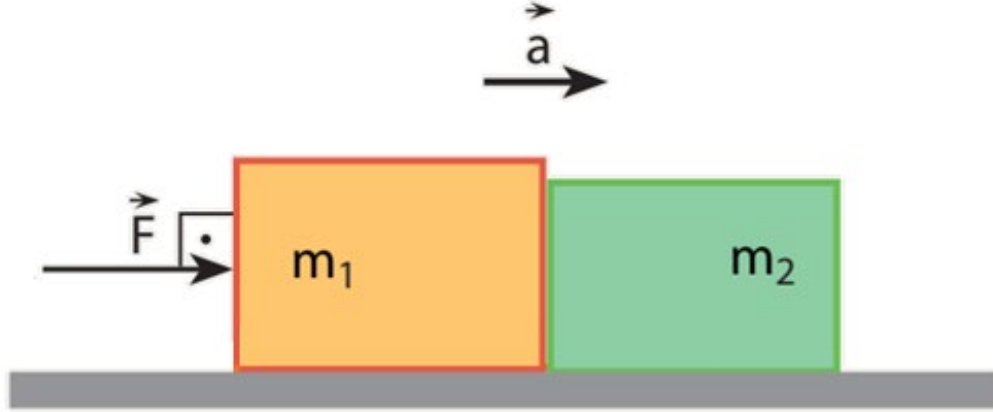
- Bir cisme etki eden tüm kuvvetlerin uygulama noktaları, yönleri ve büyüklüklerinin gösterilmesine **serbest cisim diyagramı** adı verilir .

### Sistemin Serbest Cisim Diyagramı



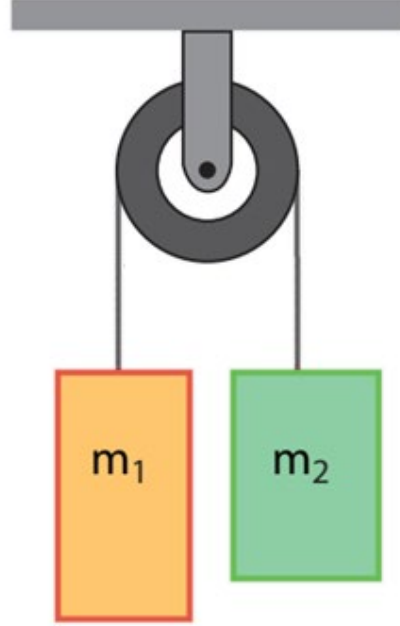
(Yatay zemin sürtünmelidir.)

## Sistemin Serbest Cisim Diyagramı



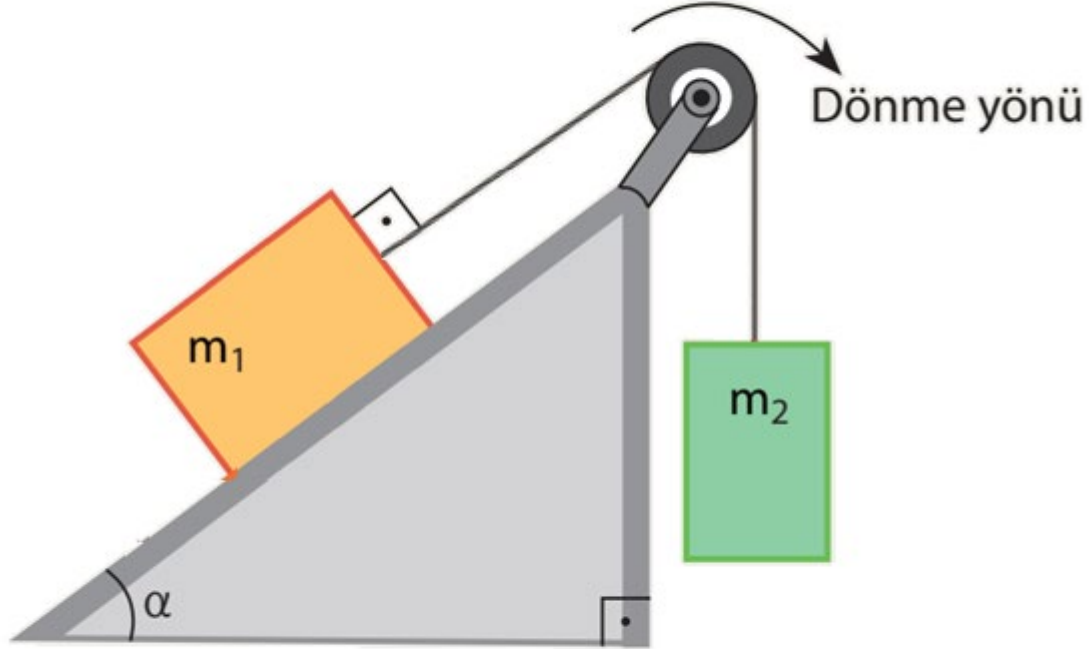
(Yatay zemin sürtünmelidir.)

## Sistemin Serbest Cisim Diyagramı



(Sürtünmeler ihmal edilmiştir.)

## Sistemin Serbest Cisim Diyagramı



( Eğik düzlem sürtünmelidir.)



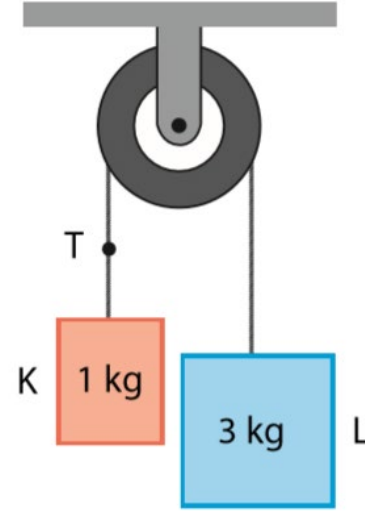


Örnek

1 kg kütleli K cismi, 3 kg kütleli L cismi, makara ve esnemeyen ipler yardımıyla kurulan şekildeki sistemde makara ağırlığı ve sürtünmeler ihmal edilmiştir.

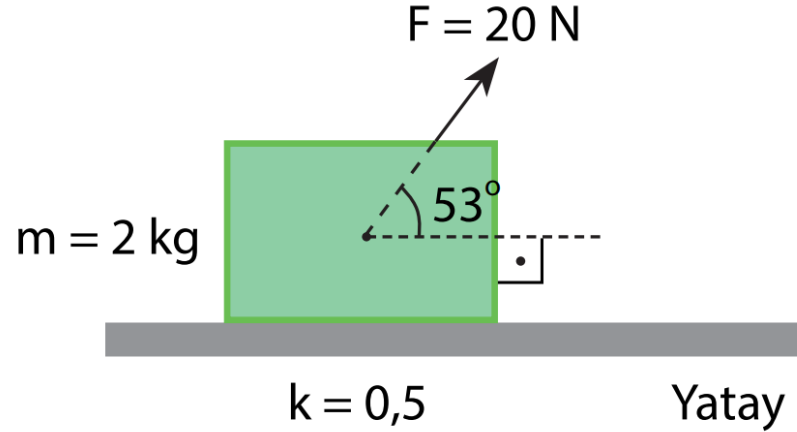
**Buna göre sistem serbest bırakıldığında**

- a) Cisimlerin ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?
- b) T ip gerilmesinin büyüklüğü kaç N olur? ( $g = 10 \text{ N/kg}$  alınız.)



Örnek

Sürtünme katsayısının 0,5 olduğu yatay düzlemde durmakta olan 2 kg kütleli cisme 20 N büyüklüğündeki kuvvet şekildeki gibi uygulanmaktadır.



**Buna göre cismin ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?**

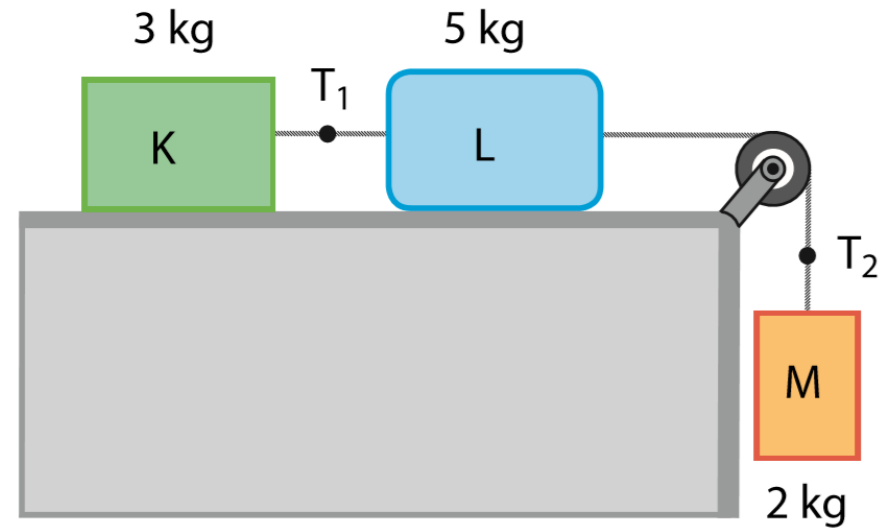
( $g = 10 \text{ N/kg}$ ;  $\sin 53^\circ = 0,8$  ve  $\cos 53^\circ = 0,6$  alınız.)



Kütleleri sırasıyla 3 kg, 5 kg ve 2 kg olan K, L ve M cisimleri şekildeki gibi sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlem üzerinde esnemeyen iplerle birbirine bağlanmıştır.

**Buna göre**

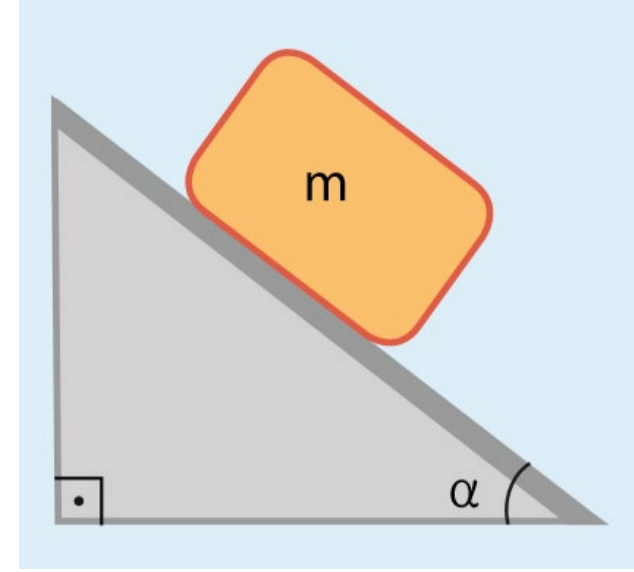
- Cisimler serbest bırakıldığında cisimlerin ortak ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  olur?**
- $T_1$  ve  $T_2$  gerilmelerinin büyüklüğü kaç N olur?**  
( $g = 10 \text{ N/kg}$  alınız.)



Örnek

Eğim açısı  $\alpha$  olan eğik düzlem üzerinde serbest bırakılan  $m$  kütleli cisim, aşağı doğru belli bir ivme ile hızlanmaktadır.

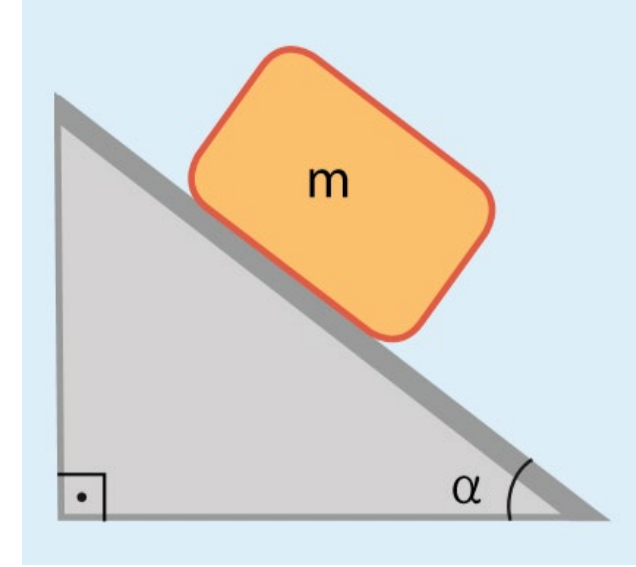
Buna göre eğik düzlemin sürtünmesi ihmal edilirse cismin ivmesinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir?



Örnek

Eğim açısı  $\alpha$  olan eğik düzlem üzerinde serbest bırakılan  $m$  kütleli cisim, aşağı doğru belli bir ivme ile hızlanmaktadır.

Buna göre eğik düzlem sürtünmeli ise cismin ivmesinin bağlı olduğu değişkenler nelerdir?

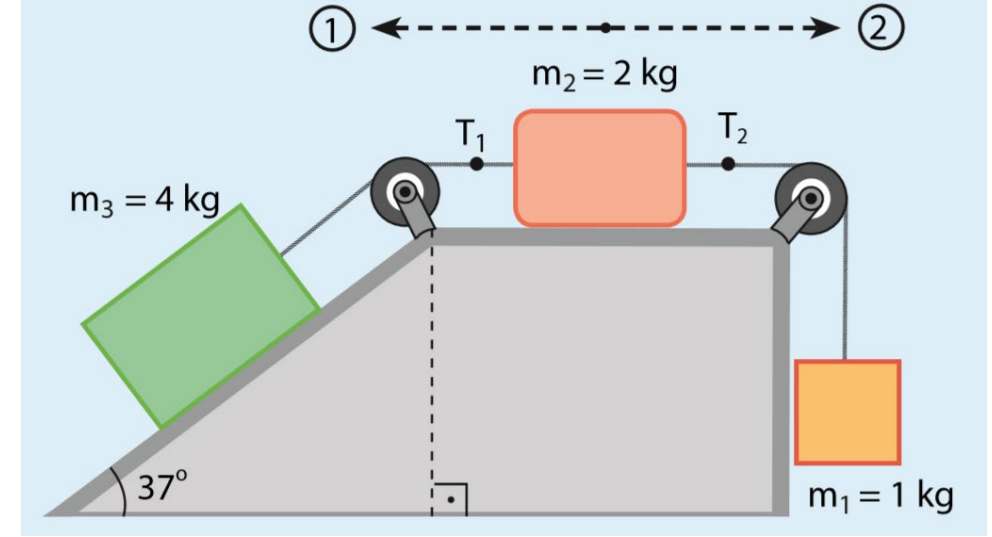


Örnek

Sürtünmelerin ihmal edildiği şekildeki sistem serbest bırakıldığında kütleleri bağlayan esnemeyen iplerde  $T_1$  ve  $T_2$  gerilme kuvvetleri oluşmaktadır.

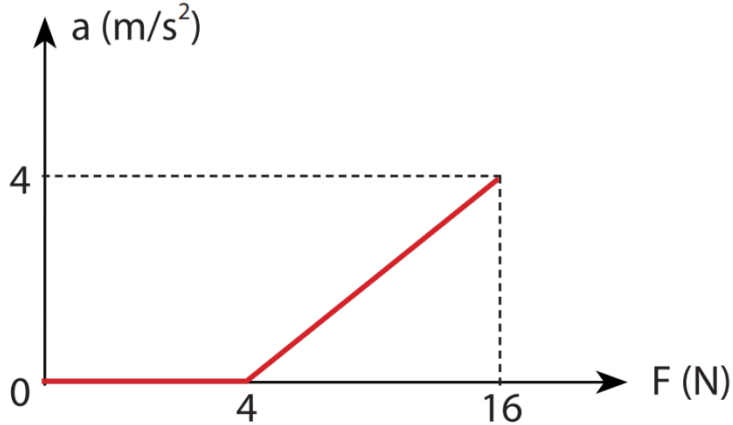
**$T_1$  ve  $T_2$  ip gerilme kuvvetlerinin büyüklüğü kaç N olur?**

( $\cos 37^\circ = 0,8$ ;  $\sin 37^\circ = 0,6$  ve  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)



Örnek

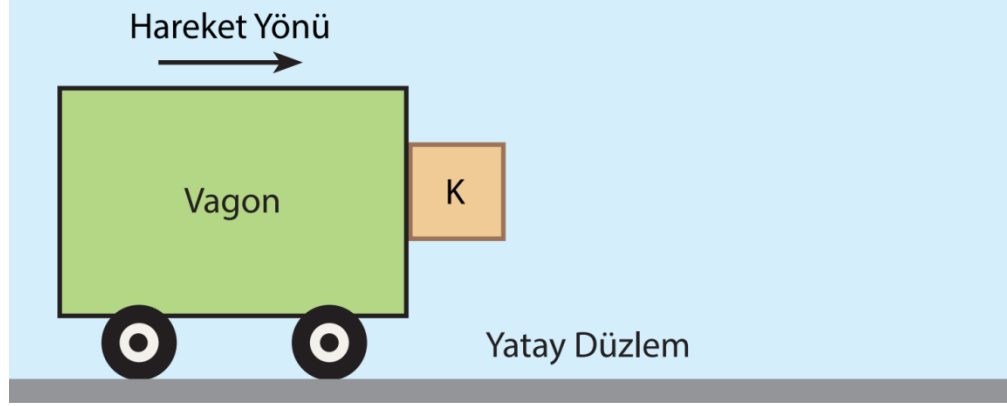
Yatay ve sürtünmeli bir düzlem üzerindeki cisme, yatay doğrultuda uygulanan kuvvet ile cismin kazandığı ivmeye bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.



**Buna göre cismin kütlesi kaç kg olur?**

Örnek

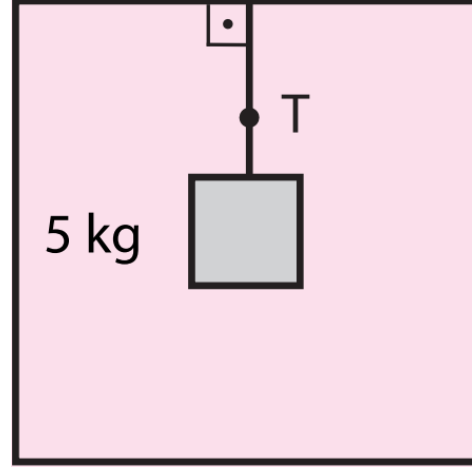
Sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlemde şekildeki hareket yönünde hızlanan vagonun önündeki K cismi, kaymadan vagonla birlikte hareket etmektedir.



**Cisim ile vagon arasındaki sürtünme katsayısı  $k$  olduğuna göre vagonun hızlanma ivmesini veren ifade nedir?**

Örnek

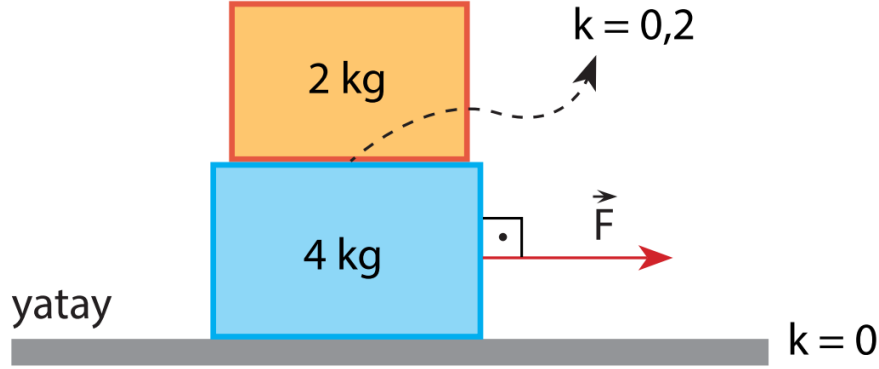
Bir asansör, tavanına esnemeyen iple bağlı 5 kg kütleli cisimle birlikte yukarı doğru sabit hızla çıkarken  $2 \text{ m/s}^2$  lik ivme ile hızlanmaya başlamıştır.



**Buna göre asansör hızlanmaya başlamadan önce iptede var olan  $T_1$  gerilme kuvvetinin büyüklüğünün hızlanma sırasında oluşan  $T_2$  gerilme kuvvetinin büyüklüğüne oranı kaçtır?**  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

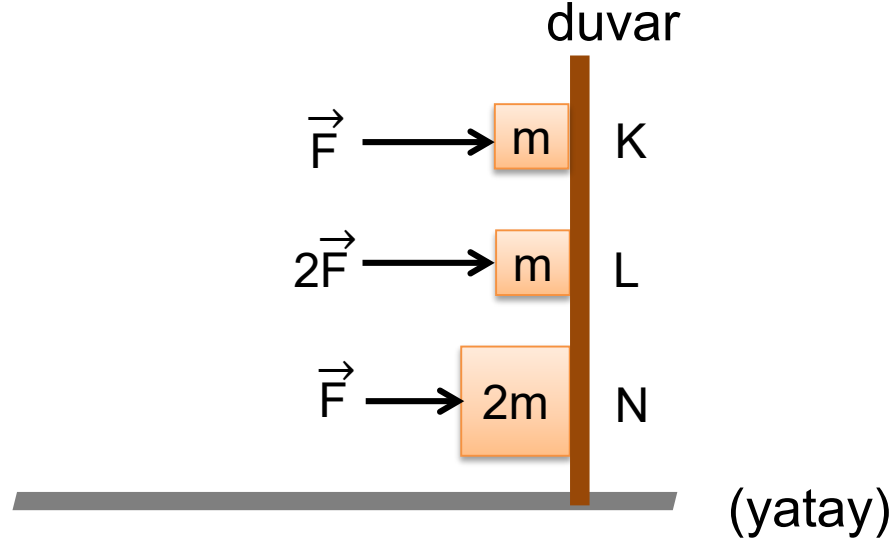
Örnek

Sürtünmelerin ihmal edildiği yatay düzlemde 4 kg ve 2 kg kütleli cisimler şekildeki gibi üst üste konularak 4 kg kütleli cisme yatay bir  $F$  kuvveti uygulanmaktadır



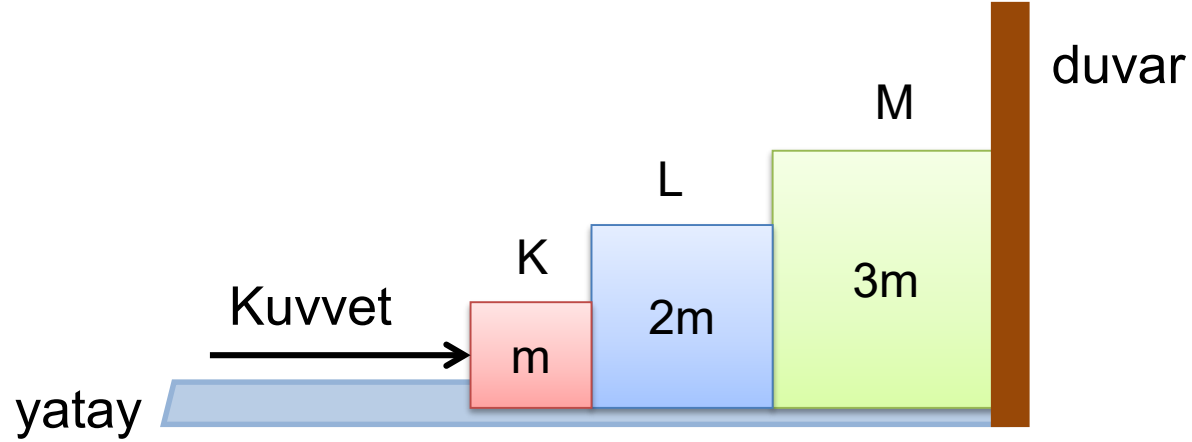
**Cisimler arasında sürtünme katsayısı 0,2 olduğuna göre kütleleri birlikte hareket ettirecek kuvvetin en büyük değeri kaç N olur? ( $g = 10 \text{ N/kg}$  alınız.)**

Kütleleri  $m$ ,  $m$  ve  $2m$  olan sırasıyla K, L ve N tuğlalarına şekilde gösterildiği gibi yatay kuvvetleri yer çekimi ivmesinin sabit olduğu ortamda uygulanmaktadır.



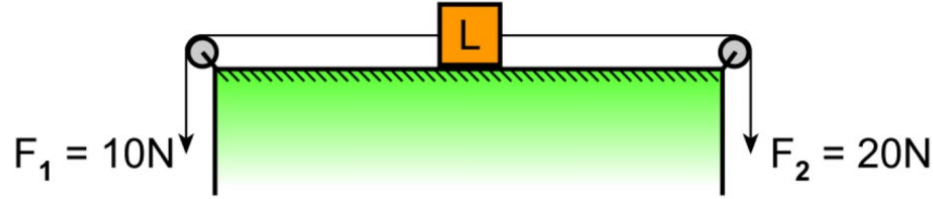
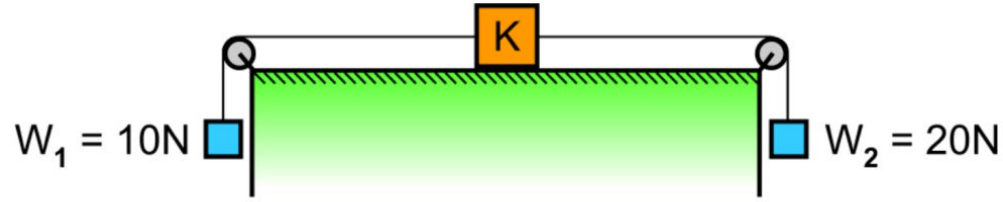
**Tuğlalar hareket etmeden durduklarına göre, duvar yüzeyinin K, L ve N tuğlalarına uyguladığı statik sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri  $f_K$ ,  $f_L$  ve  $f_N$  arasındaki ilişki nedir?**

Kütleleri sırasıyla  $m$ ,  $2m$  ve  $3m$  olan küp şeklindeki K, L ve M blokları sürtünmesiz yatay düzlem üzerinde şekilde gösterildiği gibi uygulanan yatay kuvvete rağmen hareketsiz durmaktadır.



**Buna göre K bloğunun L bloğuna uyguladığı temas kuvvetinin büyüklüğü  $F$  ise düşey doğrultudaki duvarın M bloğuna uyguladığı temas kuvvetinin büyüklüğü kaç  $F$ 'dir?**

Özdeş K ve L sandıkları, yer çekimi ivmesinin  $10 \text{ m/s}^2$  olarak kabul edildiği ortamda yatay düzleme paralel, esnemeyen iplerle şekillerdeki gibi sabit, özdeş ve ağırlıksız makaralar yardımıyla çekilmektedir. K sandığı,  $W_1$  ve  $W_2$  ağırlıklı tuğlalar kullanılarak; L sandığı ise  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetlerinin etkisinde hareket ettiriliyor.



**Sürtünmeler ihmal edildiğine göre, L sandığının ivmesi  $a_L = 5 \text{ m/s}^2$  ise K sandığının ivmesi kaç  $\text{m/s}^2$  dir?**

## **Günlük hayatta karşılaşılan bazı kuvvetlerle ilgili,**

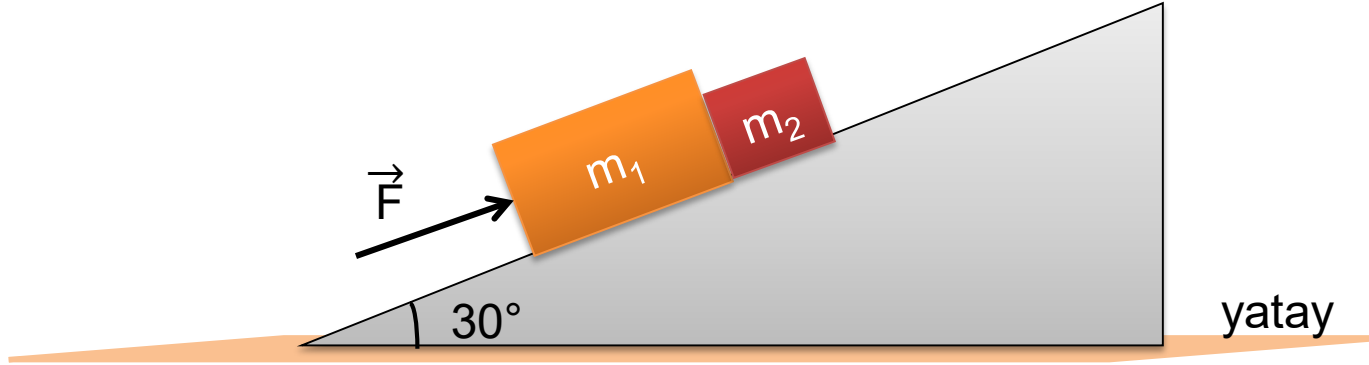
I. Hareket hâlindeki bir otobüse doğru uçan sineğin otobüsün camına çarpıp ezilmesi olayında; cam sineğe, sineğin cama uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.

II. Masa üzerinde dengede duran bir kitabın ağırlığıyla masanın kitaba uyguladığı tepki kuvveti aynı büyüklüktedir.

III. Bir çekiçe çivinin duvara çakılması olayında; çekiç çiviye, çivinin çekice uyguladığından daha büyük bir kuvvet uygular.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

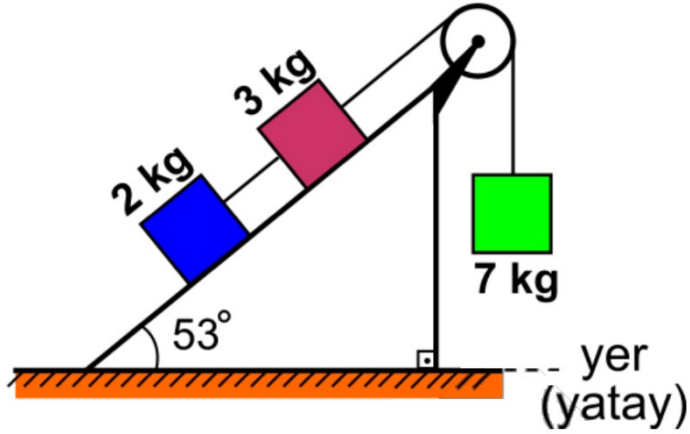
Kütleleri  $m_1 = 3 \text{ kg}$  ve  $m_2 = 2 \text{ kg}$  olan iki blok; sürtünmesiz,  $30^\circ$  lik bir eğik düzlem üzerinde, birbirine temas edecek biçimde ve  $m_1$  kütesine uygulanan  $\vec{F}$  kuvvetinin etkisinde şekildeki gibi duruyor.



**F kuvveti yatay düzlemle  $30^\circ$  açısı yaptığına göre, F kuvvetinin ve blokların birbirine uyguladığı kuvvetin büyüklüğü kaç newtondur?**

( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\sin 30^\circ = 0,5$ ;  $\cos 30^\circ = 0,86$ )

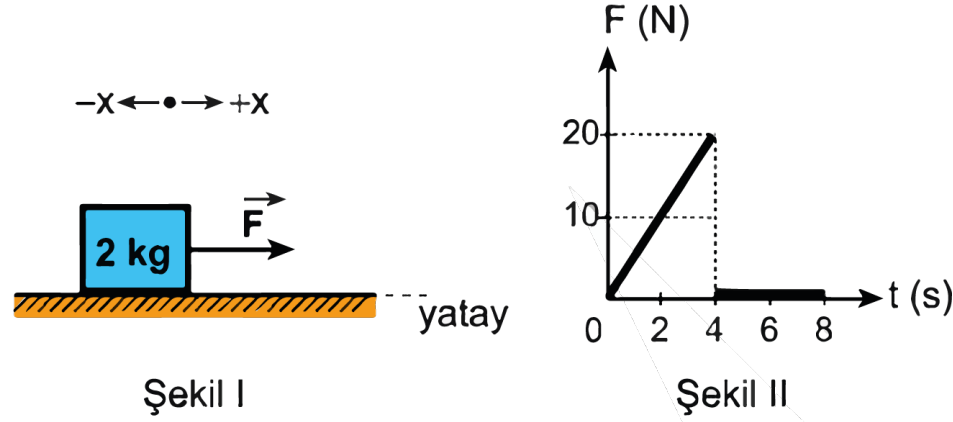
Yere sabitlenmiş bir eğik düzlemde, kütleleri 2 kg, 3 kg ve 7 kg olan cisimler şekildeki gibi hareket ediyor.



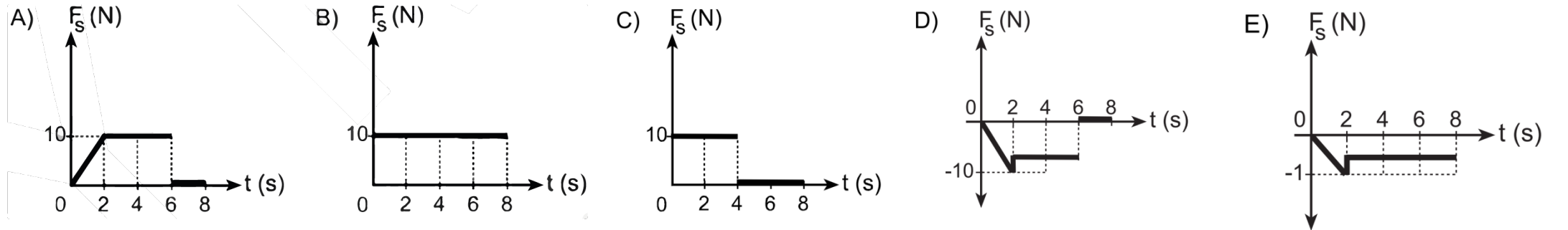
**Temas eden yüzeyler arasındaki kinetik sürtünme katsayısı 0,5 olduğuna göre, 7 kg kütleli cisim yere değmeden önce sistemin ivmesi kaç  $\text{m/s}^2$  olur?**

( $g=10 \text{ m/s}^2$  ,  $\sin 53^\circ=0,8$  ;  $\cos 53^\circ=0,6$  ; ip ile makaranın kütlesi önemsenmeyecektir ve makara sürtünmesizdir.)

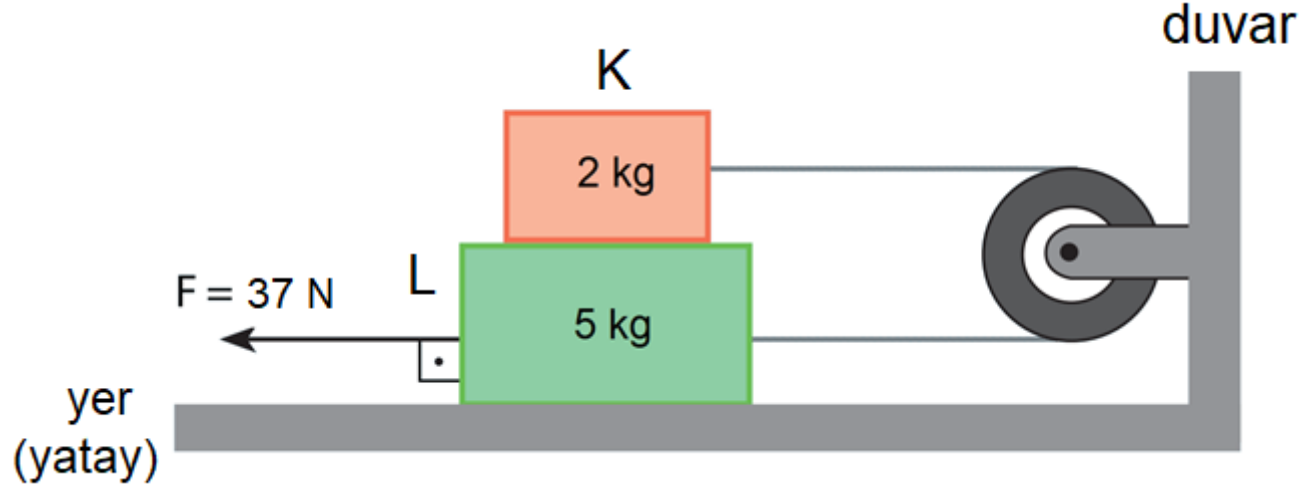
Kütlesi 2 kg olan bir cisim, statik sürtünme katsayısı 0,5 olan sürtünmeli bir masa üzerinde +x yönünde  $F$  kuvveti ile Şekil I'deki gibi çekiliyor. Cisim üzerine uygulanan kuvvetin zamanla değişimi Şekil II'deki gibidir.



**Buna göre, cisme etkiyen sürtünme kuvvetinin zamanla değişim grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )**

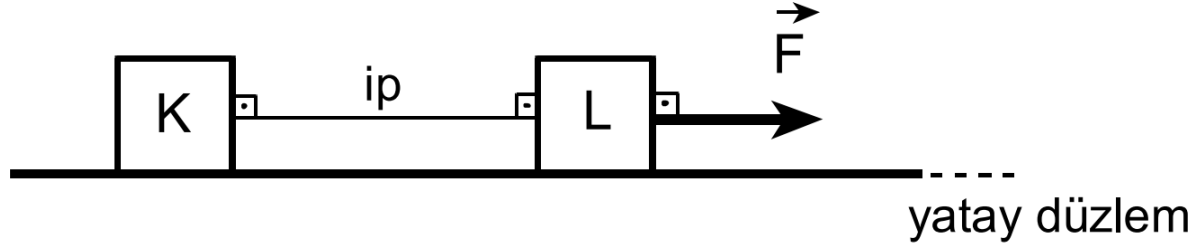


Şekildeki sistemde yalnızca 2 kg'lık K ile 5 kg'lık L kütleleri arasında sürtünme vardır ve kinetik sürtünme katsayısı 0,4'tür.



**L kütlesi, büyüklüğü 37 N olan F kuvvetiyle çekilirse L'nin ivmesi kaç  $\text{m/s}^2$  olur?**  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ , makara ve ipin kütlesi önemsizdir.)

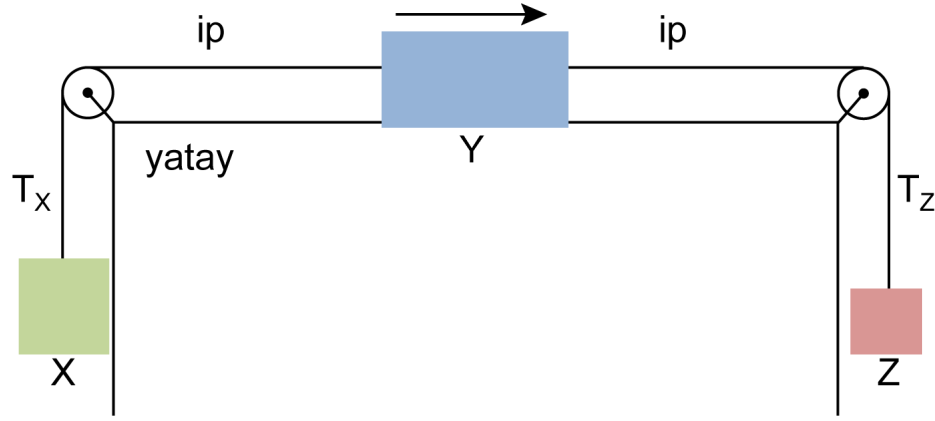
Şekildeki gibi ipe birbirine bağlı K, L cisimleri sürtünmesiz yatay düzlemde, düzleme paralel sabit  $\vec{F}$  kuvvetinin etkisinde hareket ederken ip kopuyor.



**İp koptuktan sonraki süreçte,  $\vec{F}$  kuvveti değişmediğine göre, K ve L nin hızlarının büyüklükleri için ne söylenebilir? (Havanın etkisi önemsizdir.)**

|    | <u>K nin hızının büyüklüğü</u> | <u>L nin hızının büyüklüğü</u> |
|----|--------------------------------|--------------------------------|
| A) | Azalır                         | Değişmez                       |
| B) | Azalır                         | Artar                          |
| C) | Değişmez                       | Değişmez                       |
| D) | Değişmez                       | Artar                          |
| E) | Artar                          | Artar                          |

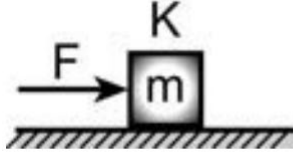
X, Y, Z cisimlerinden oluşan şekildeki sürtünmesiz düzende Y cismi ok yönünde  $\vec{a}$  ivmesiyle hareket ediyor. Hareket süresince iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri  $T_x$ ,  $T_z$  oluyor.



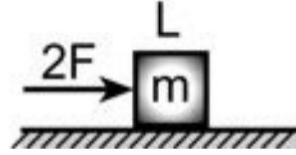
**Bu düzende Y cisminin kütlesi artırılırsa  $T_x$  ve  $T_z$  için ne söylenebilir?**

- | <u><math>T_x</math></u> | <u><math>T_z</math></u> |
|-------------------------|-------------------------|
| A) Değişmez             | Değişmez                |
| B) Artar                | Artar                   |
| C) Artar                | Azalır                  |
| D) Azalır               | Artar                   |
| E) Azalır               | Azalır                  |

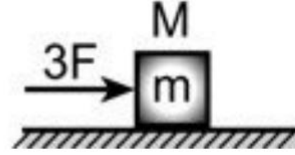
Yatay tahta zeminler üzerinde duran  $m$  kütleli özdeş K, L, M kutuları, Şekil I, II ve III'teki gibi  $F$ ,  $2F$ ,  $3F$  büyüklüğündeki yatay kuvvetlerle itilmektedir.



Şekil I



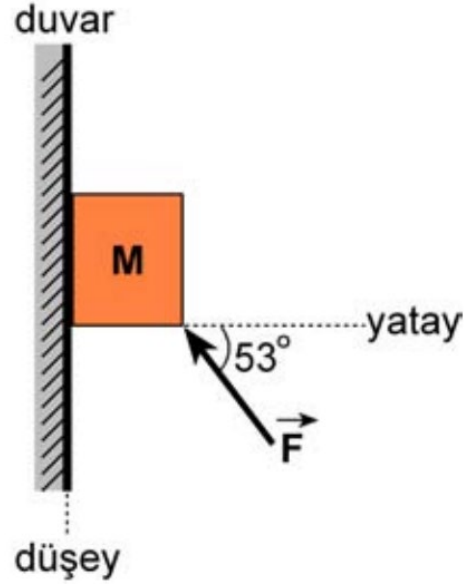
Şekil II



Şekil III

**Bu kutulardan hiçbiri hareket etmediğine göre, tahta zemin ile kutular arasındaki statik sürtünme kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?**

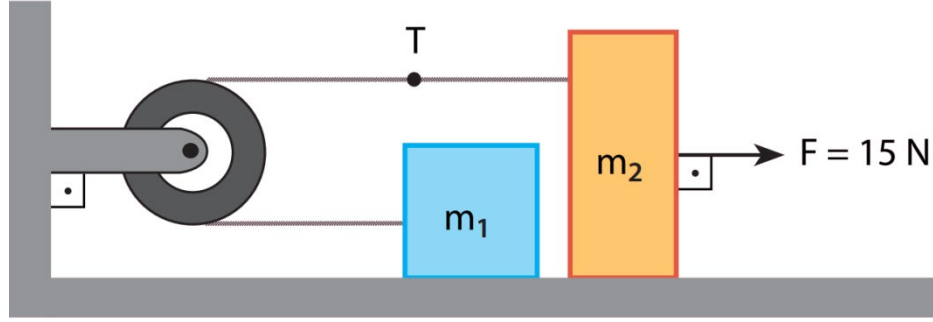
Kütlesi 3 kg olan bir M cismi, yatayla açı yapacak biçimde uygulanan kuvvetiyle şekildeki gibi hareketsiz tutuluyor.



**Duvar ile cisim arasındaki statik sürtünme katsayısı olduğuna göre, cismin düşmemesi için uygulanması gereken kuvvetinin büyüklüğü en az kaç N olmalıdır?**

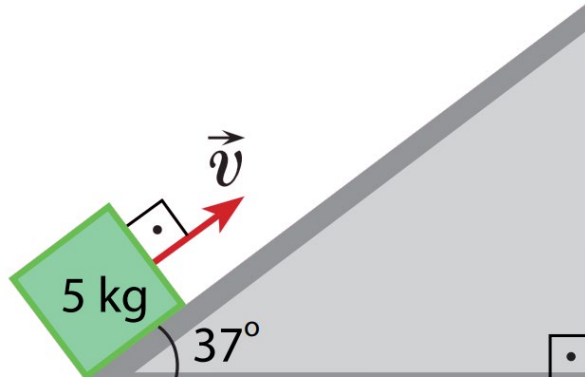
( $g=10 \text{ m/s}^2$  ,  $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$  ;  $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$ )

Sürtünmeli yatay düzleme yerleştirilmiş 1 kg kütleli  $m_1$  cismi, 2 kg kütleli  $m_2$  cismi ve makaradan oluşan sistem, yatay doğrultuda 15 N büyüklüğündeki  $F$  kuvvetiyle çekilmektedir. Cisimlerle yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,2'dir ve makara sürtünmesi ihmal edilmiştir.



**Buna göre cisimleri birbirine bağlayan ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü  $T$  kaç N olur? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)**

Sürtünmeli eğik düzlemde bulunan 5 kg kütleli cisim ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,5'tir. Yeterince uzun eğik düzlemin alt ucundan şekildeki gibi  $V$  büyüklüğünde hızla fırlatılan cisim, eğik düzlem üzerinde yukarı yönde hareket ederek durduktan sonra aynı yere dönmektedir.



**Cismin çıkıştaki ivmesinin büyüklüğü  $a_1$ , inişteki ivmesinin büyüklüğü  $a_2$  olduğuna göre  $\frac{a_1}{a_2}$  oranı kaçtır?**

( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$  ve  $\sin 37^\circ = 0,6$  alınız.)