

# Deney 4: Kuvvet Dengesi

## Amaçlar

1. Makaralar yardımıyla kuvvet dengesinin incelenmesi.

## Kuramsal Bilgi

Kuvvet; genel olarak bir cismin hareketine sebep olan, yani duran bir cismi hareket ettiren, hareket eden bir cismi durduran, doğrultu ve yönünü değiştiren, ona şekil değişikliği veren etkidir.

Newton'un birinci yasasına göre bir cisme bir net dış kuvvet (bileşke kuvvet) etki etmedikçe cisim durgun ise durgun kalacak, hareketli ise sabit hızla hareketine devam edecektir. Newton'un ikinci yasası (Denk.1), bir cismin üzerine uygulanan net kuvvet ile cismin kütlesi ve bu net kuvvetin cisme kazandıracığı ivme arasındaki ilişkiyi vermektedir.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

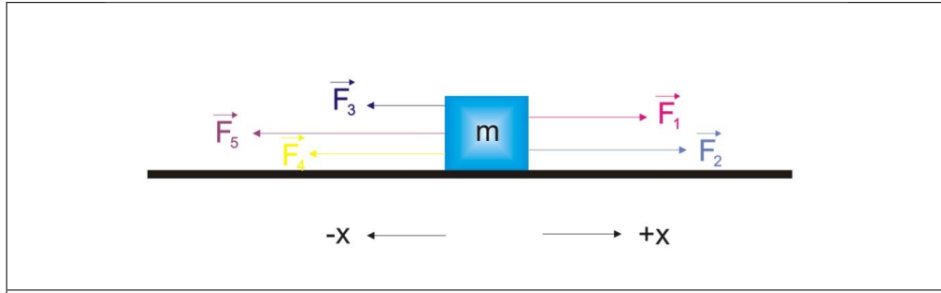
Bu formülde,  $\vec{F}$  net kuvvet,  $m$  kütle,  $\vec{a}$  ise cismin ivmesidir. Formülden görülebileceği gibi net kuvvet ve ivme vektörel büyüklüktür. Yani belirli bir yöne ve büyüklüğe sahiptir.

Durgun bir cisme etki eden kuvvetler toplamı yani net kuvvet sıfır ise cisim herhangi bir yönde hareket etmez. Bu durumda cisim kuvvet dengesindedir

denir.

$$\sum \vec{F}_i = 0 \quad (2)$$
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

Şekil 1’de, m kütleli cisme +x ve -x yönünde etki eden kuvvetler görülmektedir. Cisim hareket etmiyor ise; cisme etki eden net kuvvet sıfır demektir.



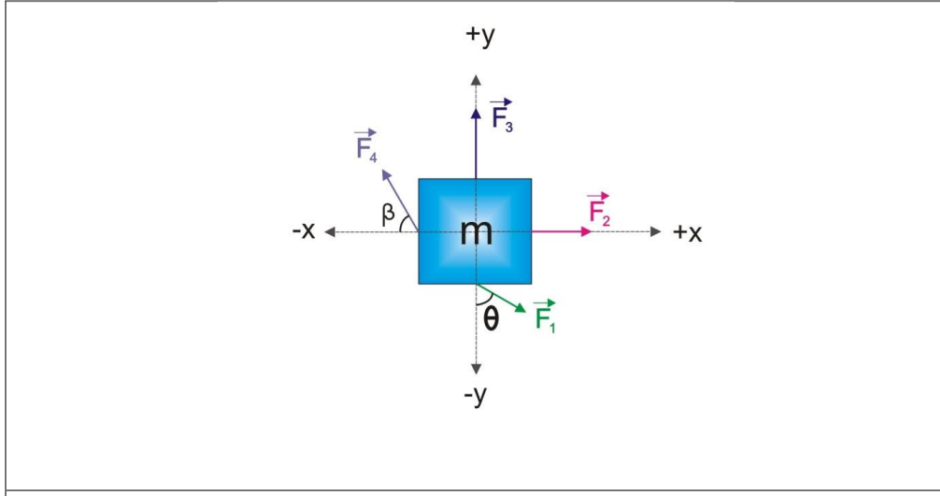
Şekil 1: Bir boyutta cisme etki eden kuvvetler

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 = 0 \quad (3)$$

$$F_1 + F_2 - (F_3 + F_4 + F_5) = 0 \quad (4)$$

Denge kavramını iki boyutta inceleyecek olursak;

Şekil 2’de olduğu gibi bir cisme iki boyutta kuvvetler de etki edebilir. Eğer cisim hareket etmiyor ise yani denge durumunda ise cisme etki eden net kuvvet sıfırdır. Yani cisme x ekseninde etki eden ve y ekseninde etki eden net kuvvet sıfırdır. Bu durumda iki eksenı ayrı ayrı incelemek gerekir.



Şekil 2: Bir cisme iki boyutta etki eden kuvvetler

x-ekseni:

$$\vec{F}_2 + \vec{F}_4 \cos \beta + \vec{F}_1 \sin \theta = 0 \quad (5)$$

$$F_2 + F_1 \sin \theta - F_4 \cos \beta = 0 \quad (6)$$

y-ekseni:

$$\vec{F}_3 + \vec{F}_4 \sin \beta + \vec{F}_1 \cos \theta = 0 \quad (7)$$

$$F_3 + F_4 \sin \beta - F_1 \cos \theta = 0 \quad (8)$$

şeklinde ifade edilir.

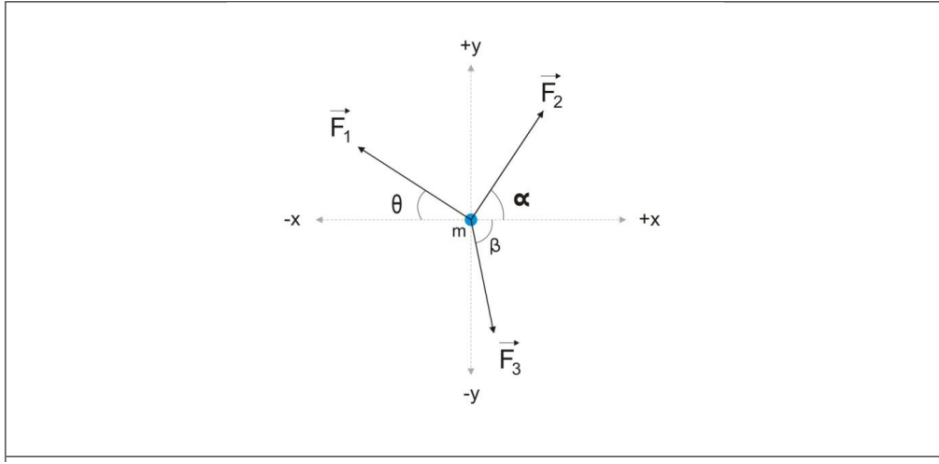
Şekil 3’de gösterildiği gibi, açıları ve kuvvetleri daha rahat görebilmek için cismi noktasal alabiliriz.

Şekil 3'deki üç kuvvetin etkisi altındaki cismin denge konumu;

$$F_2 \sin \alpha + F_1 \sin \theta = F_3 \sin \beta \quad (9)$$

$$F_2 \cos \alpha + F_3 \cos \beta = F_1 \cos \theta \quad (10)$$

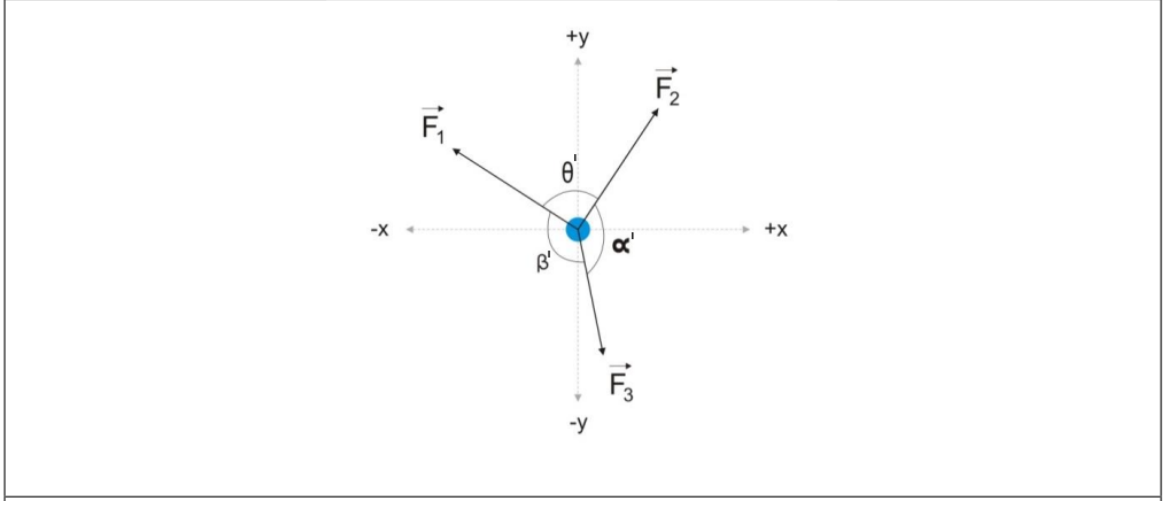
denklemleri ile ifade edilir.



Şekil 3: Bir cisme x-y düzleminde etki eden kuvvetler

Denge durumunda cisme etki eden kuvvetleri bulmanın daha kolay bir yolu da vardır ve sinüs teoremi (Denk. 11, Şekil 4) olarak bilinir.

$$\frac{F_1}{\sin \alpha'} = \frac{F_2}{\sin \beta'} = \frac{F_3}{\sin \theta'} \quad (11)$$



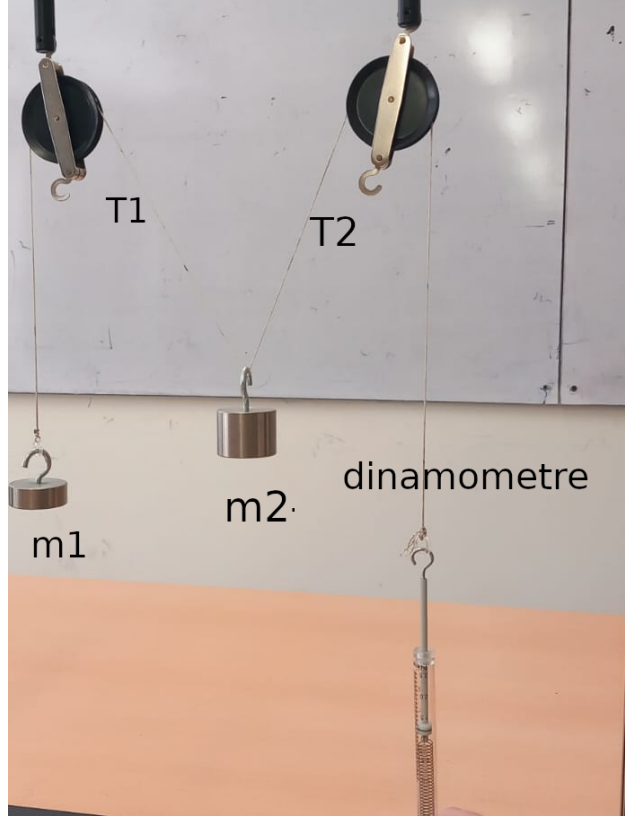
**Şekil 4:** Denge durumunda kuvvetler arasındaki ilişkinin sinüs teoremi ile bulunması

## Araçlar ve Gereçler

- Makara düzeneği
- Kütleler ve ip
- Dinamometre

## Deneyin Yapılışı

Deney düzeneğimizde kuvvetlerin dengesi Şekil 5'e benzer şekilde sağlanmaktadır.



Şekil 5: Deney düzeneği

1.  $m_1$ ,  $m_2$  kütleleri, askı ipini ve dinamometreyi kullanarak Şekil 5'deki düzeneği kurunuz.  $m_2$  kütlesi deney boyunca sabit  $200g$  değerinde olacaktır.
2.  $m_1$  kütlelerini ilk olarak  $50g$  almız. Dinamometreyi kullanarak sistemi dengeye getiriniz.
3. Sistem dengeye geldiğinde  $T_1$  ve  $T_2$  gerilimlerinin düşey ile yaptığı açıları ( $\alpha, \theta$ ) belirleyiniz.
4. Daha sonra aynı işlemleri  $100g$  ve  $150g$ 'lık  $m_1$  değerleriyle tekrarlayarak, bulduğunuz değerleri  $T_1$  gerilimi için Tablo 1'e,  $T_2$  gerilimi için ise Tablo 2'ye kaydediniz.

5. Daha sonra  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $m_2g$  kuvvetleri için denge halini her bir  $m_1$  değeri için önce x-ekseni (Denk.5 ve Denk. 6) daha sonra y-ekseni (Denk. 7 ve Denk. 8) için doğrulayınız.

6. Son olarak  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $m_2g$  kuvvetleri için denge halinden faydalanarak, her bir kuvvetin karşısındaki açığı Tablo 3'e kaydederek Denklem 11'de verilen sinüs teoremini doğrulayınız.

**Tablo 1:** Farklı kütleler ( $m_1$ ) için dinamometre değerleri,  $T_1$  kuvvetinin düşey doğrultu ile arasındaki açı ve bileşenleri

$m_1(g)$	dinamometre( $N$ )	$\alpha$	$T_{1x}(N)$	$T_{1y}(N)$
50				
100				
150				

**Tablo 2:** Farklı kütleler ( $m_1$ ) için dinamometre değerleri,  $T_2$  kuvvetinin düşey doğrultu ile arasındaki açı ve bileşenleri

$m_1(g)$	dinamometre( $N$ )	$\theta$	$T_{2x}(N)$	$T_{2y}(N)$
50				
100				
150				

**Tablo 3:** Farklı kütleler ( $m_1$ ) için dinamometre değerleri,  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $m_2g$  kuvvetlerinin karşısındaki açıların değerleri

$m_1(g)$	dinamometre( $N$ )	$\alpha$	$\beta$	$\theta$
50				
100				
150				