

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



TEMASSIZ PİYANO

TASARIM PROJESİ

Sinan NAZLI

2015-2016 GÜZ DÖNEMİ

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

TEMASSIZ PİYANO

TASARIM PROJESİ

Sinan NAZLI

Bu projenin teslim edilmesi ve sunulması tarafımda uygundur.

Prof. Dr. Vasif NABIYEV

2015-2016 GÜZ DÖNEMİ



IEEE Etik Kuralları IEEE Code of Ethics



Mesleğime karşı şahsi sorumluluğumu kabul ederek, hizmet ettiğim toplumlara ve üyelerine en yüksek etik ve mesleki davranışta bulunmaya söz verdiğimi ve aşağıdaki etik kurallarını kabul ettiğimi ifade ederim:

1. Kamu güvenliği, sağlığı ve refahı ile uyumlu kararlar vermenin sorumluluğunu kabul etmek ve kamu veya çevreyi tehdit edebilecek faktörleri derhal açıklamak;
2. Mümkün olabilecek çıkar çatışması, ister gerçekten var olması isterse sadece algı olması, durumlarından kaçınmak. Çıkar çatışması olması durumunda, etkilenen taraflara durumu bildirmek;
3. Mevcut verilere dayalı tahminlerde ve fikir beyan etmelerde gerçekçi ve dürüst olmak;
4. Her türlü rüşveti reddetmek;
5. Mütenasip uygulamalarını ve muhtemel sonuçlarını gözeterek teknoloji anlayışını geliştirmek;
6. Teknik yeterliliklerimizi sürdürmek ve geliştirmek, yeterli eğitim veya tecrübe olması veya işin zorluk sınırları ifade edilmesi durumunda ancak başkaları için teknolojik sorumlulukları üstlenmek;
7. Teknik bir çalışma hakkında yansız bir eleştiri için uğraşmak, eleştiriye kabul etmek ve eleştiriye yapmak; hatları kabul etmek ve düzeltmek; diğer katkı sunanların emeklerini ifade etmek;
8. Bütün kişilere adilane davranmak; ırk, din, cinsiyet, yaş, milliyet, cinsi tercih, cinsiyet kimliği, veya cinsiyet ifadesi üzerinden ayırimcılık yapma durumuna girişmemek;
9. Yanlış veya kötü amaçlı eylemler sonucu kimsenin yaralanması, mülklerinin zarar görmesi, itibarlarının veya istihdamlarının zedelenmesi durumlarının oluşmasından kaçınmak;
10. Meslektaşlara ve yardımcı personele mesleki gelişimlerinde yardımcı olmak ve onları desteklemek.

IEEE Yönetim Kurulu tarafından Ağustos 1990'da onaylanmıştır.

ÖNSÖZ

Eğitim hayatım boyunca hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve hep yanımda olan aileme, birlikte çok Őey paylaŐtıđım arkadaşlarıma ve projenin yapımında destek ve fikir veren dostlarıma çok teŐekkür ederim.

Projenin yapımın aŐamasında fikirlerini ve desteğini esirmeyen Prof. Dr. Vasif NABIYEV'e teŐekkürü borç bilirim.

Sinan NAZLI
Trabzon 2015

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
IEEE ETİK KURALLARI	II
ÖNSÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	V
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Temel Bilgiler	1
1.2.1. Arduino	2
1.2.1.1. Arduino Uno	2
1.2.2. Ultrasonik Sensör	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
2.1. Arduino Üzerinde Yapılan Çalışmalar	6
2.2. C# İle Yapılan Çalışmalar	9
3. SONUÇLAR	11
4. ÖNERİLER	12
5. KAYNAKLAR	13
STANDARTLAR ve KISITLAR FORMU	14

ÖZET

Temassız piyano insanların gözüne sıradışı ve ilginç gözükmesi için tasarlanmış bir sistem olarak düşünülebilir. Dokunmadan el hareketleri ile sensörlere uygulanan mesafenin önemli olduğu bu sistemde notalar tıpkı bilinen piyanoda olduğu gibi tamamen kullanıcının isteği doğrultusunda çalmaktadır.

Projede sensörler sistem için sadece bir mesafe algılayıcısı olarak kullanılmıştır. Mesafe bilgisine göre notalar çalmaktadır. Burada ilgili nota ve o notaya ait # kastedilmektedir. Yani sensöre elimizi yaklaştırdığımızda nota çalacak. Uzaklaştırdığımızda ise # çalacak şekilde yapılmıştır. Bu programcının isteği doğrultusunda da değiştirilebilir. Bu sensörler Arduino'nun pinlerine bağlanarak proje ilerletilmiştir. Daha sonra gelen verilere göre müzik notaları çalmaktadır. Bu notalar Arduino ile çalmamakta sadece arada bir vasıta olarak görülmektedir.

Burada asıl müziğin çalınmasına sebep olan donanım Arduino ve sensörler değildir. Müzik Arduino vasıtasıyla sensörlerden gelen bilgiler doğrultusunda seri porta yazılan verilerle çalmaktadır. Burada devreye C# dili ile yazılmış bir program devreye girecek ve seri porta yazılan bilgileri okuyarak ilgili notaların çalmasını sağlayacaktır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ultrasonik sensörlerin kullanım alanları bilindiği üzere oldukça fazladır. Bu projede ultrasonik sensörlerle piyano yapılmıştır. Bu piyona belirtildiği gibi temassız çalışmaktadır. Her bir sensör önceden belirlenen bir notaya karşılık düşmektedir. Çalınmak istenen notanın üzerine herhangi bir engel gösterilerek notanın çalınması sağlanmaktadır.

Projede 7 adet nota ve bu notalara ait #'ler de çalınmaktadır. Toplamda ise 12 adet nota bilgisi çalınabilir durumdadır. Bu durum, sensörün önüne gelen engelin mesafesiyle alakalı olmaktadır. Belirli bir mesaden yaklaştırılan engel aradaki mesafeye göre o an ki engel konulan sensöre ait piyona nota bilgisini çalmaktadır.

Proje az daha detaylandırılırsa; öncelikle hangi sensörden veri geldiğini ve o sensörün hangi notayı çalacağını ya da başka bir ifadeyle o notanın kendisini mi yoksa #'i mi çalacağına karar vermek gerekmektedir. Bunun için Arduino'dan faydalanılmıştır. Engeli algılayan sensörlerden gelen bilgiler doğrultusunda seri porta bir takım veriler yazılmaktadır. Daha sonra seri porta yazılan verileri oradan okuyup hangi notayı çalacağına karar veren C# dili ile yazılmış bir program devreye girecektir.

C# ile yazılan kısma da değinilecek olursa burada Arduino vasıtasıyla seri porta yazılan verilerin okunması sağlanmaktadır. Seri porta hangi sensörden veri geldiği ve o sensörün hangi nota bilgisini çalacağı kararlaştırılıp media player nesnesi ile de nota bilgisinin çalınması sağlanmıştır.

Burada anlatılan işlemler yani sensörlerden gelen verilerin seri porta yazılımı ve bu yazılan verilerin okunması aynı anda yapılmaktadır. Sensör engeli algılayıp engel mesafesine göre programda belirtilen veriyi seri porta yazar ve seri porta yazılan veri başka bir program tarafından okunarak işlemler gerçekleştirilir. Sistem senkron bir şekilde çalışmaktadır. Yani ilgili notaya engel konulduğu takdirde nota anında çalmaktadır.

1.2. Temel Bilgiler

Projede kullanılan malzemelere bakılacak olursa;

- 1) Arduion Uno
- 2) Ultrasonik Sensörler
- 3) BreadBoard
- 4) Jumper Kablolar

1.2.1. Arduino

Arduino, Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. Arduino bir geliştirme kartı olarak adlandırılabilir. Bu kartlar kullanıcının daha kolay geliştirebilmesi için bilgisayar üzerinde çalışan; Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider gibi programlar ile de geliştirilebilir.

Arduino kısaca nedir ve onunla neler yapılabilir diye bahsedilirse;

Kolay bir şekilde birçok sistem tasarımında kullanılabilir. Açık kaynaklı bir geliştirme platformudur. Arduino kartları üzerinde Atmega firmasının 8 ve 32 bit mikrodenetleyicileri (arduino due) bulunmaktadır. Arduino kütüphaneleri ile mikrodenetleyicileri kolaylıkla programlanabilmektedir. Analog ve dijital girişleri sayesinde analog ve dijital verileri işleyebilmekte olup sensörlerden gelen verileri kullanılabilir. Bu proje içinde önemli olan kısmı da tam olarak bu denilebilir. Ve son olarakta dış dünyaya çıktılar (ses, ışık, hareket vs...) üretebilir olmasıdır.

Arduino platformu bir takım bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlardan bahsedecek olursak:

- 1) Arduino IDE (Geliştirme Ortamı)
- 2) Arduino Bootloader
- 3) Arduino Kütüphaneleri
- 4) AVR Dude (platform üzerindeki mikrodenetleyiciyi programlayan yazılım)
- 5) Derleyici(AVR-GCC)

Arduino programlamada Processing/Wiring tabanlı bir dil kullanmakta bu dilde temelde Java başta olmak üzere C/C++ ile oldukça benzerlik göstermektedir. Arduino bootloader mikrodenetleyiciyi programlayabilmek için kullanılan programın adıdır. Programlayıcıları kullanılarak mikrodenetleyicileri kullanmak gerekmektedir. Seri haberleşme üzerinden de bu programlama yapılmaktadır. Bunun için mikrodenetleyicinin kendi program belleğini programlaması gerekmektedir. Bootloader bu işi yapan programdır. Kodlar derlendikten sonra programlamak için bu program kullanılmaktadır.

1.2.1.1 Arduino Uno

Arduino platformunun kullanılış amaçlarına göre bir çok modeli bulunmaktadır. Bunlardan biri de Arduino Uno'dur. Arduino Uno'yu linux ve mac bilgisayarlarda bağlamak için herhangi bir driver kurulumuna ihtiyaç yoktur. Projenin yapımında Windows işletim sistemi kullanılmıştır. Arduino yazılımı içinde gelen inf dosyası sisteme tanıtılır.

Arduino Uno'nun teknik özellikleri şu şekildedir.

1. Üzerinde Atmega328p mikrodenetleyici bulunmaktadır.
2. 14 adet digital giriş/çıkış pini bulunmaktadır. 6'sından PWM çıkış alınabilmektedir.
3. 6 adet analog giriş mevcuttur.
4. Platformun çalışma gerilimi 5 V'tur.
5. Besleme gerilimi 6-20 V arasındadır.
6. Giriş-çıkış pin akımı 40 mA'dir.
7. Flash Hafızası 32 KB (0.5KB Bootloader tarafından kullanılır).
8. 16 Mhz çalışma frekansına sahiptir.

Bunlarla birlikte seri iletişimi sağlayan , RX ve TX pinleridir. USB çıkışına bağlıdır ve TTL seri sinyalini taşımaktadırlar.

Arduino'yu USB bağlantısı ile bilgisayara bağlayıp, bilgisayara tanıtıldıktan sonra Arduino IDE üstünde programlamaya başlanılabilmektedir.

Arduino Uno aşağıdaki görüntüde belirtildiği gibidir.



Arduino Uno

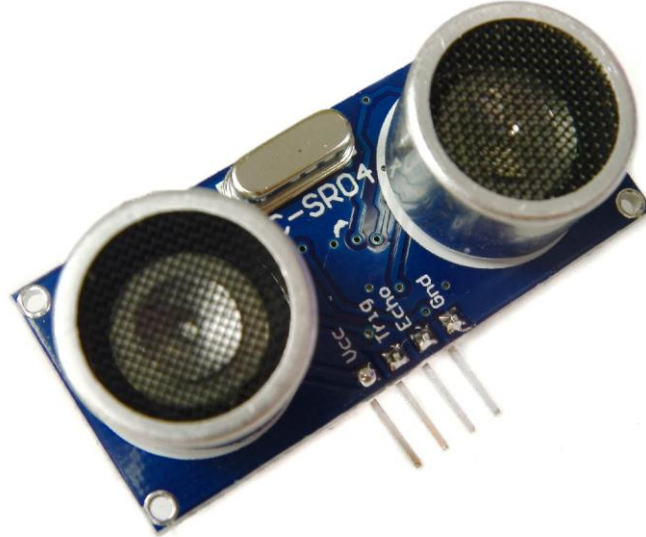
Projede, Arduino'daki tüm dijital pinler kullanılmıştır. Ultrasonik sensörlerin echo ve trig pinleri bu dijital pinlere bağlanmıştır. Ayrıca sensörlerin VCC ve GND uçlarında Arduino'da belirtilen pinlere bağlanmıştır.

1.2.2. Ultrasonik Sensör

Ultrasonik sensör bu projenin temelini oluşturuyor denilebilir. Toplamda 7 adet ultrasonik sensör kullanılmıştır. Bu tür sensörlerin esin kaynağı yunuslar ve yarasalardır. Onlarda sonar ile iletişim kurar ve hareket eder. Bu bölümde sensörlerin çalışma prensibi ve işlevlerinin neler olduğundan bahsedilecektir.

Ses dalgaları sınıflandırılmasında 20Khz-1Ghz aralığındaki ses sinyalleri ultrasonic ses olarak tanımlanmıştır. Bu projede kullanılan sensörler ve bir çok ultrasonic sensör 40Khz frekansında ultrasonic ses üretmektedir. Burada önemli olan özellikle sesin yüksekliğinde belirleyici olan etken frekanstır. Ses yüksekse frekansta yüksektir. Ultrasonic ses sinyallerini insan kulağı algılayamaz.

Kullanılan ultrasonik sensörün 2cm ile 400cm arası mesafe en sağlıklı okuma yaptığı aralık olarak belirlenmiştir. Üzerinde bir alıcı ve bir verici modül bulunmaktadır.



HC – SR04 Ultrasonik Sensör

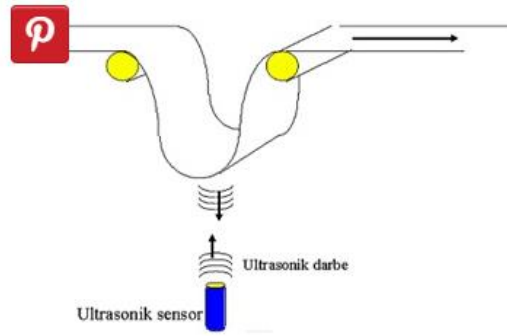
Özellikleri

- Güç Kaynağı _____ : +5V DC
- Minimum akım _____ : <2mA
- Çalışma akımı _____ : 15mA
- Çalışma frekansı _____ : 40 kHz
- Efektif Açı _____ : <15 derece
- Mesafe ölçüm arası _____ : 2cm – 400cm
- Hassasiyet _____ : 0.3cm
- Tetikleme girişi darbe genişliği ____ : 10uS
- Boyut _____ :45mm x 20mm x 15mm

Ultrasonik Sensör HC – SR04' ün uçları;

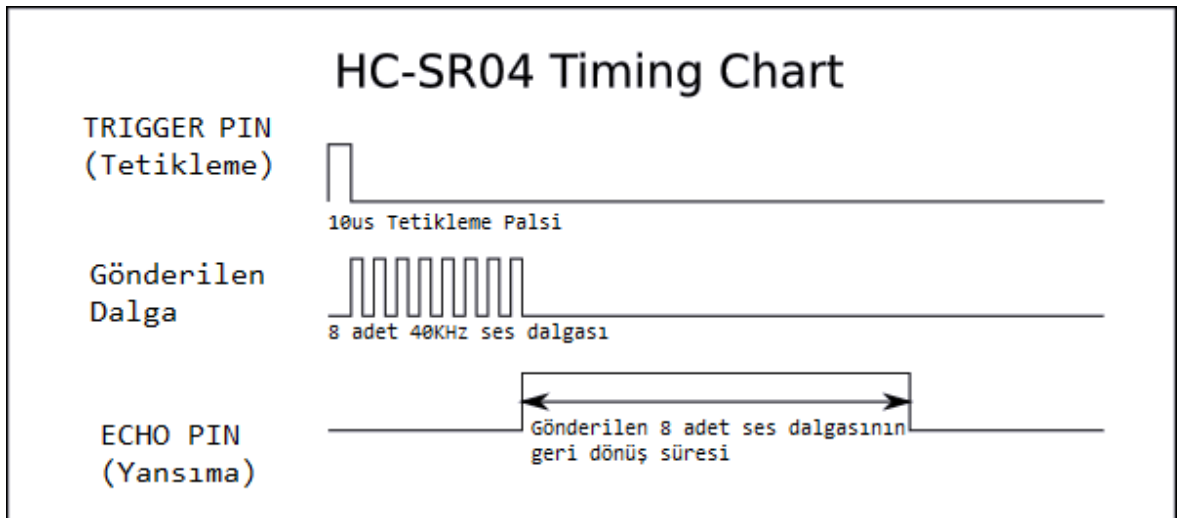
VCC : +5V DC
 TRIG : Sensörün Tetikleme Kısmı
 ECHO : Sensörün Alıcı Kısmı
 GND : Topraklama Kısmı

Sensörün çalışma prensibine bakılacak olursa;



Trigger(tetikleme) pininden en az 10us lik 5V pulse gönderildiğinde sensör, Ultrasonik verici (Tx) den 40KHz de 8 adet pulse göndermekte ve ECHO pinini “H” seviyesine çekmektedir. Gönderilen bu dalgalar Ultrasonik alıcı (Rx) sensöre ulaştığında ECHO pini “L” seviyesine düşmektedir. Ölçüm yaparken ECHO pinin “H” da kaldığı süre ölçülerek sesin havada yayılma hızına göre hesap yapılarak mesafe bulunmaktadır.

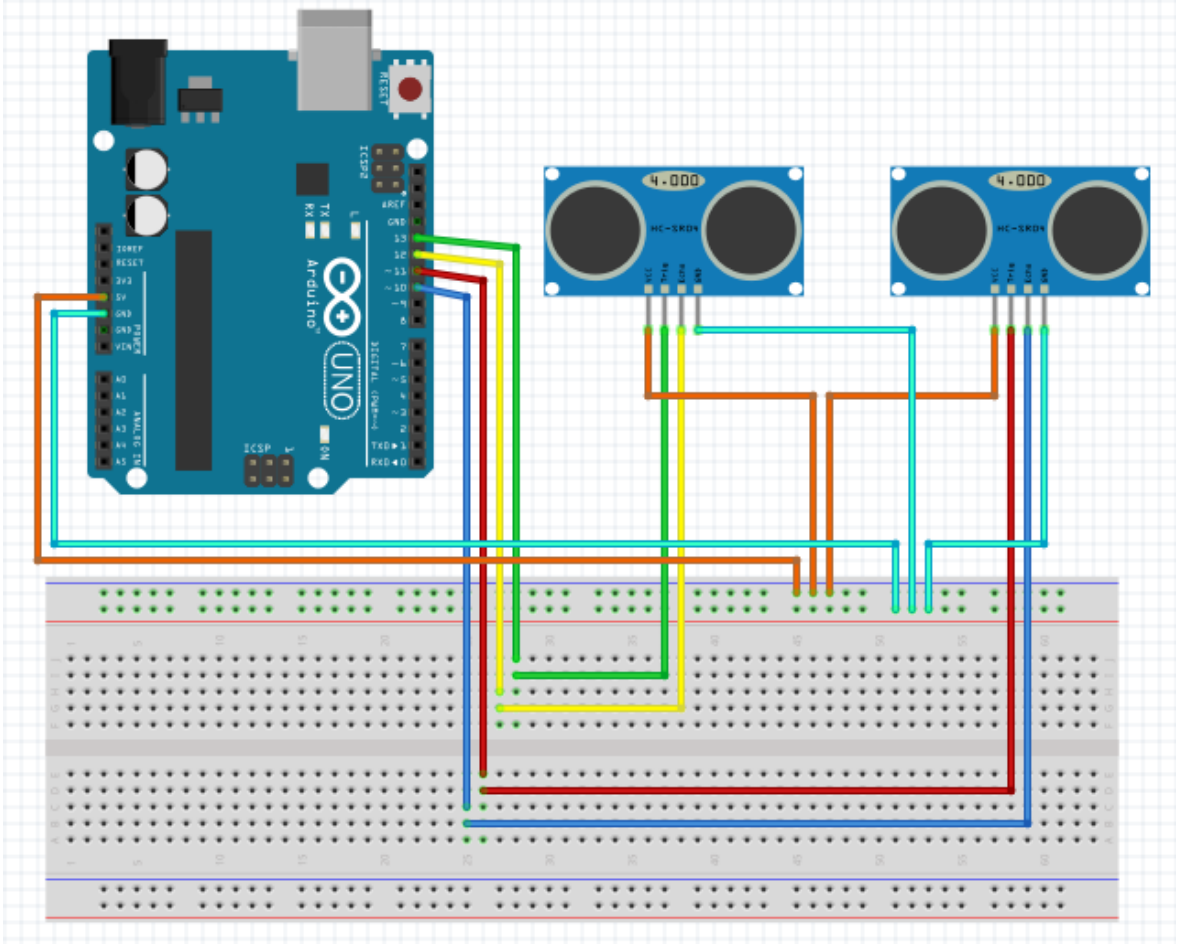
Sensörün zamanlama diyagramı aşağıda verilecek olursa;



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Arduino Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Projeye başlarken öncelikle sensörlerin Arduino ile bağlantılarının yapılması gerekmektedir ve bu bağlantıların Fritzing ile tasarlanmış şeması aşağıda verilmiştir.



Bağlantı Şeması

Şekilde de görüldüğü gibi bağlantıların yerleri renkli kablolar ile gösterilmiştir. Burada ultrasonik sensörlerin Trig ve Echo pinleri Arduino'nun dijital pinlerine bağlanmıştır. Geriye kalan VCC ve GND pinleri ise Arduino da gösterilen aynı isimli pinlere bağlanmıştır. Burada sadece iki adet ultrasonik sensörün bağlantı yerleri gösterilmiştir. Geriye kalan sensörlerin pinleri de tıpkı burada gösterilen sensörlerle aynı bağlantılarla eklenmektedir.

Şimdiye kadar anlatılan kısım içerisinde donanım kısmı ile alakalı bilgiler verilmiştir. Bundan sonra ise önce Arduino ile program kısmı halledilecek daha sonra Windows Form ortamına geçilip projeye oradan devam edilecektir.

Donanım ile ilgili kısımları bitirdikten sonra Arduino ile yazılım kısmına geçilmiştir. Öncelikle dijital pinlerin kullanılabilmesi için tanıtılması gerekmektedir. Bu işlem yapıldıktan sonra Arduino'ya ait dijital pinlerin hangisinin giriş ve hangisinin çıkış olacağını da programda belirtmek gerekmektedir. Çünkü ultrasonik sensörün bir ucu ses dalgası gönderirken diğer ucu bu dalgayı algılamak için tasarlanmıştır.

Pinlerin tanıtılma işlemi global seviyede yapılırken yukarıda belirtildiği gibi pinleri giriş ve çıkış olarak belirtilmesi gereken kısım ise *void setup()* fonksiyonu içerisinde yapılması gerekmektedir.

Tüm bu işlemler bittikten sonra *void loop()* fonksiyonunda işleme devam edilir. Artık burada hangi sensörlerden hareket algılandığını ve hareket algılanan sensörün hangi nota bilgisini çalacağını seri porta doğru bir şekilde yazabilmek için bir takım işlemlerde gerekmektedir. Bu işlemler bir *for* döngüsü kullanılarak yapılmıştır. Belirtilen döngü 1 değerinden 7 değerine kadar saymakta ve değerlerin her biri bir ultrasonik sensörü ifade etmektedir. Ve bu döngü sayesinde sensörlere sırasıyla erişilip değer okunduğu taktirde seri porta veri yazılmaktadır. Ancak bazı sensörlerin engeli sensöre ne kadar yaklaştığımızda önem arz etmektedir. Çünkü notaya ait # de varsa bu notanın çalması için bu işlemler gereklidir. Ve bu işlemler her bir ultrasonik sensörler için geçerlidir.

Hareket algılanması durumunda sensöre engele ne kadar yaklaştığında önemli olduğu vurgulanmıştır. Şimdi hareket algılandığı anda aradaki mesafenin hesaplanmasına gelinecek olunursa. Uzaklığın belirlenebilmesi için ses dalgalarının gönderilme sıklığı ve sıklık arasındaki süre bizim için önemlidir. Çünkü iki ses dalgası arasındaki geçen süre ve ses hızında hesaba katılmasıyla mesafe ölçümü yapılacaktır. Yalnız ses dalgasının hem engele ulaşma hem de engelden yansıma süresi olduğu için ikiye bölünmesi gerekmektedir. Bu da bize engelle sensör arasındaki mesafeyi verecektir.

Bulunan mesafeye göre artık seri porta hangi veriyi yazacağımıza karar vermiş oluyoruz. Eğer engel önceden belirlenen bir mesafeden yakınsa "1a", uzak ise "1b" şeklinde seri porta veri yazılmaktadır. Burada tırnak içerisinde belirtilen ifadedeki 1 kısmı sensör numarası olarak adlandırılabilir. Diğer kısmı ise notanın kendisini mi yoksa #'ini mi çalacağına karar verimek için kullanılmıştır.

Burada anlatılanlar tek bir sensörü model olarak anlatılmıştır. İşlemler diğer sensörler içinde yapılırsa işlem tamamlanmış olacaktır.

Artık bundan sonra kodu derleyip hata almadan Arduino'ya yükledikten sonra sensörlerin önüne engel yaklaşıldığında seri porta belirtilen verileri yazacaktır. Aşağıdaki şekilde de seri porta yazılan verilerin görüntüsüne yer verilmiştir.

Tüm bu işlemlerin ardından artık yazılan bu verilerin seri porttan okunup notaların çalınması sağlanacaktır. Belirttiğimiz üzere bundan sonrası C# programlama dili ile yazılmış ve Windows Form kullanılmıştır. Gelen verilerin hangi koşullara gireceği ve neleri yapacağına devam edebiliriz.

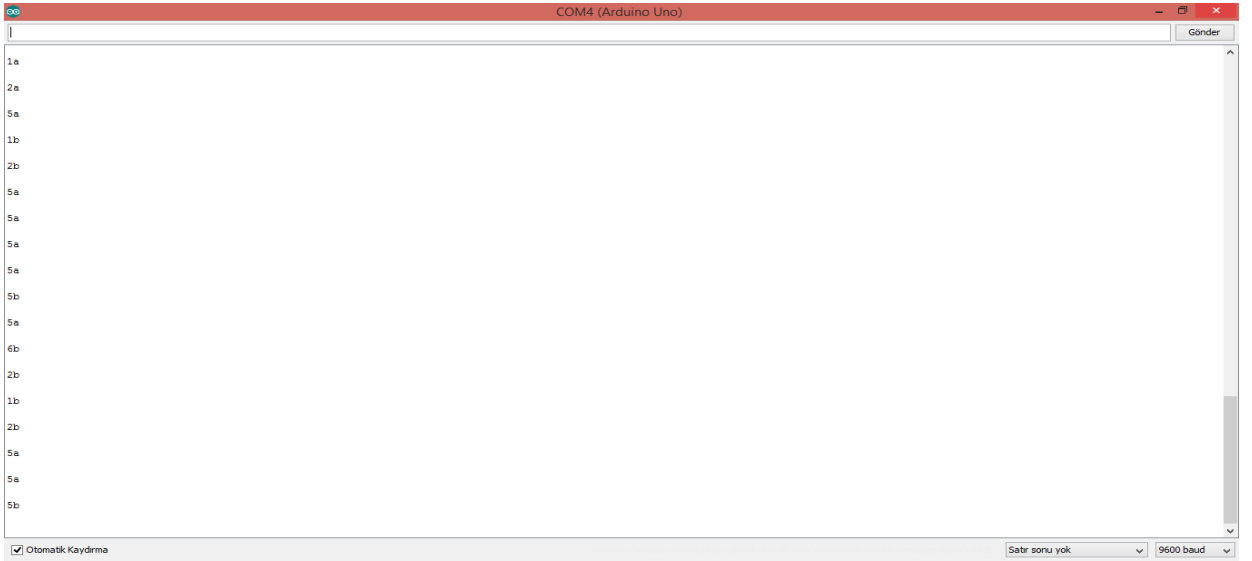
```

void loop() {
  deger = 0.0;
  cm = 0.0;
  for(int i = 1; i <= 7 ; i++){
    if(i == 1){
      digitalWrite(trigPin1, LOW);
      digitalWrite(trigPin1, HIGH);
      digitalWrite(trigPin1, LOW);
      deger = pulseIn(echoPin1, HIGH);
      cm = deger/29/2;

      if(cm > 1.0 && cm < 10.0) {
        Serial.println("1a\n");
      }
      else if(cm >= 10.0 && cm <= 40.0) {
        Serial.println("1b\n");
      }
      delay(delay_time);
    }
  }
  ...
  ...
}

```

Sensörlerden Hareket Algılanması ve Porta Veri Yazılması



```

COM4 (Arduino Uno)
1a
2a
5a
1b
2b
5a
5a
5a
5a
5b
5a
6b
2b
1b
2b
5a
5a
5b

```

Otomatik Kaydırma Satır sonu yok 9600 baud

Seri Porta Yazılan Veriler

Seri porta yazılan bu verilerden sonra bu verileri okuma kısmına geçilecektir.

2.1. C# İle Yapılan Çalışmalar

Önce bir Form oluşturup bu forma Media Player nesnelere atanması gerekmektedir. Seri porttan okunan verilere göre buraya yüklenen .wav türündeki piyona notaları çalmaktadır. Yükleme işlemi ise notaların hangi dosyada ise oranın konum bilgisinin verilmesiyle yapılmaktadır. Konum bilgileri toplamda 12 adet nota olduğu için bir diziye atanmıştır ve oradan ilgili notalara erişilmektedir. Burası Formun *Load* kısmında yapılmıştır.

```
url_array[1]="C:\\Users\\SİNANNAZLI\\Desktop\\Nota\\GrandPianoFazioliC#.wav";
```

```
axWindowsMediaPlayer1.URL = url_array[1];
```

Seri porttan veri okumak için gerekli olan *Serial Port* nesnesine ihtiyaç duyulmuş ve *PortName*'i Arduino'nun seri portuna sabitlemiştir.

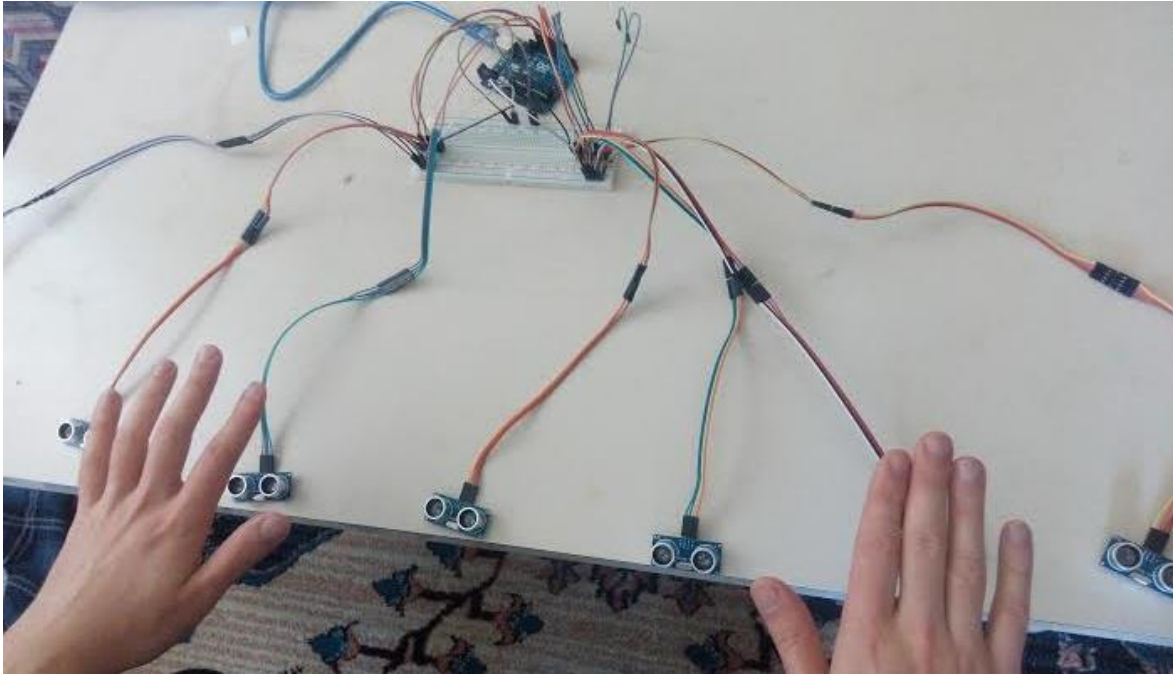
Bu işlemlerden sonra *Bağlan* butonuna tıklanarak seri porttan veri okunma işlemi artık başlatılabilir duruma geçilebilir.

Butona tıklandıktan sonra Buton içerisinde bir *Timer* kullanarak Seri Port'tan sürekli veri okunması sağlanmaktadır. Timer nesnesinin *Interval* i 5 olarak atanmıştır. Yani saniyede 200 defa seri porttan gelen verileri okumaktadır. Bu da proje için yeterli kadar hız sağlamaktadır.

Seri Porttan veri okunma işlemi *ReadLine()* ile sağlanmaktadır. *ReadLine()* seri porttan gelen "\n" karakteri gelene kadar veri okuma işlemi gerçekleştirmektedir. Okunan değerler bir değişkene atanarak bu değişkenin if ifadeleri içinde sorgusu gerçekleştirilecektir. Bu if ifadelerinde yukarıda verilen değerler sorgulanarak hangi notanın çalınması gerektiği bilgisi sağlanacaktır. Ve nota çalınarak projede artık sona gelinecektir.

```
private void timer1_Tick_1(object sender, EventArgs e) {
    String deger = serialPort1.ReadLine();
    label1.Text = deger;

    if (deger == "1a"){
        axWindowsMediaPlayer1.Ctlcontrols.stop();
        axWindowsMediaPlayer1.Ctlcontrols.play();
    }
    ...
    ...
}
```



3. SONUÇLAR

Temassız piyano projesi bu yapılanlarla sona geldi. Artık sensörlerimizin önüne bir engel koyarak veya bu bir piyano olduğu için ellerimiz ile sensörlere yaklaştırarak ve uzaklaştırarak notaların çalmasını sağlayabiliriz.

4. ÖNERİLER

Hemen hemen her projede olduğu gibi burada da sistem daha da geliştirilebilir. Kullanıcılara daha kolay çalabilme kolaylığı sağlanabilir. Bu işlem biraz yazılım ve biraz da donanım gerektirmektedir. Örneđin müzik hakkında herhangi bir bilgisi olmayan ya da basit olarak piyano öğrenmeye meraklı olanlar ve de özellikle küçük çocuklar için istenilen müzik, sensörlerin yanına ledler konularak çaldırılabilir. Yani o an çalınması gereken nota bilgisi led yardımıyla belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- 1) <https://www.arduino.cc/>
- 2) <http://arduinoturkiye.com/>
- 3) <http://www.mcu-turkey.com/>
- 4) <https://elektrokod.wordpress.com/>

STANDARTLAR ve KISITLAR FORMU

Projenin hazırlanmasında uyulan standart ve kısıtlarla ilgili olarak, aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Projenizin tasarım boyutu nedir? (Yeni bir proje midir? Var olan bir projenin tekrarı mıdır? Bir projenin parçası mıdır? Sizin tasarımınız proje toplamının yüzde olarak ne kadarını oluşturmaktadır?)

Yeni proje değildir. Daha önceden yapılmış olan projelerle benzer özelliklere sahiptir. Bir projenin parçası değildir. Yapılan tasarım projenin %100'ünü oluşturmaktadır.

2. Projenizde bir mühendislik problemini kendiniz formüle edip, çözdünüz mü? Açıklayınız.

Projede herhangi bir mühendislik problemi formüle edilmemiştir.

3. Önceki derslerde edindiğiniz hangi bilgi ve becerileri kullandınız?

Programlamaya ait ve devre teorisi üzerine yapılan laboratuvar derslerinden elde edilen bilgi ve beceriler kullanıldı.

4. Kullandığınız veya dikkate aldığınız mühendislik standartları nelerdir? (Proje konunuzla ilgili olarak kullandığınız ve kullanılması gereken standartları burada kod ve isimleri ile sıralayınız).

Kullandığım veya dikkate aldığım mühendislik standartı bulunmamaktadır.

5. Kullandığınız veya dikkate aldığınız gerçekçi kısıtlar nelerdir? Lütfen boşlukları uygun yanıtlarla doldurunuz.

a) Ekonomi

Projede kullanılan malzemelerin tamamı gereksinimleri iyi karşılayacak şekilde ve düşük maliyetli olarak seçilmiştir.

b) Çevre sorunları:

Projede herhangi bir çevre sorunu oluşturacak malzeme kullanılmamıştır.

c) Sürdürülebilirlik:

Yapılan proje kullanıcıların gözüne sıradışı ve ilginç geleceğinden sürdürülebilirdir.

d) Üretilebilirlik:

Projenin kullanım kolaylığı daha da artırılarak üretim yapılabilir.

e) Etik:

Yapılan proje doğa, insan yaşamı, toplum değerleri ve yasaları etkileyecek bir sorun bulunmamaktadır.

f) Sağlık:

Yapılan proje insan sağlığı açısından herhangi bir sorun teşkil etmemektedir.

g) Güvenlik:

Bu projede herhangi bir güvenlik riski bulunmamaktadır.

h) Sosyal ve politik sorunlar:

Temassız piyanoda sosyal ve politik sorunlar bulunmamaktadır.