



**İSTANBUL MEDENİYET  
ÜNİVERSİTESİ**

**MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ  
FAKÜLTESİ**

**FİZİK MÜHENDİSLİĞİ**

**FİZİK LABORATUVARI-I  
MEKANİK DENEYLERİ**

**HAZIRLAYANLAR  
FİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
ÖĞRETİM ELEMANLAR**

## ÖNSÖZ

Bu laboratuvar kılavuzu, Fizik Mühendisliği lisans öğrenimi görecek öğrenciler için Temel Fizik (mekanik) deneylerini kapsar.

Temel bilimlerin deneysel çalışma olmadan gerçeklik kazanması düşünülemez. Fizik öğrenmek, doğayı anlamak, ancak deneylerle mümkündür. Öğrencilerin fizik ilkelerini deney yapmaksızın öğrenmesi ve kendini geliştirmesi oldukça güçtür.

Temel fizik eğitiminde mekanik ve elektrik-manyetizma derslerinin yanı sıra bunlarla ilgili deneyleri içeren iki laboratuvar dersi vardır. Laboratuvar kılavuzu bu derste yapılan deneylerin; amacını, kuramsal bilgilerini, düzeneğini ve ölçümlerinin nasıl alınacağını kısaca tanımlar ve sonuçların yorumlanmasında yol gösterir.

Laboratuvar çalışmalarının temel amaçları:

1. Öğrencinin edindiği bilgileri, doğru ve düzgün bir ifade ile anlatma yeteneğini geliştirmektir. Bu nedenle her deneyden önce yapılacak deneyle ilgili sınav yapılır.
2. Laboratuvar çalışmasında önemli olan, ölçme ve çözümlene yöntemlerini kavramaktır. Bu kapsamda hata hesabını, deney verilerinin değerlendirilmesini, grafik çizme yöntemlerini ve sonuçları değerlendirmeyi öğrenmiş olacaksınız.
3. Laboratuvar çalışmalarının en önemli kısmını deney raporu yazmak oluşturur. Buradaki temel hedef, deney çalışmasının sonunda öğrencinin özgün bir çalışma ile deney raporunu yazabilmesidir. Deney raporu yazmak, öğrencinin kendi fikirlerini aktarabilmesine ve yaratıcılık yeteneğini geliştirmesine olanak sağlayacaktır. Bilimsel çalışmalarda, burada edineceğiniz deneyimler önemlidir.

Bu kılavuzun hazırlanmasında emeği geçen tüm Fizik Mühendisliği çalışanlarına teşekkür ederiz.

Fizik Mühendisliği Bölümü

## **LABORATUVAR KURALLARI:**

1. Öğrenciler sözlü sınav başlamadan önce laboratuvarda hazır bulunmak ZORUNDADIRLAR. Dersin başlamasından 10 dakika sonra gelenler laboratuvara KESİNLİKLE alınmayacaktır.
2. Deney gruplarında bulunan öğrenciler, karşılıklı yardımlaşmanın yanında ölçüleri sıra ile alacaklar, hesapları ayrı ayrı yapacaklardır.
3. Laboratuvara gelmeden önce deney ile ilgili konular okunacak, gerekirse ilgili kitaplardan çalışılacaktır. Sözlü sınavdan başarısız olan öğrenciler o hafta deneyi gerçekleştiremezler.
4. Laboratuvara girince alet ve cihazlara dokunmayınız. Görevli öğretim elemanının iznini ve tavsiyelerini aldıktan sonra sadece yapacağınız deneyle ilgili ve size tanıtılan aletleri kullanınız.
5. Laboratuvara gelirken yanınızda mutlaka grafik kâğıdı getiriniz.
6. Deneyi kurduktan sonra ilgili araştırma görevlisine deneyin kontrolünü mutlaka yaptırınız.
7. Laboratuvarında deney yaparken yüksek sesle konuşmayınız.
8. Çalışmalarınız sırasında diğer arkadaşlarınızı rahatsız etmeyiniz.
9. Deney sırasında cep telefonlarınızı kapalı tutunuz.
10. Deney öncesi deneyden sorumlu araştırma görevlisi tarafından yapılan açıklamaları mutlaka gerektiği şekilde uygulayınız ve aletleri dikkatli ve özenli kullanınız.
11. Deneyinizi bitirdikten sonra masanızı kesinlikle temiz bırakınız.
12. Laboratuvara % 80 devam zorunluluğu vardır. Bundan dolayı devama gereken hassasiyeti gösteriniz. Telifinin gerekli olduğu durumlarda dönem sonunda telafi haftası yapılacaktır.

## DENEY-1: UZUNLUK ÖLÇMELERİ

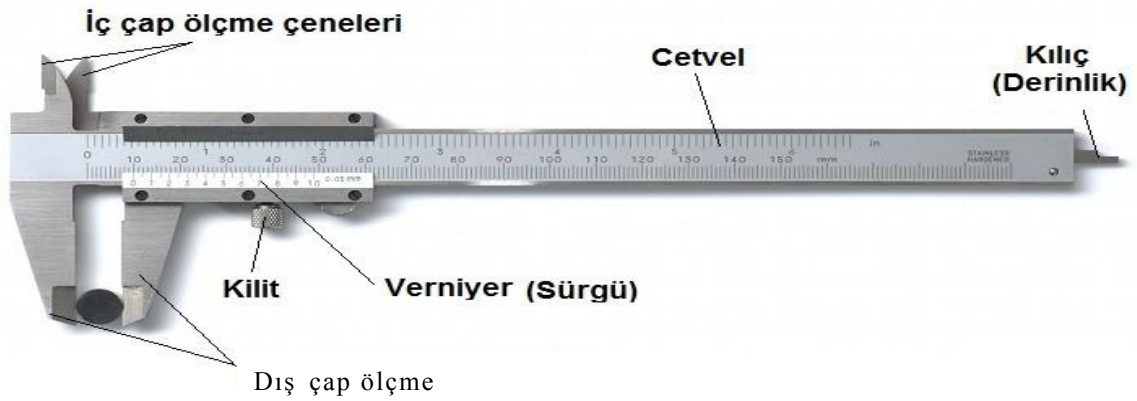
### **Amaç:**

Laboratuvar ölçeği içinde en çok kullanılan kumpas ve mikrometreyi tanımak ve bunlarla ölçme yapmak.

### **Genel Bilgi:**

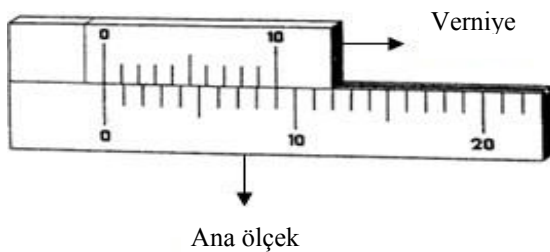
#### **KUMPAS**

Laboratuvar ve atölye düzeyinde en çok kullanılan aletlerden biri olup amaca göre çok değişik biçimleri vardır. En yaygın tipi Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Kumpas

Bu alet yardımı ile santimetreler boyundaki katı cisimlerin uzunluklarını, derinliklerini, iç ve dış çaplarını aletin yapısına göre 0,1 mm ile 0,025 mm arasında duyarlılıklarla ölçebiliriz. Ana ölçek üzerindeki en küçük birim 1 mm olmasına karşın çok daha duyarlı ölçme yapmamızı sağlayan düzenek “verniyer” olarak adlandırılan sistemdir. Verniyer sisteminin bir modeli Şekil 2’de görülmektedir.



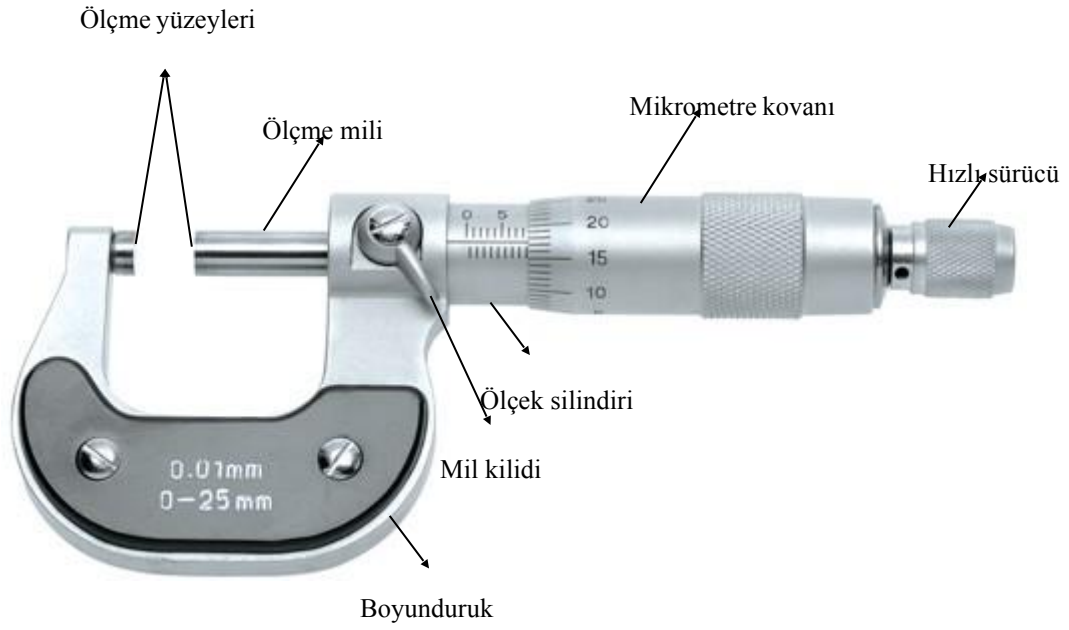
Şekil 2. Verniyerin temsili

Şekilde görüldüğü gibi, ana ölçek üzerindeki 9 birim verniyer üzerinde 10 parçaya ayrılmıştır. Böylece 0 çizgileri çakışık halde iken, 1. çizgiler arasındaki uzaklık 0,1 mm ve 7. çizgiler arasındaki uzaklık 0,7 mm olur. Bir ölçme durumunda örneğin verniyerin 0

çizgisi, ana ölçeğin 3. ve 4. çizgileri arasında ve verniyerin 6. çizgisi ana ölçeğin bir çizgisi ile çakışıyorsa, bu durumda ölçülen uzunluk 0 çizgileri arasındaki uzaklık, (3 mm) + verniyer kayması (0,6 mm) yani 3,6 mm olarak okunur.

## MİKROMETRE

İkinci olarak tanıyacağımız alet **Şekil 3**'de görülen mikrometredir. Amaca yönelik olarak bu aletin de çok değişik tipleri bulunur. Mikrometre yardımı ile 0,01 mm ile 0,005 mm arasında duyarlılıkla ölçmeler yapılabilir.



Şekil 3. Mikrometre

Mikrometrenin ölçme mili adımları 0,5 mm olan bir vida ile kovana bağlıdır. Böylece kovanın bir tam dönmesi ile ölçme mili 0,5 mm ilerler. Kovanın çevresi genellikle 50 ye bölünmüştür. Bu durumda kovanın üzerindeki en yakın iki çizgi arasına karşı gelen öteleme 0,01 mm'ye karşı gelir.

## DEĞERLENDİRME

Ad Soyad / Bölüm / Numara:

### UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ

1. Kumpas ve mikrometre kullanarak, aşağıdaki tabloyu doldurun. Her bir cisim için 3 ölçüm alın.

	en				boy				yükseklik							
PRİZMA																
	çap				kalınlık											
DİSK																
BİLYE																

tablo 1. kumpas ile alınan ölçümler

	en				boy				yükseklik							
PRİZMA																
	çap				kalınlık											
DİSK																
BİLYE																

tablo 2. mikrometre ile alınan ölçümler

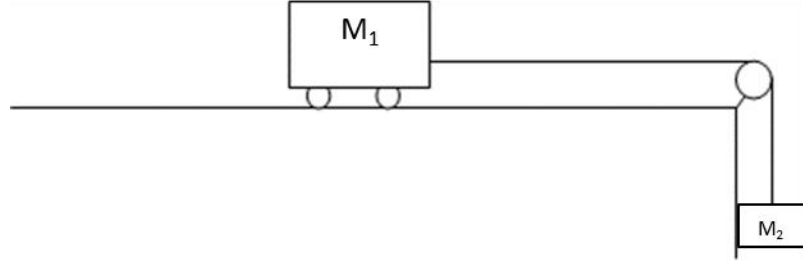
2. Sonuç-Yorum:

## DENEY-2: NEWTON'UN II.YASASI

### Amaç

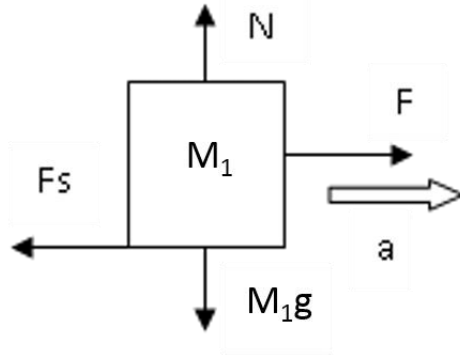
Sabit kuvvet altında bir cismin hareketinin incelenmesi, konum-zaman, hız-zaman grafiklerinin çizilmesi, Newton'un ikinci hareket kanununun gözlemlenmesi, kuvvet-ivme grafiğinin çizilmesi

### Genel Bilgiler



Şekil 1. Deney düzeneği için fiziksel bir model

Deney düzeneği Şekil 1'de gösterildiği gibi basit bir model ile incelenebilir.  $M_1$  kütlesi, sürtünme katsayısı sıfıra yakın özel üretim tekerleklere sahip bir arabadır. Arabanın hareketini incelemek için serbest cisim diyagramı aşağıdaki gibi çizilebilir.



- N: Yüzeyin tepki kuvveti
- F: Cisme uygulanan kuvvet
- $F_s$ : Cisme etkiyen sürtünme kuvveti
- a: Cismin ivmesi
- Mg: Cismin ağırlığı
- M: Cismin kütlesi

Şekil 2. Cisimlerin üzerindeki kuvvetleri ve ivmelerini gösteren serbest cisim diyagramları

Newton'un ikinci kanununa göre Şekil 2'deki cisim için aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$F - F_s = ma \quad (1)$$

Görüldüğü gibi sistemin ivmesi  $m$ 'ye bağlıdır ve ivme, bir ölçüm boyunca bunlar sabit kaldığı sürece değişmez. Denei düzeneğinde  $M$  kütleli cismin hareketi ölçüldüğü için bu cismin yatayda gerçekleşen bir boyutlu hareketini göz önüne alalım. İvmenin tanımı olan  $a=dv/dt$  formülü  $adt=dv$  olarak yazılabilir. Buradan hızın zamana bağlı denklemini

$$v = v_0 + at \quad (2)$$

şeklinde bulunur. Hızın tanımı olan  $v=dx/dt$  ifadesi Denklem (2)'de yerine yazılıp

$$dx = (v_0 + at)dt$$

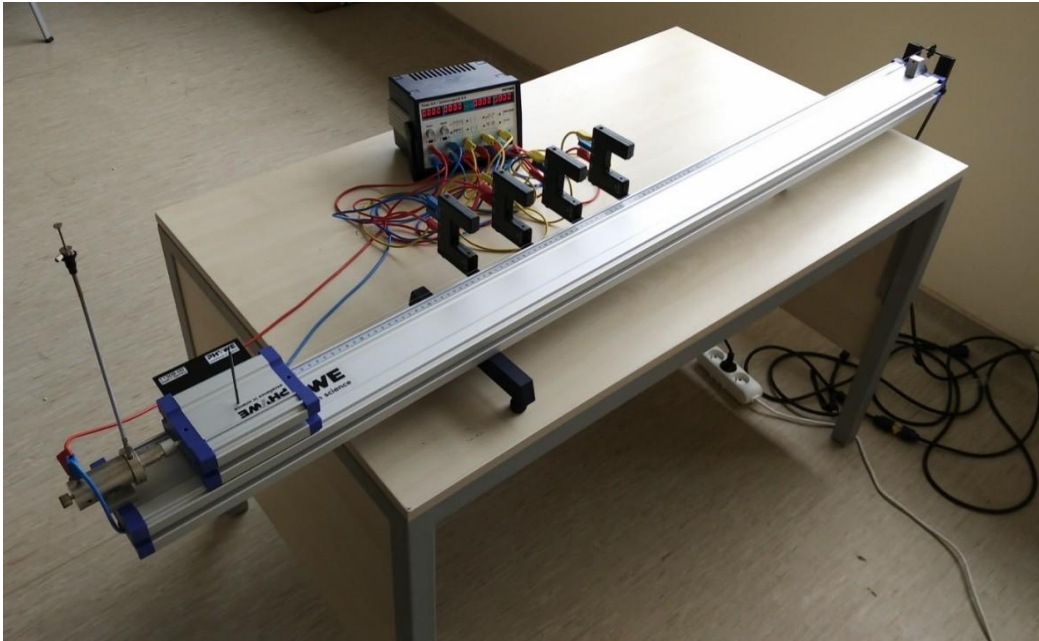
haline getirilebilir. Bu ifadede, iki tarafının integrali alındığında aşağıdaki denklem bulunmuş olur.

$$x = x_0 + \frac{1}{2}at^2 \quad (3)$$

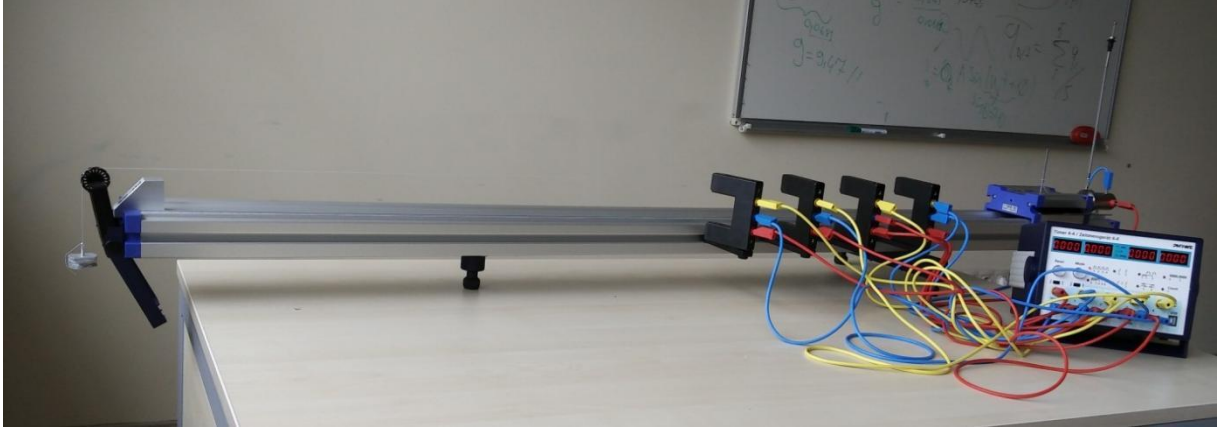
Burada  $x_0$  cismin ilk konumuna karşılık gelmektedir. Yukarıdaki iki denklem sabit ivmeli hareket eden cisimlerin kinematik formülleri olarak da isimlendirilirler.

### Deneyin Yapılışı

Deney düzeneği Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Düzgün hızlanan hareketin incelenmesi için deney düzeneği (arkadan görünüş)



Şekil 4. Düzgün hızlanan hareketin incelenmesi için deney düzeneği (önden görünüş)

Sayacın arkasındaki düğme ile cihazı çalıştırın. Sensörlerin kablolarını aynı renkler birbirine takılacak şekilde Şekil 4'te gösterildiği gibi zaman sayacına takın. Zaman ölçeri 4. modda aktif olacak şekilde çalıştırın.

Zaman ölçerin iki çalışma modu vardır. Sürekli modda kızak serbest bırakıldığı anda bütün zamanlayıcılar çalışır ve sensörün arasından bir cisim geçene kadar çalışmaya devam eder. Kesikli modda ise sadece 2. ve 4. sıradaki sensörler çalışır. Ancak okuyucudaki tüm ekranlar çalışır. İlk ekran sensöre gelme süresini, ikincisi ise sensörü geçme süresini gösterir. Sensörün arasına perde girdiği anda o sensörün bağlı olduğu zamanlayıcı çalışır, perde sensörden çıktığı anda zamanlayıcı durur. Böylece perdenin geçiş zamanı ölçülmüş olur.

Özel üretim arabanın boş kütleini ölçüp kaydediniz..... gr

Arabanın üzerindeki perdenin boyunu ölçünüz..... cm

Sarkan kütle tutucunun boş kütleini ölçünüz..... gr

Sistemin toplam kütleini yazınız.....gr

Arabayı raya oturtunuz ve deneye başlamadan aşağıdaki ölçümleri deney setinin üzerinde monte edilmiş olan metreye dik izdüşüm olarak ölçünüz.

Perdenin ön ucunun konumu ( $x_0$ ).....cm

1.....sensörün konumu ( $x_1$ ). cm

2.....sensörün konumu ( $x_2$ ). cm

3.....sensörün konumu ( $x_3$ ). cm

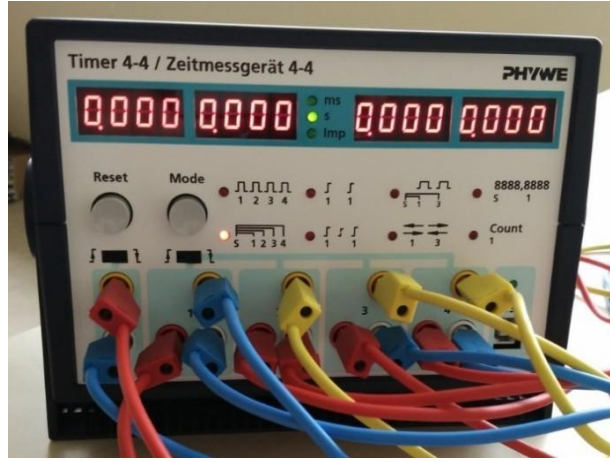
4.....sensörün konumu ( $x_4$ ). cm

### Takip Edilecek Adımlar:

1. Sarkan kütle tutucuya tüm kütleler (toplam 9 tane) takılır. Tutucunun de kütlesi hesaba katılarak sarkan kütle ( $m$ ) ve sistemin toplam kütlesi ( $M$ ) hesaplanır.

*Dikkat edin burada, ( $m$ ) sarkan kütleler, ( $M$ ) ise arabayla birlikte sistemin toplam kütlesidir.*

2. Özel tekerlekli araba raya oturtulur. Zamanlayıcı sürekli moda getirilir ve sıfırlanır. Araba serbest bırakılır.
3. Araba 4 sensörden de geçtiğinde araba durdurulur. Zaman ölçerde görüntülenen ölçümler kaydedilir. Bunlar sürekli mod ölçümleridir ve  $t_1, t_2, t_3, t_4$  olarak isimlendirilirler (sürekli mod için bkz. Şekil 5). Bu mod, konum-zaman grafiklerini çizmek için yardımcı olacaktır.



Şekil 5. Sürekli mod konumu (mode düğmesine basarak ışığı yanan mod'a getirilir)

4. Arabanın sensörlerden geçerken hızını belirleyebilmek için de, zamanlayıcı kesikli mod'a getirilir (bkz. Şekil 6). Kesikli mod, arabanın birinci (1.) ve üçüncü (3.) sensörden geliş sürelerini ve araba perdesinin o sensörlerden geçiş sürelerini ölçer. (Not: Bu modda 2. ve 4. sensörler aktif değildir.)



Şekil 6. Kesikli mod konumu (mode düğmesine basarak kesikli mod seçilir)

Böylece deneyin bu kısmı için gerekli ölçümler tamamlanmış olur. Ölçümlerinizi aşağıdaki kutucuklara yazınız. Deney düzeneğindeki kütlelerin değerlerini ( $M, m$ ) tabloların üzerindeki ilgili yerlere yazınız.

$M = \dots\dots\dots$ gr

$m = \dots\dots\dots$ gr

Tablo 1. Araba üzerinde ağırlık yokken alınan ölçümler

Sürekli mod	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$
Kesikli mod	$t_1$	$\Delta t_1$	$t_3$	$\Delta t_3$

### Hesaplamalar

İlk önce aldığınız ölçümleri kullanarak sistemin deneysel ve teorik ivmesini bulmanız ve konum-zaman, hız-zaman grafiklerini çizmeniz beklenmektedir.

#### Sistemin İvmesinin Hesaplanması

Arabanın kütesini ve sarkan ipin ucuna astığınız kütleleri göz önüne alarak

$$F_{net} = m a$$

Formülünden sistemin teorik ivmesini hesaplayınız.

$$a_{teorik} = \dots\dots\dots$$

Tablo 1'deki sürekli mod değerlerini kullanarak sistemin deneysel ivme hesabı yapılabilir. Bunun için denklem (3)'ü kullanınız. Sürekli modda 4 sensör de çalıştığı için 4 farklı ivme değeri bulup ortalamasını deneysel ivme değeri olarak kaydedin. *Bu modda elektronik okuyucudaki ekranların, sensörlere geliş sürelerini gösterdiğini unutmayın.*

$$a_{deneysel} = \dots\dots\dots$$

Deneysel ivme ile teorik ivmeyi karşılaştırınız.

Yine Tablo 1 kesikli mod değerleri ve denklem (2)'yi kullanarak aynı sistem için başka bir ivme ( $a_{deneysel}$ ) değeri bulun ve bu değeri hem sürekli moddan bulduğunuz ivme ile hem de teorik ivme ile karşılaştıırın.

Kesikli moddan ivme değeri bulmak için:  $V=\Delta x/\Delta t$ 'den denklem (2)'deki "v" değeri hesaplanır. Bunun için  $\Delta x$ , arabaya takılan kızağın uzunluğu ve  $\Delta t$  ise bu kızağın 2. Sensörden geçiş süresidir (bu değer kesikli mod ikinci ekrandaki süredir). Denklem (2)'de bulunan ve arabanın sensöre geliş süresini ifade eden "t" değerini de kesikli mod birinci ekran vermektedir. Böylelikle "t" ve "v" değerleri denklem (2)'de yerine yazılırsa deneysel ivme değeri bulunmuş olur. Diğer ikinci sensör için de ivme değeri bulduktan sonra ortalama bir ivme değeri bulup kaydedin.

$a_{deneysel} = \dots\dots\dots$

## Grafikler

### Konum-zaman grafiği

Tablo 5. Konum-zaman grafiği için değerler

Zaman (s)	Konum (m)

Bu tablodaki verileri grafik kâğıdı üzerinde noktalarla ifade ediniz. Teorik kısmı göz önünde bulundurursak bu noktalardan nasıl bir eğri geçmesini bekleriz? Bu eğriyi grafiğiniz üzerindeki noktalara en uygun şekilde çiziniz. Her 3 durumu da tek bir grafik üzerinde gösterebilirsiniz.

### Hız-zaman grafiği

Hesaplamalar kısmında bulduğunuz hız değerlerini aşağıdaki tablo 6'ya kaydedin. Kısaca hatırlamak gerekirse 2. ve 4. sensörlerden geçerkenki anlık hızlar aşağıdaki denklem ile bulunur.

$$v = \frac{\text{perde boyu}}{\Delta t_n}$$

$\Delta t_n =$  perdenin sensörü geçme süresi

Bu formüllerini kullanarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

(Dikkat!. Bu tablodaki (Tablo 6) zaman ile denklemdeki zaman değerlerini birbirine karıştırmayın. Denklemdeki zaman, ( $\Delta t_n$ ) perdenin geçme süresidir. Tablodaki zaman ise denklemde bulduğunuz hıza ulaştığı zamanı ifade eder.)

Tablo 6. Hız-zaman grafiği için değerler

Zaman (s)	Hız (m/s)

Bu tablodaki değerleri grafiğiniz üzerinde noktalarla belirtiniz.

Teorik kısmı göz önünde bulundurursak bu noktalardan bir doğru geçmesini bekleriz. Bu doğrunun denklemi teorik kısımdaki 2 no'lu denklemdir.

DEĞERLENDİRME

İSİM SOYİSİM:

NUMARA:

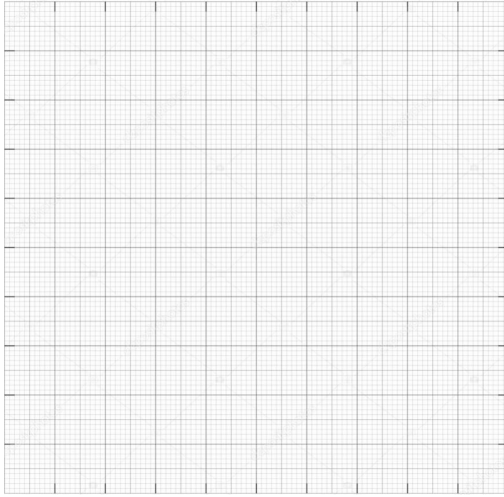
Tablo-1

Zaman (s)	Konum (m)

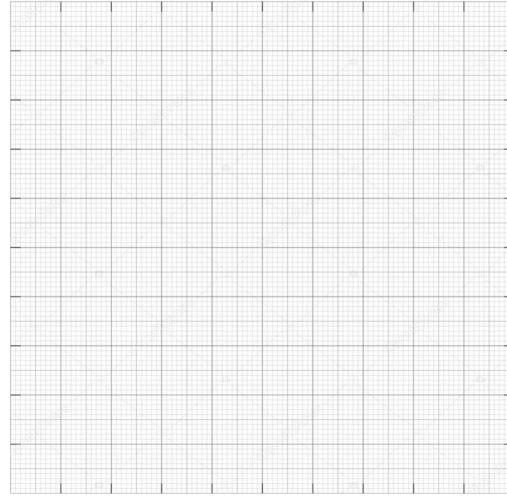
Tablo-2

Zaman (s)	Hız (m/s)

Konum-Zaman Grafiği



Hız-Zaman Grafiği



$a_{teorik} = \dots\dots\dots$

$a_{deneysel-1} = \dots\dots\dots$

Hata Payı Hesabı:

$a_{deneysel-2} = \dots\dots\dots$

Yorum:

## **DENEY-3: KATI CİSİMLERİN DÖNME HAREKETİ (1. ve 2. KISIM)**

### **Amaç**

Farklı cisimlerin eylemsizlik momentlerinin salınım ölçümleri ile tayin edilmesi.

1. Noktasal bir kütle için eylemsizlik momentinin dönme ekseninin yer çekimi merkezine olan düşey uzaklığının bir işlevi olarak bulunması.
2. Küre, dairesel disk, içi boş ve dolu silindir ve çubuğun eylemsizlik momentlerinin belirlenmesi.

### **Genel Bilgiler**

Doğrultusu değişmeyen bir eksen etrafında dönen katı bir cismi düşünürsek, katı cismin her parçacığı, xy düzleminde z eksenini etrafında  $\omega$  açısal hızıyla döner.  $m_i$  kütleli parçacığın 0 (sıfır) başlangıç noktası etrafındaki açısal momentumunun büyüklüğü  $m_i v_i r_i$  dir.

$v_i = r_i \omega$  olduğundan i parçacıklı sistemin;

$$L_i = m_i r_i^2 \omega \quad (1)$$

olarak verilir.  $L_i$  vektörü,  $\vec{\omega}$  doğrultusunda ve z eksenini boyunca yönelir.

Katı cismin açısal momentumunun z bileşeni, cismin parçacıkları üzerinden  $L_i$  lerin toplamıdır:

$$L_z = \sum m_i r_i^2 \omega \quad (2)$$

$$L_z = I_z \omega$$

$L_z$  açısal momentumun z bileşeni ve  $I_z$  katı cismin z eksenini etrafındaki eylemsizlik momentidir. Açısal hız;

$$\omega = \sqrt{D/I_z}$$

Buna göre, burulma titreşim frekansı ve periyodu şöyledir:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{D/I_z} \quad T = 2\pi \sqrt{I_z/D}$$

Kullandığımız yay için burulma sabiti (D) = 0.0265 Nm/rad 'dır.

m kütleli r yarıçaplı küre şeklindeki cismin  $I_z$  eylemsizlik momentini:

$$I_z = \frac{2}{5} m r^2$$

m kütleli r yarıçaplı dairesel disk şeklindeki cismin  $I_z$  eylemsizlik momenti:

$$I_z = \frac{1}{2}mr^2$$

m kütleli r yarıçaplı içi dolu silindirik cismin  $I_z$  eylemsizlik momenti:

$$I_z = \frac{1}{2}mr^2$$

m kütleli  $r_i$  iç yarıçaplı,  $r_d$  dış yarıçaplı içi boş silindirik cismin  $I_z$  eylemsizlik momenti:

$$I_z = \frac{1}{2}m(r_i^2 + r_d^2)$$

M kütleli L uzunluklu çubuğun  $I_z$  eylemsizlik momenti:

$$I_z = \frac{1}{12}ML^2$$

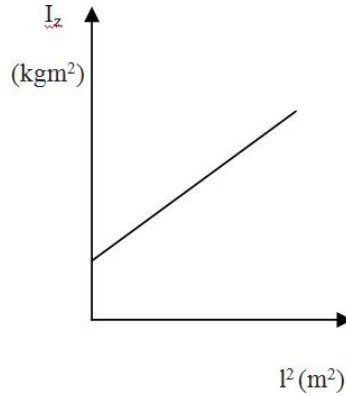
m kütleli nokta yükün dönme ekseninden a kadar uzaklıktaki  $I_z$  eylemsizlik momenti:

$$I_z = ml^2 \quad \text{şeklinde elde edilir.}$$

Noktasal kütlelerin eylemsizlik momentini bulurken paralel eksenler teoremi kullanılır. Paralel eksenler teoremi, kütle merkezinden geçen eksene göre eylemsizlik momenti bilinen bir cismin bu eksenden uzaklıktaki eksene göre eylemsizlik momentini bulmaya yarar. Teoreme göre çubuğun uçlarına noktasal kütle taktığımızda ölçülen eylemsizlik moment; 2 noktasal kütlelerin ve çubuğun eylemsizlik momentleri toplamıdır:

$$I_z = \frac{1}{12}ML^2 + 2ml^2$$

Sonuç olarak toplam eylemsizlik momentinden boş çubuğun eylemsizlik momentini çıkararak noktasal kütlelerin eylemsizlik momentini bulabiliriz.



**Şekil 1.** İki eşit kütlelerin aralarındaki mesafeye bağlı olarak eylemsizlik moment değişimi.

### Deneyin Yapılışı

DeneySEL kurulum Şekil 2’de gösterildiği gibi yapılarak, cisimler her bir aşamada değiştirilerek deney tamamlanır. Deney 2 kısımdan oluşmaktadır. Her bir kısım için ayrı ayrı yönergeler aşağıda yer almaktadır.

## 1.KISIM; FARKLI KATI CİSİMLER İÇİN EYLEMSİZLİK MOMENTİNİN BULUNMASI

Deneyin bu aşamasında farklı kütleli, farklı katı cisimlerin periyodlarının karşılaştırılması ve eylemsizlik momentlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Burada yapılacaklar aşağıda belirtilmiştir.

1. Şekil 2'de gösterilen küreyi dönme eksenine yerleştiriniz. Üç ayağın altına yerleştirdiğiniz bir kağıt üzerine sistemin denge konumunu işaretleyiniz. Deney boyunca sistem yerinden hiç hareket etmemelidir. Veri alırken ara ara sistemin işaretlediğiniz denge konumundan sapıp saptığını kontrol ediniz.
2. Sensörün modunu dördüncü moda çeviriniz.
3. Küreyi sağa doğru döndürünüz. Serbest bırakıp geçen süreyi belirleyiniz.
4. Ölçülen 3 tane periyot değerinin ortalamasını alıp  $T_{ort}$  olarak tabloya kaydediniz.
5. Bulduğunuz  $T_{ort}$  değerlerini kullanarak  $T = 2\pi\sqrt{I_Z/D}$  formülünden deneysel eylemsizlik momenti bulunuz. Tablo 2'ye kaydediniz.
6. Aynı işlemleri her bir katı cisim için tekrarlayınız (Küre, içi boş ve dolu silindir, disk).
7. Son olarak da her bir katı cisimin verilen kütle ve yarıçaplarını kullanarak teorik eylemsizlik momentlerini hesaplayıp, deneysel değerlerle karşılaştırın



DEĞERLENDİRME: KATI CİSİMLERİN DÖNME HAREKETİ **1. KISIM**

İSİM SOYİSİM:

ÖĞRENCİ NUMARASI:

r (cm)	T1	T2	T3	T <sub>ort</sub>
Küre				
Dairesel Disk				
İçi Boş Silindir				
Dolu Silindir				

Cisim	m (kg)	r (m)	I <sub>z</sub> (Deneyssel)	I <sub>z</sub> (Teorik)
Küre	0,761	0,070		
Dairesel Disk	0,284	0,108		
İçi Boş Silindir	0,372	r <sub>i</sub> = 0,046 r <sub>d</sub> = 0,050		
Dolu Silindir	0,367	0,0495		

HATA PAYI HESABI:

YORUM:

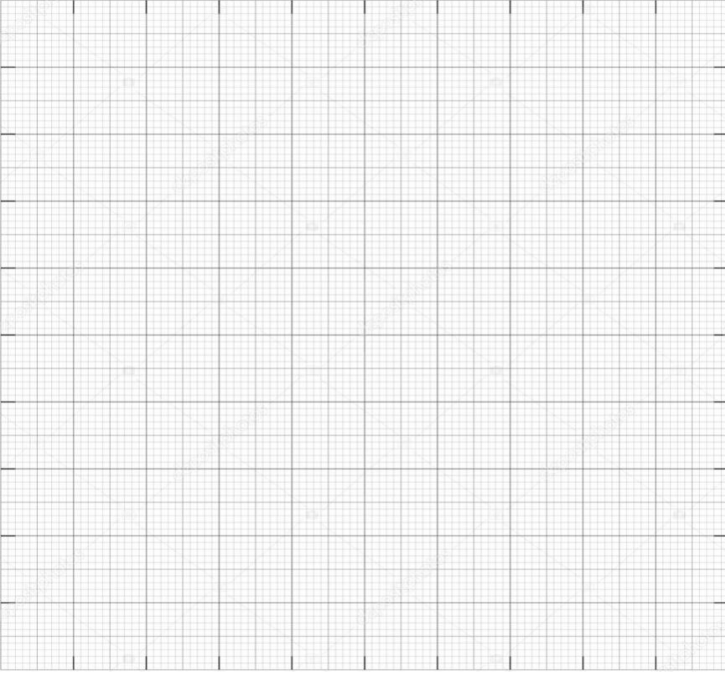
DEĞERLENDİRME: KATI CİSİMLERİN DÖNME HAREKETİ - **2. KISIM**

İSİM SOYİSİM:

ÖĞRENCİ NUMARASI:

Cisim	m (kg)	r (m)	T <sub>ort</sub> (sn)	I <sub>z</sub> (Deneysel)	I <sub>z</sub> (Teorik)
Çubuk	0,133	l=0,6			
Kütleli çubuk L <sub>1</sub>	0,133+2m	L <sub>1</sub> =			
Kütleli çubuk L <sub>2</sub>	0,133+2m	L <sub>2</sub> =			

I<sub>z</sub>-L<sup>2</sup> Grafiği;



YORUM:

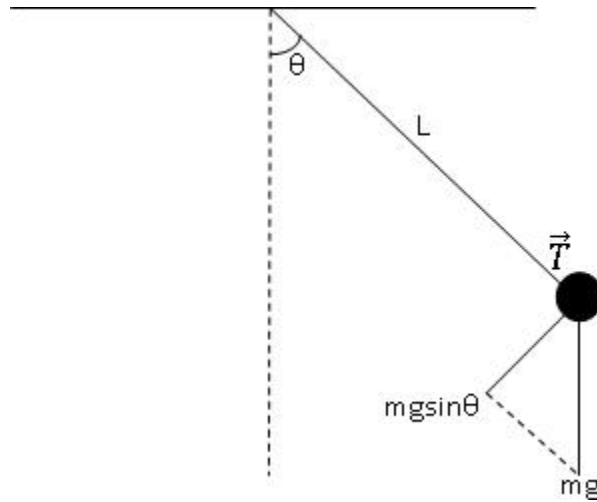
## **DENEY-4: BASİT SARKAÇ YARDIMI İLE YERÇEKİMİ İVMESİNİN HESAPLANMASI**

### **Amaç**

Basit sarkaç yardımıyla yerçekimi ivmesinin bulunması ve yerçekimi ivmesinin ip uzunluğuna ve kütleyle bağlılığının incelenmesi.

### **Genel Bilgiler**

Basit sarkaç,  $L$  uzunluğundaki hafif bir çubuğun ucuna asılmış noktasal bir  $m$  kütesinden oluşur. Sarkaç denge konumundan bir tarafa doğru yükseltip serbest bırakılacak olursa, yerçekimi kuvvetinin etkisi ile düşey düzlem içinde Şekil (1)'de görüldüğü gibi bir salınım hareketi yapar. Bu bir basit harmonik harekettir. Bu tür harekette eğer sürtünmeler sonucu mekanik enerji kaybı yoksa cisim iki uzay konumu arasında sonsuza kadar salınır. Ancak gerçekte havanın ve askı noktasındaki sürtünme kuvvetlerinin etkisi ile sistemin mekanik enerjisi azalacak ve salınım hareketi bir süre sonra duracaktır.



Şekil 1. Basit Sarkaç

Kütle üzerine etkiyen kuvvetler, ip boyunca etkiyen  $T$  gerilmesi ile  $mg$  ağırlığıdır. Ağırlığın yörüngeye teğet bileşeni  $mgsin\theta$  daima  $\theta = 0$  noktasına yönelir ve yer değiştirme vektörüne zıt yöndedir ki bu nedenle teğetsel kuvvet geri çağırıcı bir kuvvettir. Teğetsel doğrultudaki hareket denklemi, aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$F = - mgsin\theta = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1)$$

Buradaki eksi işareti  $F$  kuvvetinin denge konumuna yöneldiğini gösterir. Şekil üzerinde görülen  $s$  uzunluğu yay boyunca ölçülen yer değiştirir ki bunu  $s = L\theta$  ile verebiliriz.  $L$  sabit olduğundan yukarıdaki denklem;

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \sin\theta \quad (2)$$

şeklini alır. Küçük açılar için  $\sin\theta \sim \theta$  alınabileceğinden, hareket denklemi,

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \theta \quad (3)$$

haline gelir. Bu hareket denkleminin  $\frac{d^2x}{dt^2} = -w^2x$  ile aynı biçime sahip olduğuna dikkat ediniz.

Buradan küçük salınımlar için hareketin basit harmonik hareket olduğu sonucuna varırız öyle ki açısal frekans

$$w = \sqrt{g/L} \quad (4)$$

ile verilir. Burada açısal frekansın periyoda  $w = 2\pi/T$  şeklinde bağlı olduğunu da hatırlarsak, periyot için

$$T = 2\pi \sqrt{L/g} \quad (5)$$

formülüne ulaşırız. Görüldüğü gibi basit bir sarkacın küçük salınımlarının periyodu yalnızca ipin boyuna ve yer çekimi ivmesine bağlıdır.

Biz bu deneyde Denklem (5)'in doğruluğunu göstereceğiz. Bu amaçla periyodun karesinin ( $T^2$ ) ipin  $L$  uzunluğuna bağlı grafiği incelenerek  $g$  yerçekimi ivmesi hesaplanacaktır. Ayrıca periyodun ip uzunluğuna ve kütleye bağlılığı da incelenerek denklem (5) ifadesine göre yorumlanacaktır.



Şekil 2. Deney Düzeneği

### Deneyin Yapılışı

1. Deney düzeneğini şekilde verildiği gibi kurunuz. Işıklı bariyerdeki anahtarı 4. konuma getiriniz. Böylece her defasında tam periyot süresi ölçülecektir.
2. İpin ucuna büyük kütleli çelik bilyeyi asarak toplam 6 farklı ip uzunluğunda sarkacın periyodunu ölçünüz. (Not: Periyodu küçük açı değerlerinde ölçmeye çalışınız)
3. 2 numaralı işlemi aynı ip uzunluklarında daha küçük bir kütle ile deneyiniz. Sarkacın periyodunda nasıl bir değişiklik gözlemlediniz? Neden?
4. Elde edilen veriler kullanılarak denklem (5) yardımıyla  $L$  &  $T^2$  grafiğini çiziniz. Nasıl bir grafik elde ettiniz? Neden?
5. Grafiğin eğiminden yerçekimi ivmesini hesaplayınız. Bulduğunuz değeri gerçek değer ile karşılaştırınız ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ ).
6. Muhtemel hata nedenlerini belirtiniz.

## DEĞERLENDİRME

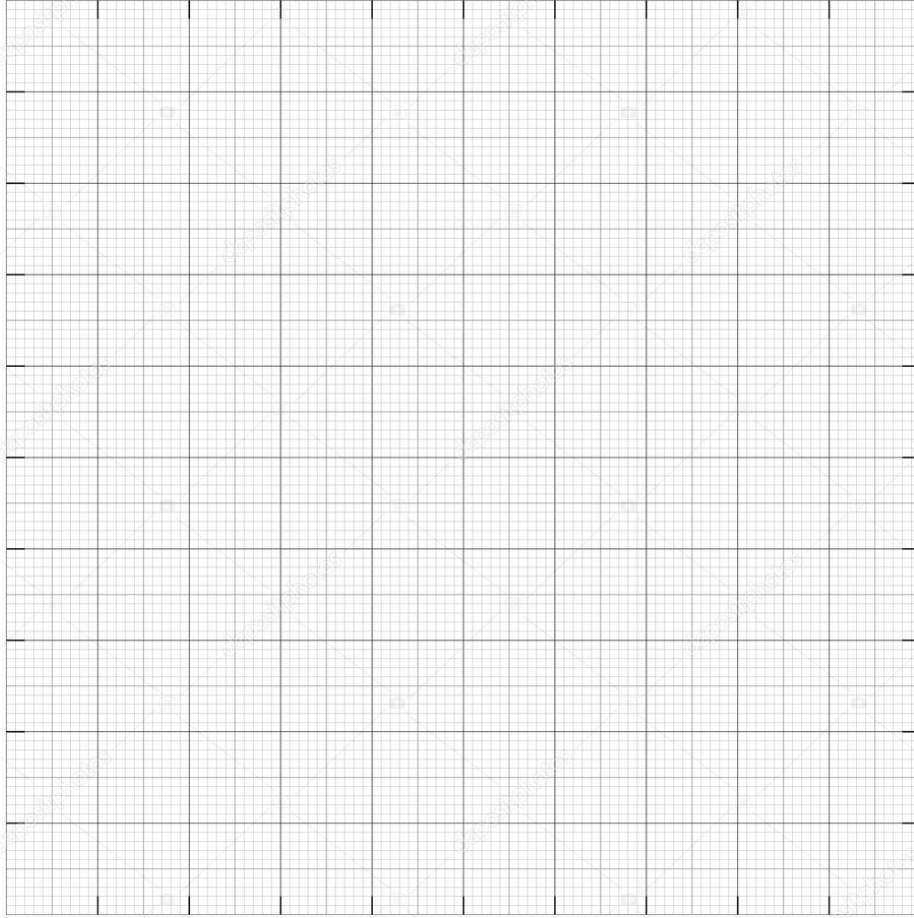
İSİM SOYİSİM:

ÖĞRENCİ NUMARASI:

Tablo 1-2. Periyodun ip uzunluğuna ve kütleyle bağlı değişim tablosu.

M <sub>1</sub> kütlesi için		
L(m)	T(s)	T <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> )
0.1		
0.2		
0.3		

M <sub>2</sub> kütlesi için		
L(m)	T(s)	T <sup>2</sup> (s <sup>2</sup> )
0.4		
0.5		
0.6		

L-T<sup>2</sup> grafiği

HATA HESABI(g yerçekimi ivmesi için):

YORUM:

## **DENEY-5: SERBEST DÜŞME**

### **Amaç**

Serbest düşen bir cisim için düşüş yüksekliği ile düşüş zamanı arasındaki ilişkiyi [ $h=f(t)$ ] incelemek.

Yerçekimi ivmesini belirlemek.

### **Teori**

Yerden belirli bir H yüksekliğinde olan bir cisim ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakılırsa yerçekimi alanının etkisi ile yeryüzüne doğru sabit ivmesi ile düzgün hızlanarak düşer, cismin yaptığı bu hareket serbest düşme olarak adlandırılır. Koordinat sisteminde y eksenini hareketin doğrultusu olarak alarak ve aşağıdaki tek boyutlu hareket denklemini çözerek:

$$m \frac{d^2h(t)}{dt^2} = mg \quad (1)$$

$h(0) = 0$  ve  $\frac{dh(0)}{dx} = 0$  başlangıç değerlerini elde ederiz.

y eksenindeki yer değiştirme h, zamanın fonksiyonu olarak alınırsa,

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

elde edilir. Mekanik enerjinin korunumundan;

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

Yükseklik ile hız arasındaki bağlantı elde edilir.

### **Deneyin yapılışı:**

1. Deney düzeneği şekilde görüldüğü gibi kurulur. İletken bir bilye, serbest bırakma mekanizmasına sıkıştırılır. Bu durumda devreden akım geçmez.
2. Devreyi durduran sensörün konumu sabitlenir ve serbest bırakma mekanizması belirli yüksekliklere ayarlanır. Mekanizmanın yüksekliği her denemeden sonra artırılır.
3. Düşme yüksekliğini etkin olarak belirleyebilmek için bilyenin çapının da dikkate alınması gerekir.



Şekil 1: Deney düzeneği

4. Düşme yüksekliğini değiştirerek, düşüş zamanını ( $t$ ) ve bilyenin sensörden geçiş zamanını ( $\Delta t$ ) ölçün.

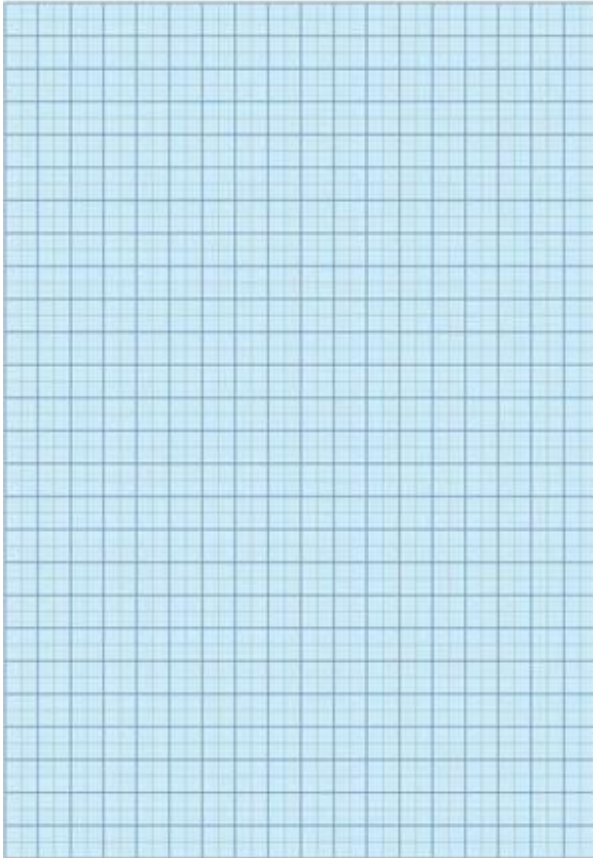
## DEĞERLENDİRME

İSİM SOYİSİM:

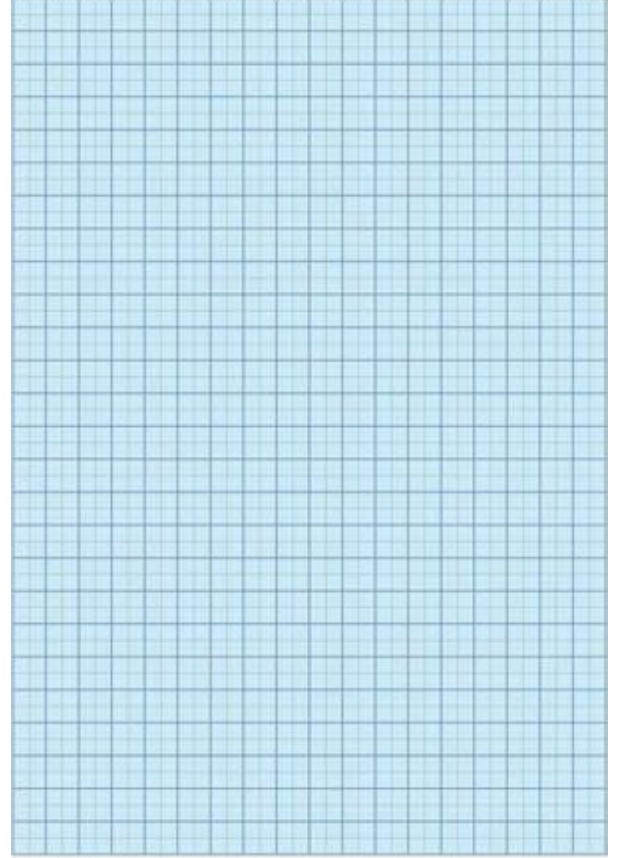
ÖĞRENCİ NUMARASI:

<b>h(m)</b>	<b>t(s)</b>	<b>t<sup>2</sup>(s<sup>2</sup>)</b>	<b>v(m/s)</b>	<b>v<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>)</b>
<b>0.1</b>				
<b>0.2</b>				
<b>0.3</b>				
<b>0.4</b>				
<b>0.5</b>				
<b>0.6</b>				

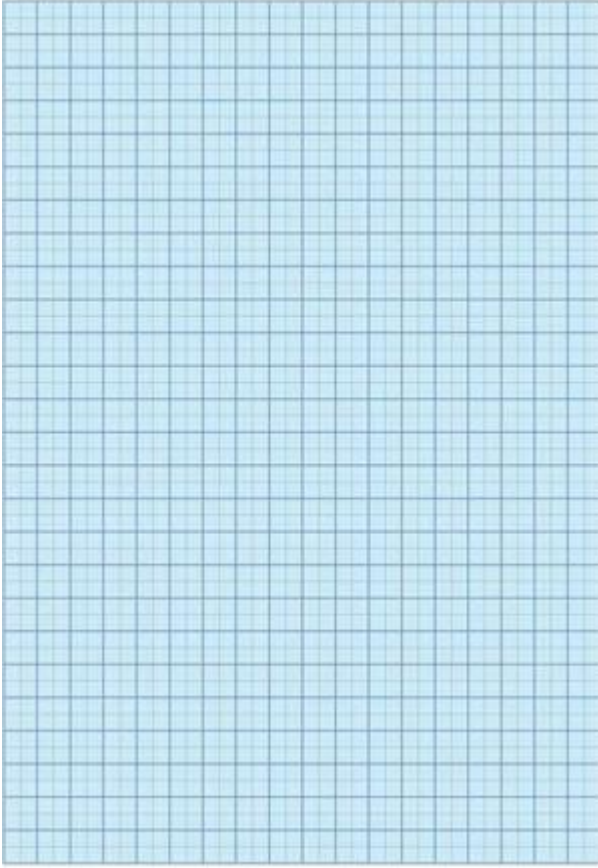
Yukarıdaki tabloyu kullanarak;



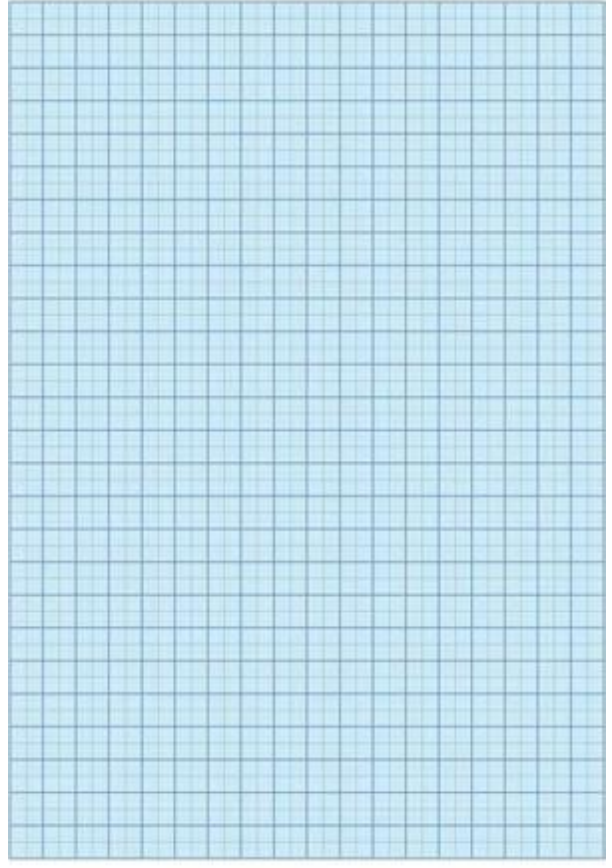
1. h=f(t) grafiğini çiziniz.

2. h=f(v<sup>2</sup>) grafiğini çiziniz

3.  $h=f(t^2)$  grafiğini çiziniz.



4.  $h=f(v)$  grafiğini çiziniz



1. Yerçekimi ivmesini 2. ve 3. grafikleri kullanarak bulun ve her ikisi içinde yüzdelik hatayı hesaplayın.

2. Mekanik enerjinin gerçekten korunup korunmadığını gösteriniz ve sebebini açıklayınız.

3. Sonuç-Yorum