

**Serway • Beichner**

Çeviri Editörü

**Prof. Dr. Kemal Çolakoğlu**

Fen ve Mühendislik İçin

# FİZİK

Mekanik - Mekanik Dalgalar - Termodinamik

Beşinci Baskıdan Çeviri

1

PALME YAYINCILIK

Bu ders, Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü tarafından diğer fakültelerde ortak okutulan Genel Fizik-I dersi için hazırlanmıştır.

Ana kaynak kitap olarak resimdeki ders kitabı takip edilecektir.



@PauFizik



<https://www.pau.edu.tr/fizik>

# **BÖLÜM-05**

## **Hareket Kanunları**

### **İçerik :**

- ❖ **Kuvvet Kavramı**
- ❖ **Newton'un Birinci Yasası ve Eylemsiz Sistemler**
- ❖ **Kütle**
- ❖ **Newton'un İkinci Yasası**
- ❖ **Kütle Çekim Kuvveti ve Ağırlık**
- ❖ **Newton'un Üçüncü Yasası**
- ❖ **Newton Yasalarının Bazı Uygulamaları**
- ❖ **Sürtünme Kuvvetleri**

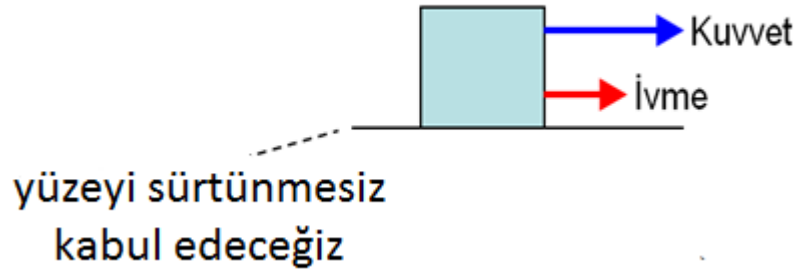
- Şu ana kadar hareketli bir cismin konum, hız ve ivmesini tanımladık.
- Cismin hareketine neyin sebep olduğuyla ilgilenmedik.
- Bir parçacığı durgun halde tutan, diğerini ivmelendiren sebep nedir???
- Bu ve sonraki bölümde, klasik mekaniğin temeli olan ve pek çok fiziksel olguyu açıklayan Newton yasalarını öğreneceğiz.

➤Örneğin, yıldız ve gezegenlerin hareketleri Newton yasalarına uyar. Ancak, aşağıdaki iki koşulda bu yasaların geçersiz olduğunu akılda tutmak gerekir.

1. Cisimlerin hızlarının ışık hızına çok yakın olduğu durumlarda (% 99 veya üzeri). O zaman Einstein'ın özel görelilik teorisini (1905) kullanmamız gerekir.
2. İncelenen cismin boyutlarının çok küçük olduğu durumlarda (elektron, proton, nötron veya atom). O zaman da, Kuantum mekaniğini (1926) kullanmamız gerekecek.

# Kuvvet Kavramı

- ❖ Bir cismi hareket ettirebilmek yani ivmelendirebilmek için onun üzerine bir kuvvet uygulamamız gerekir. O cisme birden fazla kuvvet uygulandığı durumda, cisim üzerine etki eden net kuvvet sıfırdan farklı olursa cisim ivmeleneyecektir. Cisim üzerine etki eden net kuvvet; o cismin üzerine uygulanan kuvvetlerin vektörel toplamı ile belirlenir.



- ❖ Cisim üzerine etki eden  $\vec{F}_{net}=0$  ise  $\vec{a} = 0$  'dır. Yani, cisme uygulanan net kuvvet sıfır ise o cisim ya duracak ya da sabit hızla hareket edecektir. Cismin hızı sabit veya cisim durgun iken, o cismin **DENGEDE** olduğu söylenir.

# KUVVET



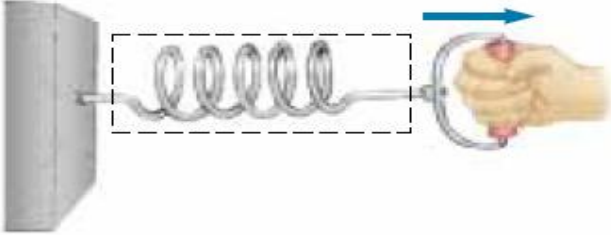


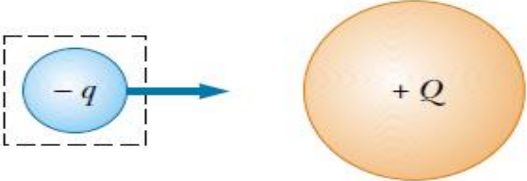

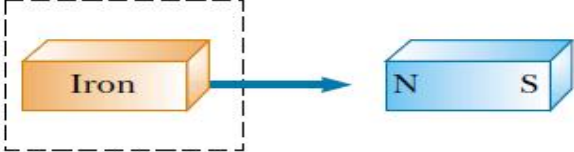
```
graph TD; KUVVET --> Temas_Kuvvetleri; KUVVET --> Alan_Kuvvetleri;
```

## Temas Kuvvetleri

İki cismin arasındaki fiziksel temas sonucu ortaya çıkan kuvvetlerdir.

## Alan Kuvvetleri

Cisimler arasında fiziksel temas yoktur.  
İki cisim boş uzay içinde etkileşir.

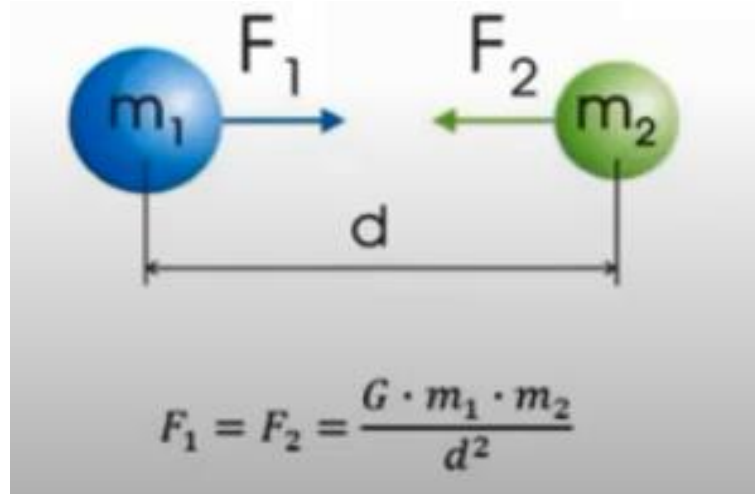
<p style="text-align: center;">Contact forces</p>  <p style="text-align: center;">(a)</p>	<p style="text-align: center;">Field forces</p>  <p style="text-align: center;">(d)</p>
 <p style="text-align: center;">(b)</p>	 <p style="text-align: center;">(e)</p>
 <p style="text-align: center;">(c)</p>	 <p style="text-align: center;">(f)</p>

Çeşitli cisimlere uygulanan kuvvet örnekleri.

Bunun yanında doğada var olan 4 temel kuvvet vardır:

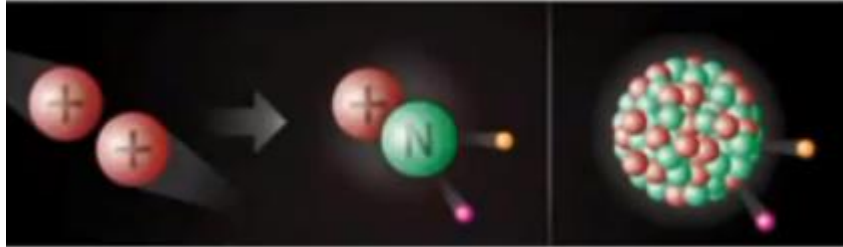
### (1) Kütle Çekim Kuvvetleri:

- İki cismin kütlelerinden dolayı birbirine uyguladıkları çekim kuvvetleridir
- Bilinen en zayıf kuvvettir
- Kütleleri ne olursa olsun iki cisim birbirine eşit büyüklükte ve zıt yönlerde kütle çekim kuvvetiyle çekerler.
- İki madde arasındaki kütle çekim kuvveti, kütlelerin çarpımı ile doğru; aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.



## (2) Zayıf Nükleer Kuvvetler:

- Belli radyoaktif bozunmalarda ortaya çıkan kuvvetlerdir.
- Sürekli etkin durumda değildir. Bu kuvvet belirli bir parçacık çarpması ve bozunması sırasında etkili olur.
- Kısa mesafelerde etkili bir kuvvettir.





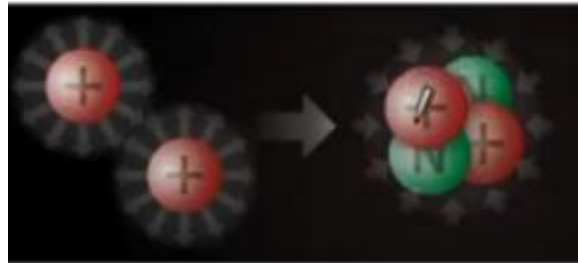
### (3) Elektromanyetik Kuvvet

- Durgun veya hareketli iki yüklü parçacığın yüklerinden dolayı birbirlerine uyguladıkları itme veya çekme kuvvetleri
- Mıknatısların aynı ve zıt kutupları arasındaki etkileşim kuvveti gibi kuvvetler elektromanyetik kuvvettir.
- Bu kuvvet kütle çekim kuvvetine göre oldukça büyüktür.
- Çok uzun mesafelerde vuku bulur.



#### (4) Güçlü Nükleer Kuvvetler

- Şiddetleri büyük çekirdek kuvvetleridir.
- Temel kuvvetler arasında en güçlü olan kuvvettir.
- Atom çekirdeğinde bulunan protonlar pozitif yüklü olduklarından birbirlerini iterler. Ancak güçlü nükleer kuvvetlerin çekim etkisi sayesinde bir arada durabilirler.
- Proton ve nötronların istenilen mesafede bulunmaları bu kuvvet sayesinde.
- Etkisi kısa mesafelidir.



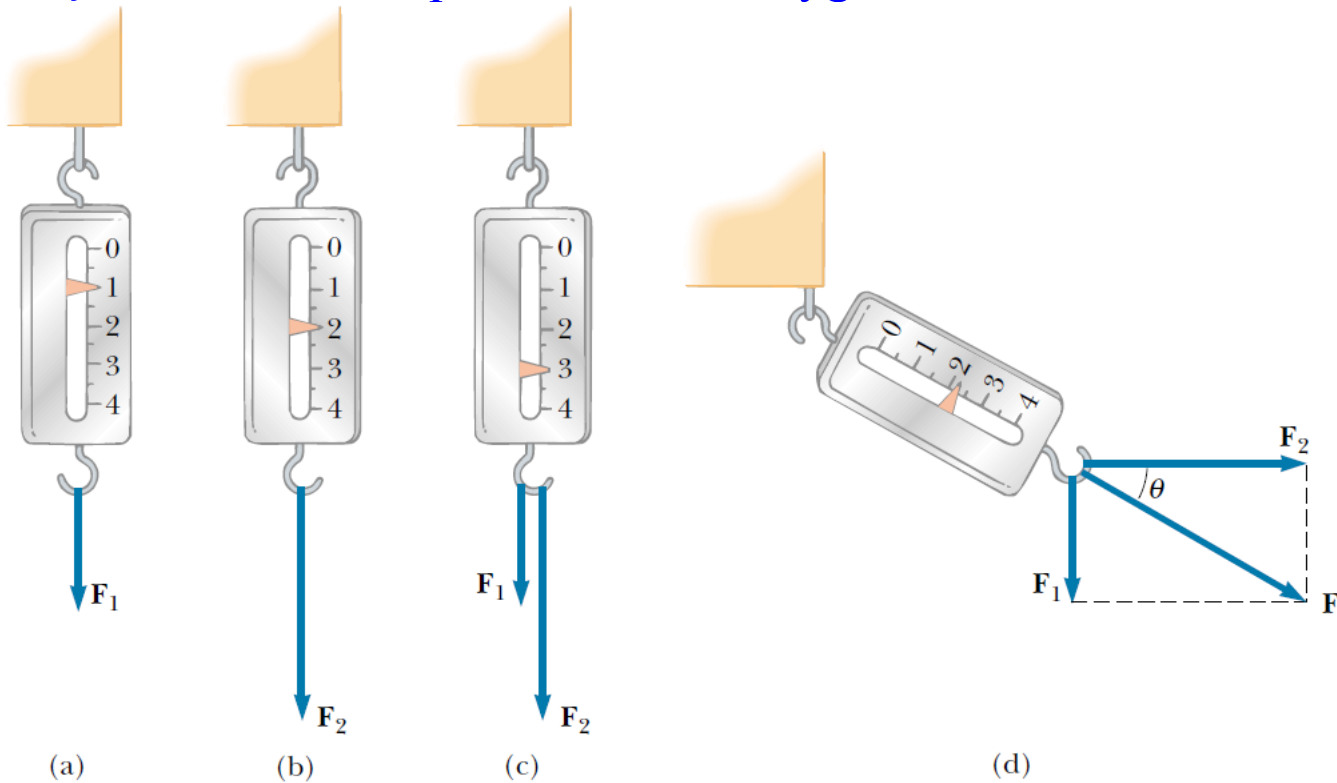
## Temel Kuvvetler

Kütle çekim kuvveti	: 1 birim ise,
Zayıf nükleer kuvvet	: $10^{34}$ birim
Elektromanyetik kuvvet	: $10^{37}$ birim
Güçlü nükleer kuvvet	: $10^{39}$ birimdir.

## Bir Kuvvetin Şiddetinin Ölçülmesi

Bir cisme etki eden kuvveti ölçmek için dinamometre denilen yaylı bir kantar kullanılır.

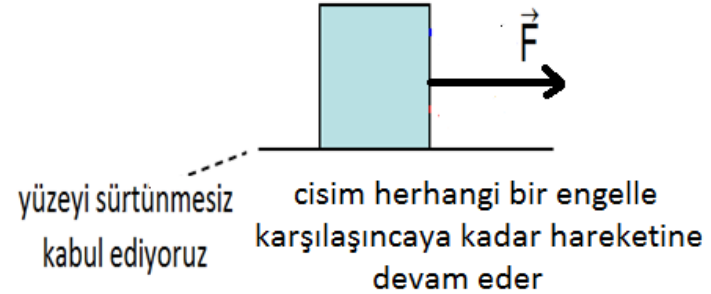
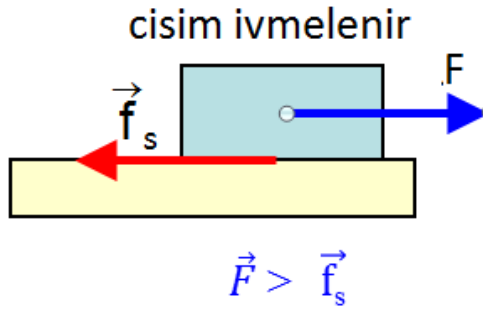
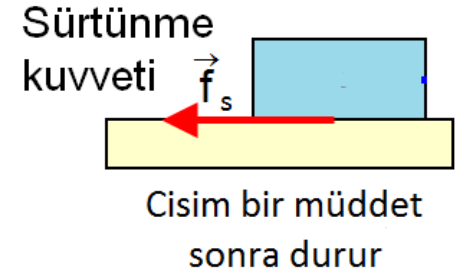
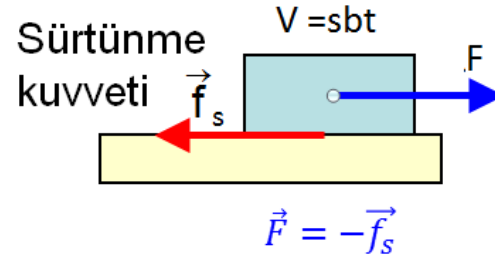
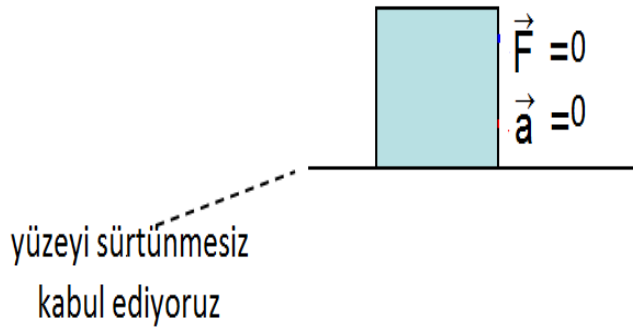
Kuvvetler vektörel nicelikler olduğundan, bir cisme etki eden bileşke kuvveti elde etmek için vektörlerin toplanması kuralı uygulanır.



Yaylı bir kantar ile kuvvetin vektörel özelliğinin denenmesi.

# NEWTON'UN BİRİNCİ YASASI VE EYLEMSİZ SİSTEMLER

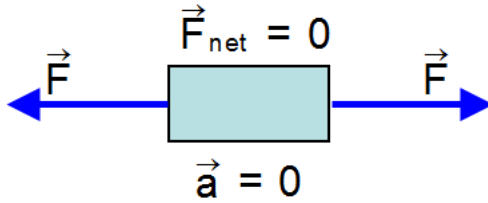
- Bir yüzey üzerinde duran cisme hiçbir kuvvet etki etmezse cisim yüzey üzerinde hareketsiz kalır.
- Sürtünmeli bir yüzeyde, cisme uygulanan kuvvet sürtünme kuvvetine eşit ve zıt yönlü (  $\vec{F} = -\vec{f}_s$  ) ise cisim sabit bir hızla hareket edecektir.
- Uygulanan kuvvet ortadan kalkarsa, cisim kısa bir süre sonra hareket ettikten sonra sürtünme kuvvetinin etkisi ile durur.
- $\vec{F} > \vec{f}_s$  ise ne olur?? .....Cisim ivmelenir.....
- $\vec{f}_s = 0$  ve cisme bir kuvvet etki ederse; cisim herhangi bir engelle karşılaşınca kadar hareketine devam eder.



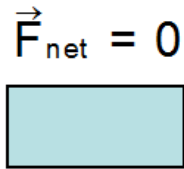
Sürtünme kuvvetleri yüzey boyunca olup hareket yönüne veya harekete niyetlenilen tarafa ters yönlüdür.

16. yy dan önce bilim adamları maddenin durgun hali onun doğal hali olarak düşündüler. Galileo ise; maddenin doğal hal ve hareketine farklı bir yorum getirmiştir. Sürtünmesiz yüzeylerdeki cismin hareketi ile ilgili olarak Galileo;

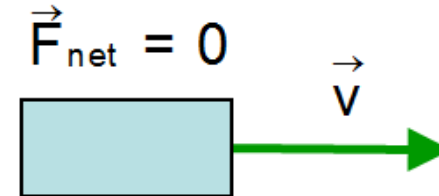
- Hareket halindeki cismin durmasının cismin doğal hali olmadığını, hiç durmadan yoluna devam etmesi gerektiğini söylemiştir.
- Ayrıca, cisimler hareket halinde iken durmaya ve hızlanmaya direnme (eylemsizlik) eğiliminde olduğu sonucuna varmıştır.
- Bu yeni yaklaşımdan sonra Newton bunu formülleştirip **Newton' un birinci hareket yasasını** ortaya koymuş oldu.
- Buna göre, “**Bir cisme bir dış kuvvet etki etmedikçe, cisim durgun ise durgun kalacak, hareketliyse sabit hızla düzgün doğrusal hareketine devam eder**”.
- $\overrightarrow{F_{net}} = 0$  ise  $\vec{a} = 0$
- **Sonuç:** Yalıtılmış bir cisim ya durgun kalır ya da sabit hızla hareketine devam eder.



Cisim üzerine etkiyen birden fazla kuvvet olabilir. Fakat bunların bileşkesi sıfır ise, cisim ivmelenemez.



Cisim durmaktaysa durmaya devam eder.



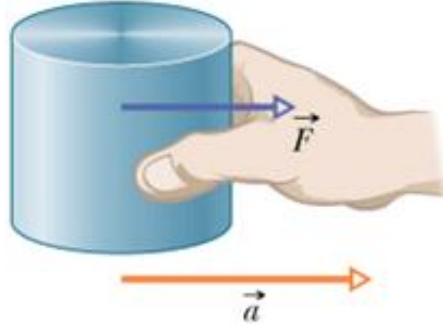
Cisim hareket ediyorsa, aynı hızla hareketine devam eder  
(yönünü ve büyüklüğünü değiştirmeden).



Bir cismin, hızında meydana gelebilecek değişmeye karşı direnç göstermesine o cismin **eylemsizliği** adı verilir.

**Eylemsiz bir gözlem çerçevesi ivmesiz bir referans sistemidir.**

**Kuvvet:** Bir cisme etkiyen kuvvet, sebep olduğu ivmenin ölçülmesi ile belirlenir.

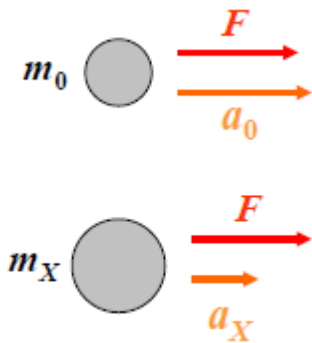


Sürtünmesiz bir yüzey üzerine kütlesi  $m = 1 \text{ kg}$  olan bir cisim koyalım ve uygulanan bir  $\vec{F}$  kuvvetinin oluşturduğu  $\vec{a}$  ivmesini ölçelim.

Kuvvet, cismin ivmesi  $a = 1 \text{ m/s}^2$  olacak şekilde ayarlanırsa, uygulanan kuvvet,  $F = 1 \text{ Newton (N)}$ 'dur denir.

## Kütle:

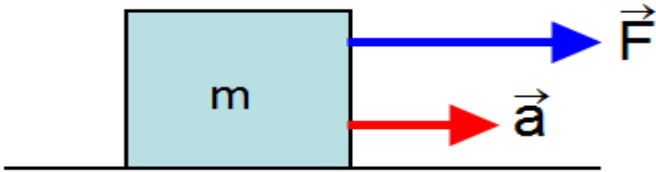
- Cismin sahip olduğu eylemsizliğinin ve cisimdeki madde miktarının bir ölçüsüdür. Kütle ve ağırlık tamamen farklı niceliklerdir.
- Kütle, cismin bir özelliğidir ve konum ile değişmez.
- Skaler bir büyüklüktür ve SI birim sisteminde birimi kg dır.



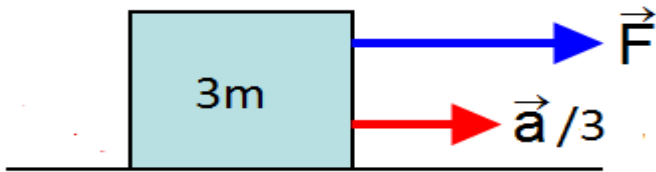
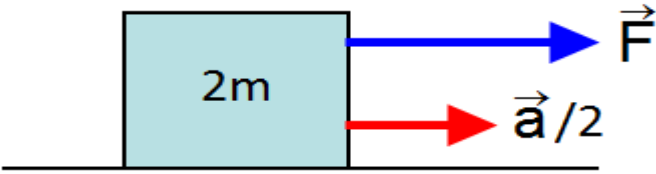
Kütlesi  $m_0 = 1 \text{ kg}$  olan bir cisme  $F = 1 \text{ N}$ 'luk bir kuvvet uygulayalım. Bu kuvvet cisme  $a_0 = 1 \text{ m/s}^2$  'lik bir ivme kazandırır. Aynı kuvveti, kütlesi  $m_x$  olan bir cisme uyguladığımızda cisme kazandıracığı ivme de  $a_x$  olsun. Bu durumda,

$$\frac{m_x}{m_0} = \frac{a_0}{a_x} \Rightarrow m_x = m_0 \frac{a_0}{a_x}$$

bulunur. Böylece,  $a_x$  ivmesi ölçülerek herhangi bir cismin  $m_x$  kütlesi belirlenebilir.



Büyüklüğü değişmeyen bir kuvvetin etkisi altında olan bir cismin kütlesi büyüdükçe ivmesi de azalır.



## Kütle ve Ağırlık

Bir cismin  $W$  ağırlığı cisme etkiyen kütle çekim kuvveti  $F_g$  nin büyüklüğüne eşittir.

$$W = m g$$

cismin ağırlığı      cismin kütlesi      serbest-düşme ivmesi

Ağırlık ve kütle farklı niceliklerdir.

Dünyada

kütle = 0,30 kg

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

ağırlık =  $(0,30 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) = 2,9 \text{ N}$

Ayda

kütle = 0,30 kg

$g = 1,6 \text{ m/s}^2$

ağırlık =  $(0,30 \text{ kg})(1,6 \text{ m/s}^2) = 0,49 \text{ N}$

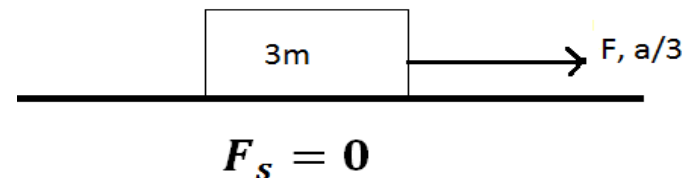
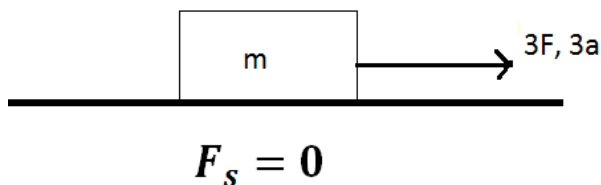
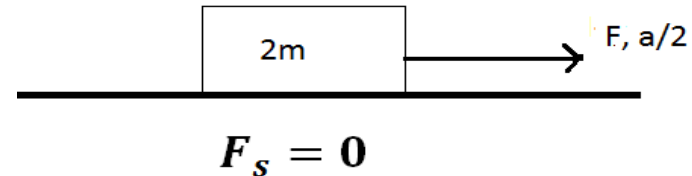
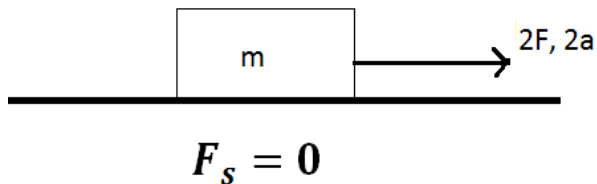
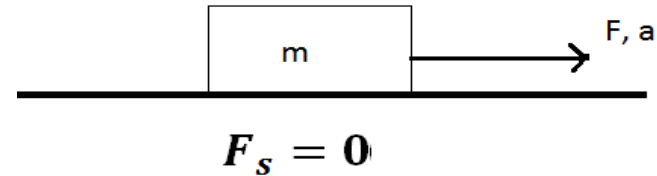
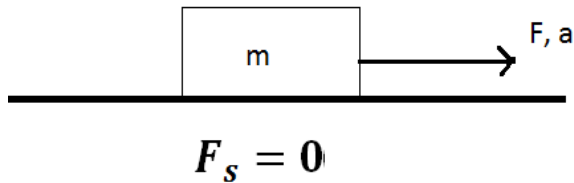
Ağırlığın SI birimi Newton dur.

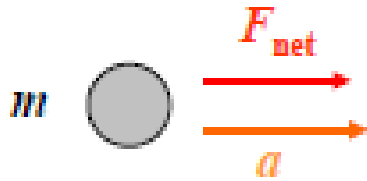
Kütlenin SI birimi kg dır.

# NEWTON'UN İKİNCİ YASASI

- Newton'un 1. Yasası; cisme etki eden  $\sum \vec{F} = 0$  olduğu zaman cismin davranışı açıkladı.
- Eğer cisme etki eden  $\sum \vec{F} \neq 0$  ise cisim ivmelenecektir. Newton'un II. Yasası bunun üzerine tanımlanmıştır.

Bir cisme etki eden toplam kuvvet ( $\sum \vec{F}$ ), bu kuvvetin cisme kazandırdığı ivme ( $\vec{a}$ ) ve cismin kütlesi ( $m$ ) arasındaki ilişki “**Newton'un ikinci yasası**” olarak adlandırılır.





Bir cisme etkiyen net kuvvet ile cisme kazandırdığı ivme doğru orantılıdır ve orantı sabiti de o cismin kütlesine eşittir.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Üç boyutlu uzayda (xyz-koordinat sistemi) Newton'un ikinci yasası:

$$\sum F_x = ma_x ; \sum F_y = ma_y ; \sum F_z = ma_z$$

---

Sistem	Uzunluk	Kütle	İvme	Kuvvet	
SI (MKS)	metre (m)	kilogram (kg)	$m/s^2$	Newton (N)	$1\text{ N} = 1\text{ kg m/s}^2$
SI (CGS)	santimetre (cm)	gram (g)	$cm/s^2$	dyne	$1\text{ dyne} = 1\text{ g.cm/s}^2$
British (İngiliz)	foot (ft)	slug	$ft/s^2$	pound (lb)	$1\text{ lb} = 1\text{ slug.ft/s}^2$

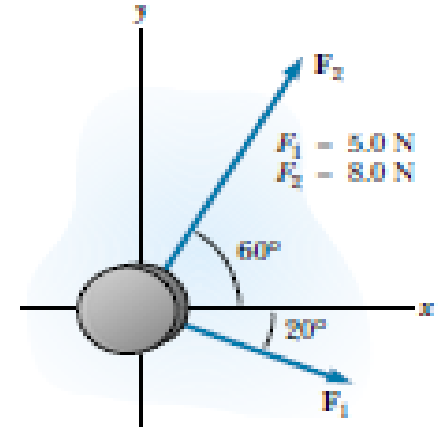
SI = The international system of units (Uluslararası birimler sistemi)

MKS = meter-kilogram-second system (metre-kilogram-saniye sistemi)

CGS = centimeter-gram-second system (santimetre-gram-saniye sistemi)

**Örnek 5-1:**  $0,30 \text{ kg}$  kütleli bir hokey diski yatay, sürtünmesiz bir buz zemin üzerinde kaymaktadır. Diske şekildeki gibi, iki kuvvet etki etmektedir.  $\vec{F}_1$  kuvvetinin büyüklüğü  $5,0 \text{ N}$ ,  $\vec{F}_2$  kuvvetinin büyüklüğü ise  $8,0 \text{ N}$ 'dur.

a) Diskin ivmesinin büyüklüğünü ve yönünü belirleyiniz.  
( $\sin 60^\circ = 0,86$   $\cos 60^\circ = 0,5$   $\sin 20^\circ = 0,34$   $\cos 20^\circ = 0,94$ )



### Çözüm 5-1:

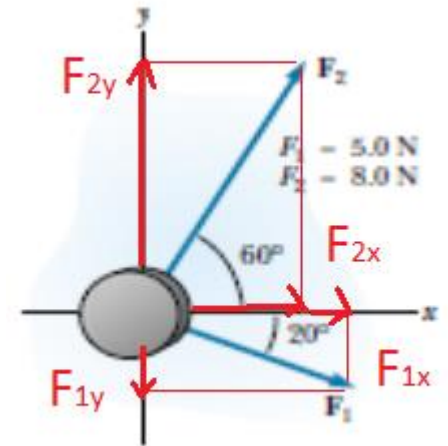
a) Veriler  $\rightarrow m = 0,3 \text{ kg}$   
 $\vec{F}_1 = 5 \text{ N}$  ve  $\vec{F}_2 = 8 \text{ N}$

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} \quad \sum F_y = F_{2y} - F_{1y}$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{(5) \cos(20^\circ) + (8) \cos(60^\circ)}{(0,3)} = 29 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{(-5) \sin(20^\circ) + (8) \sin(60^\circ)}{(0,3)} = 17,4 \text{ m/s}^2$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(29)^2 + (17,4)^2} = 34 \text{ m/s}^2$$



$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} = 29\hat{i} + 17,4\hat{j}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{a_y}{a_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{17,4}{29} \right) = 30^\circ$$



b) Diskin ivmesini sıfır yapacak üçüncü kuvvet ne olmalıdır?

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} = 0 \Rightarrow$$

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0$$

$$\Rightarrow F_{3x} = -(5) \cos(20^\circ) - (8) \cos(60^\circ)$$

$$F_{3x} = -8,7 \text{ N}$$

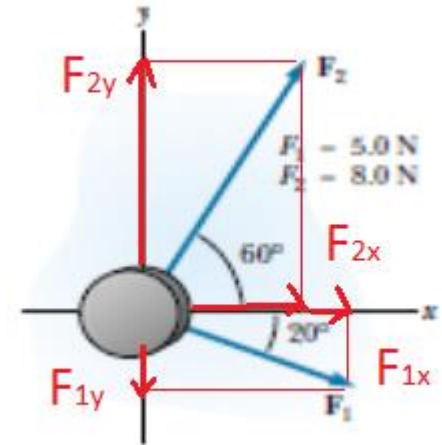
$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0$$

$$\Rightarrow F_{3y} = (5) \sin(20^\circ) - (8) \sin(60^\circ)$$

$$F_{3y} = -5,2 \text{ N}$$

$$\vec{F}_3 = F_{3x} \hat{i} + F_{3y} \hat{j}$$

$$= -8,7 \hat{i} - 5,2 \hat{j}$$



**Örnek:** Üç kuvvet 0,2 kg lık diski, sürtünmesiz bir yüzey üzerinde,  $4,0 \text{ m/s}^2$  lik bir ivme ile hızlandırır.  $F_1 = 10 \text{ N}$ , ve  $F_2 = 15 \text{ N}$  dur. Üçüncü kuvvetin birim-vektör ve büyüklük -açı notasyonları nedir?

**Çözüm:**

Newton'un ikinci kanunu

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

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = m \vec{a}$$

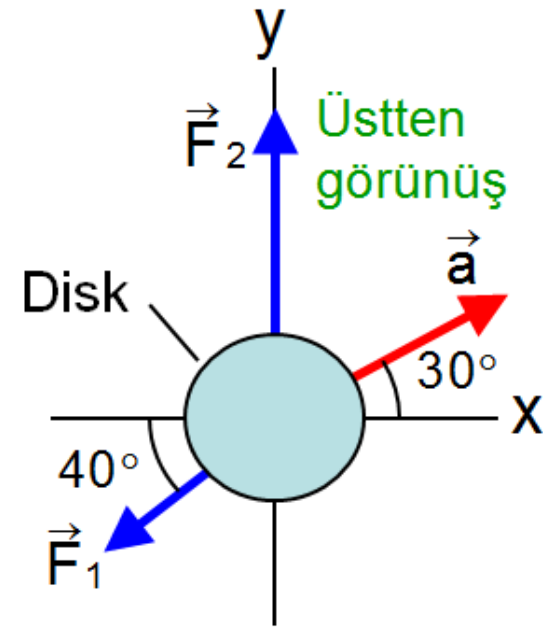
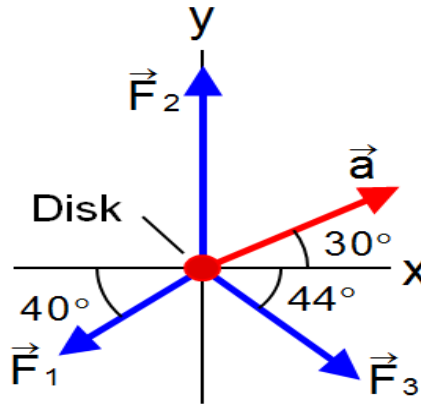
$$\vec{F}_3 = m \vec{a} - \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

x eksenini boyunca

$$\begin{aligned} F_{3,x} &= m a_x - F_{1,x} - F_{2,x} \\ &= m a \cos 30^\circ - F_1 \cos 220^\circ - F_2 \cos 90^\circ \\ &= 8,4 \text{ N} \end{aligned}$$

y eksenini boyunca

$$\begin{aligned} F_{3,y} &= m a_y - F_{1,y} - F_{2,y} \\ &= m a \sin 30^\circ - F_1 \sin 220^\circ - F_2 \sin 90^\circ \\ &= -8,2 \text{ N} \end{aligned}$$



$$\vec{F}_3 = F_{3,x} \hat{i} + F_{3,y} \hat{j}$$

$$\vec{F}_3 = (8,4 \text{ N}) \hat{i} - (8,2 \text{ N}) \hat{j}$$

$$F_3 = \sqrt{F_{3,x}^2 + F_{3,y}^2} = 12 \text{ N}$$

Açı, pozitif x ekseninden itibaren

$$\theta = \tan^{-1} \frac{F_{3,y}}{F_{3,x}} = -44^\circ$$

**Örnek:** Bir halka üzerine üç kuvvet etkir ve halka hareketsiz kalır.  $F_1 = 180 \text{ N}$  ve  $F_3 = 150 \text{ N}$  dur. İkinci kuvvetin büyüklüğü nedir?

**Çözüm:**

**Newton'un ikinci kanunu**

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

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_1 - \vec{F}_3$$

x eksenı boyunca

Durgun halka  
 $a = 0$

$$F_{2,x} = -F_{1,x} - F_{3,x}$$

$$0 = -F_1 \cos(140^\circ) - F_3 \cos \phi$$

$$0 = -(180 \text{ N}) \cos(140^\circ) - (150 \text{ N}) \cos \phi$$

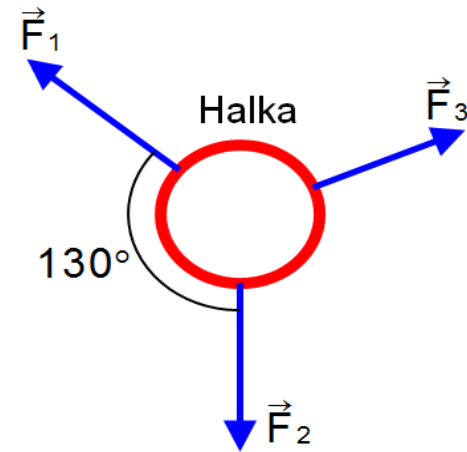
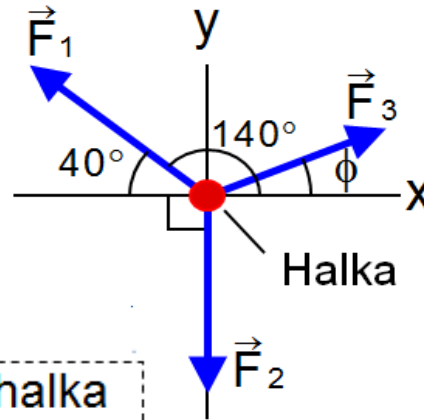
y eksenı boyunca

$$F_{2,y} = -F_{1,y} - F_{3,y}$$

$$-F_2 = -F_1 \sin(140^\circ) - F_3 \sin \phi$$

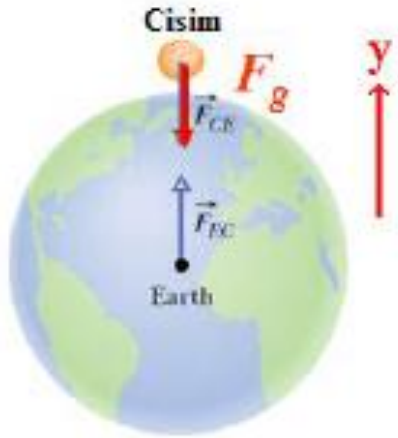
$$-F_2 = -(180 \text{ N}) \sin(140^\circ) - (150 \text{ N}) \sin \phi$$

$$F_2 = 175 \text{ N}$$



$$\phi = \cos^{-1} \left( \frac{-(180 \text{ N}) \cos(140^\circ)}{150 \text{ N}} \right) = 23^\circ$$

# Mekanik Problemlerinde Çok Sıklıkla Karşılaşacağımız Kuvvetler ve Bunların Özellikleri:

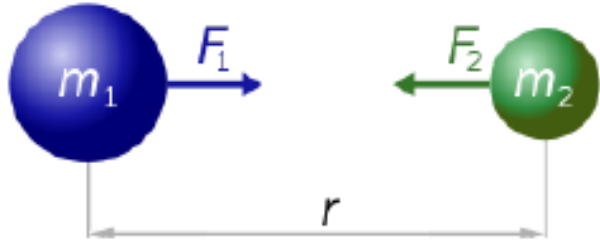


**Yer-çekimi Kuvveti:** Bir cisme Dünya tarafından uygulanan kuvvettir. Dünyanın merkezine doğrudur ve kuvvetin büyüklüğü **cismin ağırlığı** ( $|\vec{F}_g|$ ) olarak bilinir.

Newton' un II. Yasasına göre  $\sum \vec{F} = \vec{F}_g$  ;  $\vec{a} = -g\hat{j}$

$$\vec{F}_g = m\vec{a} = -mg\hat{j} \Rightarrow |\vec{F}_g| = mg$$

## Newton'un evrensel küle çekim yasasının mekanizması;



noktasal bir kütle ( $m_1$ ) diğer noktasal bir kütleyi ( $m_2$ ), iki kütlenin çarpımı ile doğru, aralarındaki ( $r$ ) uzaklığının karesi ile ters orantılı olacak büyüklükteki bir  $F$  kuvveti ile çeker.

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}$$

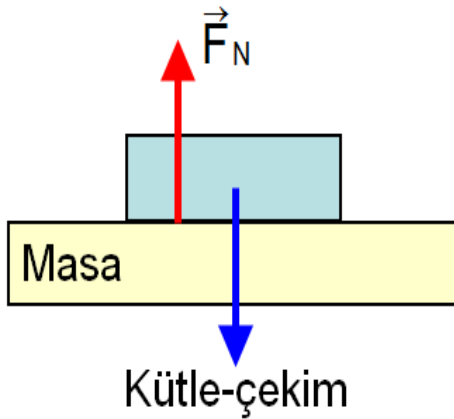
$G=6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  kütle çekim sabitidir.

Kütlelerden ve bu kütlelerin aralarındaki uzaklıktan bağımsız olarak  $|F_1|$  ve  $|F_2|$  kuvvetlerinin büyüklükleri her zaman birbirine eşittir. ( $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ )

**Değme Kuvveti:** İsminden de anlaşılacağı gibi, bu kuvvetler birbirleriyle temas halindeki yüzeyler arasında oluşur.

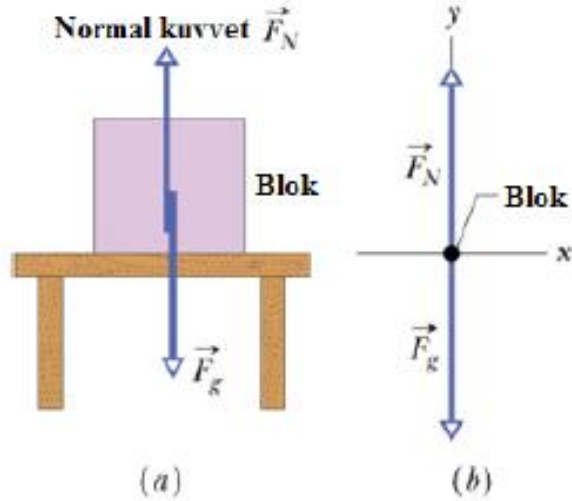
İki tür temas kuvveti vardır.

- 1) temas yüzeyine dik yöndeki “**normal kuvvet** ( $\vec{n}$  veya  $\vec{F}_N$ )
- 2) temas yüzeyine paralel olan “**sürtünme kuvveti** ( $\vec{f}_s$ )” dir.



Bir cisim bir yüzeye baskı uygularsa, yüzeyde cismi yüzeye dik ve ters yönlü olarak bir  $F_N$  normal kuvveti ile iter.

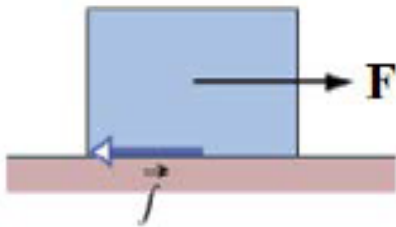
Normal kuvvet daima cismin bulunduğu (değdiği) yüzeye diktir.



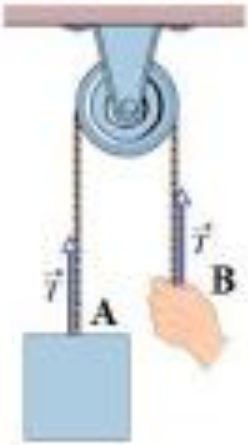
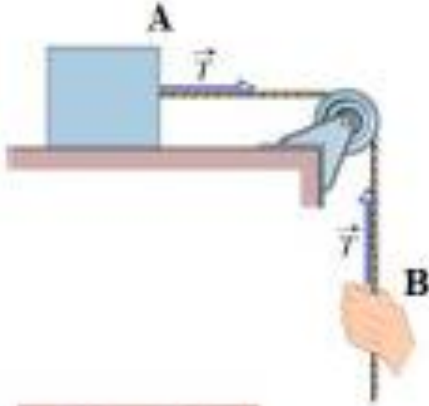
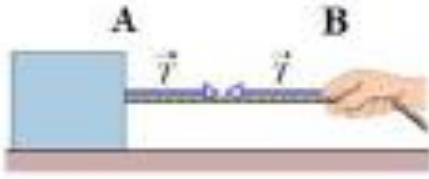
**Normal Kuvvet:** Bir cisim bulunduğu yüzeye bir baskı uygularsa, yüzey deforme olur ve bu yüzey cisme, temas yüzeyine dik yönde, ismine “**normal kuvvet**” diyeceğimiz bir kuvvet uygular. Bir masa üzerinde duran kütlesi  $m$  olan bir blok düşünelim.

$$\sum F_y = ma_y = n - mg = 0$$

$$\Rightarrow n = mg$$



**Sürtünme Kuvveti:** Bir cismi bulunduğu yüzey üzerinde harekete zorlarsak bir dirençle karşılaşırız. Bu direnç “**sürtünme**” olarak bilinir ve kayma eğilimine ters yöndedir.



**Gerilme:** Bir cisme bağı olan ipde oluşan bir kuvvettir ve şu özelliklere sahiptir:

- 1) Her zaman ip boyunca yönelir.
- 2) Her zaman cismi çekecek yöndedir.
- 3) İp üzerinde  $A$  ve  $B$  noktalarında aynı büyüklüktedir.

Şu kabullenmeler yapılacaktır:

- İpin kütlesi, bağı oldukları cisimlerin kütlesine göre çok küçüktür.
- İp esnek değildir.
- Makara kullanılması durumunda, makara sürtünmesizdir ve kütlesi ihmal edilebilir.



**Örnek:** Rampadaki bloğa yatay bir  $F$  kuvveti uygulanır.  $F$  nin rampaya dik olan bileşeni nedir?  $F$  nin olması rampadaki bloğa etkiyen normal kuvvetin büyüklüğünü artırır mı ya da azaltır mı?

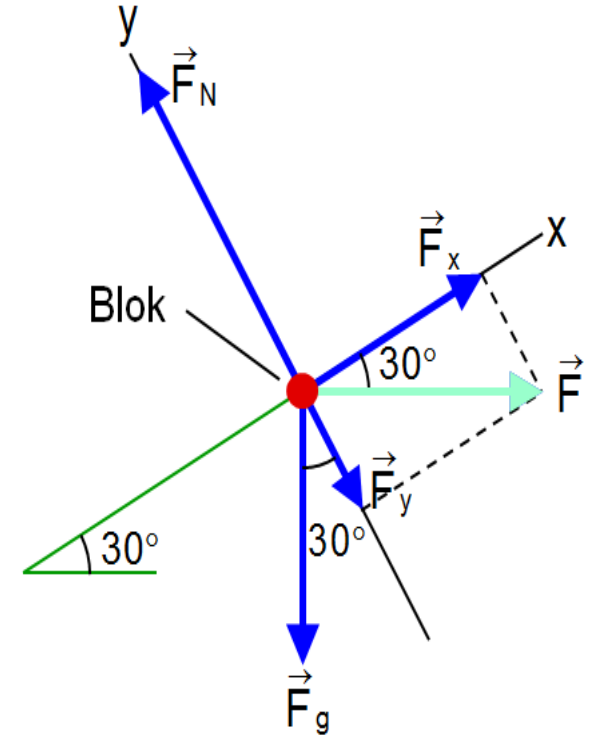
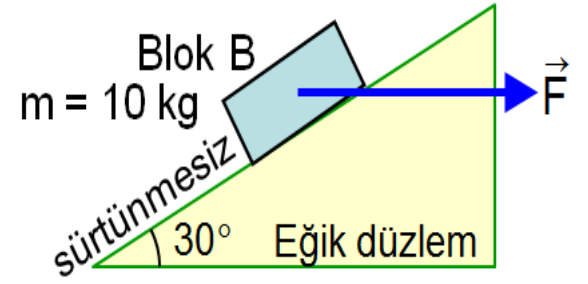
**Çözüm:**

$F$  nin rampaya dik olan bileşeni:

$$F_y = -F \sin \theta$$

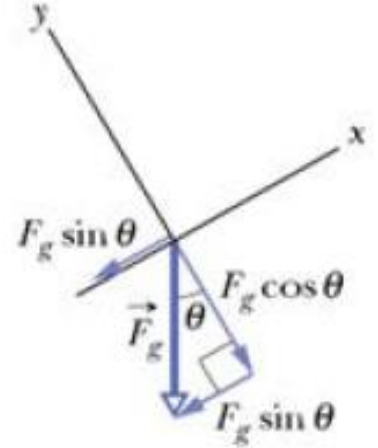
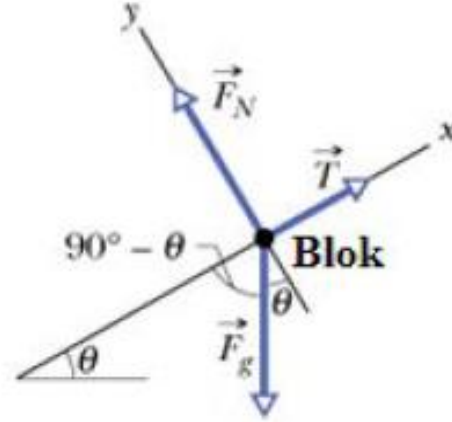
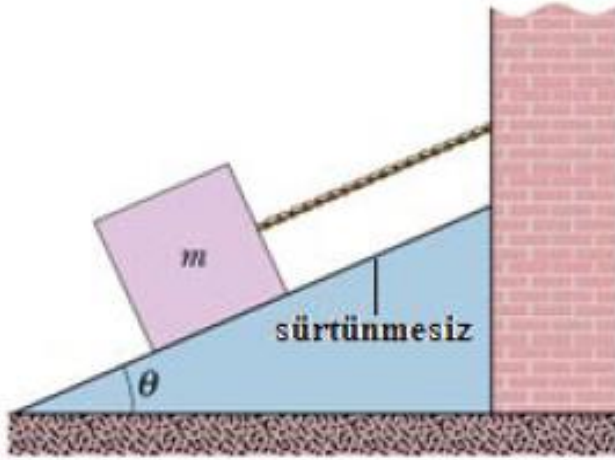
$F$  nin yüzeye dik bileşeni bloğu yüzeye doğru ittiği için,  $F$  nin varlığı normal kuvvetin büyüklüğünü artırır.

$$F_N = F_y + F_{gy}$$



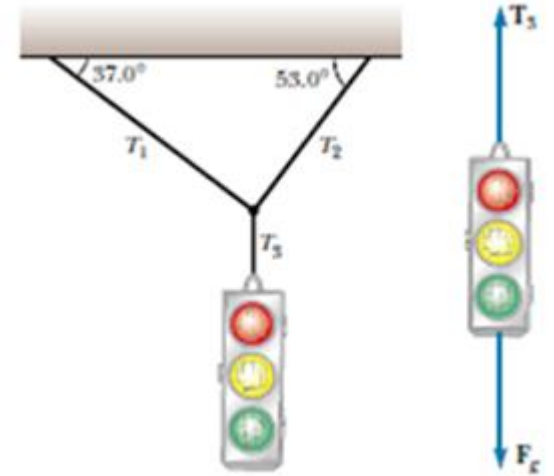
$F_g$  yi onun bileşenleri ile değiştirin.

# Newton Yasalarını Uygularken Takip Edilecek Yol:



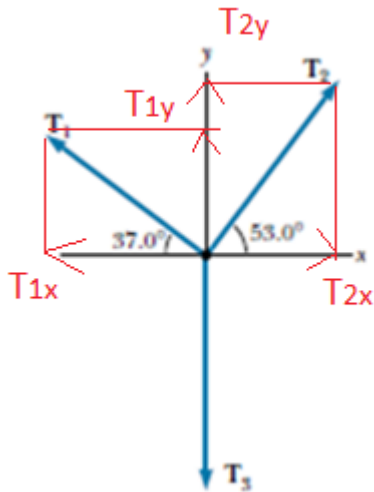
- 1) İncelenecek sistemin basit bir şeklini çizin.
- 2) Probleme uygun bir koordinat sistemi seçin.
- 3) Sistemdeki tüm kuvvetleri belirleyin ve serbest-cisim diyagramı üzerinde gösterin.
- 4) Newton yasalarını sisteme uygulayın.

**Örnek 5-4:** Ağırlığı 125N olan trafik ışıkları  
şekildeki gibi iplerle asılı durmaktadır. Üstteki  
kabloların yatayla yaptıkları açılar  $37^\circ$  ve  $53^\circ$   
olduğuna göre,  $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$   $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$   
a) Her üç ipteki gerilme kuvvetlerini hesaplayınız.



**Çözüm 5-4 :**

Sistem dengede olduğuna göre  $T_3 = F_g = 125 \text{ N}$  bulunur.



$$\sum F_x = T_{2x} - T_{1x}$$

$$\sum F_x = -T_1 \cos(37^\circ) + T_2 \cos(53^\circ) = 0$$

$$T_1 = -\frac{\cos(53^\circ)}{\cos(37^\circ)} T_2 = \frac{0,8}{0,6} T_2 \quad T_1 = \frac{4}{3} T_2$$

$$\sum F_y = T_{2y} + T_{1y} - T_3$$

$$\sum F_y = T_1 \sin(37^\circ) + T_2 \sin(53^\circ) - T_3 = 0$$

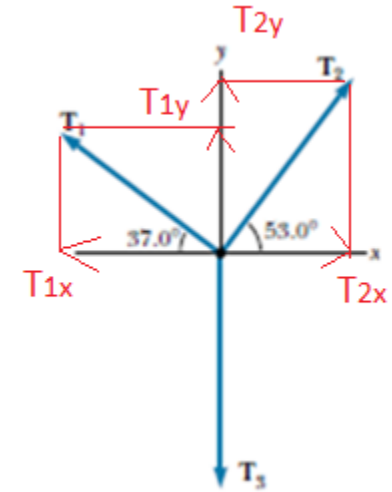
$$T_2 = 99,9 \text{ N} \quad T_1 = 75,1 \text{ N}$$

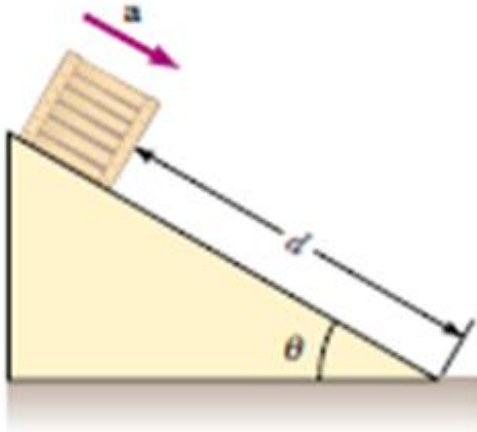
b) Hangi durumda  $T_1 = T_2$  olur?

$$\sum F_x = T_{2x} - T_{1x}$$

$$\sum F_x = -T_1 \cos \theta_1 + T_2 \cos \theta_2 = 0$$

eşitliğine göre iplerin yatayla yaptığı açılar eşit ( $\theta_1 = \theta_2$ ) olsaydı  $T_1 = T_2$  olurdu.

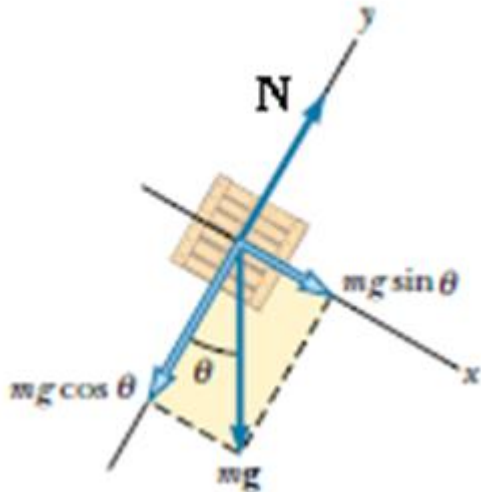




**Örnek 5-6:** Kütlesi  $m$  olan bir sandık, eğim açısı  $\theta$  olan sürtünmesiz eğik düzlem üzerinden serbest bırakılıyor.

- a) Sandığın ivmesini ve normal kuvveti bulunuz.  
b) Sandık eğik düzlemin tabanına ne kadar sürede ulaşır ve bu anda hızı ne olur?

**Çözüm 5-6:**



$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \sum F_x &= mg \sin \theta = m a_x \rightarrow a_x = g \sin \theta \\ \sum F_y &= n - mg \cos \theta = 0 \rightarrow n = mg \cos \theta \end{aligned}$$

- b)  $d = x_s - x_i$  ve  $v_{xi} = 0$  olduğuna göre;

$$x_s - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$d = \frac{1}{2} a_x t^2 \text{ ise } t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}} \text{ bulunur.}$$

$$v_{xs}^2 = v_{xi}^2 + 2 a_x d \text{ ise } v_{xs} = \sqrt{2 g d \sin \theta}$$