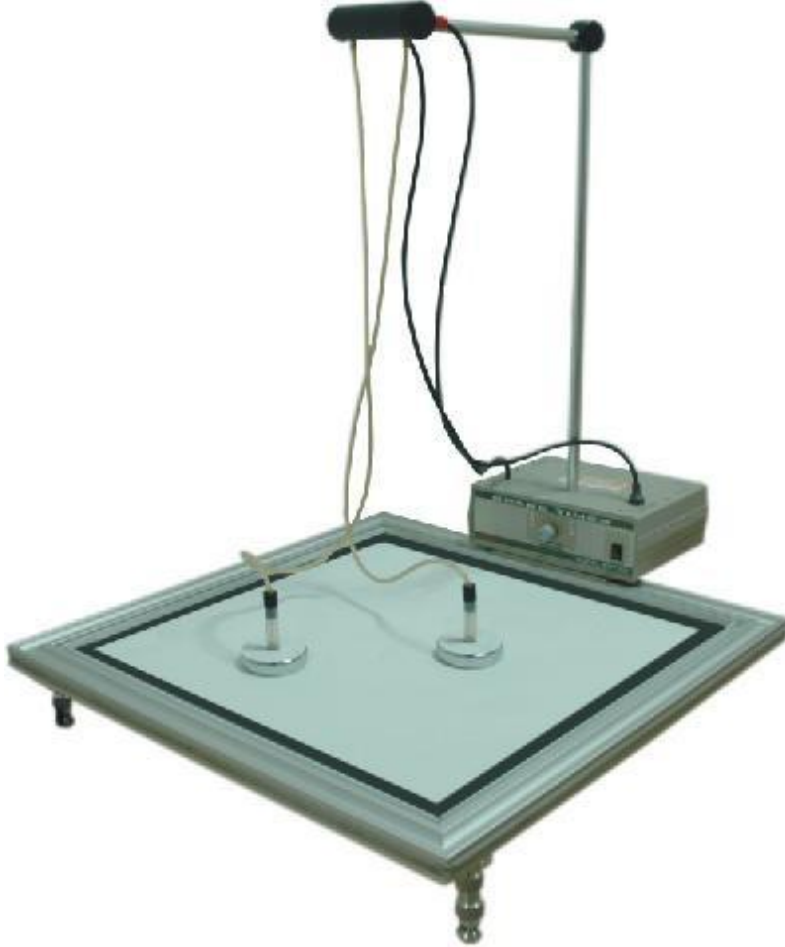


# DENEY

6

## ESNEK ve ESNEK OLMAYAN ÇARPIŞMA



## 1. Amaç

Esnek ve esnek olmayan çarpışmalarda momentumun ve kinetik enerjinin korunum durumunun deneysel olarak incelenmesi.

## 2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler

Momentumun korunumu ilkesi Newton'un ikinci yasasından çıkmakta olup, bir sisteme uygulanan net dış kuvvet sıfır ise sistemin momentumunun zamana göre sabit olduğunu ifade eder.

Bir sistemin toplam enerjisi, sistemin herhangi bir andaki kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamı olup, aşağıdaki eşitlik ile verilir:

$$E=K+U \quad (1)$$

Bu eşitlikte,  $K$  kinetik enerji ve  $U$  potansiyel enerjiyi göstermektedir.  $E$  toplam mekanik enerji olarak bilinir.

Eğer bir sistemde sadece korunumlu kuvvetler iş yapıyorsa, sistemin toplam enerjisi zamanla değişmez, sistemin toplam enerjisi sabit kalır (Enerjinin Korunumu Yasası). Tekrarlamakta fayda vardır, bir sistemin toplam enerjisinin korunması için sistem üzerine etki eden kuvvetlerin korunumlu olması gerekir.

**Soru 1:** Korunumlu kuvvet ne demektir? Korunumlu kuvvetlere örnek veriniz.

Dış kuvvet etkisinde olmayan iki cismin çarpışmasında momentum her zaman korunur, momentumla birlikte kinetik enerji de korunuyorsa bu tür çarpışmaya **esnek çarpışma** denir. Esnek çarpışmalara örnek olarak bilardo topu çarpışmaları ve oda sıcaklığında hava moleküllerinin kendilerini çevreleyen duvarlarla çarpışması verilebilir. Bu çarpışmalar, tam esnek bir çarpışma olmamasına rağmen, makroskopik boyutta yaklaşık olarak esnek çarpışma kabul edilir. Gerçek anlamda esnek çarpışmalar, atom ve atomaltı parçacıklar arasında oluşmaktadır.

Momentumun korunduğu kinetik enerjinin korunmadığı durumlardaki çarpışmaya ise **esnek olmayan çarpışma** denir. Bu çarpışmaya örnek olarak bir lastik topun katı bir yüzeye çarpışmasını verebiliriz. Lastik top çarpışma esnasında şekil değiştirerek kinetik enerjisinin bir kısmını potansiyel enerjiye dönüştürür. Bir diğer çarpışma ise, **tam esnek olmayan** çarpışmadır. Bu çarpışmada da esnek olmayan çarpışmada olduğu gibi momentum korunurken kinetik enerji korunmaz. Bu çarpışmanın esnek olmayan çarpışmadan farkı ise, çarpışan iki cismin çarpışmadan sonra birlikte hareket etmesidir.

Kütleleri  $m_1$  ve  $m_2$ , hızları  $\vec{v}_1$  ve  $\vec{v}_2$  olan iki cismin esnek çarpışmasından sonra hızları  $\vec{u}_1$  ve  $\vec{u}_2$  olsun. Bu çarpışmada momentumun korunumu şu şekilde ifade edilir:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 \quad (2)$$

Esnek çarpışmada kinetik enerji de korunur. Kinetik enerjinin korunumu aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 \quad (3)$$

Esnek çarpışmada momentum ve kinetik enerjinin korunumundan dolayı kütle merkezi de sabit hızla hareket eder. Kütle merkezinin  $\vec{V}_{KM}$  hızı:

$$\vec{V}_{KM} = (m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2)/(m_1 + m_2) \quad (4)$$

şeklinde verilir. Kütlelerin eşit olması durumunda ( $m_1 = m_2$ ) momentumun ve kinetik enerjinin korunumu denklemleri (Denklem 2 ve 3) aşağıda verildiği şekilde ifade edilebilir.

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 \quad (5)$$

$$v_1^2 + v_2^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (6)$$

Bu durumda kütle merkezinin hızı ( $\vec{V}_{KM}$ ) aşağıdaki bağlantı ile hesaplanır:

$$\vec{V}_{KM} = \frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2) = \frac{1}{2}(\vec{u}_1 + \vec{u}_2) \quad (7)$$

Esnek olmayan çarpışmalarda kinetik enerjide bir kayıp söz konusudur. Çarpışmadan önceki kinetik enerji  $K_1$  ve çarpışmadan sonraki kinetik enerji  $K_2$  olmak üzere  $K_1 > K_2$ 'dir ve toplam kinetik enerji farkı ya ısı enerjisine dönüşür ya da çarpışan cisimlerde potansiyel enerji olarak depo edilir. Esneklik katsayısı  $e$  ise aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$e = \frac{(K_1 - K_2)}{K_1} \quad (8)$$



**Şekil 1.** Esnek ve esnek olmayan çarpışmalara örnekler

- Bilardo topları esnek çarpışma
- Newton beşiği esnek çarpışma
- Amerikan futbolu oyuncularını esnek olmayan çarpışma

**Soru 2:** İki bilardo topu havada çarpışıyor. İki bilardo topundan oluşan sistemin çarpışmadan hemen önceki ve çarpışmadan hemen sonraki momentumları eşit olur mu? Neden?

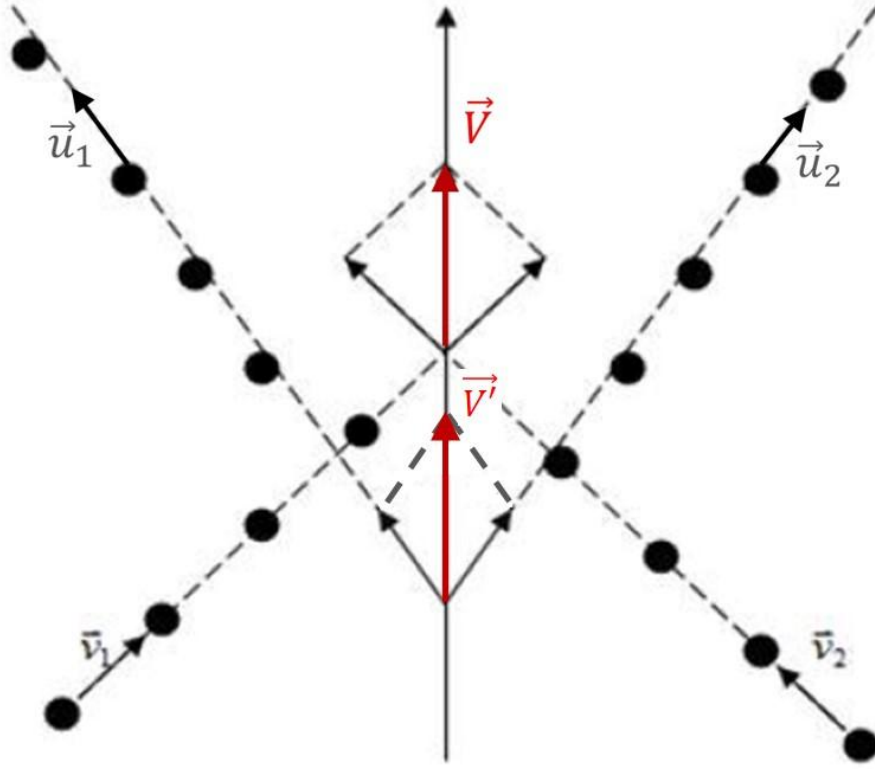
### 3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler

- ✓ Hava masası
- ✓ Veri kağıdı
- ✓ Hesap makinesi ve cetvel

### 4. Deneyin Yapılışı

#### 4.A. Esnek Çarpışma

1. Hava masasını yatay konuma getirdikten sonra diskleri size yakın köşelerine koyunuz.
2. Hava masasını çalıştırınız ve çarpışmanın ortada bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız. Ark pedalına, disklere hareket verdikten sonra basılmalıdır. Aksi durumda disklerin birbirine göre herhangi bir andaki konumlarını bulmanız güçleşir. Elde ettiğiniz izleri inceleyiniz.
3. Cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini (vektörlerin büyüklükleri hızları ile orantılı olmalıdır) Şekil 2’de görüldüğü gibi iz kağıdı üzerine çizdikten sonra, bu vektörlerin uzantılarının kesiştiği noktalar başlangıç olmak üzere, çarpışmadan önceki ve sonraki hızlarının vektörel toplamını paralelkenar metodu ile bulunuz.
4. Çarpışmada sistemin momentumunun korunup korunmadığını kontrol ediniz. (Sistemin çarpışmadan önceki ve sonraki toplam momentumlarının eşit olup olmadığını inceleyiniz. Momentumun korunması durumunda çarpışmadan önceki toplam momentumun (vektörel toplam) yönü ve büyüklüğü, çarpışmadan sonraki toplam momentumu yönü ve büyüklüğüne eşit olmalıdır).
5. Çarpışma öncesi ve sonrası hız değerlerini hesaplayarak kinetik enerjinin korunduğunu gösteriniz.
6. İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları gösteriniz. Hareket boyunca kütle merkezinin bulunduğu noktaları işaretleyiniz.
7. Kütlelerin eşit olması durumunda kütle merkezinin hızını bulunuz.



**Şekil 2.** Esnek çarpışma için, çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin hızları

$$\vec{V} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \text{ (Çarpışmadan önce)}$$

$$\vec{V}' = \vec{u}_1 + \vec{u}_2 \text{ (Çarpışmadan sonra)}$$

### **DERS NOTLARI**

## Sonuç ve Rapor-1

<b>Deney adı:</b>
<b>Bölüm:</b>
<b>Ad, Soyad:</b>
<b>Öğr. no:</b>
<b>Grup no:</b>
<b>Deney tarihi:</b>
<b>Rapor teslim tarihi:</b>

**Tablo 1.** Deneyde kullanılan  $t$ ,  $m_1$  ve  $m_2$  değerleri

$t$ (s) =	
$m_1$ (kg) =	$m_2$ (kg) =

**Tablo 2.** Esnek çarpışma için çarpışmadan önce ve sonra hız, kinetik enerji ve momentum değerleri (Aşağıdaki tabloya bulduğunuz hız ve momentumların büyüklüğünü yazınız).

Çarpışmadan Önce		Çarpışmadan sonra	
$ \vec{v}_1  =$	$ \vec{v}_2  =$	$ \vec{u}_1  =$	$ \vec{u}_2  =$
$K_1 =$	$K_2 =$	$K'_1 =$	$K'_2 =$
$ \vec{P}_1  =$	$ \vec{P}_2  =$	$ \vec{P}'_1  =$	$ \vec{P}'_2  =$
$ \vec{P}_1 + \vec{P}_2  =$		$ \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2  =$	
$ \vec{V}  =$		$ \vec{V}'  =$	

□

**Soru 3:** Kütle merkezi doğrusal bir yörünge boyunca hareket ediyor mu? Sizce bunun nedeni nedir?

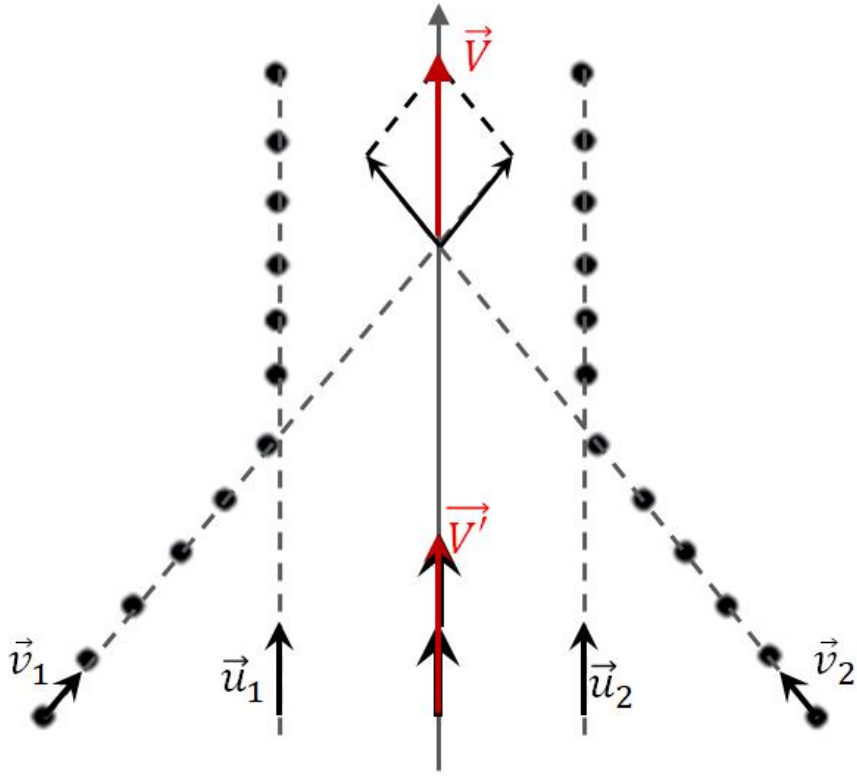
**Soru 4:**  $\vec{V}$  ve  $\vec{V}'$  (büyüklük ve yön bakımından) birbirine eşit oluyor mu? Eşit ise disklerin kütleleri için ne söyleyebilirsiniz? Bu sonuç momentumun korunduğunu gösterir mi?

**Soru 5:** Hava masası daha önce kullandığımız düzeneklerle eğik hale getirilip çarpışma deneyi eğik düzlem üzerinde yapılırsa, sistemin çarpışmadan önceki ve sonraki momentumları eşit olur mu? Bu işlemde kinetik enerji korunur mu? Sebeplerini belirtiniz.

#### 4.B. Esnek Olmayan Çarpışma

1. Hava masasını yatay konuma getirdikten sonra disklerin etrafını yapışkan bantla sarınız ve diskleri hava masasının size yakın köşelerine koyunuz.
2. Hava masasını çalıştırınız ve çarpışma masanın ortasında bir yerde olacak şekilde diskleri hafifçe hızlandırıp bırakınız. Ark pedalına, disklere hareket verdikten sonra basılmalıdır. Aksi durumda disklerin birbirine göre herhangi bir andaki konumlarını bulmak güçleşir. Elde ettiğiniz izleri inceleyiniz.
3. Cisimlerin çarpışmadan önceki ve sonraki hız vektörlerini (vektörlerin büyüklükleri hızları ile orantılı olmalıdır) Şekil 3'te görüldüğü gibi iz kağıdı üzerine çizdikten sonra, çarpışma öncesi için bu vektörlerin uzantılarının kesiştiği noktalar başlangıç olmak üzere hızların vektörel toplamını paralelkenar metodu ile bulunuz. Çarpışma sonrası için uzantılar kesişmeyeceğinden, vektörler aynı yönlü paralel vektörler olacaktır.
4. Çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin hızlarını hesaplayarak sistemin momentumunun korunduğunu gösteriniz.
5. Çarpışma öncesi ve sonrası kinetik enerjileri hesaplayarak kinetik enerjinin korunmadığını gösteriniz.
6. Esneklik katsayısını bulunuz.
7. İz grafiğinde birbirine karşılık gelen noktaları gösteriniz. Hareket boyunca kütle merkezinin bulunduğu noktaları işaretleyiniz.
8. Kütle merkezi için  $V$  hızının büyüklüğünü ölçünüz ve kütle merkezi hız eşitliğinden de hesaplayıp karşılaştırınız.





Şekil 3. Esnek olmayan çarpışma için, çarpışmadan önce ve sonra cisimlerin hızları

### DERS NOTLARI

## Sonuç ve Rapor-2

<b>Deney adı:</b>
<b>Bölüm:</b>
<b>Ad, Soyad:</b>
<b>Öğr. no:</b>
<b>Grup no:</b>
<b>Deney tarihi:</b>
<b>Rapor teslim tarihi:</b>

**Tablo 3.** Deneyde kullanılan  $t$ ,  $m_1$  ve  $m_2$  değerleri

$t$ (s) =	
$m_1$ (kg) =	$m_2$ (kg) =

**Tablo 4.** Esnek olmayan çarpışma için çarpışmadan önce ve sonra hız, kinetik enerji ve momentum değerleri (Aşağıdaki tabloya bulduğunuz hız ve momentumları büyüklüğünü yazınız.)

Çarpışmadan Önce		Çarpışmadan sonra	
$ \vec{v}_1  =$	$ \vec{v}_2  =$	$ \vec{u}_1  =$	$ \vec{u}_2  =$
$K_1 =$	$K_2 =$	$K'_1 =$	$K'_2 =$
$ \vec{P}_1  =$	$ \vec{P}_2  =$	$ \vec{P}'_1  =$	$ \vec{P}'_2  =$
$ \vec{P}_1 + \vec{P}_2  =$		$ \vec{P}'_1 + \vec{P}'_2  =$	
$ \vec{V}  =$		$ \vec{V}'  =$	