



Arduino ile Hooke Yasasının İncelenmesi

Meral Güngör Babaoğlu¹, Kadir Kaan Durmaz², Kerem Özbey³

¹Dr., Öğretmen, Şehit Hüseyin Gültekin Bilim ve Sanat Merkezi, Ankara-Türkiye, meralbabaoglu@gmail.com

²Öğrenci, Şehit Hüseyin Gültekin Bilim ve Sanat Merkezi, Ankara-Türkiye

³Öğrenci, Şehit Hüseyin Gültekin Bilim ve Sanat Merkezi, Ankara-Türkiye

ÖZET

Bu araştırmada donanımı ve yazılımı açık kaynaklı bir mikrodenetleyici olan Arduino uno ile Basit Harmonik Hareket ve Hooke Yasası incelenmiştir. Yaya asılan kütlelerin hareketi Arduino uno ile programlanan HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü ile zamana bağlı olarak ölçülmüştür. Arduino üzerinden Parallax Data Acquisition Tool (PLX-DAQ) yazılımıyla zaman ve konum verileri Microsoft Excel üzerine yazdırılmıştır. Üç farklı yaya asılmış, basit harmonik hareket yapan 40, 50, 60, 70, 100 g kütlelerin konum-zaman grafikleri çizilmiş ve incelenmiştir. Kuvvetin yay sabiti hesaplanmaya çalışılmıştır. Periyodun bağlı olduğu değişkenler incelenmiştir. Yapılan araştırmada kullanılan yaylarının kuvvet yay sabitleri kuvvet-yayın uzama miktarı grafiklerin eğiminden elde edilen k_1 , k_2 , k_3 sırasıyla 15.89- 35.85- 52.35 N/m olarak hesaplanmıştır. 40, 50, 60, 70, 100 g kütleler asıldığında kuvvet sabiti k_1 olan yay için periyotları (0.40-0.44-0.49-0.53-0.64 s), k_2 olan yay için periyotları (0.30-0.33-0.35-0.40-0.47 s), k_3 olan yay için periyotları (0.19-0.23-0.25-0.27-0.32 s) olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arduino, Hooke Yasası, periyot, ultrasonik mesafe sensörü, yay sabiti.

Examination of Hooke's Law With Arduino

ABSTRACT

In this research, the hardware and software an open-source microcontroller with the Arduino uno which is simple harmonic motion and Hook's Law are examined. Arduino uno programmed with the movement of the hanging mass to spring HC-SR04 ultrasonic distance sensor was measured depending on the time. Via Arduino Parallax data acquisition Tool (PLX-DAQ) software was printed on time and location data to Microsoft Excel. The simple harmonic motion of a mass hanging of 40, 50, 60, 70, 100 g, three different foot systems of the position-time graphs were drawn and examined. The data obtained to calculate the force from the spring constant has been studied. Period is connected to the variables examined. In this research, the spring constant used in a force of the amount of distance obtained from the slope of the graphs k_1 , k_2 , k_3 , respectively, 15.89- 35.85- 52.35 N/m was calculated. 40,50,60,70,100 g mass is exceeded, the spring force constant k_1 for periods (0.40-0.44-0.49-0.53-0.64s), k_2 for the spring periods (0.30-0.33-0.35-0.40-0.47 s), k_3 for periods (0,19-0.23-0.25-0.27-0.32s) was calculated as the spring.

Keywords: Arduino, Hooke's law, period, ultrasonic distance sensor, spring constant.

GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerin pek çoğunda uygulanan STEM eğitimi ülkemizde de son yıllarda önem kazanmış ve oldukça yaygınlaşmıştır. Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmasından alan STEM eğitimi bu dört alanın birbirine entegre edilmesini içeren bir eğitim modelidir. STEM eğitimi, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını, bütüncül bir eğitim yaklaşımıyla bilgi ve beceri kazanmasını hedefler. STEM, eğitimde öğrenme ortamlarının niteliğini artıran, öğretim süreçlerini daha da verimli ve etkili hale getiren, disiplinler arasında entegrasyon sağlayarak öğrencilere uygulama yapma olanağı sunan bir yaklaşımdır (Çepni, 2018).

Pek çok eğitimci tarafından STEM eğitimi kapsamında, fizik eğitiminde Arduino kullanılmaya başlanmıştır. Arduino, sensörler yardımı ile çevresiyle etkileşen, veri toplayan, kaydeden ve eyleme dönüştüren elektronik devre elemanıdır (Arduino Home Page, 2019). Ucuz ve kolay elde edilebilir olması, programlama dilinin kolay ve anlaşılır olması, açık kaynaklı olmasından dolayı tercih edilmektedir. Galeriu, yaptığı çalışmada Arduino uno mikrodenetleyicisinin STEM eğitimi kapsamında bilim, robotik, mühendislik ve matematik uygulamaları için oldukça kullanışlı olduğunu belirtmiştir (Galeriu, 2014). Musik, okullardaki fizik eğitiminde kullanılan bilgisayar temelli eğitimin önemli olduğunu belirtmiştir (Music, 2017). Nichols, fizik laboratuvarında kullanılan veri toplama araçlarının pahalı olduğunu, daha ekonomik olan Arduino uno mikrodenetleyicisinin bir alternatif olabileceğini belirtmiştir. Nichols, Arduino uno üzerinden alınan verilerin Excel, LabVIEW, MATLAB gibi programlara aktarılabilirliği göstermiştir (Nichols, 2017). Bu çalışmada da Arduino uno mikrodenetleyicisi, HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılarak yayın ucuna asılan kütle için yaptığı basit harmonik harekete ait konum-zaman verilerini elde etmek için Parallax Data Acquisition Tool (PLX-DAQ) programı tercih edilmiştir. Böylece elde edilen verileri Excele aktararak analiz etmek mümkün olmuştur.

Bu çalışmada incelenen Hooke Yasası, adını 17. yüzyılda yaşamış İngiliz bilim insanından almaktadır. Robert Hooke 1678'de bozunuma uğrayan maddelerin eski haline geri dönebilmek için uyguladığı kuvvetin bozunum miktarı (yaylar için uzama miktarı) ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Yayın ucuna bağlı kütle, serbest bırakıldığında düşey doğrultuda denge konumundan x kadar ayrılırsa, yayın m kütlesi üzerine Hooke Yasası ile verilen geri çağırıcı F kuvvetini uygular. Burada k yayın kuvvet sabitidir.

“Ut tensio, sic vis” (Ne kadar uzanım, o kadar kuvvet) (Wikipedia, 2019).

$$F = -k \cdot x$$

Yayın ucuna asılan kütle için bu hareket Basit Harmonik Hareket olarak adlandırılır. Bu hareketin periyodu yayın kütlesi ile doğru, yayın yay sabiti ile ters orantılıdır. Bu hareketin periyodu aşağıdaki denklem ile bulunur (Serway, Beichner, & Çolakoğlu, 1986).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Bu çalışmada Arduino'nun fizik eğitiminde kullanımına ilişkin olarak Basit Harmonik Hareketin incelenmesi yapılmıştır. Bir yayın ucuna asılan kütle için hareketi Arduino uno mikrodenetleyicisi kullanılarak Hooke Yasası, yayın yay sabiti ve periyodu

bağlı olduğu değişkenler incelenerek analiz edilmiştir. STEM eğitimi kapsamında yapılan bu çalışma ile etkili bir fizik eğitiminin gerçekleşmesi hedeflenmiştir.

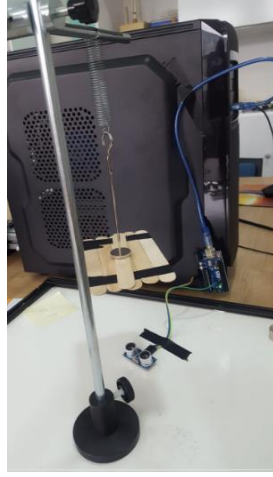
YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum (örnek olay) çalışması kullanılmıştır. Durum çalışmaları, bilimsel sorulara cevap aramada kullanılan ayırt edici bir yaklaşım olarak görülmektedir (Büyüköztürk, Akgün, Karadeniz, Demirel, & Kılıç Çakmak, 2018). Bu çalışmada fiziğin temel konularından biri olan basit harmonik hareketin incelenmesine odaklanılmıştır. STEM eğitim yaklaşımı benimsenerek geliştirilen bu etkinliğin fizik eğitiminde nasıl kullanılabileceğine ilişkin özel bir durum incelenmiştir. Bunun için bilgisayar destekli ölçme sistemi tasarlanarak Hooke yasası incelenmiş, yay sabiti belirlenmiş, kullanılan yaylar ile karşılaştırma yapılmıştır. Ayrıca basit harmonik harekete ait temel kavramlar olan periyot, frekans ölçümleri yapılarak periyodun bağlı olduğu değişkenler incelenmiştir. Bu çalışmada bu süreçte yaptığımız iş ve işlemleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

Şekil 1'deki düzenek kuruldu. Arduino uno mikrodenetleyicisi, HC-SR04 ultrasonik mesafe sensöründen veri toplamak ve Excele göndermek için Şekil 2'deki gibi kodlandı. Ölçme işlemi için Parallax Data Acquisition Tool (PLX-DAQ) sistemi kullanıldı. Yay sabitleri k_1, k_2, k_3 olan 3 farklı yay kullanıldı. Yayların ucuna 40-50-60-70-100 g kütleler asıldı.

Yay sabiti k_1, k_2 olan yay için 2-4 s arasındaki, yay sabiti k_3 olan yay için 0-3 s arasındaki veriler değerlendirmeye alınmıştır. Konum-zaman grafiğindeki verilerden her bir yay ve kütle için basit harmonik hareket yapan sistemin periyodu, genlikleri ortalama olarak hesaplanmıştır. Hooke yasasından yay sabitleri hesaplanmıştır.

Basit harmonik hareketi incelemek için tasarladığımız bilgisayar destekli bu sistemde kullandığımız HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü 2cm–400cm arası uzaklıkları düzgün bir şekilde ölçebilmektedir. Çalışma prensibi ise şu şekildedir: Sensörün Trig pininden uygulanan sinyal 40 kHz frekansında ultrasonik bir ses yayılmasını sağlar. Bu ses dalgası herhangi bir cisme çarpıp sensöre geri döndüğünde, Echo pini aktif hale gelir (İzgöl, 2019). Sesin hızı havada, deniz seviyesinde ve 21 °C sıcaklıkta 34320 cm/s olarak alınmıştır.



(a)



(b)

Şekil 1. (a) Hooke Yasasını incelemek için tasarlanmış bilgisayar destekli sistem, (b)Arduino uno mikrodenetleyicisi ve HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü.

```
int trigPin = 7;
int echoPin = 6;
float pingTime;
float targetDistance;
float speedOfSound=34320;

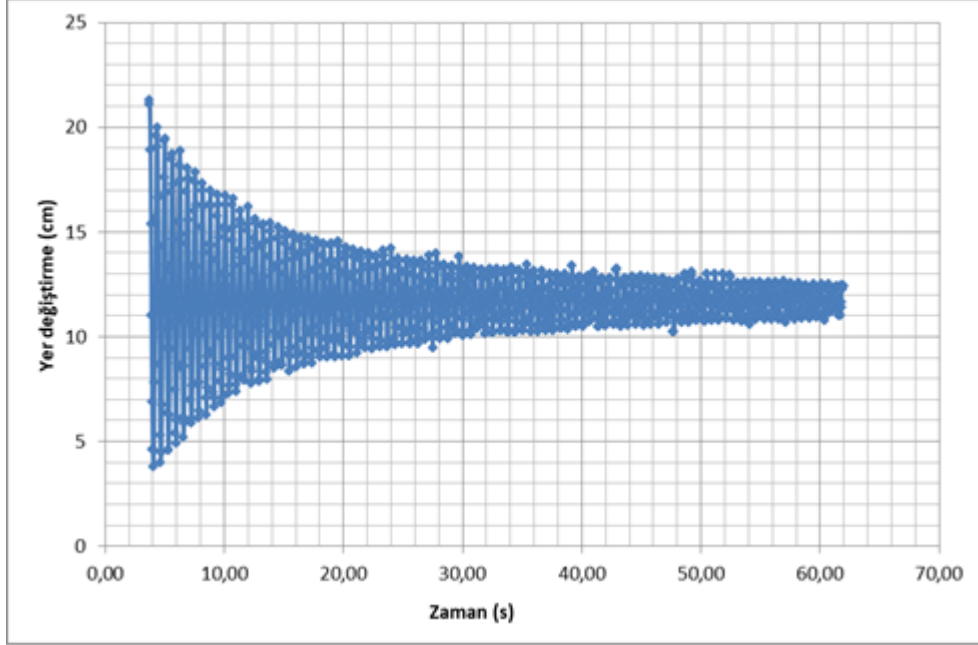
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT); //trig pin çıkış
  pinMode(echoPin, INPUT); //echo pin giriş
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("RESETTIMER");
  Serial.println("LABEL,Clock, Time,Data");
}

void loop() {
  digitalWrite(trigPin,LOW);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin,LOW);
  pingTime=pulseIn(echoPin,HIGH);

  pingTime=pingTime/1000000;
  targetDistance=speedOfSound*pingTime;
  targetDistance=targetDistance/2;
  Serial.print("DATA,TIME,TIMER,");
  Serial.println(targetDistance);
  delay(50);
}
```

Şekil 2. Veri toplamak ve Excel'e göndermek için kullanılan Arduino kodu.

BULGULAR



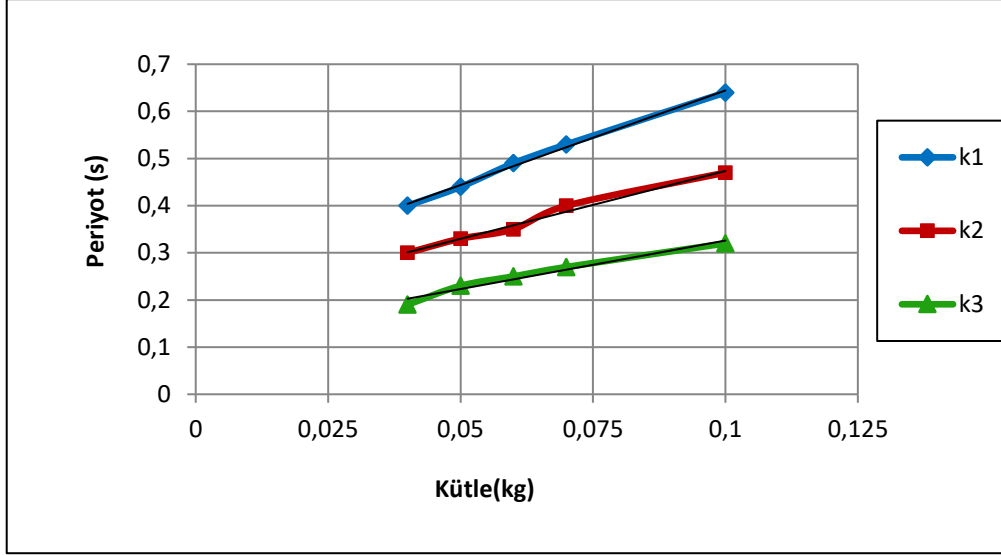
Şekil 3. Sönümlü basit harmonik hareket için elde edilen verilerden yararlanılarak oluşturulan bir örnek.

Gerçek sistemlerde sürtünme kuvveti gibi hareketi zorlaştıran kuvvetler daima vardır. Şekil 3'te sistemin genliği zamanla azalmış yani bu hareket sönümlü bir harekettir.

Tablo 1. Kütlelere göre her bir yay için hesaplanan periyot değerleri.

Kütle(kg)	k_1 yayı için Periyot (s)	k_2 yayı için Periyot (s)	k_3 yayı için Periyot (s)
0.04	0.40	0.30	0.19
0.05	0.44	0.33	0.23
0.06	0.49	0.35	0.25
0.07	0.53	0.40	0.27
0.10	0.64	0.47	0.32

Ucuna kütle asılan yaylar için grafiklerdeki verilerden elde edilen periyot (s) değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Yay sabiti k_1 , k_2 , k_3 olan yayların periyot-kütle grafiği.

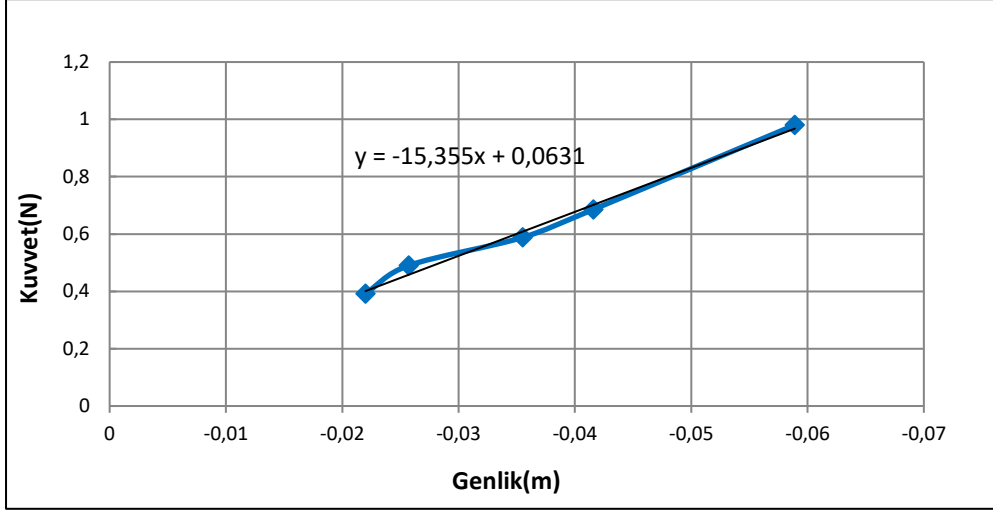
Şekil 4'teki grafikte de her bir yay için kütle arttıkça periyodun arttığını yani periyot kütle ile orantılı şekilde değişmektedir. Ayrıca hafif olan k_1 yayının periyodu diğerlerine kıyasla daha büyüktür. Yani yay kalınlaştıkça, periyodu azalmaktadır.

Tablo 2. Uygulanan kuvvete bağlı olarak yayların hesaplanan genlik değerleri.

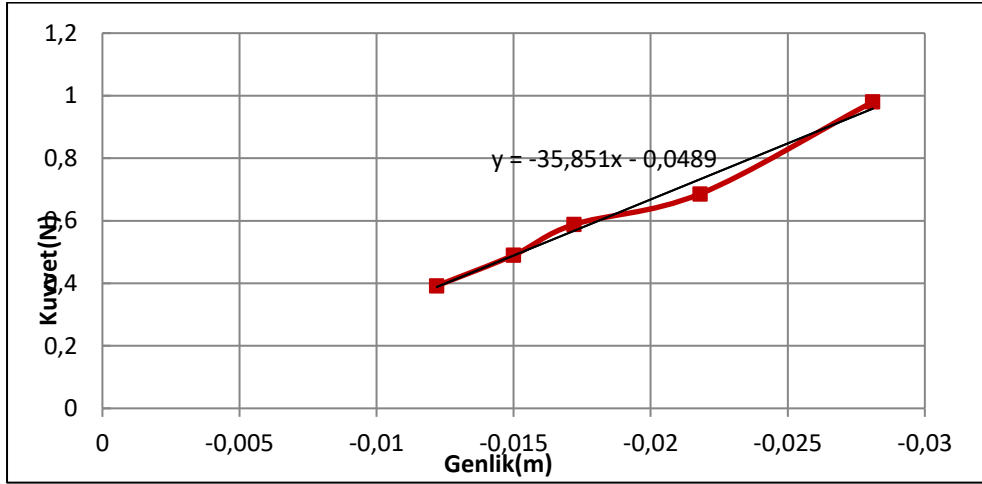
F= Kuvvet (N)=mg	k_1 yayı için genlik (m)	k_2 yayı genlik (m)	k_3 yayı genlik (m)
0.392	0.0220	0.0122	0.0085
0.49	0.0257	0.0150	0.0093
0.588	0.0355	0.0172	0.0100
0.686	0.0416	0.0218	0.0106
0.98	0.0589	0.0281	0.0186

Tablo 2'de yayların kütleyle bağlı olarak genlikleri verilmiştir. Bu genlikler her bir yay ve kütle için Excel'de konum-zaman grafiğinin verilerinden yararlanılarak, ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

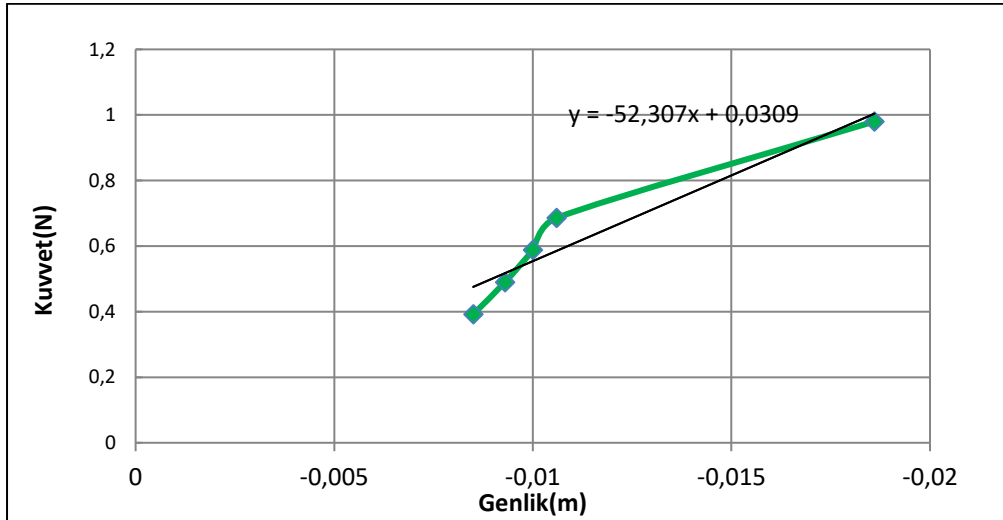
Tablo 2' de verilen değerler Hooke yasası ile verilen formülde yerine konularak her kütle için yay sabiti değeri hesaplanmıştır.



Şekil 5. k_1 yayı için kuvvetin(N) genliğe (m) bağımlılığını gösteren grafik.

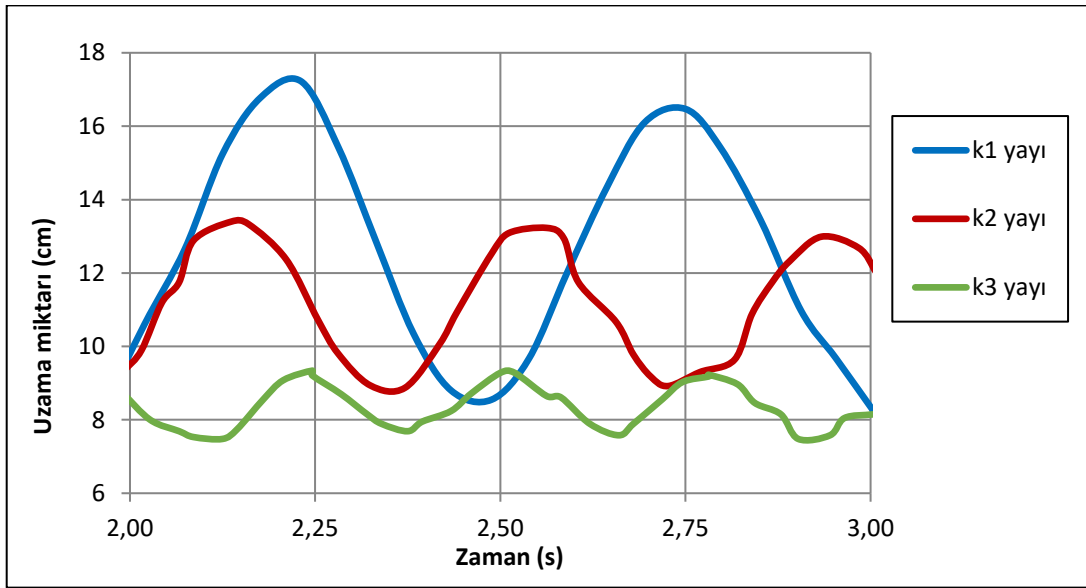


Şekil 6. k_2 yayı için kuvvetin(N) genliğe (m) bağımlılığını gösteren grafik.



Şekil 7. k_3 yayı için kuvvetin(N) genliğe (m) bağımlılığını gösteren grafik.

Elde edilen veriler ile hesaplanan ortalama yay sabitleri $k_1=15,89$ N/m, $k_2=33,065$ N/m, $k_3=56,19$ N/m olarak hesaplanmıştır. Yayların ağırlığı arttıkça yay sabitleri de artmıştır.



Şekil 8. 2-3 saniye aralığında 0,07 kg kütle asılmış k_1 , k_2 , k_3 yaylarının konum-zaman grafiği.

Şekil 8'de 0,07 kg sabit kütle asılmış yayların, 2-3 saniye aralığındaki konum-zaman verilerinden elde edilen grafik gösterilmiştir. Frekans değerleri k_1 yayı için 1.88 s⁻¹, k_2 yayı için 2.5 s⁻¹, k_3 yayı için 3.7 s⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Yay kalınlaştıkça frekans artmıştır.

SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu çalışmada yayın ucuna asılan kütlelerin yaptığı basit harmonik harekette periyodun bağlı olduğu değişkenlerin incelenmesi için arduino kullanılarak bilgisayar destekli ölçme sistemi geliştirilmiştir. Bu yöntem ucuz ve kolay uygulanabilir. Ayrıca fen bilimleri, robotik, matematik ve mühendislik uygulamalarına örnek oluşturmaktadır. Bu ölçme araçları ile fiziğin derinlemesine öğrenilmesi daha kolay ve eğlenceli hale gelmektedir. Çalışmalarda STEM eğitiminin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu yönde geliştirdiği gözlenmiştir.

Öğrencilerin fiziği derinlemesine öğrenmelerini, üst düzey bilimsel süreç becerilerini kazanmalarını ve geliştirmelerini desteklemektedir. Fizik eğitiminde Arduino uno mikrodenetleyicisinin kullanılması, fiziğin öğrenilmesini olumlu yönde geliştirmesi bakımından yapılan çalışmalarla uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (Galeriu, 2014; Music, 2017; Nichols, 2017).

Bu çalışmada farklı matematik programları kullanılarak basit harmonik hareket yapan sistemlerin hareket denklemleri konum-zaman, hız-zaman, ivme-zaman grafikleri incelenebilir. Ayrıca farklı sensörler kullanılarak fiziğin diğer konuları da incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Arduino Home Page*. (2019, Mart 5). <https://www.arduino.cc/>. adresinden alındı.
- Büyüköztürk, Ş., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F., & Kılıç Çakmak, E. (2018). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Galeriu, C. (2014, March 52). An Arduino Investigation of Simple. *The Physics Teacher*, s. 157-159.
- İzgöl, K. (2019, Mart 5). *Robotistan*. <https://maker.robotistan.com/arduino-dersleri-19-hc-sr04-ultrasonik-mesafe-sensoru-kullanimi/>. adresinden alındı.
- Music, P. (2017, October). Development of Computer-Based Experiment Set on Simple Harmonic Motion of Mass. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, s. Vol. 16, Issue 4.
- Nichols, D. (2017, April). Arduino- Based Data Acquisition into. *The Physics Teacher*, s. Vol. 55, 226-227.
- Serway, R. A., Beichner, R. J., & Çolakoğlu, K. (1986). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik*. Palme Yayıncılık.
- Wikipedia*. (2019, Mayıs 18). tr.wikipedia.org: https://tr.wikipedia.org/wiki/Hooke_yasas%C4%B1 adresinden alındı.