

DENEY 3 SERBEST DÜŞME VE EĞİK ATIŞ

DENEYİN AMACI

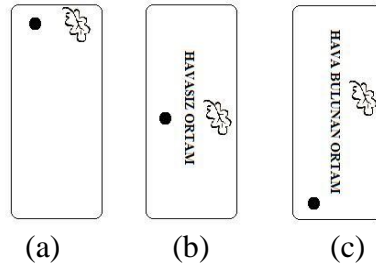
- 1) Cisimlerin, yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunun açıklanması ve gözlenmesi
- 2) Yer çekimi kuvvetinin etkisi ile cisimlerin ivmeli hareket yaptıklarının incelenmesi
- 3) Düşen cisimlere, yerçekimi kuvveti dışında da kuvvetlerin etki ettiğinin kavranması
- 4) Yer çekimi ivmesinin hesaplanması
- 5) Topun ilk hızını belirlemek
- 6) Ölçülen menzille hesaplanan menzili karşılaştırmak
- 7) Bir düzlem üzerinde uygulanan eğik atışta açıyla menzil ve tepe noktası arasındaki bağlantıyı gözlemlemek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇLAR

Fotogeytler, dijital zamanlayıcı, cetvel, bilye.

TEORİK BİLGİ

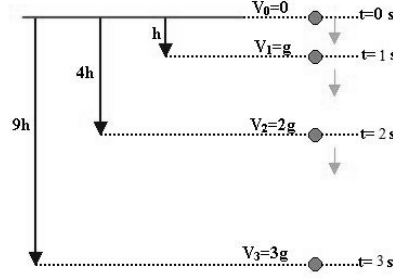
Serbest düşen bir cisim; başlangıçtaki hareketi ne olursa olsun sadece yerçekimi etkisi ile düşen cisimdir. Cismin; ister yukarıdan aşağıya atılsın ister aşağıdan yukarıya atılsın ya da ilk hızsız düşmeye bırakılsın, harekete başladığı andan itibaren sadece yerçekimi ivmesinin etkisi ile yer yüzeyine doğru yaptığı hareket, serbest düşme hareketi olarak tanımlanır. Cismin hareket yönü veya ilk durumu ne olursa olsun, daima yerçekimi ivmesi “ g ” sabit ve aşağı doğrudur. Çünkü bu ivmenin kaynağı olan kuvvetin yönü aşağı (yerin merkezine) doğrudur. Bu sebepten dolayı, g 'nin işareti negatif mi yoksa pozitif mi olacağını düşünmeyiniz. Hava direnci olmasaydı; aynı yükseklikten ilk hızsız harekete bırakılan (veya ilk hızları aynı olan) bütün cisimler ağırlıkları ne olursa olsun, Şekil 1'deki gibi aynı sürede ve aynı ivme ile yere düşerlerdi. Bu durumda serbest düşen cismin hareketi; sabit ivmeli ve bir boyutlu harekete özdeş olur.



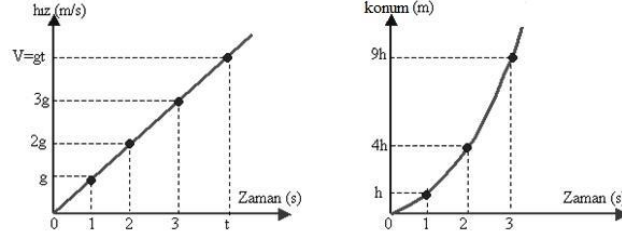
Şekil 1: İlk hızsız; (a) başlangıç durumu, (b) serbest düşme ve (c) serbest olmayan düşme

Durgun Halden Serbest Düşme Hareketi

Durgun halden harekete bırakılan bir cisim; yerçekimi ivmesinin etkisiyle Şekil 2’de görüldüğü gibi aşağı doğru hızlanarak düşer ve harekete ait hız-zaman ve konum-zaman grafikleri de Şekil 3’te görüldüğü gibi olur.



Şekil 2: İlk hızsız serbest düşme hareketi. Şekilde, “h” 1 saniyede alınan yolu gösterir



Şekil 3: İlk hızsız serbest düşmede, hız-zaman ve konum-zaman grafikleri

Cismin ilk hızı, $v_0 = 0$ olduğunda kinematik denklemleri;

$$v = gt \quad (1)$$

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

$$v^2 = 2gy \quad (3)$$

şeklinde yazılır.

Aşağı Yönlü Düşey Atış Hareketi

Bu hareket türünde cisim; harekete düşey doğrultuda bir v_0 ilk hızı ile başlar ve yine aşağı doğru yer çekimi ivmesinin etkisi ile hızlanarak yere düşer. Cisme ait kinematik denklemleri ise şu şekilde yazılır;

$$v = v_0 + gt \quad (4)$$

$$y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (5)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gy \quad (6)$$

Yukarı Yönlü Düşey Atış Hareketi

Yukarı yönde, v_0 ilk hızı ile fırlatılan cismin, maksimum yüksekliğe ulaştığında hızı sıfır olur ve bu andan itibaren cisim serbest düşme hareketi yapar. Cismin maksimum yükseklikte hızının sıfır olması, hareketin yönü ile üzerine etkiyen ivmenin zıt yönlü olmasından kaynaklanmaktadır. Cismin hava ile etkileşimi ihmal edildiğinde, cisim hangi hızla yukarı fırlatılırsa fırlatılsın, cisim atıldığı noktaya aynı sürat ile (hızı, ilk hızla ters yönlü) geri döner. Ayrıca cismin maksimum yüksekliğe çıkış süresi ile, iniş süresi birbirine eşittir ve cismin kütesinden bağımsızdır. Cisme ait kinematik denklemleri ise şu şekilde yazılır;

$$v = v_0 - gt \quad (7)$$

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (8)$$

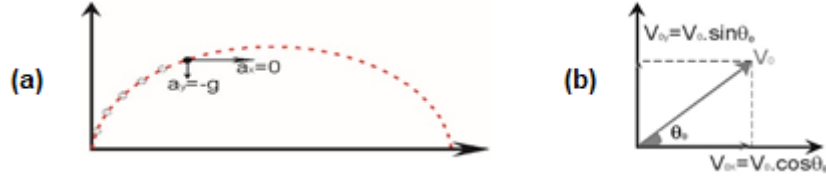
$$v^2 = v_0^2 - 2gy \quad (9)$$

(7) veya (8) denklemlerinden birini kullanarak cismin maksimum yüksekliğe çıkış süresinin,

$$t = \frac{v_0}{g} \quad (10)$$

olduğu bulunur.

Eğik atış hareketi; düşeyde aşağıdan yukarıya düşey atış, yatayda ise sabit hızlı hareketin iki 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; $\mathbf{a_x}$ (ivmenin yatay bileşeni)=0, $\mathbf{a_y}$ (ivmenin dikey bileşeni)=- g dir.



Şekil 4: a) Cismin yatay ve dikey ivmesi, **b)** Cismin $t=0$ anında x ve y bileşenindeki hızı. Parçacığın $t=0$ anında bulunduğu konumu $x_0=0$, $y_0=0$, hızını v_0 ve x düzlemi ile yaptığı açıyı da θ_0 olarak tanımlarsak yatay ve düşey ilk hız bileşenleri;

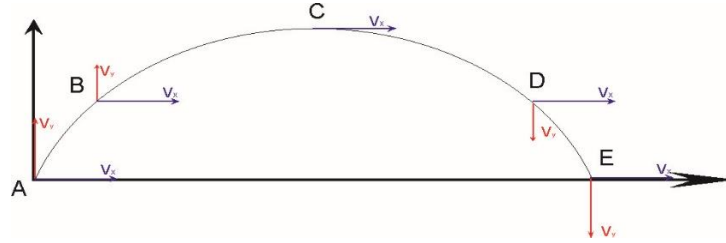
$$V_{0x} = V_0 \cos \theta_0 \text{ ve } V_{0y} = V_0 \sin \theta_0 \quad (11)$$

olarak yazılır. $t \neq 0$ anındaki hızları belirlemek için ivmeler ($a_x=0$, $a_y=-g$) dikkate alınır ve

$$V_x = V_{0x} = V_0 \cos \theta_0 \Rightarrow \text{sabit (yatay hız bileşeni)} \quad (12)$$

$$V_y = V_{0y} - gt = V_0 \sin \theta_0 - gt \text{ (dikey hız bileşeni)} \quad (13)$$

denklemleri elde edilir.



Şekil 5: Eğik atış hareketi yapan bir parçacığın yörüngesinin bazı noktalarındaki hız bileşenleri

Şekil 5'de parçacığın bazı noktalardaki yatay ve dikey hızları gösterilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, parçacığın maximum yükseklikte düşey hızının 0(sıfır) olmasıdır.

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

Cismin yatay ve düşey konum bileşenlerini bulmak için yatay ve dikey hız bileşenleriyle zaman (t) çarpılır ve

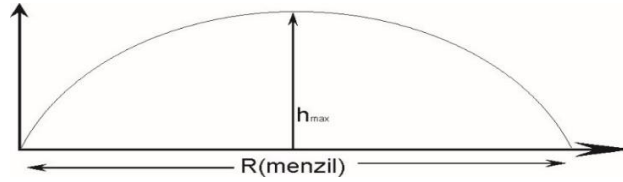
$$x = V_{0x}t = V_0 \cos \theta_0 t \quad (14)$$

$$y = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = V_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (15)$$

denklemleri elde edilir. Bu denklemleri kullanarak parçacığın parabolik bir hareket yaptığı kanıtlanabilir. 14. denklemden “ t ” yi çekerek ve 15. denklemde yerine koyarsak

$$y = \tan \theta_0 x - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \theta} \quad (16)$$

denklemini elde ederiz. Görüldüğü gibi bu bir parabol denklemdir. Eğik atışta incelenmesi gereken bir konu da, parçacığın maksimum yüksekliği ve menzildir.



Şekil 6: Maksimum yükseklik (h_{mak}) ve Menzil (R)

h_{mak} : Parçacığın dikey hızının sıfır olduğu andaki yüksekliğidir. Bu esnada parçacığın koordinatları ($R/2, h_{mak}$) dır. h_{mak} ’ı bulmak için öncelikle t_h (cismin maximum yüksekliğe ulaşması için geçen zamanı) belirlemek gerekir. Tepe noktasında $V_y = 0$ olacağını düşünerek $V_y = V_{0y} - gt_h$ ve $V_{0y} = V_0 \sin \theta_0$ denklemlerinden

$$t_h = \frac{V_0 \sin \theta_0}{g} \quad (17)$$

denklemini elde edilir. Bundan sonra maximum yükseklik 5. denklemde “ t ” yerine “ t_h ”, “ y ” yerinde “ h_{mak} ” konularak bulunabilir.

$$h_{mak} = \frac{V_0^2 \sin^2 \theta}{2g} \quad (18)$$

$R(\text{menzil})$: Parçacığın “ x ” ekseninde aldığı toplam yoldur. Bu esnada koordinatları ($R, 0$) dır. $x = (V_0 \cos \theta_0)t + \frac{1}{2}axt^2$ denkleminde $ax = 0$, $x=R$, $t=2(t_h)$ olarak alınırsa menzil için;

$$R = 2V_0 \cos \theta_0 t_h \quad (19)$$

elde edilir.

DENEYİN YAPILIŞI (SERBEST DÜŞME)

1. BÖLÜM

- 1) Fotogeytler arası mesafeyi $y = 10$ cm olarak ayarlayınız.
- 2) Bilyeyi üstteki fotogeyt hizasından, ilk hızsız serbest düşmeye bırakınız ve düşme süresini okuyup Tablo 1'e yazınız. Bu işlemi 5 kez tekrarlayıp, ortalama düşme değerini hesaplayıp tabloda, t_{ort} 'un karşısına yazınız.
- 3) Aynı işlemi Tablo 1'deki bütün y değerleri için tekrar ediniz.
- 4) $y-t$ ve $y-t^2$ grafiklerini çizerek yer çekimi ivmesinin deneysel değerini bulunuz.

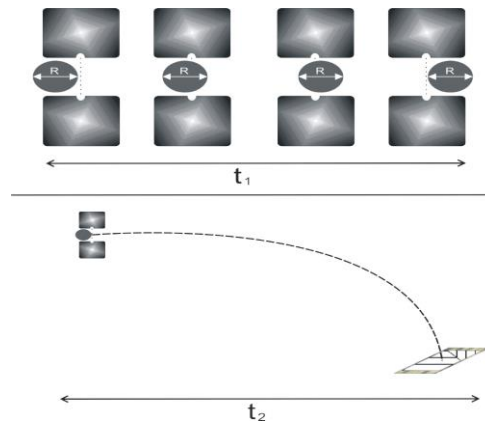
Tablo1

t(s) \ y(cm)	10	15	20	25	30	35	40
t_1							
t_2							
t_3							
t_4							
t_5							
t_{ort}							

DENEYİN YAPILIŞI (EĞİK ATIŞ)

ARAÇLAR

Atış mekanizması, Çelik top, Masa, Karbon kağıt, Metre, Beyaz kağıt, Basınç algılayıcı düzlem sensör, Sensör, Zamanlayıcı

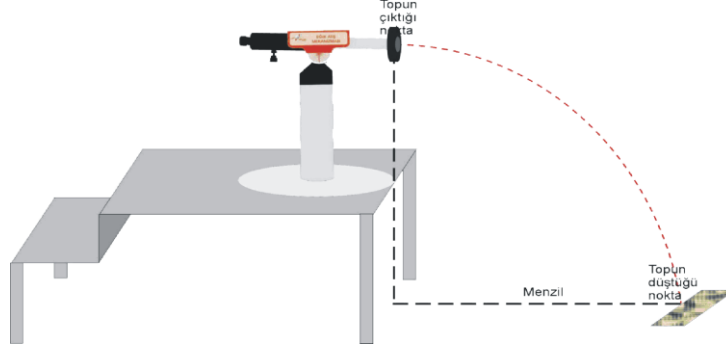


Şekil 7

Deney seti içerisinde iki adet sensör ve bir adet zamanlayıcı vardır. Mekanizmanın ucunda bulunan sensör karşıdan gelen sinyali almadığı zaman süreci başlatır ve sinyali almaya başladığı an süreci durdurur ve bu zamanı zamanlayıcı üzerinde bulunan LCD göstergede t_1 şeklinde verir. Yani top mekanizmanın ucundan çıktığı anda o sensörü

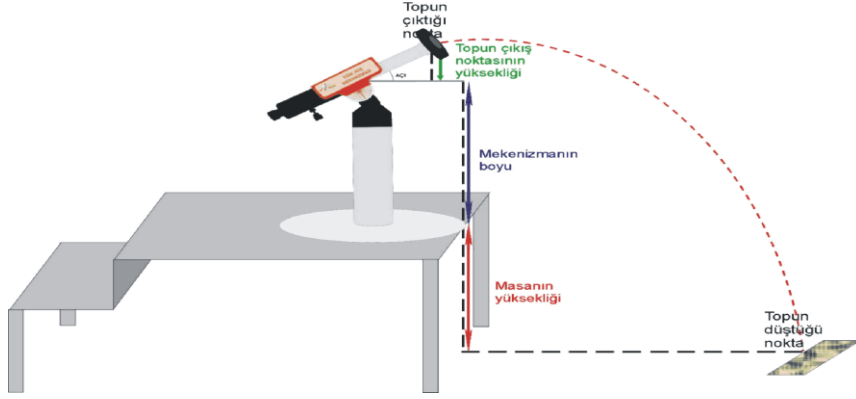
kapatır ve sensör topun kendi çapı kadar mesafe yol alınca kadar kapalı kalır. İkinci sensör ilk sensör kapandıktan sonra süre almaya başlar ve basınç algılayıcı düzlem sensöre bir temas uygulanıncaya kadar süre almaya devam eder. Bu süre zamanlayıcıda t_2 olarak belirir.

Deney A



Şekil 8

1. Atış mekanizmasını Şekil 8 deki gibi masaya yerleştirin (mekanizmanın yatayla yaptığı açının “sıfır” olduğuna emin olun). Hızı ilk kademeye (yavaş) getirip bir atış yapın. Topun düştüğü yere göz kararı basınç algılayıcı düzlem sensörü üzerinede bir beyaz kağıt ve onun üzerinede bir karbon kağıt yerleştirin. Açısı sıfır olduğundan yatay düzlemde topun çıktığı nokta masanın kenarıyla aynı noktadadır.
2. Topu mekanizmaya yerleştirin ve basınç algılayıcı düzlem sensör üzerinde bulunan “reset”, zamanlayıcı üzerinde ise “deneyi başlat” butonuna basın.
3. 5 kere atış yapın (Her atışdan sonra, bir sonraki atışdan önce, topu mekanizmaya yerleştirmeden basınç algılayıcı düzlem sensör üzerinde “reset” e zamanlayıcı üzerinde ise “deneyi başlat” butonuna basmayı unutmayın). Her atış sonrası t_1 zamanını Tablo A.1 e not alın ve sonrasında ortalamasını alın.
4. Topun karbon kağıt üzerinde çarptığı yerler beyaz kağıt üzerinde iz bırakacağından her 5 izin masayla arasındaki mesafeyi metreyle ölçüp tabloyu doldurun. Ardından ortalamasını alıp “yatay uzaklığı”(menzil) hesaplayın.
5. Mekanizmanın ucu ile yer arasındaki mesafeyi ölçüp “dikey uzaklığı” belirleyin. Bu “Masanın boyu + Mekanizmanın boyuna” eşittir.
6. Yatay ve dikey uzaklığı kullanarak topun havada kaldığı zamanı belirleyin ve zamanlayıcı üzerindeki t_2 ile kıyaslayın.
7. Bu zamanı ve dikey uzaklığı kullanarak birinci hız kademesindeki topun ilk hızını hesaplayın .
8. Topun ilk hızını sensör yardımı ile ölçebilmek için ‘topun çapını ($R = 1,6 \text{ mm}$)’ ‘ t_1 ’ e bölün.(Topun ilk hızı yatay hızına eşit olacağından ve top çapı kadar yolu t_1 kadar bir zaman alacağı için topun ilk hızını $R \div t_1$ şeklinde buluruz.)
9. Hesapladığımız topun ilk hızını sensör yardımı ile ölçtüğümüz hız ile karşılaştırmak ve hata yüzdesini bulun.
10. Aynı işlemleri hızı ikinci kademeye(hızlı) getirip tekrarlayın.

Deney B:**Şekil 9****(a)**

1. Atış mekanizmasını ilk deneydeki gibi yerleştirip açığı 20^0 - 40^0 arasında bir açığa getirin.(Şekil 9)

2. Dikey uzaklığı hesaplayın.

$$MasaBoy + MekanizmanınBoy + (MekanizmanınUcununBoy) \sin \theta = DikeyUzaklık$$

3. Bir önceki deneyde sensör yardımı ile bulduğunuz “topun ilk hızı”, “açı” , ve “dikey uzaklığı” kullanarak topun “havada kalma süresini” hesaplayın ve Tablo B.1 e not alın.
4. İlk kademede bir atış yapın ve topun geldiği yere basınç algılayıcı düzlem sensörünü, beyaz kağıt onun üstüne de karbon kağıdını yerleştirin.
5. 5 kere atış yapın. Her atışta t_2 (topun havada kalma süresi) değerini Tablo B.1 e not alın. Ardından 5 inin ortalamasını alın.
6. Hesapladığınız topun havada kalma süresi ile bir önceki adımda ölçtüğümüz topun havada kalma süresini karşılaştırın ve hesapladığınız topun havada kalma süresinin hata yüzdesini bulun.

(b)

1. Sensörler yardımı ile bulduğunuz topun havada kalma süresi , dikey uzaklık , açı ve 1. deneyde belirlediğiniz topun ilk hızı ile topun düşmesi gereken yatay uzaklığı (menzil) hesaplayın.
2. Bu deneyin ‘a’ bölümündeki atışlar sonucunda oluşan her 5 izle mekanizma arasındaki mesafeyi ölçün. Açı sıfır olmadığından atışın menzilin bulmak için arka sayfadaki tabloyu kullanarak mekanizmanın ucunun o açıda masanın kenarı ile arasındaki uzaklığını tespit edip, izle masanın kenarı arasındaki uzaklıkla toplayın (Şekil 9). Tablo B.2 yi doldurun ve ardından ortalamasını alıp topun yatay uzaklığını (menzil) belirleyin.
3. Deneydeki hata yüzdesini bulmak için hesap edilen yatay uzaklıktan ölçülen yatay uzaklığı çıkarıp hesap edilen değere bölün ve yüzle çarpın.

Deney C:

1. Atış mekanizmasını şekildeki gibi basamağa yerleştirin. Mekanizmanın hızını 2. kademeye getirin ve ucunun üzerinde deneyi yapacağımız yatay düzlemin tam başında olduğundan emin olun. Açıyı 20 dereceye getirip bir atış yapın. Topun düştüğü yere bir adet beyaz kağıt üstüne de karbon kağıt yerleştirin.

**Şekil 10**

2. 5 kere atış yapın.
3. Her 5 izin mekanizmayla arasındaki uzaklığı ölçüp Tablo C.1'i doldurun. Ardından ortalamasını alıp yatay uzaklığı belirleyin.
4. 1. deneyde sensörler yardımı ile bulduğumuz "topun ilk hızı" ve "açı"yı kullanarak önce topun havada kalma süresini sonra da tepe noktasını (maksimum yükseklik) belirleyip 2. tabloyu doldurun. Mekanizmanın ucu ancak açı '0' derece olduğu zaman yatay düzlemle aynı yükseklikte olduğundan, belli bir açıda topun çıkış noktasının yatay düzlemde $(Mekanizma\ Ucunun\ Boyu) \sin \theta$ kadar yüksekte olduğunu dikkate alın.
5. Aynı işlemleri atış mekanizmasını 30 ve 40 derecelere getirip tekrarlayın.
6. İşlemler bittikten sonra "açı - menzil" ve "açı - tepe noktası" grafiklerini çizin.
7. Menzilin ve tepe noktasının en büyük olduğu açıları tespit edin.

Deney A:**Tablo A. 1**

	t_1	Menzil
1		
2		
3		
4		
5		
Ortalama		

-İlk Kademe(Yavaş)-

Yatay Uzaklık(menzil) :

Dikey Uzaklık :

Topun havada kalma süresi :

Topun ilk Hızı (Hesaplanan):

Topun ilk hızı ($R \setminus t_1$) :

Hata yüzdesi :

Tablo A. 2

	t_1	Menzil
1		
2		
3		
4		
5		
Ortalama		

-İkinci Kademe (Hızlı)-

Yatay Uzaklık(menzil) :

Dikey Uzaklık :

Topun havada kalma zamanı :

Topun ilk Hızı (Hesaplanan):

Topun ilk hızı ($R \setminus t_1$) :

Hata yüzdesi :

Deney B:

(a) Tablo B. 1

	Menzil
1	
2	
3	
4	
5	
Ortalama	

Topun ilk Hızı :

Açı :

Dikey Uzaklık :

Topun havada kalma süresi (Hesaplanan) :

Topun havada kalma süresi (Ölçülen – t_2) :

Hata Yüzdesi :

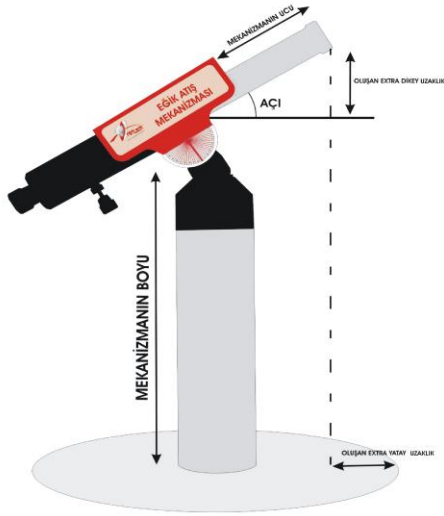
(b) Tablo B. 2

	Menzil
1	
2	
3	
4	
5	
Ortalama	

Hesaplanan Yatay Uzaklık :

Ölçülen Yatay Uzaklık :

Hata yüzdesi :



Mekanizmanın Boyu : **0.37m**

Mekanizma Ucunun Boyu : **0.14m**

Tablo B. 3

Açı	O.E.Y. Uzaklık (m)
0	0
20	0,03
30	0,04
40	0,05
50	0,06
60	0,07

Tablo B. 4

Açı	O.E.Y. Uzaklık (m)
0	0
20	0,04
30	0,07
40	0,08
45	0,09

Deney C:

Tablo C. 1

	20 derece	30 derece	40 derece
1			
2			
3			
4			
5			
Ortalama (Menzil)			

Tablo C. 2

	20 derece	30 derece	40 derece
Tepe noktası			

Açı (Mak.Menzil) :

Açı (Mak.Tepe noktası) :

SORULAR

- 1) Sürtünmeli ve sürtünmesiz ortamlarda serbest düşmeyi kısaca açıklayınız.
- 2) $g_{ay}=(1/6) g_{dünya}$ olduğuna göre;
 - a) Ayda 100 m yüksekten serbest bırakılan cisim kaç saniyede yere düşer?
 - b) Aynı cisim aşağı yönlü 10 m/s hızla atılırsa kaç saniyede düşer?
- 3) 80 m derinliğinde bir kuyuya serbest olarak bir taş bırakılırsa, taşın suya çarpma sesi kaç saniye sonra duyulur (ses hızı $\cong 340$ m/s)?
- 4) Sürtünmeli ve sürtünmesiz ortamlarda serbest düşme yapan cisimler için **a)** $x - t$, **b)** $v - t$, **c)** $a - t$ grafiklerini çizip yorumlayınız.
- 5) Denklem 10'u ispatlayınız.