



**MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**  
**FİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**FZM0151 FİZİK-I LABORATUVARI**

<b>ÖĞRENCİ NO:</b>	<b>AD-SOYAD:</b>
20290255 20290833 20290036 20290270 19290006	ABDURRAHMAN GÜR NOURALDIN S. I. ABDALLAH QUTAIBA R. A. ALASHQAR AHMET BERK KOÇ ABDENNASSER ROMANİ
<b>GRUP NO:</b>	1.

<b>DENEYİN ADI:</b>	Esnek Olmayan Çarpışmalar
<b>DENEY TARİHİ:</b>	21.12.2020
<b>ARAÇ VE GEREÇLER:</b>	Hava masası Düz masa Spark zamanlayıcı Diskler Kompresör(Compressor) Ayak Anahtarları(Foot switches) Karbon kâğıt Beyaz kâğıt

<b>Deneyin Amacı</b>	<p>Bu deneyin amacı, momentumun korunduğunu ve kinetik enerjinin korunmadığını ispatlamaktır.</p> <p>Çarpışmadan önceki cisimlerin toplam kinetik enerjisi, çarpışmadan sonra cisimlerin kinetik enerjilerinin toplamına eşit değildir ve bu deney ile bu yasanın oluşma nedenlerini doğrulamak ve anlamak istiyoruz.</p> <p>Deneyin bir diğer amacı, çarpışmadan önce momentumun korunumu yasasının çarpışmadan sonraki momentuma eşit kalmasını sağlamaktır.</p>
<b>Deneyin Beklentisi</b>	<p>Esnek olmayan çarpışmanın temel niteliklerini gözlemleyebilmeyi hedefliyoruz.</p> <p>Hareket denklemlerini uygulayarak, deneyi doğru uygulayarak, deneysel ve teorik sonuçlar elde ederek, sonuçları birbirleriyle karşılaştırarak, hata oranını elde etmeyi bekliyoruz.</p> <p>Bu deneyden kinetik enerjinin bir kısmının kaybedileceğini, başka bir enerji türüne dönüştürülmesini bekliyoruz, bu da termal enerjiye veya başka herhangi bir enerjiye dönüşüm olabilir. Bu enerji kaybı meydana geldiğinde ve başka bir enerji türüne dönüştürüldüğünde, bu sistemde kırılma veya eğriliğe neden olabilir.</p>

<p><b>Teorik Bilgi</b></p>	<p><b>Hareket:</b></p> <p>Hareket sıfırdan farklı herhangi bir kütleye sahip bir cismin sabit bir noktaya göre bulunduğu konumu zamana karşı değiştirmesidir.</p> <p><b>Newton'un 2. Hareket Kanunu:</b></p> <p>Bir cismin ivmesi, cisme etki eden net kuvvetle orantılı ve aynı yöndedir.</p> $\vec{F} = m\vec{a}$ $= m \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d(m\vec{V})}{dt}$ $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ <p>Şekildeki bağıntıdan görebileceğimiz gibi benzer bir ifadeyle bir cismin momentumun zamana karşı değişimi ile cisme etki eden net kuvvetin orantılı ve yönlerinin de aynı olduğunu görürüz.</p> <p><b>Kütle:</b></p> <p>Bir cismin eylemsiz olmak istemesine sebep olan, kütleçekim kuvveti ile cisimlerin birbirini çekmesine sağlayan, uzay zamanı büken ve kütle-enerji eşdeğerliğine göre bir enerji olarak değerlendirilebilen SI'daki temel birime kütle denir. Birimi kilogramdır</p> <p>Üzerlerindeki net kuvvet eşit olan iki cismin ivmelerinin orantısı yalnızca kütlelerine bağlıdır.</p> $F = ma, \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$ <p><b>Konum:</b></p> <p>Konum seçilmiş olan bir nesne veya noktanın referans olarak seçtiğimiz noktaya olan yönlü uzaklığına denir.</p>
----------------------------	---

**Hız:**

Belirli bir cismin birim zamanda yönlü olarak yer değıştirme miktarına denir.

Vektörel bir büyüklüktür ve birimi SI birim sistemine göre m/s'dir.

$$\vec{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{t_2 - t_1}$$

**Yer değıştirme:**

Hareketli bir parçacığın veya noktanın konumundaki değışikliklerdir. Yer değıştirmede hareketli olan noktanın son konumundan ilk bulunduğu noktaya doğru bir doğru çizersek doğrusal bir vektör elde ederiz. Yönlü olan bu büyüklük yer değıştirmedir.

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_{\text{son}} - \vec{x}_{\text{ilk}}$$

**Ortalama Hız:**

Hareketli bir cismin hareket süresince aldığı toplam yolun, geçen toplam süreye bölünmesiyle elde edilen bir büyüklüktür.

$$\vec{v}_{\text{ort}} = \frac{\sum \text{Toplam Alınan Yol}}{\sum \text{Toplam Süre}}$$

**Anlık Hız:**

Anlık hız hareketli olan bir cismin hareketi sırasındaki herhangi bir zamandaki skaler hızı olarak tanımlanır. Genellikle grafikte verilmiş olan değerler arasından iki tanesi seçilir ve bunlar arasındaki eğim bağıntısı kullanılarak bir teğet yardımıyla anlık hız bulunur.

**Esnek Olmayan Çarpışmalar**

Esnek çarpışmalar; çarpışan cisimlerin, çarpışmadan sonra cisimlerin birbirleriyle birleşip harekete devam ettikleri, toplam kinetik enerjinin korunmadığı ama toplam momentumunun korunduğu çarpışmalardır.

**Momentum Korunumu:**

Momentum = kütle x hız olmak üzere, kütleleri eşit iki cismin çarpışmadan önceki momentumlarının toplamı ile çarpışmadan sonraki toplam kütlelerin momentumuyla aynı olması beklenir. Şekildeki gibi denkleştirilebilir.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$$

Momentumun korunumu x ve y eksenine ayrılarak skaler gibi incelenebilir.

**Kinetik Enerji:**

Kinetik enerji esnek olmayan çarpışmaları gereği korunmayacaktır. Başlangıçtaki kinetik enerjilerin toplamı ile çarpışmadan sonraki kinetik enerjilerinin toplamı karşılaştırılarak enerji kaybı hesaplanabilir.

**Hava Masası:**

Bir cam masanın üzerine konulan iki metal diske bağlı hortumlara hava pompalanır, hava yastığı etkisi ile metal disklerin sürtünmesi yok sayılacak kadar azaltılması amaçlanır. Metal diskin altına iletken karbon kâğıdı ve üzerine deney verilerinin kaydedilmesi için veri kâğıdı konur.



Metal diskler ark zamanlayıcısına bağlıdır. Metal diskler hareket halindeyken, ark zamanlayıcısı belirli zaman aralıklarıyla veri kâğıdının üzerine noktalar bırakır. Bu noktalar arası mesafelerden yola çıkılarak diskin hızı hakkında yorum yapılabilir.

<b>Kaynaklar</b>	<a href="https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/inelastic-collisions">https://www.sciencedirect.com/topics/physics-and-astronomy/inelastic-collisions</a> <a href="https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/8-5-inelastic-collisions-in-one-dimension/">https://courses.lumenlearning.com/physics/chapter/8-5-inelastic-collisions-in-one-dimension/</a> <a href="http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/elacol.html">http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/elacol.html</a> <a href="https://www.texasgateway.org/resource/83-elastic-and-inelastic-collisions">https://www.texasgateway.org/resource/83-elastic-and-inelastic-collisions</a>
------------------	--

## DENEYİN YAPILIŞI:

1. Hava masasına boyutları aynı olan bir karbon kâğıt ve beyaz bir kâğıt yerleştirilir.
2. Beyaz kâğıdına iki metal disk yerleştirilir.
3. Vertro bandı iki diskin etrafına sıkı bir şekilde sarılır. Bandın kenarlarının veri kâğıdının yüzey ile temas etmediğine emin olunur.
4. Ark üreticinin frekansı 20 Hz' e ayarlanır.
5. Disklerin her biri köşelere yerleştirilir.
6. İki disk hareket ettiğinde ark üreten pedala ve hava pompasını çalıştıran pedala basılır.
7. Atıştan sonra kâğıt masadan çıkarılır. Bir cetvel ile noktalar arasındaki mesafeler ölçülerek not edilir.
8. Ark üreticinin frekansını dikkate alarak her bir nokta için zamanları hesaplanır.

## VERİLER VE HESAPLAMALAR:

Tablo 1. Deneyde ölçülen veriler

$m_1=m_2=m(\text{gr})$	$v_1(\text{cm/s})$	$v_2(\text{cm/s})$	$\theta_1(^{\circ})$	$\theta_2(^{\circ})$
557	31,6	34,8	14	30

Tablo 2. Hata hesabı için veriler

	$v'(\text{cm/s})$	$\theta'(^{\circ})$
<b>Deneysel</b>	23,7	9
<b>Teorik</b>	33,2	24,5
<b>% fark</b>	28,6	63,2

Tablo 3. Hesaplanıp doldurulacak değerler

Nicelikler	Eşitlikler	Değerleri	Toplamları
$(\vec{P}_1)_x$	$mv_1\cos\theta_1$	17,10 kg.cm/s	$(\vec{P}_{ilk})_x = 35,82$
$(\vec{P}_2)_x$	$mv_2\cos\theta_2$	18,72 kg.cm/s	
$(\vec{P}_1)_y$	$-mv_1\sin\theta_1$	- 4,26 kg.cm/s	$(\vec{P}_{ilk})_y = 5,43$
$(\vec{P}_2)_y$	$mv_2\sin\theta_2$	9,69 kg.cm/s	
$(\vec{P}_1^i)_x$	$mv'\cos\theta'$	16,83 kg.cm/s	$(\vec{P}_{son})_x = 33,66$
$(\vec{P}_2^i)_x$			
$(\vec{P}_1^i)_y$	$-mv'\sin\theta'$	- 7,67 kg.cm/s	$(\vec{P}_{son})_y = - 15,34$
$(\vec{P}_2^i)_y$			
$(K_1)_{ilk}$	$\frac{1}{2}mv_1^2$	278,10 kg.cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	$K_{ilk} = 615,38$
$(K_2)_{ilk}$	$\frac{1}{2}mv_2^2$	337,28 kg.cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	
$(K_1)_{son}$	$\frac{1}{2}mv'^2$	306,97 kg.cm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	$K_{son} = 613,94$
$(K_2)_{son}$			

Tablo 4. Hata hesabının yapılacağı değerler

Nicelikler	Değerleri	% kayıp
$(\vec{P}_{ilk})_x$	35,82	6,03
$(\vec{P}_{son})_x$	33,66	
$(\vec{P}_{ilk})_y$	5,43	- 184,1
$(\vec{P}_{son})_y$	15,34	
$K_{ilk}$	615,38	0,24
$K_{son}$	613,94	

- *V' Hesaplama :*

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V' \quad ; \quad m_1 = m_2 = m \quad \Rightarrow \quad m(V_1 + V_2) = 2mV'$$

$$\Rightarrow \quad V' = \frac{(V_1 + V_2)}{2}$$

$$\Rightarrow \quad V' = \frac{(31,6 + 34,8)}{2}$$

$$\Rightarrow \quad V' = 33,2 \text{ cm/s}$$

-  *$\theta'$  Hesaplama :*

$$V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2 = 2 V' \cos \theta' \quad \Rightarrow \quad \cos \theta' = \frac{V_1 \cos \theta_1 + V_2 \cos \theta_2}{2 V'}$$

$$\Rightarrow \quad \cos \theta' = \frac{31,6 \cos 14 + 34,8 \cos 30}{2 \times 33,2}$$

$$\Rightarrow \quad \cos \theta' = 0,91$$

$$\Rightarrow \quad \theta' = \cos^{-1} 0,91 = 24,5^\circ$$

- *Hata hesaplama :*

$$hata = \frac{|X_{teorik} - X_{deney}|}{X_{teorik}} \times 100$$

- *Kayıp hesaplama :*

$$kayip = \frac{X_{ilk} - X_{son}}{X_{ilk}} \times 100$$



## SONUÇLAR VE YORUMLAR:

Çarpışmalarda genel olarak momentum korunumu ilkesi ele alınarak değerlendirme yapılır. Esnek olmayan çarpışmalarda momentum korunumu yasası geçerli olduğu halde enerji korunumu olduğu söylenemez. Farklı kütlelerdeki cisimler birbiriyle çarpışacağı noktaya gelene kadar farklı hız ve momentum büyüklüğü değerleri ile gelirler. Bu durumda farklı açı değerleri ile çarpışma noktasına gelmeleri beklenmektedir. Buna göre değerlendirecek olursak farklı açı değerleri ile gelen farklı kütleli cisimlerin geliş momentumlarını bulmak için hızın farklı bileşenlerinden faydalanmak gerekir. Esnek olmayan çarpışmalarda farklı momentum büyüklükleri ile çarpışan cisimler momentum korunum yasası gereğince birleştikten sonra ortak bir kütle gibi hareket eder ve bu ortak kütle momentumu koruyacak şekilde ortak bir açı ile hareket eder.

Burada mühim olan bir diğer nokta ise momentumun hem x hem de y eksenindeki değerleri için farklı bileşen değerlerini ele almaktır.

Örneğin  $P_1(x)$  değeri  $= mv_1 \cos \theta_1$  ve o da  $17,10 \text{ kg.cm/s}$  şeklinde ifade edilecektir.

$((P_2)^x) = mv_2 \cos \theta_2$  ve o da  $18,72 \text{ kg.cm/s}$  şeklinde ifade edilecektir.

$((P_2)^y) = mv_2 \sin \theta_2$  ve o da  $9,69 \text{ kg.cm/s}$  şeklinde ifade edilecektir.

Örneklerde de görüldüğü gibi farklı bileşenlere sahip momentum değerlerinin hem x hem de y eksenine formüllere yerleştirilip ele alındı. Burada ele alınması gereken bir diğer nokta ise esnek olmayan çarpışmalarda geçerli olan formülün bileşenleri için uygulanan formüller arası geçiştir.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \text{ formülü ele alınacak olursa}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$m_1 v_1 - m_1 v'_1 = m_2 v'_2 - m_2 v_2 \text{ bundan sonraki adımda ortak paranteze alınırsa;}$$

$$m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2) \text{ eşitliği elde edilir ve deneye göre } m_1 = m_2 = m \text{ alınırsa;}$$

$$v_1 - v'_1 = v'_2 - v_2 \text{ buradan da } v_1 + v_2 = 2v' \text{ eşitliği elde edilir.}$$

Deneydeki farklı geliş açıları ve hız açılarından ötürü hızlar farklı değerlere sahiptir ve bu hız değerlerinin farklı bileşenleri açılıp formüle tekrar yerleştirildiği zaman sadece sin ve cos için geçerli olan formüle geçiş yapılmış olacaktır. İlk adım olarak teorikteki bu bilgiler deneydeki beyaz kağıda dikey x ve y eksenleri çizilerek görselleştirildi. Buna göre tekrar farklı geliş momentumlarının varlığı doğrulandı. Deney kağıdında eşit kütleli disklerin bırakmış olduğu ark izleri sayesinde cisimlerin yapıştıktan sonraki yörüngesi de çizilmiş ve gözlemlenmiş oldu. Deney sonucunda kütlelerin merkezlerinin dikey x ve y eksenlerini aynı yönde ve aynı açıyla terk ettiği ispatlanmış oldu.

Deneyin bir diğer önemli parçası ise momentum korunumu ve enerji korunumu yasasının deney üzerinde incelenebilir olmasıdır. Esnek olmayan çarpışmalarda deney sonrası enerjinin korunmadığı görüldü.

Örneğin deneydeki İlk (ilk enerji değeri)  $615,38 \text{ J}$  ve Eson (son enerji değeri)  $613,94 \text{ J}$  olarak gözlemlenmiş ve hata oranı incelenmesi için tekrar formüle aktarıldı. Burada da kayıp oranı  $\%0.24$  olarak elde edildi. Fakat momentum korunumu ise belirli bir hata oranıyla denklemler ile uyum içerisinde olacak şekilde elde edilmiştir.

Açı değeri deneysel olarak ele alındığı zaman  $((P_{\text{ilk}})^x) = 35,82$  ve  $((P_{\text{son}})^x) = 33,66$  görüldüğü değerlere sahip olur. Deneysel ve teorik açı değerleri sırasıyla  $9^\circ$  derece ve  $24.5^\circ$  derece olarak ele alındığında hata oranının da  $\%63.2$  olduğu gözlemlenmiştir. Deney sonucunda hata oranındaki bu payın da teorik ve deneysel açı değerlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünüldü.