

Deney 3: Basit Sarkaç

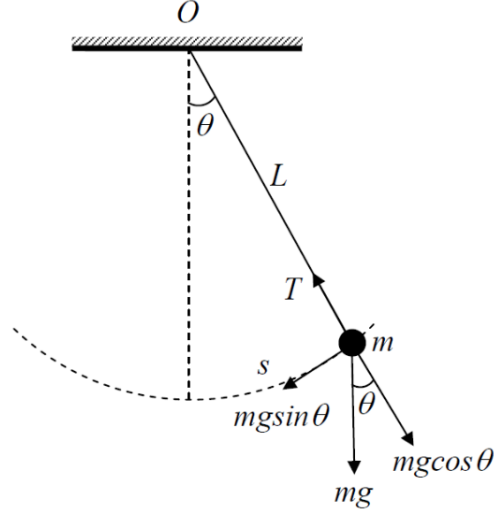
Amaçlar

1. Basit sarkaç yardımıyla yer çekimi ivmesinin belirlenmesi.
2. Basit sarkacın uzunluğu ile periyodu arasındaki ilişkinin gözlemlenmesi

Kuramsal Bilgi

Kendini belirli zaman aralığında tekrar eden harekete periyodik hareket denir. Periyodik harekete örnek olarak sürtünmesiz yatay düzlemde, yaya bağlı bir cismin ya da ağırlığı ihmal edilebilir bir ipe bağlı şekilde salınım yapan bir kütlenin hareketi verilebilir. Periyodik hareket yapan bir cismin, tam bir devir yapması için geçen süreye periyot denir. Frekans ise periyodik salınıcının, birim zamanda yaptığı devir sayısıdır ve periyodun tersidir. Periyodun ve frekansın birimi sırasıyla, saniye ve Hertz($\text{Hz}[\text{s}^{-1}]$)' dir

Bir sarkacın basit sarkaç olarak adlandırılabilmesi için, her türlü sürtünme ihmal edilebilir olmalı ve ip ile düşey eksen arasındaki θ açısı genellikle 10° 'den daha küçük olmalıdır. Şekil 1'de basit sarkacın salınım hali görülmektedir. Sarkacın salınım hareketinde enerji sürekli olarak kinetik ve potansiyel enerji çevrimi içerisinde. Kinetik enerji en büyük değerini, salınımin en düşük noktasında alırken, potansiyel enerji ise en büyük değerini salınımin en yüksek noktalarında alır. Bu salınım hareketinin zaman içinde sönümlü olduğu görülür ve θ açısı zamanla azalır. Bunun nedeni, küreciğin hava molekülleri ile çarpışmasından ve askı noktası ile arasındaki etkileşmeden kaynaklanan sürtünme kuvvetleridir.



Şekil 1: Basit Sarkaç

Sürtünme kuvvetlerinin ihmal edildiği varsayılırsa sarkacın hareketi şu şekilde formüle edilebilir: Şekil 1’de görüldüğü gibi denge konumundan θ açısı kadar uzakta bulunan m kütleli küreciğe etki eden kuvvet, mg ağırlığı ve bunun iptе oluşturduğu T gerilmesinin bileşkesi olan $mgsin\theta$ ’dır. Bu kuvvet her zaman cisim denge konumuna dönmeye zorladığından, geri çağırıcı kuvvet olarak adlandırılır.

Geri çağırıcı kuvvet Denklem (1)’de verilmiştir. Burada negatif işaret, kuvvetin harekete zıt yönlü olduğunu gösterir.

$$F = -mgsin\theta \quad (1)$$

Şekil 1’ de ipteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü $T = mgcos\theta$ ’dır. Bu salınım hareketine dik bileşen, kütleyi salınım yayı üzerinde tutmak için gerekli merkezci ivmeyi sağlar ve ipin gerilmesine neden olur. Geri çağırıcı kuvvet Denklem (1) ‘e göre $sin\theta$ ile orantılıdır. θ ’nın çok küçük olması durumunda $sin\theta$ nın yerine açının radyan cinsinden değeri yazılır ve s yayı bir doğru

parçası olarak kabul edilir $(\sin\theta \cong \theta = \frac{s}{L})$. Newton'un ikinci yasası kullanılırsa:

$$F = ma = -mg\sin\theta \quad (2)$$

İvmenin $a = \frac{d^2s}{dt^2}$ ifadesi yerine yazılırsa ($s = L\theta$, $\sin\theta \cong \theta$) aşağıdaki denklem elde edilir:

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

Denklem (3) ikinci dereceden diferansiyel denklem olan basit harmonik hareketin denklemi ($\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2\theta = 0$) olarak düzenlenebilir:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\theta = 0 \quad (4)$$

Denklem (4)'de görüldüğü gibi g/L oranı açısal frekansın (ω) karesine eşittir. Böylece sarkacın periyodu ile açısal frekansı arasındaki

$$\omega = \frac{2\pi}{T_p} \quad (5)$$

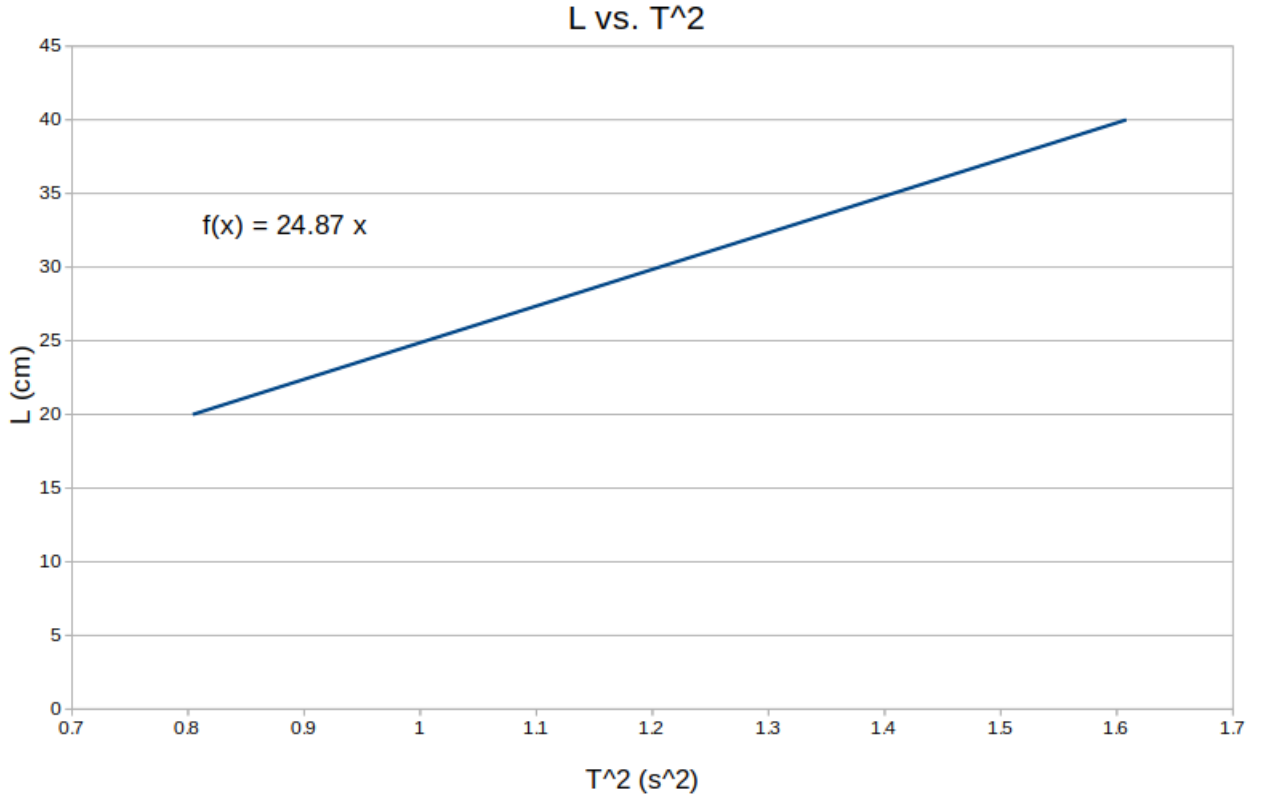
bağıntısı kullanılarak, sarkacın periyodu aşağıdaki gibi elde edilir.

$$T_p = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad (6)$$

Periyot, ipteki T gerilmesinden ayırt edilebilmesi için T_p olarak ifade edilmiştir. Denklem (6)'da görüldüğü gibi küçük açılı salınımlar için periyot kütleden bağımsızdır. Periyot L uzunluğuna ve g yer çekimi ivmesine bağlı olarak değişir. L uzunluğu değiştirilerek periyodun da değişeceği görülebilir

değerindeki hata yüzdesini aşağıdaki formülü kullanarak hesaplayınız.

$$\%hata = \frac{|g_{deneyse} - g_{gercek}|}{g_{gercek}} \quad (7)$$



Şekil 3: Grafiğin eğimi $g/4\pi^2$ 'dir

3. Sarkacın periyodu ile uzunluğu arasında nasıl bir ilişki olduğunu periyodun sarkaç uzunluğuna karşı grafiğini çizerek gösteriniz. Ek kısmındaki Excel kullanımından faydalanabilirsiniz.

4. Son olarak ivmeyi 981 cm/s^2 kabul ederek deneyde ölçülen uzunluk değerleriyle, Denklem (6) ile verilen uzunluk değerlerini karşılaştırmız. Tablo 2'ye değerleri yazarak Denklem (7)'yi kullanarak hata yüzdesini hesaplayınız.

Tablo 2

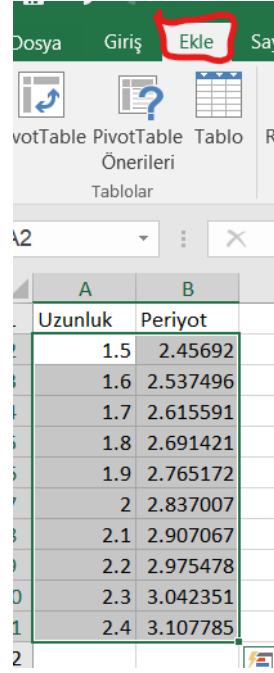
| Deneme | $L_{\text{ölçülen}}(cm)$ | $T(s)$ | $L_{\text{hesaplanan}}(cm)$ |
|--------|--------------------------|--------|-----------------------------|
| 1 | 20 | | |
| 2 | 25 | | |
| 3 | 30 | | |
| 4 | 35 | | |
| 5 | 40 | | |

Ek:Excel Kullanımı

Uygulamadan verileri Excel belgesi ya da CSV(virgülle ayrılan değerler) olarak alabilirsiniz. Aynı zamanda uygulama dışında yaptığınız ölçümleri, elde ettiğiniz verilerle her iki veri formatını kullanarak karşılaştırabilirsiniz.

Bu deneyde ölçülen periyota karşı uzunluk değerlerini kullanarak Excel grafiğini oluşturalım.

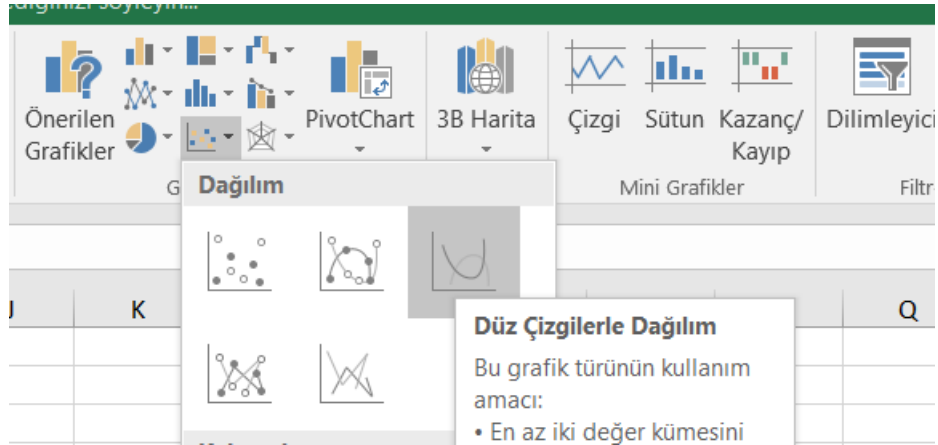
1. Ölçülen uzunluklar ve ilgili periyot değerleri Excel'de iki ayrı sütuna yazılır. İlgili veriler seçilerek ekle sekmesi seçilir.



| A | B |
|---------|----------|
| Uzunluk | Periyot |
| 1.5 | 2.45692 |
| 1.6 | 2.537496 |
| 1.7 | 2.615591 |
| 1.8 | 2.691421 |
| 1.9 | 2.765172 |
| 2 | 2.837007 |
| 2.1 | 2.907067 |
| 2.2 | 2.975478 |
| 2.3 | 3.042351 |
| 2.4 | 3.107785 |

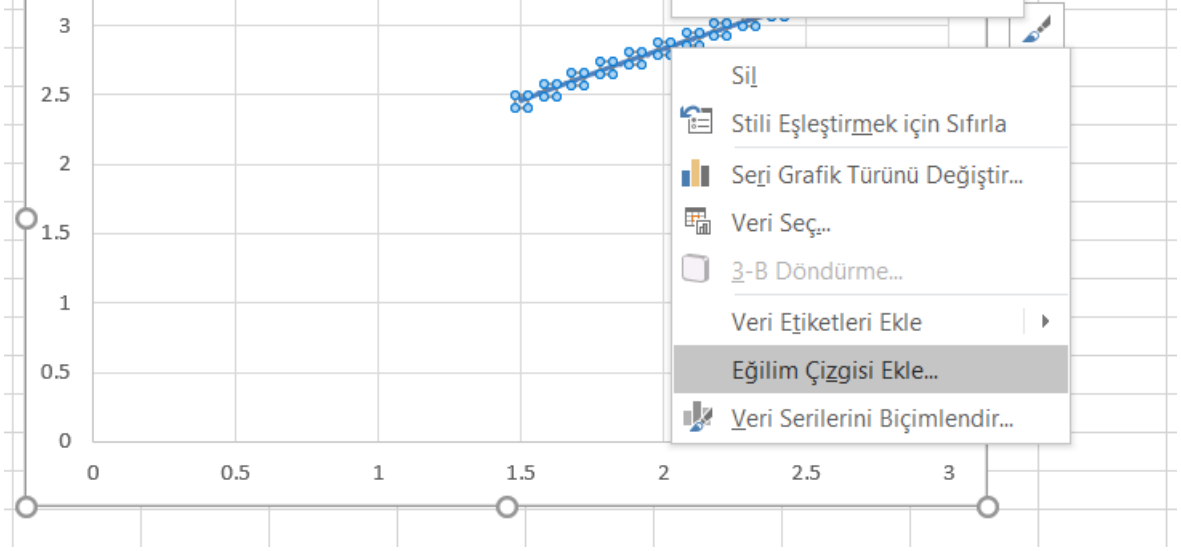
Şekil 4: Şekilde uzunluklar metre olarak alınmıştır.

2. Daha sonra grafikler sekmesinden X-Y dağılımı kısmındaki düz çizgilerle dağılım seçeneği ile grafik oluşturulur. Veri noktaları belirtilmek istenirse, düz çizgiler ve işaretçilerle dağılım seçeneği seçilebilir.



Şekil 5

3. Oluşan grafikte veri noktaları seçilerek fare sağ tuşu ile verilen listede eğilim çizgisi ekle seçeneği seçilir.



Şekil 6

4. Oluşan eğilim çizgisini biçimlendir kısmındaki seçeneklerden Üs seçilir. Gerek olduğunda diğer fonksiyon dereceleri kullanılabilir. Daha sonra grafik üzerinde denklemi görüntüle seçeneğiyle bağıntı denklemi oluşturulur.

Eğilim Çizgisini Biçimlendir

Eğilim Çizgisi Seçenekleri

▲ Eğilim Çizgisi Seçenekleri

Üstel

Doğrusal

Logaritmik

Polinom Sırala 2

Üs

Hareketli Ortalama Dönem 2

Eğilim Çizgisi Adı

Otomatik Üs (Seri1)

Özel

Öngörü

İleri dönemler

Geri dönemler

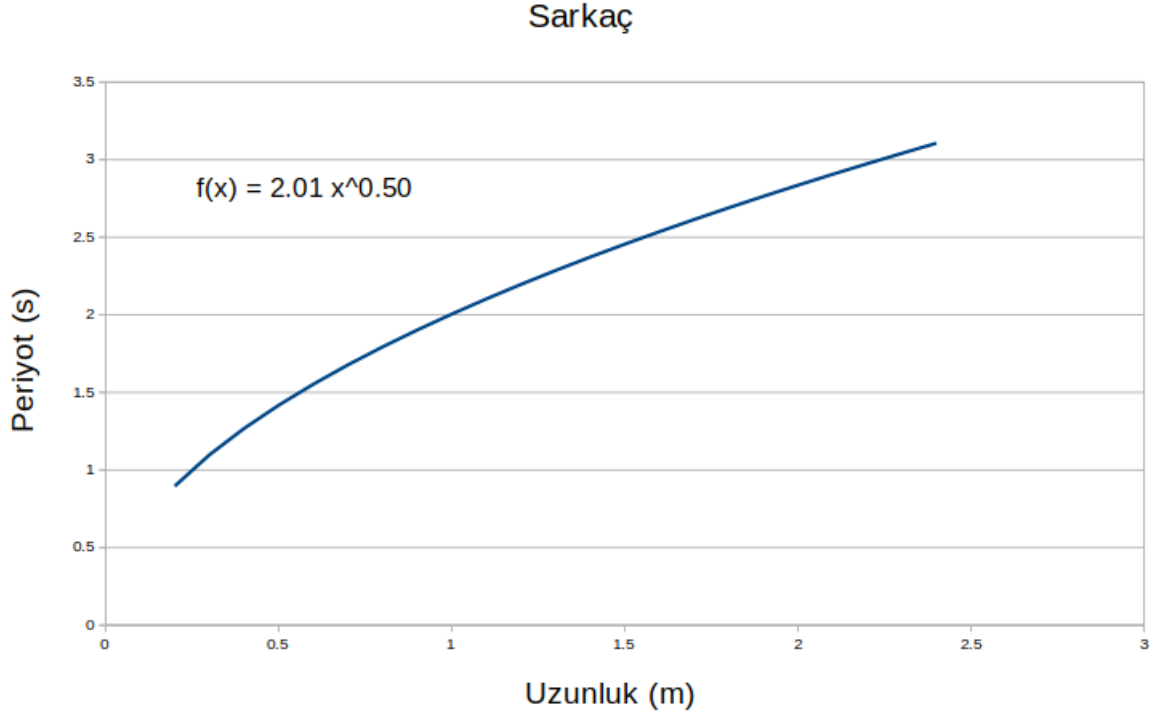
Kesim noktası

Grafik üzerinde Denklemi görüntüle

Grafik üzerinde R-kare değerini görüntüle

Şekil 7

5. Grafik öğeleri kısmındaki seçenekler kullanılarak grafik ve eksen başlıkları oluşturularak figür düzenlenebilir.



Şekil 8