

**T.C.**  
**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FİZİK-I DENEYLERİ DENEY KILAVUZU**  
**(MEKANİK)**

**Hazırlayan**  
**Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN**



**BURSA – 2021**

**T.C.**  
**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FİZİK-I DENEYLERİ DENEY KILAVUZU**  
**(MEKANİK)**

**Hazırlayan**  
**Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN**

**Bursa – 2021**

## ÖNSÖZ

Sevgili Öğrenciler,

Bu deney kılavuzu fen ve mühendislik dallarında öğrenim gören öğrenciler için hazırlanmıştır. Amaç temel fizik ve mekanikle ilgili kavram ve prensiplerin öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğini sağlamaktır.

Bir konuyu canlandırmak ve eylemsel hale dönüştürmek öğrenme sürecinde en can alıcı ve kalıcılığı sağlayan noktadır. Bu nedenle, öğrenci laboratuvarları derslerde edinilmesi istenilen bilgileri destekleyici ve pekiştirici deneylerin yapıldığı, öğreticilerle öğrencilerin bire-bir öğretme ve öğrenme imkânı buldukları yerler olarak mütalaa edilmelidir. Bu laboratuvar da yapacağınız deneylerden ve öğreticilerden azami faydayı sağlamak amacıyla olmalısınız. Azami fayda için laboratuvara önceden hazırlanarak eksiksiz devam etmeli ve bire-bir öğrenimin yolunu açmalısınız.

Deney kılavuzu laboratuvar çalışmaları boyunca ihtiyaç duyulacak bilgilerin bulunduğu genel bilgiler kısmı ile başlayıp, iki adet deney ve siz öğrencilerimize rapor hazırlamada kılavuz olması amacıyla bir de Örnek Deney Raporu Formundan oluşmaktadır. 1. Deneyde; Doğrusal Hareket ve İki Boyutlu Hareket, 2. Deneyde ise Denge, Moment, Basit Sarkaç ve Mekanik Enerjinin Korunumu konuları ele alınacaktır. Deneyler Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Fizik Bölümü Laboratuvarındaki mevcut imkânlar doğrultusunda hazırlanmıştır. 2017 yılında hazırlanan bu deney kılavuzu her güz dönemi başında laboratuvar ortamındaki imkanlar doğrultusunda güncellenmektedir. Bu sene pandemi koşulları gereği mümkün mertebe sosyal mesafenin korunması amacıyla deney sayısı azaltılmıştır. Güncellemelerin yapılmasında yardımcı olan bölümümüz asistanları Arş. Gör. Berk MORKOÇ ve Arş. Gör. Mehmet Hilmi SOMAY'a çok teşekkür ederim. Deneyler fakültemizin çeşitli birimlerinden araştırma görevlilerinin yardımıyla yürütülecektir. Deneyleri yürütecek olan diğer asistanlara da gösterecekleri özverili destekleri için ayrıca teşekkür ederim.

Hep birlikte sağlıklı bir dönem geçirmek temennisi ile hepinize başarılar dilerim.

**Prof. Dr. Songül AKBULUT ÖZEN**

**Ekim, 2021**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
LABORATUVAR DERSİ İLE İLGİLİ BİLGİLENDİRME VE KURALLAR.....	IV
DENEY 1.....	1
DOĞRUSAL HAREKET VE İKİ BOYUTLU HAREKET	
DENEY 2.....	11
DENGİ, MOMENT, BASİT SARKAÇ VE MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU	
YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	17
ÖRNEK DENEY RAPORU FORMU.....	18

## LABORATUVAR DERSİ İLE İLGİLİ BİLGİLENDİRME VE KURALLAR

1. Laboratuvar dersine zamanında gelmeyen öğrenci gerekçesi her ne olursa olsun derse alınmaz ve o deneye katılmadı olarak kabul edilir.
2. Laboratuvar dersine gelen her öğrenci deney föyünü veya ilgili deneyin tamamını yanında getirmek zorundadır. Deney föyü yanında olmayan öğrenci laboratuvardan atılır ve o deneyi yapmadı olarak kabul edilir.
3. Laboratuvarda devamsızlık hakkı veya herhangi bir telafi söz konusu değildir. Her öğrenci belirlenen tarihlerde iki deneye de katılmak zorundadır. Deneylerden herhangi birine katılım sağlanmaması durumunda öğrenci laboratuvardan ve dolayısıyla Fizik I dersinden otomatik olarak kalır. (Sadece COVID olan öğrenciler test sonuçlarını göstermek kaydı ile telafi hakkına sahip olurlar.)
4. Öğrenci laboratuvara gelmeden önce yapılacak deneyle ilgili kaynaklara başvurarak bir ön çalışma yapmalıdır.
5. Öğrenciler laboratuvarda pandemi sürecini de dikkate alarak davranmalı ve kendi deney masası dışında ki alanlarda bulunmamalıdır.
6. Laboratuvara yiyecek ve içecek getirmek yasaktır.
7. Deneyin yapılışı sırasındaki gözlemler, ölçümler ve hesaplamalar deney föyündeki ilgili kısma not edilmelidir.
8. Laboratuvardaki tüm araç ve gereçler kullanırken özenli ve dikkatli davranılmalıdır. Deney aletlerine zarar verilmesi durumunda masraf zarar veren öğrenciden karşılanır.
9. Deney masası toplu ve temiz bırakılmalıdır (su şişesi, pet bardak, kalem, silgi ve atıkları deney masalarında ve laboratuvar raflarında bırakılmamalıdır)
10. Çalışmalar sırasında herhangi bir şeye ihtiyaç duyulduğunda görevlilerin yardımına başvurulur ve onların bilgisi dışında araç ve gereç kullanılmaz.
11. Deney sonunda öğrenilen bilgiler, toplanan veriler, yapılan hesaplamalar, oluşturulan tablolar, çizilen grafikler ve gerekli açıklamalarla birlikte hazırlanan raporlar **bir sonraki hafta Cuma gününe kadar ilgili asistana teslim edilir**. Raporunu zamanında teslim etmeyen öğrenci o deney raporundan sıfır olarak not alır.
12. Öğrenciler rapor notlarını tüm deney grupları deneylerini tamamladıktan sonra öğrenirler.
13. Dönem sonunda not veya devam konusunda herhangi bir problem yaşanması durumunda, zamanında teslim edilmiş raporlara ihtiyaç duyulabileceği için **görevli asistanlar tarafından tüm deney raporları muhafaza edilerek deneyler bitince Fizik Bölümü asistanlarına eksiksiz bir şekilde teslim edilmelidir**.

**NOT:** Tüm bu kuralların düzgün bir şekilde uygulanabilmesi ve faydalı bir yarı yıl geçirilmesi için öğrenciler kadar dersin sorumlusu Öğretim Üyesi ve derse katılan Araştırma Görevlilerinin de titiz ve sorumlu bir şekilde davranması gerekmektedir.



## DENEY 1: DOĞRUSAL HAREKET VE İKİ BOYUTLU HAREKET

### I. KISIM: DOĞRUSAL HAREKET

#### A. Amaç

- Cisimlerin yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunun öğretilmesi ve gözlenmesi,
- Yer çekimi kuvvetinin etkisi ile cisimlerin ivmeli hareket yaptıklarının incelenmesi,
- Yer çekimi ivmesinin hesaplanması.

#### B. Kullanılan Araç-Gereç

Serbest düşme deney düzeneği, Bilye

#### C. Teorik Bilgi

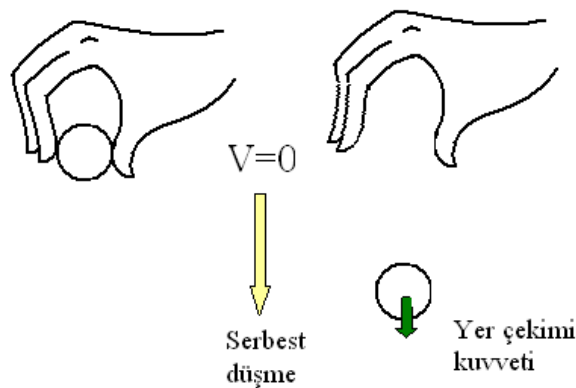
Bir cismin hızı zamanla değişiyorsa o cisim ivmeli hareket yapıyor denir. Cismin  $\Delta t$  süresinde sahip olduğu ortalama ivme aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1.1)$$

Burada cismin  $t_1$  ve  $t_2$  anlarındaki hızı  $v_1$  ve  $v_2$  ile gösterilmiştir. Cismin sahip olduğu anlık ivme ise hızın türevidir:

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (1.2)$$

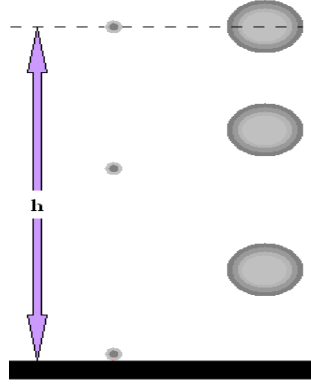
Bunun sonucu olarak bütün cisimler bir yükseklikten serbest bırakıldığında sabit bir çizgisel ivme ile düşerler. Bu ivmenin büyüklüğü  $9.80665 \text{ m/s}^2$  ve  $g$  ile gösterilir. Bu olaya da serbest düşme denir. Şekil 1.1’de ilk hızsız serbest düşmeye bırakılan bir cisim ve üzerine etki eden yerçekimi kuvveti verilmiştir.



Şekil 1.1 Serbest düşen cisim diyagramı

Ancak serbest düşme yalnızca özel durumlar için geçerlidir. Eğer bir elma ile bir kuş tüyünü belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakırsak elma yere çok daha erken düşer. Düşen cisimleri yerçekimi kuvveti dışında etkileyen başka bir kuvvet daha vardır. Bu kuvvet, cisimlere kesit alanlarıyla orantılı olarak etki eden havanın sürtünme kuvvetidir. Eğer bu deney havası alınmış bir ortamda yapılmış olsa idi tüy ile elmanın aynı anda yere düştüğü gözlenirdi. Örneğin elimizde ağırlıkları eşit olan fakat kesit alanları farklı bir plastik top ile

bir demir bilye olduğunu düşünelim (Şekil 1.2). Plastik top demir bilyeye oranla çok daha büyük olsun. Ağırlıkları eşit bu iki cismi, belirli bir yükseklikten, aynı anda bıraktığımızda demir bilye daha çabuk aşağı düşer. Çünkü plastik topun kesit alanı demir bilyeye göre çok daha fazla olduğundan hava sürtünme kuvveti plastik topa daha fazla etki eder ve düşme süresi uzar.



Şekil 1.2 Bilye ve lastik topun serbest hareketi

Bu deneyimizde, farklı kütlelerde bilyeler kullanılacaktır. Kullanılan bilyelerin kesit alanları hemen hemen aynı olduğu için her birine etki eden hava sürtünmesini aynı kabul edebiliriz. Bu durumda aynı yükseklikten serbest düşmeye bırakılan ve kütleleri farklı olan cisimlerin yere aynı süre içinde düştüğünü gözlemleyeceğiz. Çünkü serbest düşen bir cisim  $g$  ivmesine sahip olduğu için  $t$  sürede:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1.3)$$

kadar yol alır. Yukarıdaki bağıntıdan da açıkça görüldüğü gibi yere düşme süresi kütleden bağımsızdır.

#### D. Deney

- Deney düzeneğinde bilyenin tutturulduğu mıknatıs ile ışık bariyeri arasındaki mesafeyi ray üzerindeki cetvel yardımıyla 20 cm olarak ayarlayınız. Butonu kullanarak bilyeyi serbest bırakınız ve düşüş süresi ölçümünü gerçekleştiriniz. Bu ölçümü üç kere tekrar ediniz ve ortalama düşüş süresini hesaplayınız. Elde edilen sonuçları Tablo 1.1'e kaydediniz.
- 40 cm, 60 cm ve 80 cm olmak üzere farklı yükseklikler için ölçümleri tekrarlayınız.
- Ortalama düşüş süresi değerlerini kullanarak yer çekimi ivmesini hesaplayınız.
- Hesapladığınız yer çekimi ivmelerinin ortalamasını kullanarak bir standart sapma değeri hesaplayınız.
- Yer çekimi ivmesinin gerçek değeri ile hesapladığınız değer arasında hata hesabı yapınız.
- Tablo 1.1'i kullanarak yüksekliğin ortalama süreye göre değişim grafiğini ( $t_{ort} - h$ ) ve yüksekliğin ortalama sürenin karesine göre değişim ( $t_{ort}^2 - h$ ) grafiğini çiziniz. (NOT:  $t_{ort}^2 - h$  grafiği doğrusal bir grafik olmalıdır ve bu doğrunun eğimi bize bilyenin ivmesinin yarısını verecektir.)

Tablo 1.1 Serbest düşme hareketi için alınan ölçümler ve hesaplamalar



$h$ (cm)	Ölçüm No	$t$ (s)	$t_{ort}$ (s)	$t_{ort}^2$ (s <sup>2</sup> )	$g$ (m/s <sup>2</sup> )
20	1				
	2				
	3				
	4				
40	1				
	2				
	3				
	4				
60	1				
	2				
	3				
	4.				
80	1				
	2				
	3				
	4				
$g_{ort} =$			$m.s^{-2}$		
$g_{std} =$			$m.s^{-2}$		
$g = g_{ort} + g_{std} =$			$\pm m.s^{-2}$		
Hata = %					

**E. Sorular**

1. Hava sürtünmesini hesaba kattığımızda hız nasıl değişirdi? Açıklayınız.

## II.KISIM: İKİ BOYUTLU HAREKET

### A. Amaç

- Topun ilk hızının belirlenmesi,
- Ölçülen menzil ile hesaplanan menzilin karşılaştırılması,
- Eğik atış hareketinde açı, menzil ve tepe noktasındaki bağlantının gözlemlenmesi.

### B. Kullanılan Araç-Gereç

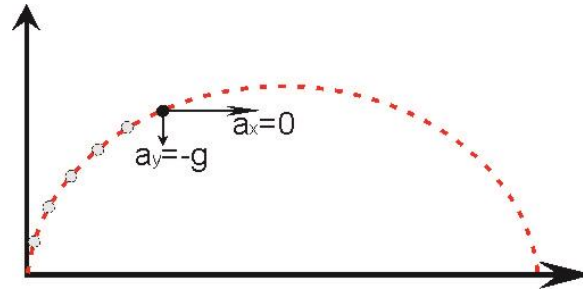
Atış mekanizması, Cetvel, Kontrol kutusu, Bilye, Karbon kağıdı

### C. Teorik Bilgi

Eğik atış hareketi; düşeyde aşağıdan yukarıya düşey atış, yatayda ise sabit hızlı hareketin 2-boyutlu bir düzlem üzerinde bileşik parabolik hareketidir. Gündelik hayatımızda tenis topunun hareketi, basketbol topunun hareketi, havan topunun hareketi eğik atış hareketine örnek verilebilir. Bu hareketlerde hava direncinin etkisini ihmal ettiğimizde hareket boyunca parçacığa etki eden tek kuvvet yer çekimi kuvveti olup ( $g$  = yer çekimi ivmesi), sabit ve aşağıya doğrudur. Bu durumda;

$$a_x (\text{ivmenin yatay bileşeni}) = 0,$$

$$a_y (\text{ivmenin dikey bileşeni}) = -g \text{ dir (Şekil 1.3).}$$



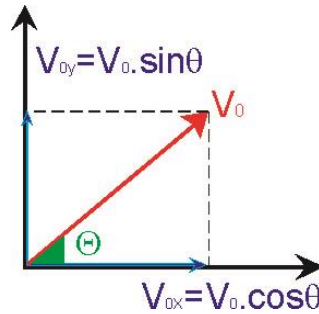
Şekil 1.3 Cismin yatay ve dikey ivmesi

Parçacığın  $t = 0$  anında bulunduğu konumu  $x_0 = 0$ ,  $y_0 = 0$ , hızını  $v_0$  ve  $x$  düzlemi ile yaptığı açığı da  $\theta_0$  olarak tanımlarsak (Şekil 1.4)

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta_0 \quad (1.4)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta_0 \quad (1.5)$$

denklemlerini elde ederiz.



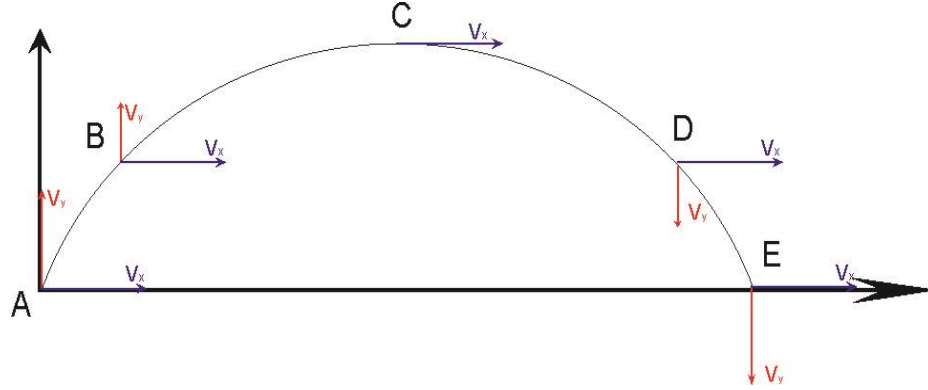
Şekil 1.4 Cismin  $t = 0$  anında  $x$  ve  $y$  bileşenlerindeki hızları

$t \neq 0$  anındaki hızları belirlemek için ivmeler ( $a_x = 0$ ,  $a_y = -g$ ) katılır ve

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \theta_0 = \text{sabit} \quad (\text{yatay hız bileşeni}) \quad (1.6)$$

$$v_y = v_{0y} - gt = v_0 \sin \theta_0 - gt \quad (\text{dikey hız bileşeni}) \quad (1.7)$$

denklemleri elde edilir.



Şekil 1.5 Eğik atışta harekete dair hız bileşenleri

Tablo 1.2 ve Şekil 1.5'te parçacığın bazı noktadaki yatay ve dikey hızları gösterilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, parçacığın maksimum yükseklikte hızının sıfır olmasıdır.

**Tablo 1.2.** Parçacığın bazı noktadaki yatay ve dikey hız ve ivmeleri

A	B	C	D	E
$V_x = V_{0x}$	$V_x = V_{0x}$	$V_x = V_{0x}$	$V_x = V_{0x}$	$V_x = V_{0x}$
$V_y = V_{0y}$	$V_y < V_{0y}$	$V_y = 0$	$V_y < V_{0y}$	$V_y = V_{0y}$
$a_x = 0$	$a_x = 0$	$a_x = 0$	$a_x = 0$	$a_x = 0$
$a_y = -g$	$a_y = -g$	$a_y = -g$	$a_y = -g$	$a_y = -g$

Konum bileşenlerini bulmak için yatay ve dikey hız bileşenlerine zaman ( $t$ ) katılır ve

$$x = v_{0x}t = v_0 \cos \theta_0 t \quad (1.8)$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1.9)$$

denklemleri elde edilir. Bu denklemleri kullanarak parçacığın parabolik bir hareket yaptığı kanıtlanabilir. Denklem (1.8)'den ' $t$ ' yi çekerek

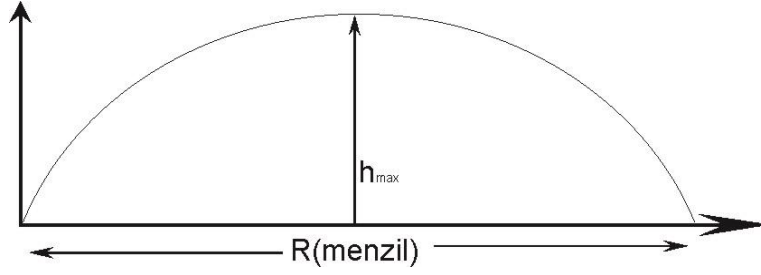
$$x = v_0 \cos \theta_0 t \rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \theta_0} \quad (1.10)$$

Denklem (2.9)'da yerine yazarsak

$$y = \tan \theta_0 x - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta_0} \quad (1.11)$$

denklemini elde ederiz. Tahmin edebileceğiniz gibi bu bir parabol denklemdir.

Eğik atışta incelenmesi gereken bir konu da parçacığın maksimum yüksekliği ve menzildir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 Maksimum yükseklik ve menzil

Maksimum Yükseklik ( $h_{max}$ ); Parçacığın dikey hızının sıfır olduğu anda ölçülen yüksekliktir. Bu sırada parçacığın koordinatları  $(R/2, h)$ 'tır.  $h_{max}$ 'ı bulmak için öncelikle cismin maksimum yüksekliğe ulaşması için geçen zamanı ( $t_h$ ) belirlemek gerekir. Tepe noktasında  $v_y = 0$  olacağını düşünerek,

$$v_y = 0 = v_{0y} - gt_h \quad (1.12)$$

$$v_y = 0 = v_0 \sin \theta_0 - gt_h \quad (1.13)$$

Denklem (1.13)'ten

$$t_h = \frac{v_0 \sin \theta_0}{g} \quad (1.14)$$

denklemini elde edilir. Bundan sonra maksimum yükseklik Denklem (1.9)'da  $t$  yerine  $t_h$ ,  $y$  yerinede  $h_{max}$  yazarak

$$h_{max} = (v_0 \sin \theta_0) \frac{v_0 \sin \theta_0}{g} - \frac{1}{2} g \left( \frac{v_0 \sin \theta_0}{g} \right)^2 \quad (1.15)$$

$$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \quad (1.16)$$

Menzil ( $R$ ); Parçacığın  $x$  ekseninde aldığı toplam yoldur. Bu sırada parçacığın koordinatları  $(R, 0)$ 'dır. Denklem (1.8)'de  $x$  yerine  $R$  ve  $t$  yerine  $2t_h$  yazılırsa

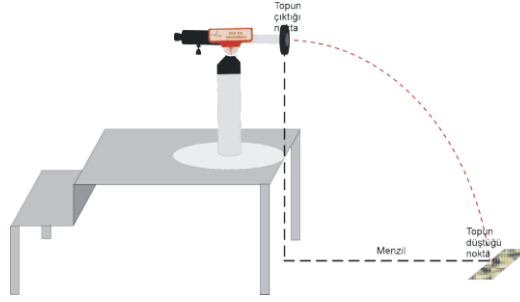
$$R = v_0 \cos \theta_0 2 \left( \frac{v_0 \sin \theta_0}{g} \right) \quad (1.17)$$

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \quad (1.18)$$

elde edilir.

#### D. Deney

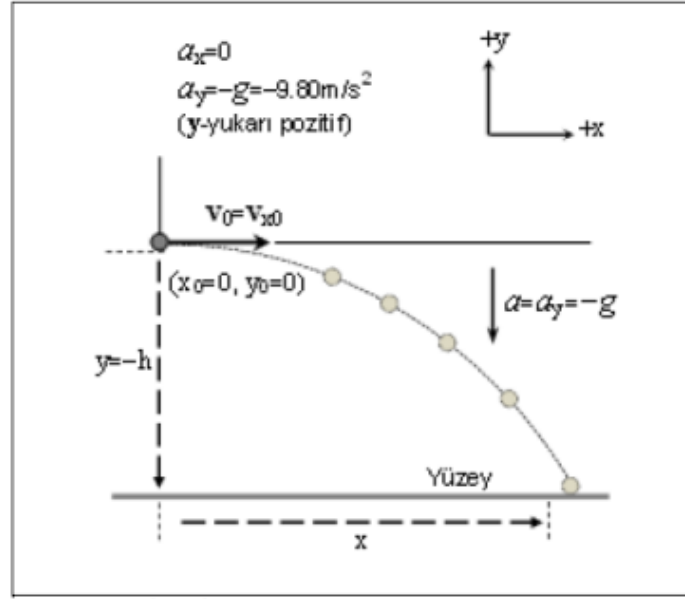
## İlk Bölüm



Şekil 1.7 Atış mekanizması

- Şekil 1.7’de verilen deney düzeneğini kurunuz. Atış mekanizmasının yatayla yaptığı açığı  $0^\circ$  olarak ayarlayınız. Bilyenin düştüğü yeri belirlemek için atış mekanizmasını ilk kademede kullanarak bir deneme atışı yapınız ve sensör tablasını topun düştüğü alana yerleştiriniz.
- Bilyeyi mekanizmaya yerleştiriniz, sensör tablası üzerinde bulunan “RESET” ve kontrol kutusu üzerinde bulunan “DENEYİ BAŞLAT” butonlarına basınız.
- Üç atış yapınız ve her bir atış için  $t_1$ ’i Tablo 1.3’e kaydediniz (NOT: Her atıştan sonra ve topu mekanizmaya yerleştirmeden sensör tablası üzerindeki “RESET” ve kontrol kutusu üzerindeki “DENEYİ BAŞLAT” butonlarına basmayı unutmayınız).
- Sensör tablası üzerinde bilyenin düştüğü noktalar olan izleri kullanarak yatayda alınan yolu (Yatay uzaklık, Menzil) bir cetvel yardımıyla ölçünüz. Ölçümlerinizin ortalamasını alarak **menzil<sub>ort</sub>** değerini belirleyiniz.
- Mekanizmada bilyenin yerleştiği nokta ile bilyenin sensör tablası üzerindeki çarptığı nokta arasındaki dikey uzaklığı (Yükseklik) ölçünüz. Bu ölçüm değerini kullanarak bilyenin havada kaldığı süre (uçuş süresi) olan  $t_u$ ’yu hesaplayınız ve kontrol kutusu üzerindeki  $t_2$  ile karşılaştırınız.
- $t_u$  ve **menzil<sub>ort</sub>** kullanarak bilyenin ilk hızını hesaplayınız.
- Ölçülen ilk hızı belirlemek için bilyenin çapını ( $R = 1.6 \text{ mm}$ )  $t_1$ ’e bölünüz (Bilyenin ilk hızı yatay hızına eşit olacağından ve bilye, çapı kadar yolu  $t_1$  kadar bir zamanda alacağı için topun ilk hızını  $R/t_1$  şeklinde buluruz).
- Hesaplanan ile ölçülen bilye ilk hızı değerleri için hata hesabı yapınız.
- Tüm işlemleri atış mekanizmasını ikinci kademeye getirip tekrarlayınız.

NOT:  $\theta = 0^\circ$  olduğunda yatay atış için ilk hız ve konum Şekil 1.8’deki gibidir. Böylece  $y = -1/2gt^2$  ifadesinden  $t$  çekilerek zaman,  $v_{x0} = v_0 = x/t$  ifadesinden ise ilk hız bulunur.

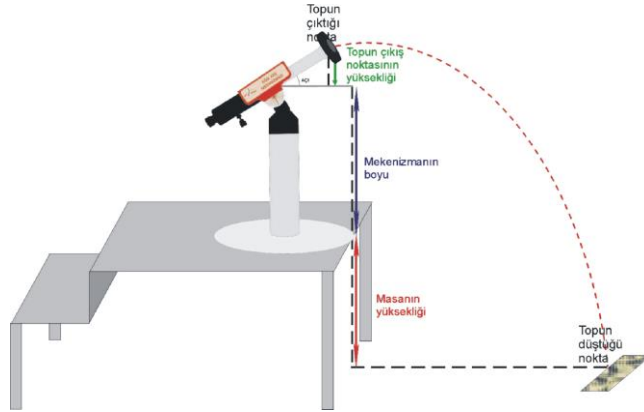


Şekil 1.8 Yatay atış sonrası parçacığın hareketi

Tablo 1.3 Yatay atış hareketi için alınan ölçümler ve hesaplamalar

Atışlar	İlk Kademe		İkinci Kademe	
	$t_1$	menzil	$t_1$	menzil
1				
2				
3				
Ortalama				
Bilyenin havada kalma süresi ( $t_2$ )				
Bilyenin havada kalma süresi ( $t_u = \sqrt{2y/g}$ )				
Yatay uzaklık ( <b>menzil</b> <sub>ort</sub> )				
Dikey uzaklık				
Bilyenin ilk hızı ( $v_0 = \text{menzil}_{\text{ort}}/t_u$ )				
Bilyenin ilk hızı ( $v_0 = R/t_{1\text{ort}}$ )				
Bilyenin lk hızı için hata				

## İkinci Bölüm



Şekil 1.9 Atış mekanizması

- Deney düzeneğini Şekil 1.9'daki gibi kurunuz. Atış mekanizmasının yatayla yaptığı açığı  $20^\circ$  olarak ayarlayınız.
- Dikey uzaklığı belirleyiniz.
- Atış mekanizmasının ilk kademesinde üç atış yapınız ve  $t_1$  ile **menzil** değerlerini kaydediniz.
- Bilyenin ilk hızını hesaplayınız.
- Açı, **menzil** ve bilyenin ilk hızı değerlerini kullanarak bilyenin havada kalma süresini ( $t_{uçuş} = \text{menzil}/v_0 \cos \theta$ ) hesaplayınız.
- Hesapladığınız  $t_{uçuş}$  ile kontrol kutusunda okuyarak kaydettiğiniz ortalama  $t_2$  süresini karşılaştırınız ve hata hesabı yapınız.
- $40^\circ$  için deneyi tekrarlayınız.

Tablo 2.4. Ölçülen değerler ve hesaplamalar

$\theta$	Dikey uzaklık	Atış	Menzil	$t_2$	$t_{uçuş}$ ( $v_0$ , $\theta$ ve menzil yardımı ile hesaplanan)
$20^\circ$		1			
		2			
		3			
		Ortalama			
$40^\circ$		1			
		2			
		3			
		Ortalama			

## E. Sorular

1. Eğik atılan bir cismin tam tepe noktasındaki ivmesi nedir?
2. Sürtünmesiz bir ortamda eğik atış hareketi kütleye bağlı mıdır?
3. Eğik atışta kaç türlü hareket vardır? Açıklayınız.





## DENEY 2: DENGİ, MOMENT, BASİT SARKAÇ VE MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU

### I. KISIM: DENGİ - MOMENT

#### A. Amaç

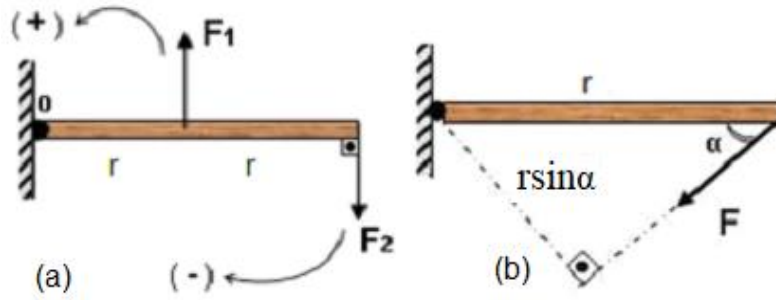
Moment, dengi kavramlarının incelenmesi

#### B. Kullanılan Araç-Gereç

Moment deney düzeneği, Dinamometre, Ağırlık çubuğu ve çeşitli ağırlıklar

#### C. Teorik Bilgi

Kuvvetin şiddeti ile kuvvet kolunun uzunluğunun çarpımına, seçilen eksene göre kuvvetin momenti denir. Büyüklükleri eşit, etki çizgileri aynı, yönleri zıt iki kuvvetin dengede bulunduklarını biliyoruz. Eğer etki çizgileri farklı olursa, paralel ve zıt yönlü eşit iki kuvvet, bir katı cisim üzerinde dönme etkisi yapar (Şekil 2.1 (a)). Böyle iki kuvvete kuvvet çifti denir.



Şekil 2.1 (a) Kuvvet çiftleri (b) Belirli bir açıyla uygulanan kuvvet

Bir kuvvetin döndürme etkisinin ölçüsü olarak moment terimi kullanılır. Bir nokta veya bir eksen etrafında dönebilen bir cisme uygulanan bir kuvvetin yapacağı etki bu kuvvetin büyüklüğüne ve dönme merkezinden kuvvete indirilen dikey doğrunun uzunluğuna bağlıdır. Dolayısıyla, kuvvetler çiftinin bir noktaya göre momenti, Kuvvet ( $F$ ) ile o noktadan bu kuvvete veya kuvvetin etki çizgisine indirilen dikey doğrunun  $r$  uzunluğunun çarpımına eşittir. Kuvvetler çiftinin momenti;

$$\tau = r \times F \quad (2.1)$$

Uygulanan kuvvet Şekil 2.1 (b)'de görüldüğü gibi bir  $\alpha$  açısıyla uygulanırsa moment,

$$\tau = r \times F \sin \alpha \quad (2.2)$$

ile verilir.

**Dengi Şartları;** İki noktasının birbirine olan uzaklığı her zaman sabit kalan bir cisme katı cisim denir. Bir katı cisme diğer bir katı cisim tarafından veya yer küresi tarafından uygulanan kuvvetlere dış kuvvetler adı verilir. Bir parçacığa etki eden bileşke kuvvet sıfıra eşitse parçacık dengede kalır. Benzer şekilde;

(a) eğer bir katı cisme etki eden dış kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise,

(b) bileşke moment sıfır ise katı cisim dengede bulunur.

Başka bir deyimle bir katı cisme etki eden kuvvetler sisteminin herhangi bir öteleme ya da dönme hareketi meydana getirme eğilimi yoksa, cisim dengededir denir.

(a) Dengenin birinci şartı:

$$1. R_x = \sum F_x = 0$$

$$2. R_y = \sum F_y = 0$$

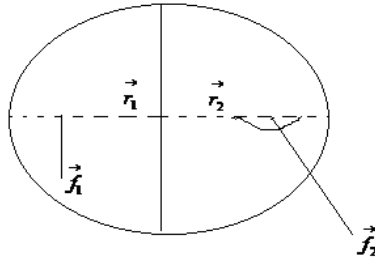
(b) Dengenin ikinci şartı:

$$1. \sum \tau = 0$$

2. Cisimlerin dengesinde aşağı yönlü kuvvetlerin toplamı yukarı yönlü kuvvetlerin toplamına eşittir.

3. Saat yönündeki momentlerin toplamı saat yönünün tersi yöndeki momentlerin toplamına eşit olmalıdır.

Bir cismin denge şartları incelenirken cismin ağırlığının ağırlık merkezinden etki ettiği hesaba katılmalıdır. Bir cismin ağırlık merkezi; cisim üzerinde çekim kuvvetinin yoğunlaşarak etki ettiği nokta olarak düşünülebilir.



Şekil 2.2 Farklı kuvvetlerin etki ettiği cisim diyagramı

$$\vec{r}_1 \times \vec{f}_1 = \vec{r}_2 \times \vec{f}_2 \sin \alpha \quad (2.3)$$

#### D. Deney

- Denge-Moment deney düzeneğini kurunuz. Ölçümden önce dinamometreyi hareket ettirerek eksene dik ve değeri sıfır olacak şekilde ayarlayınız.
- Momenti, dönme eksenini ile kuvvetin uygulandığı nokta arasındaki mesafenin fonksiyonu olarak bulmak için dinamometreyi sabitleyiniz ve ağırlık kefesini moment noktasına olan uzaklığına göre ayarlayınız. Astığınız ağırlığı dengelemesi gereken kuvvet değerini farklı mesafeler için dinamometreden okuyarak Tablo 2.1'e kaydediniz.
- Denklem (2.3) ile her bir uzaklık için moment değerlerini hesaplayarak Tablo 2.1'e kaydediniz.
- Momentin uzaklığa bağlı değişimi ( $r_1 - \tau$ ) grafiğini çiziniz.

Tablo 2.1 Uzaklığa ( $r_2$ ) bağlı ölçümler

Sabit değerler; $r_2 = 9 \text{ cm}$ , $m = 50 \text{ g}$			
Uzaklık ( $r_1$ ) (cm)	Kuvvet ( $F$ ) (N)	Açı ( $\alpha$ )	Moment ( $\tau$ ) (N.m)
3			
6			
9			
12			

- Momenti, kuvvetin bir fonksiyonu olarak bulmak için dinamometreyi sabitleyiniz ve farklı kütleler için dinamometreden okuduğunuz değerleri Tablo 2.2'ye kaydediniz.
- Denklem (2.3) ile her bir kütlenin ağırlığını bulup moment değerlerini hesaplayarak Tablo 2.2'ye kaydediniz.
- Momentin kütleyle bağlı değişimi ( $F - \tau$ ) grafiğini çizin.

**Tablo 2.2** Kütleyle bağlı ölçümler

Sabit değerler; $r_1 = 9 \text{ cm}$ , $r_2 = 9 \text{ cm}$			
Kütle ( $m$ ) (g)	Kuvvet ( $F$ ) (N)	Açı ( $\alpha$ )	Moment ( $\tau$ ) (N.m)
60			
50			
40			
30			
20			

**E. Sorular**

1. Denge şartı oluşmadığında cismin ivmesi ne olur? Açıklayınız.

## II. KISIM: BASİT SARKAÇ ve MEKANİK ENERJİNİN KORUNUMU

### A. Amaç

Kinetik ve potansiyel enerjinin birbirine dönüşümü yani enerjinin korunumu yasasının incelenmesi

### B. Kullanılan Araç-Gereç

Basit sarkaç deney düzeneği, Kontrol kutusu

### C. Teorik Bilgi

Enerji iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Mekanik enerji, kinetik enerji, potansiyel enerji, kimyasal enerji, ısı enerjisi, nükleer enerji başlıca enerji çeşitlerindendir. Enerji bir biçimden diğerine dönüşürken bu dönüşüm sırasında toplam enerji sabit kalır. Buna enerjinin korunumu yasası denir. Enerjinin SI'daki birimi joule ( $J$ ) ile ifade edilir. Net bir  $F$  kuvvetinin etkisi altında hareket eden bir cisim düşünelim. Bu  $F$  kuvveti tarafından cisim üzerinde yapılan iş, onun kinetik enerjisindeki değişime eşittir. Genel olarak bir  $v$  hızıyla hareket eden  $m$  kütleli bir parçacığın kinetik enerjisi

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.4)$$

olarak tanımlanır. Kinetik enerji skaler bir nicelik olup iş ile aynı birime sahiptir. Potansiyel enerji ise bir cismin durumu veya konumu nedeniyle sahip olduğu enerjiye denir. Potansiyel enerji bir cisim veya sistemde depolanan enerji olarak düşünülebilir. Bir cismin kinetik ve potansiyel enerjileri toplamına mekanik enerji denir. Yerin çekim alanında bulunan bir cismin konumu sebebiyle sahip olduğu enerjiye çekim potansiyel enerjisi denir. Yerden  $h$  kadar yükseklikteki bir cismin sahip olduğu potansiyel enerji

$$E_P = mgh \quad (2.5)$$

Bu cisim yere doğru düşerken yer, cisme cismin hareketiyle aynı yönde bir çekim kuvveti uygular. Yer çekimi kuvveti cisim üzerinde iş yapar ve bu yüzden cismin kinetik enerjisi artar. Potansiyel enerjiden kinetik enerjiye dönüşüm tüm düşme süresince olur. Cisim düşerken potansiyel enerjisi azalırken cismin hızı ve kinetik enerjisi artar. Hava direnci, ısınma gibi etkenler göz ardı edilirse cisim aşağı doğru hareket ederken kaybolan potansiyel enerji cismin kinetik enerjisi olarak gözükür. Başka bir deyişle toplam mekanik enerji sabit kalır. Mekanik enerjiyi  $E$  ile gösterirsek

$$E = E_K + E_P \quad (2.6)$$

olarak yazılır. Enerjinin korunumu ilkesini  $E_{ilk} = E_{son}$  ile gösterirsek

$$(E_K)_i + (E_P)_i = (E_K)_s + (E_P)_s \quad (2.7)$$

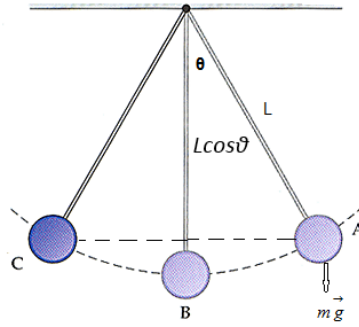
ifadesini elde ederiz. Bu ifadeye göre parçacık yere çarptığı anda bir  $v$  hızına sahip olur ve bir potansiyel enerjisi olmayacağından

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.8)$$

ifadesi elde edilir.

### D. Denev

- L uzunluklu bir metal çubuğun ucuna m kütleli bir cismi Şekil 2.3'teki gibi bağlayınız.



Şekil 2.3 Basit sarkaç

- A noktasından farklı açı değerleriyle serbest bırakılan m kütleli cisim için kontrol kutusundan “MODE 1” seçerek geçiş süresini kaydediniz. Üç ölçüm için ortalama geçiş süresini belirleyiniz. Daha sonra diskin çapını ortalama geçiş süresine bölerek B noktasındaki hızı hesaplayınız.
- B noktasındaki hızı Denklem 2.9'daki bağıntıyı kullanarak teorik olarak hesaplayınız ve Tablo 2.3'e kaydediniz.
- Elde ettiğiniz deneysel ve teorik hız değerlerini karşılaştırınız, tartışınız.
- Daha sonra 5°, 10° ve 15°'lik salınımlar için kontrol kutusundan “MODE 3” seçerek periyot ölçümleri alınız. Denklem 2.10'u kullanarak her bir salınım için yer çekimi ivmesini hesaplayınız ve sonuçları gerçek değer ile karşılaştırınız.

Tablo 2.3 Sarkaç için ölçüm sonuçları

Açı ( $\theta$ )	Süre (t) (s)	Ortalama Süre ( $t_{ort}$ ) (s)	$v_B$ (m/s) (Deneysel)	$v_B$ (m/s) (Teorik)	Periyot (s)	$g$ (m/s <sup>2</sup> )
$\theta_1 = 5^\circ$	$t_1 =$	$t_{ort} =$				
	$t_2 =$					
	$t_3 =$					
$\theta_2 = 10^\circ$	$t_1 =$	$t_{ort} =$				
	$t_2 =$					
	$t_3 =$					
$\theta_3 = 15^\circ$	$t_1 =$	$t_{ort} =$				
	$t_2 =$					
	$t_3 =$					

NOT: A noktasında cismin ilk hızı sıfır olduğu için  $(E_K)_A = 0$ 'dır.  $(E_P)_A$  değeri hesaplanırken kullanılacak yükseklik değeri metal çubuğun uzunluğu ile ilişkilidir. Bu değer metal çubuğun dönme noktasına göre aşağı yönlü olduğu için eksi alınmalıdır. O halde;

$$(E_K)_A + (E_P)_A = (E_K)_B + (E_P)_B$$

$$0 - mgL \cos \theta = \frac{1}{2}mv_B^2 - mgL$$

bağıntısı elde edilir ve  $v_B$

$$v_B = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)} \quad (2.9)$$

olur.

Basit sarkaç periyodu

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2.10)$$

ile verilir.

#### **E. Sorular**

1. Deney sırasında metal çubuğun kütlesi ihmal edilmiş ve ona göre  $v_B$  hızı hesaplanmıştır. Eğer metal çubuk kütlesi ihmal edilmeydi  $v_B$ 'yi hesaplamak hangi bağıntı yazılmalıydı? (Çubuğun ağırlık merkezi orta noktasındadır).

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. An introduction to error analysis, J.R. Taylor, Second Edition, University Science Books, 1997.
2. RENKO (Rentech) Ltd. şti. Fizik Deney Föyleri, Ankara, 2014
3. PHYWE, Laboratory Experiments Physics Catalogue, Göttingen, Germany, 2005.
4. Fen ve Mühendislik için Fizik 2, Raymond A. Serway, Çeviri Editörü, Prof. Dr. Kemal Çolakoğlu
5. Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Genel Fizik Laboratuvarı-1 Deneyleri, 2016
6. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Genel Fizik Laboratuvarı-1 Deneyleri, 2016
7. Denel ve Çağdaş Fizik Laboratuvar Deneyleri, İsmet Ertaş, Ege Üniversitesi Fen Fak. Kitaplar Serisi 44, 1973.
8. Ölçüm, Ölçüm Hataları ve Anlamlı Rakamlar, A. Ozansoy, Ankara, 2011.
9. FİZ155 Bilgisayar Destekli Mekanik Lab. Deney Kılavuzu, Ç. Tarımcı, A. Kaşkaş, Ç. Yıldız, AÜFF Döner Sermaye İşletmesi Yayınları 45, 2004.
10. Sakarya Üniversitesi Fizik Laboratuvarı-1 Deney Föyü, Sakarya, 2014.

**(ÖRNEK RAPOR KAPAK SAYFASI)**

**DENEY NO: X**

**DENEY ADI: X**

**TARİH:** ...../...../..... (Deneyin Yapıldığı)

Öğrenci Adı, Soyadı	:
Öğrenci Numarası	:
Bölüm/Şube	:
Dersi Veren Öğretim Üyesi	:
Rapor Teslim Tarihi	:
Öğrencinin İmzası	:

*Tarih: ...../...../.....*

*Sorumlu Arş. Gör.:*

*İmza:*



## **RAPOR NASIL YAZILIR**

### **DENEYİN AMACI:**

Deneyin amacı kısa, sade ve net bir biçimde yazılır.

### **KULLANILAN ARAC VE GEREÇ:**

Deneyde kullanılan alet ve araç-gereçlerin isimleri yazılır.

### **TEORİK BİLGİ:**

Gerçekleştirilen deneyin dayandığı kuramlar, gerekli tanımlar kısaca anlatılır, önemli eşitlik, grafik ve denklemler verilir. Deneyin anlam ve önemi üzerinde durulur, Fizikteki öneminden ve diğer gerekli temel bilgilerden bahsedilir. Bu bölüme yazılanlar konunun temelini teşkil etmeli, fazla, gereksiz ve tekrar bilgilerden kaçınılmalı, sade ve net bir şekilde yazılmalıdır. Deney föyünde yazılan teorik bilgilerin aynısı kesinlikle yazılmamalıdır.

### **DENEYİN YAPILIŞI:**

Bu bölümde deneyde kullanacağınız özel bir metot varsa adı ve sırasıyla işlem metodun basamakları yazılır ve ardından da deneyin yapılışı anlatılır. Deneyin yapılışı paragraf, liste ya da şematik olarak (ancak detaylı şekilde) anlatılabilir.

- Edilgen bir dil kullanılmalıdır.
- Birden fazla kısım varsa alt başlıklar halinde anlatılmalıdır.
- Laboratuvarında yapılan işlemler gözlemler çerçevesinde yazılmalıdır, deney klavuzunda yazılanların aynısı geçirilmemelidir.

### **ELDE EDİLEN VERİLER:**

Deneyde elde ettiğiniz veriler (tablolar, ilgili sabitler v.s.) yazılır. Veriler ile ilgili açıklama ve yorum bu kısımda yapılmaz.

### **HESAPLAMA/ANALİZ:**

- Veri bölümüne yazdığınız rakamsal veriler ile yaptığınız matematiksel hesaplamalar bu bölüme yazılır.
- Deney esnasında ve deney tamamlandıktan sonra yapılan hesaplamalar ve grafikler verilerek açıklamalarda bulunulur.
- İlk olarak hesapları yaparken kullandığınız formül ve bağıntıların yazılması (düzenli olması) gerekmektedir. Sonra hesaplamalara başlanmalıdır. Daha sonrasında hesaplanmış değerlerin birimleri yazılmalıdır. Birimler belirtilmemiş ise bunlarda gerekli formüller kullanılarak türetilmelidir.

### **GRAFİK/TABLO:**

Ölçülen değerler ve hesaplamalar sonucu çizilmesi ya da oluşturulması gereken grafik veya tablolar bu bölüme yazılır. Grafikler milimetrik kâğıda çizilmelidir. Çizdiğiniz grafiği kesip kendi raporunuza ekleyebilirsiniz veya tam sayfa grafiklerinizi sayfa sırasını kaybetmeden raporun içine de ekleyebilirsiniz.

#### **Grafik nasıl çizilir?**

En başta uygun grafik kağıdının (logaritmik, lineer....) seçilmesi ile işe başlanmalıdır. Sonra hangi eksene hangi değişkenin yazılması gerektiğine karar verilmelidir. Genel bir kural olarak, bağımsız değişken x-eksenine bağımlı değişkende y-eksenine yerleştirmek gerekir. Ek olarak eksenlerin ölçekleri de ayarlanmalıdır. Ölçeklerin ayarlanmasında en büyük veriden (data) en küçük veri (data) çıkarılır ve eksenin uzunluğuna

bölünür. En mantıklı ölçeği seçmeyi unutmayın. Gerekliyse grafiğin eğimini hesaplayın. Son olarak, eksenlere birim yazmayı unutmayın.

#### **Tablolar nasıl oluşturulur?**

Elde ettiğiniz bütün verilerin düzenli bir şekilde tabloya döküldüğü bölümdür. Bir tabloda bulunan bütün değerlerin birimleri, ilgili yerlere yazılmalıdır.

#### **SONUÇ/ TARTIŞMA/ÖNERİ:**

Elde edilen deneysel sonuçların teorik değerlerden farklılık nedenleri, sonuçların anlamı ve mümkünse hassasiyet, doğruluk ve tekrarlanabilirlik ölçüleri verilir. Deney sonucunun olumlu veya olumsuz olmasının sebepleri, deneyde hatalı yaptığınızı düşündüğünüz noktalar veya beklemediğiniz dış koşulların etkileri, varsa daha sonra kullanmak ya da bu deneyi daha sonra yapacak olanlar için öneriler bu bölümde belirtilir. Bunlar farklı paragraflar halinde de yazılır. Kısaca deneyden ne öğrendiğinizi belirte bilirsiniz. Deneyi daha önce anlattığımız için, işlem basamaklarını tekrar yazmayın.

#### **SORULAR:**

Deney sonunda yer alan sorular bu kısımda cevaplandırılmalıdır.

#### **YARARLANILAN KAYNAKLAR:**

Faydalanan kaynaklar sıralanır.