

FİZİK

6.HAFTA

5. HAREKET KANUNLARI

5.1. Kuvvet Kavramı

Hareket eden bir cismi durduran, duran bir cismi hareket ettiren, cisimlerin yön ve hareket doğrultusunu değiştiren etkiye “*kuvvet*” adı verilir. Bir cismi ittiğimizde ya da çektığımızda, topa tekme attığımızda kas gücü ile birlikte cisme kuvvet uygulamış oluruz. Kuvvete maruz kalan cisimler ise ivme kazanır ve hareket karakteristikleri bu durumdan etkilenir. Cisme aynı anda birden fazla kuvvetin etki etmesi durumunda ise cismin hareketini net kuvvet belirler. *Net kuvvet*, cisim üzerine uygulanan kuvvetlerin tamamının vektörel toplamıdır. Herhangi bir cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cismin dengede olduğu söylenebilir. *Denge durumunda olan bir cisim ya durgundur ya da sabit hızla hareketine devam etmektedir.* Cisimler üzerine etki eden kuvvetler etkileşim şekline bağlı olarak iki gruba ayrılır.

- **Temas Kuvvetleri:** İki cisim arasındaki fiziksel temas sonucu ortaya çıkan kuvvetlerdir. Yayın gerilmesi, topa tekme atılması, kapalı kaptaki bir gazın kabın çeperlerine uyguladığı kuvvetler...
- **Alan Kuvvetleri:** Cisimler arasında herhangi bir fiziksel temas yoktur. İki cisim boş uzay içinde etkileşirler. Kütle çekim kuvveti, elektrik yüklerinin birbirine uyguladığı kuvvet, bir çubuk mıknatısın demir çubuğa uyguladığı kuvvet...

5.2. Newton Hareket Kanunları

Isaac Newton cisimler üzerine etki eden kuvvet ve cismin hareketi arasındaki ilişkiyi 3 temel yasaya bağlayarak net bir şekilde açıklayan bilim insanıdır. 17. yüzyılda ortaya konulan bu yasalar bugün hala geçerliliğini korumaktadır. Viraja giren arabanın savrulması, bir otomobil içinde seyahat eden kişinin frene bastığı anda ileri doğru savrulması, uyduların dünya çevresindeki hareketi gibi pek çok olay bu yasalar ile açıklanabilmektedir.

➤ Newton'un 1. Yasası (Eylemsizlik Prensibi):

Eylemsizlik prensibi olarak bilinen Newton 1. yasası şu şekilde ifade edilmektedir. *“Bir cisme bir dış kuvvet etki etmedikçe, cisim durgun ise durgun kalacak, hareketli ise sabit hızla doğrusal hareketine devam edecektir.”* Bir cismin hızında meydana gelecek değişmeye direnmesi eğilimine o cismin *eylemsizliği* denir. Başka bir deyişle, *eylemsizlik* cisimlerin mevcut hareket durumlarını koruma eğilimidir.

➤ **Newton'un 2. Yasası (Dinamiğin Temel Prensibi):**

Newton'un 2. yasasına göre, *“bir cismin ivmesi cisim üzerine etki eden kuvvet ile doğru orantılıdır. Kuvvet ve ivme arasındaki orantı sabiti ise cismin kütlesidir.”* Bu hareket kanununa göre *kütle, cismin herhangi bir kuvvet tarafından ivmelenmeye karşı gösterdiği dirençtir.* Başka bir deyişle, kütle cismin sahip olduğu eylemsizliğin bir ölçüsüdür. Cismin kütlesi ne kadar büyük ise, sabit kuvvet etkisi altında kaldığında kuvvete o kadar çok direnecek ve daha az ivmelenecektir. Bu durumda ivme ve cismin kütlesi arasında ters orantı olduğunu söyleyebiliriz.

Cismin değişmez bir özelliği olan kütle, cismin çevresinden ve kütle ölçmek için kullanılan yöntemlerden bağımsızdır. Kütle ve ağırlığın birbiri ile karıştırılmaması çok önemlidir. Kütle ve ağırlık tamamen farklı fiziksel niceliklerdir. ***Bir cismin ağırlığı ona etki eden yerçekimi kuvvetinin büyüklüğüdür ve cismin konumuna göre değişir.*** Örneğin; dünyada 180 N ağırlığındaki bir cismin ay üzerindeki ağırlığı 30 N gelir. Bunun nedeni ayda yer çekimi ivmesinin dünyadaki yerçekiminin yaklaşık 1/6 kadar olmasıdır. Oysa bir cismin kütlesi her yerde aynı değere sahiptir.

Newton'un 2. yasasının matematiksel ifadesi ise:

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

şeklindedir.

$\sum \vec{F}$ ifadesinin vektörel bir eşitlik olduğuna ve bundan dolayı da aşağıdaki üç bileşen eşitliğine eşdeğer olduğuna dikkat edilmelidir.

$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$\sum F_z = ma_z$$

Kuvvetin birimi Newton (N)'dur. 1 kg kütleli bir cisim üzerine uygulandığında ona 1 m/s² lik ivme kazandıran kuvvet 1 Newton'a eşittir.

$$N = kg \frac{m}{s^2}$$

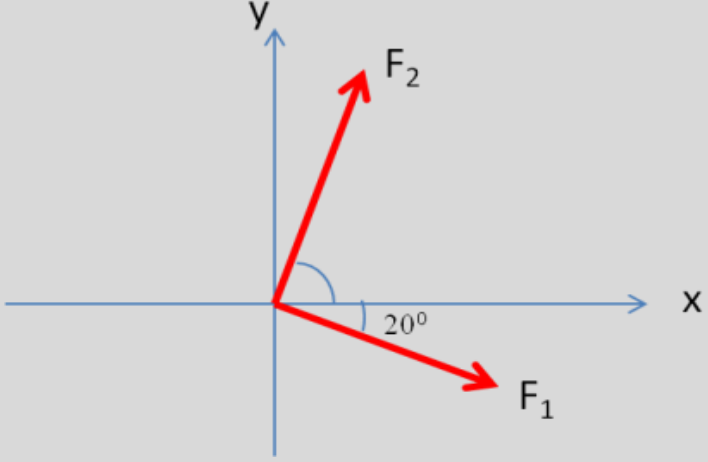
➤ **Newton'un 3. Yasası (Etki-Tepki Prensibi):**

Newton'un 3. Yasasına göre, *“iki cisim etkileşiyor ise, 1. cismin 2. cisim üzerine uyguladığı F_{12} kuvveti, 2. cismin 1. cisim üzerine uyguladığı F_{21} kuvvetine eşit ve zıt yönlüdür.”* Yani,

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Kuvvetlerin her zaman çiftler halinde bulunduğunu veya yalıtılmış tek bir kuvvetin bulunmayacağını söyleyebiliriz. 1. cismin 2. cisme uyguladığı kuvvete *“etki kuvveti”*, 2. cismin 1 cisme uyguladığı kuvvete ise *“tepki kuvveti”* denir. Örneğin, bir çekiç ile çiviye vurduğumuzda, çekicin çiviye uyguladığı kuvvet etki kuvveti, çivinin çekice uyguladığı kuvvet ise tepki kuvvetidir.

Örnek 5.1: 0,30 kg kütleli bir hokey diski yatay sürtünmesiz bir buz zemin üzerinde kaymaktadır. Diske iki kuvvet etki eder. F_1 ve F_2 kuvvetlerinin büyüklükleri sırayla 5 ve 8N'dur. Diskin ivmesinin büyüklüğünü ve yönünü bulunuz.



5.3. Mekanik Problemlerde Karşılaşılan Kuvvet Çeşitleri

➤ Ağırlık ve Çekim Kuvveti:

Bir cisme dünyanın uyguladığı kuvvet, *çekim kuvveti* olarak adlandırılır ve \vec{F}_g ile gösterilir. Bu kuvvet dünyanın merkezine doğru yönelmiştir ve bu kuvvetin büyüklüğü cismin ağırlığı olarak bilinir. Örneğin serbest düşme için Newton'un ikinci yasasını yazalım:

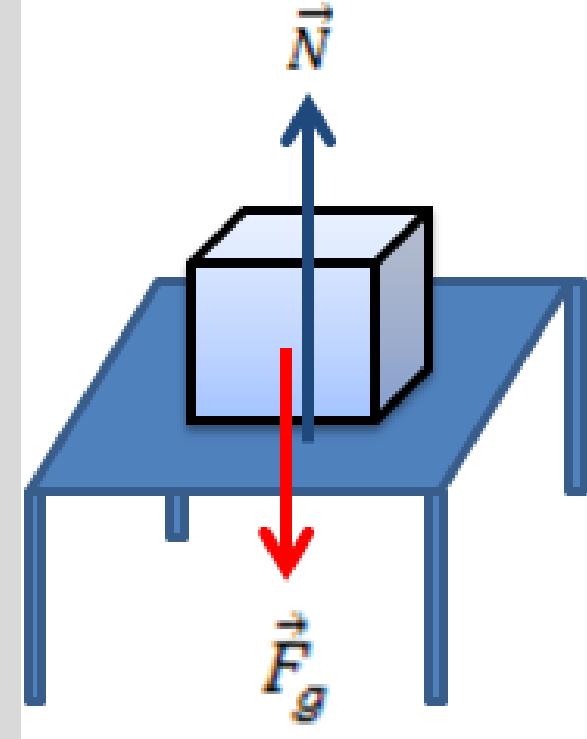
$$\sum F_g = ma$$

cismin ivmesi yerçekimi ivmesine eşit olduğuna göre ($\vec{a} = \vec{g}$), ağırlık kuvvetinin cismin kütlesi ile yerçekimi ivmesinin çarpımına eşit olduğunu söyleyebiliriz.

$$F_g = mg$$

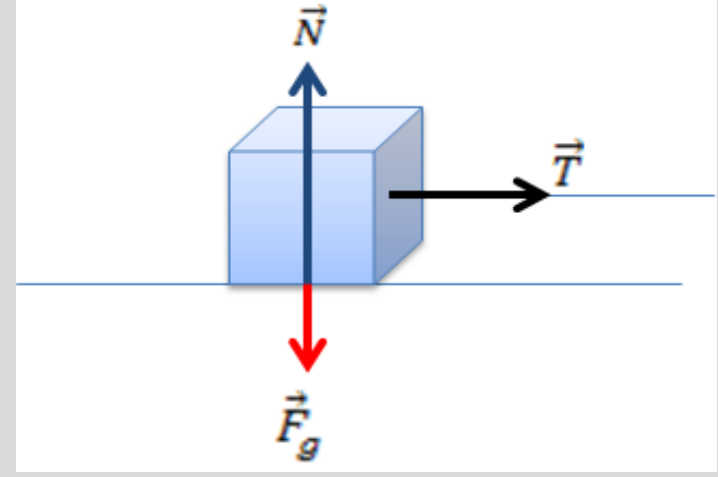
➤ **Normal Kuvveti:**

Herhangi bir yüzey üzerinde bulunan cisimlere yüzey tarafından cismin ağırlığını dengelemek üzere bir *normal kuvveti* uygulanır. Örneğin, masa üzerinde duran bir televizyon olduğunu düşünelim. Sahip olduğu ağırlık kuvveti nedeniyle televizyonun ivmelenmesi ve masayı delip yere düşmesi gerekirdi. Ancak televizyon masa tarafından kendisine uygulanan normal kuvveti nedeniyle dengede kalır. Normal kuvveti daima yüzeye dik ve yüzeyden dışa doğru yönelen bir kuvvettir. Normal kuvveti \vec{N} sembolü ile gösterilir.

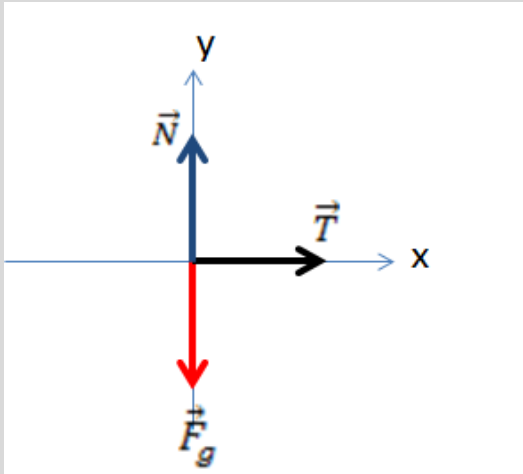


➤ Gerilme Kuvveti:

Bir cisim bir sicim ile çekildiği zaman, sicim cisme bir \vec{T} kuvveti uygular ve bu kuvvetin büyüklüğüne **gerilme** denir. Düzgün yatay bir zemin üzerinde sağa doğru çekilen bir blok düşünelim. Bloğa ip boyunca bir T gerilme kuvveti etki edecektir.



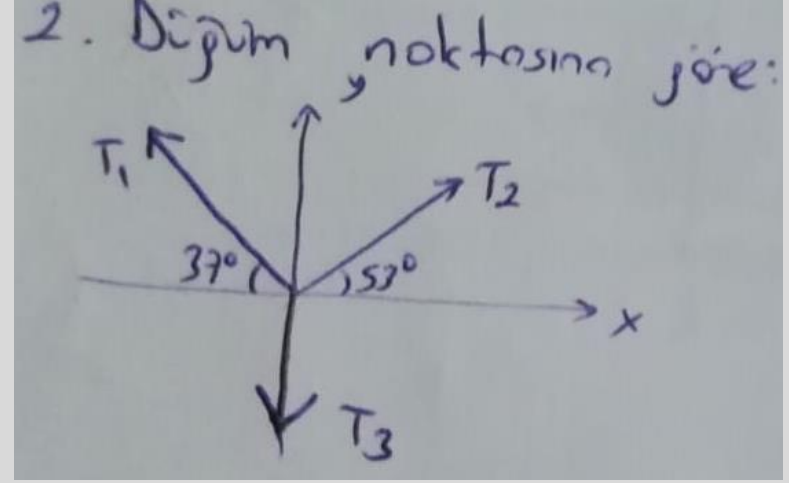
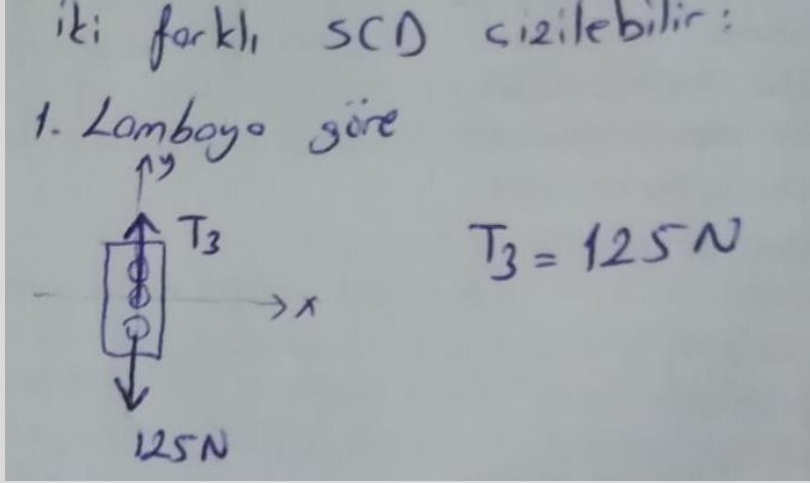
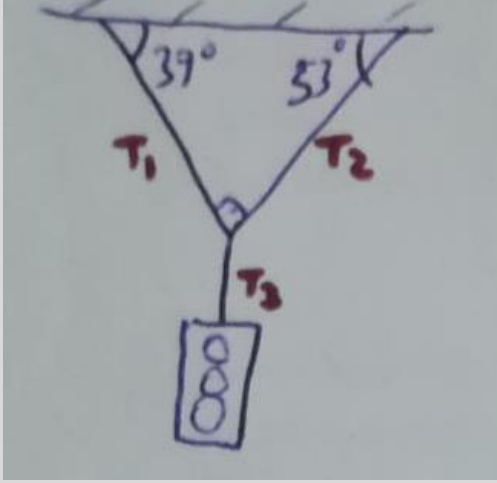
Cisim üzerine etki eden bütün kuvvetlerin cismin ağırlık merkezine yerleştirilen bir referans sistemi üzerinde gösterilmesi ile elde edilen diyagrama “**serbest cisim diyagramı (SCD)**” denir. Örneğin yukarıda verilen ip ile sağa doğru çekilen bloğu tekrar ele alalım ve bu bloğa ait serbest cisim diyagramını çizelim. SCD çizildikten sonra x ve y eksenleri arasında kalan kuvvetler varsa, öncelikle bu kuvvetler bileşenlerine ayrılır. Daha sonra Newton’un 2. yasası her iki bileşen için ayrı ayrı yazılır.



$$\sum F_x = ma_x$$

$$\sum F_y = ma_y$$

Örnek 5.2: Bir trafik lambası kablolarla bir desteğe asılmıştır. Üst taraftaki kablolar yatayla 37° ve 53° açı yapmaktadır ve lambanın ağırlığı 125 N 'dur. Her bir kablodaki gerilmeyi bulunuz.



Kuvvet	x-bileşeni	y-bileşeni
T_1	$-T_1 \cos 37^\circ$	$T_1 \sin 37^\circ$
T_2	$T_2 \cos 53^\circ$	$T_2 \sin 53^\circ$
T_3	0	-125 N

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

$$T_2 = 1,33 T_1$$

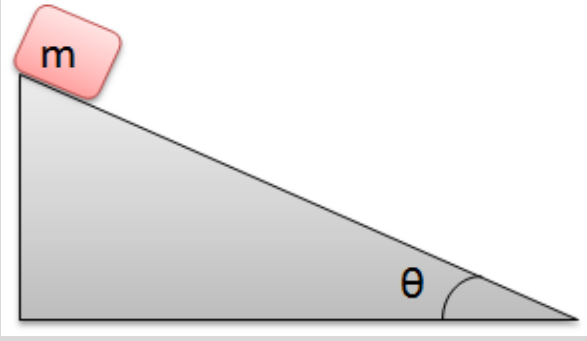
$$\sum F_y = T_1 \sin 37^\circ + \underset{1,33 T_1}{T_2 \sin 53^\circ} - 125 = 0$$

$$T_1 = 75,1\text{ N}$$

$$T_2 = 99,9\text{ N}$$

Örnek 5.3: Sürtünmesiz θ eğim açılı bir eğik düzlem üzerine m kütleli bir sandık konulmuştur.

- Sandık serbest bırakılınca ivmesi ne olur?
- Sandığın eğik düzlemin tepesinden serbest bırakıldığını varsayalım. Tepeden itibaren alt uca olan uzaklık d kadar ise bloğun alt uca varması için geçen zamanı ve alt uca vardığı andaki hızını bulunuz?

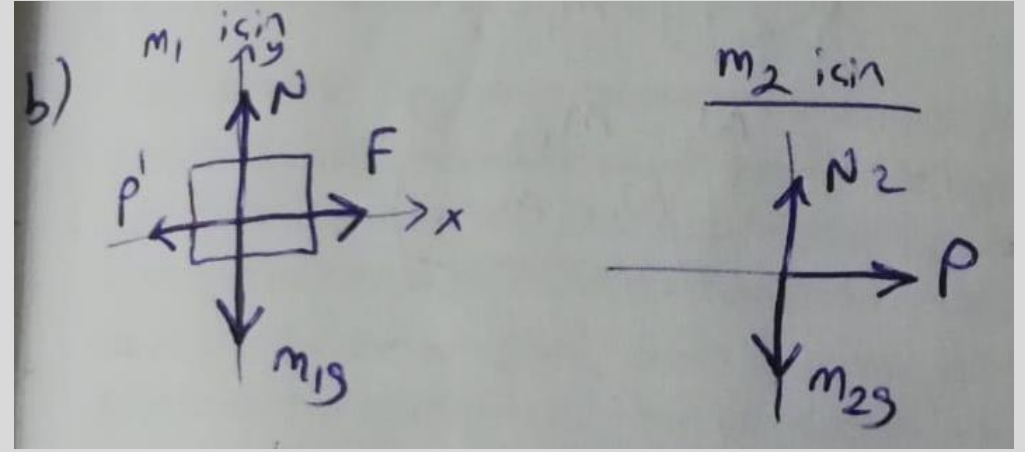


Örnek 5.4: m_1 ve m_2 kütleli iki blok, yatay sürtünmesiz ve düzgün bir yüzey üzerinde birbirine değecek şekilde yerleştiriliyor. Yatay F kuvveti m_1 kuvvetine uygulanıyor.

- İki bloklu sistemin ivmesini bulunuz.
- Her iki blok arasındaki temas (değme) kuvvetlerini bulunuz.



a) $\Sigma F = m_1 a_{\text{sistem}}$
 $F = (m_1 + m_2) a_{\text{sistem}}$
 $a = \frac{F}{(m_1 + m_2)}$
Her iki blok aynı ivmeye sahiptir.

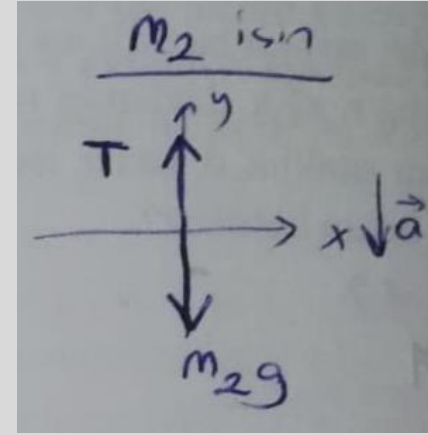
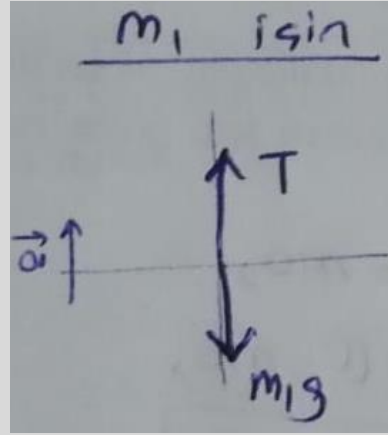
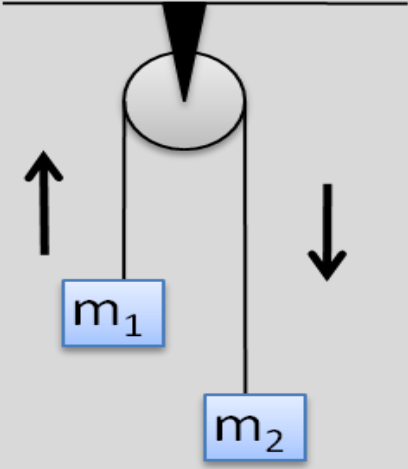


$F - P' = m_1 a$
 $F - P' = m_1 \left(\frac{F}{m_1 + m_2} \right)$
 $P' = F \left(1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)$
 $P' = \frac{m_2 F}{(m_1 + m_2)}$

$P = m_2 a$
 $P = m_2 \frac{F}{(m_1 + m_2)}$

Temas kuvvetinin F kuvvetinden küçük olduğuna dikkat edilmelidir. Bu sonuç, m_2 kütleli blok yalnız m_1 ile hareket ettirmek için gerekli kuvvettir.

Örnek 5.5: Aşağıdaki şekilde verilen düzende her iki kütlenin ivmesini ve ipteki gerilme kuvvetini hesaplayınız. ($m_2 > m_1$)



m_1 için: $\sum F_y = m_1 a_y$

$$\boxed{T - m_1 g = m_1 a}$$

$$T - m_1 g = m_1 a$$
$$T - m_2 g = -m_2 a$$

$$-m_1 g + m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

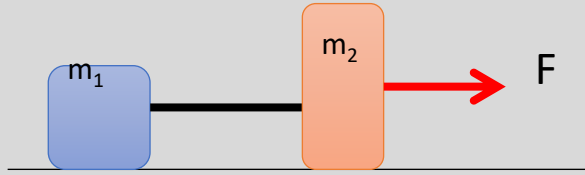
$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{(m_1 + m_2)}$$

m_2 için: $\sum F_y = m_2 a_y$

$$\boxed{T - m_2 g = -m_2 a}$$

$$T = m_1 g + m_1 a$$

Örnek 5.6: m_1 ve m_2 kütleleri sürtünmesiz yatay bir zemine yerleştirilmiş ve ağırlıksız bir iple birbirine bağlanmıştır. Bir F kuvveti şekilde görüldüğü gibi sağa doğru m_2 kütesine uygulanıyor. Sistemin ivmesini ve ipteki gerilmeyi bulunuz.



m_1 için:

$$\sum F_x = m_1 a_x$$

$$\boxed{T = m_1 a}$$

$$\sum F_y = m_1 a_y \rightarrow 0$$

$$N_1 - m_1 g = 0$$

$$\boxed{N_1 = m_1 g}$$

m_2 için:

$$\sum F_x = m_2 a_x$$

$$F - T = m_2 a$$

$$\sum F_y = m_2 a_y \rightarrow 0$$

$$N_2 - m_2 g = 0$$

$$N_2 = m_2 g$$

$$F - T = m_2 a$$

$$F - m_1 a = m_2 a$$

$$F = (m_1 + m_2) a$$

$$\boxed{a = \frac{F}{(m_1 + m_2)}}$$

$$T = \frac{m_1 F}{(m_1 + m_2)}$$

Örnek 5.7: m ve $2m$ kütleli iki blok şekildeki gibi birbirine bağlanmıştır. Masa yüzeyi ve makara sürtünmesizdir. a) Her iki blok için serbest cisim diyagramını çiziniz. b) Blokların ivmesini (a) bulunuz. c) İpteki gerilmeyi (T) bulunuz.

