

**TEKNOFEST**  
**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ**

**ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI**  
**PROJE DETAY RAPORU**

**PROJE ADI:** Otizimli Ya Da Tipik Olmayan (Anlaşılması Zor)  
Konuşmaya Sahip Bireylerin Konuşmalarını  
Anlayan ve İhtiyaçlarını Karşılatabilecek  
Robotik Projesi

**TAKIM ADI:** Be Loud

**Başvuru ID:** 453516

**TAKIM SEVİYESİ:** İlkokul-Ortaokul

## İçindekiler

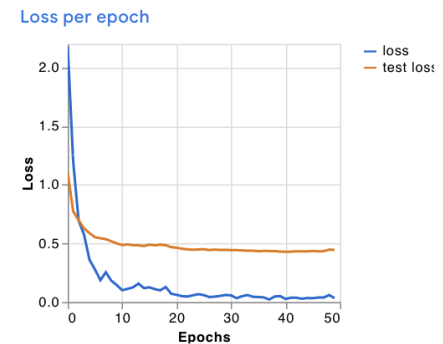
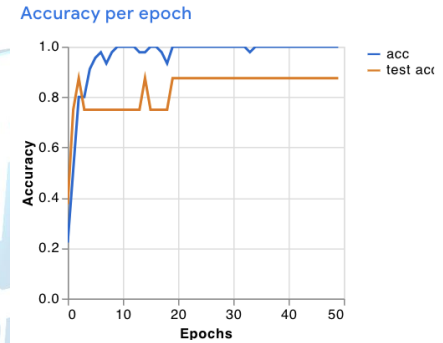
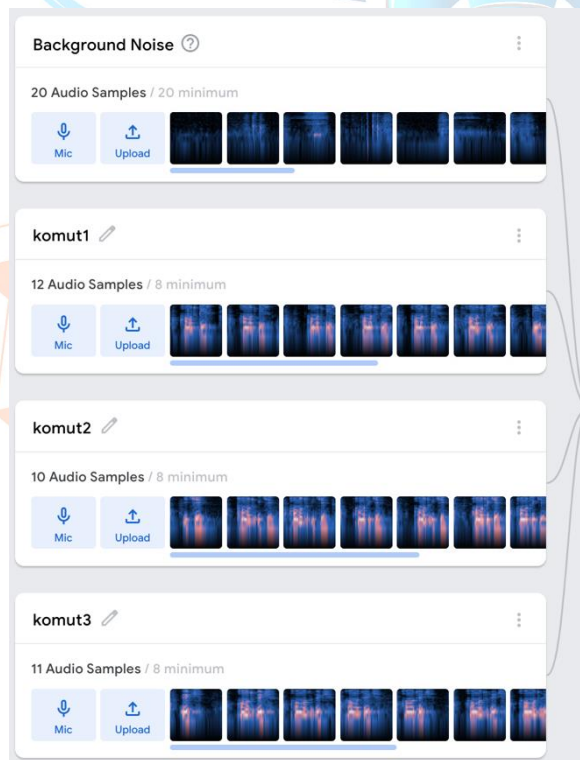
<b>1. Proje Özeti (Proje Tanımı)</b> .....	3
Verisetimizin bir görseli ve verisetine ait performans puanlamaları.....	3
Web sitemizin ilk arayüzü ve kodlarına ait ekran görüntüsü .....	4
<b>2. Problem Durumunun Tanımlanması:</b> .....	4
<b>3. Çözüm</b> .....	5
Projemize ait uygulama aşamaları.....	5
<b>4. Yöntem</b> .....	6
Arduino Montajı .....	6
Kaynak Kodlar.....	7
<b>5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü</b> .....	7
<b>6. Uygulanabilirlik</b> .....	8
<b>7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması</b> .....	8
<b>8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):</b> .....	9
<b>9. Riskler</b> .....	9
<b>10. Kaynaklar</b> .....	10



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projemizin amacı konuşmakta güçlük geçen ya da anlaşılması güç olan bireyleri anlayan ve onların ihtiyaçlarına cevap verebilen bir sistem geliştirmektir. Bizler teknolojinin gelişmesiyle sesli asistanları hayatımızın bir parçası haline getirmeye ve basit komutlarla, iş yükümüzü sesli asistan yardımıyla azaltmaya başladık. Ancak doğuştan ya da bir kaza sonrasında konuşma yeteneğimizde bozulma meydana gelebilir ve anlaşılmakta güçlük çekebiliriz. Proje fikrimiz, sürekli yatağa bağlı beyin kanaması sonrası felç geçirmiş bir hastanın yalnızca birkaç harf sesi ile iletişim kurduğunu gözlemleyerek oluşmuştur. Araştırmalar incelendiğinde otizmlili bireylerin de konuşmalarının anlaşılmasında güçlük yaşandığı, sesli asistanların otizmlili bireyleri anlamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Projemizde, Google tarafından geliştirilen Teachable Machine uygulaması üzerinden makine öğrenmesi ile ses tanıma sistemini entegre etmiş bulunmaktayız. Proje birinci aşamasında takım üyelerimizin sesleri ile oluşturduğumuz veri seti, modelimize eğitilerek ses tanıma ve sese karşılık web sitesi üzerinde geribildirim vermesini sağlamıştır. Bu aşamada sesler için arkaplan sesi, 1. Komut ses, 2. Komut ses ve 3. Komut ses olarak dört sınıflama yapılmıştır. Teachable Machine uygulaması yardımıyla sisteme sesler sisteme yüklenerek eğitilmiştir. Eğitim sonucunda elde edilen performans sonuçları aşağıda belirtilmiştir. Ses verisinin yeterli büyük olmaması nedeniyle performans sonuçları yüksek olarak çıkmıştır. Ancak projemiz için verisetinin büyüklüğü yeterli düzeydedir.



Verisetimizin bir görseli ve verisine ait performans puanlamaları

Eğitilen sesler bir model oluşturularak canlı sınıflama yapma imkanı sağlanmaktadır. Canlı dinleme esnasında 0 ile 1 arasında örtüşme faktörü ayarlanabilmekte, ses ne kadarlık aralıkta dinleyeceği belirlenebilmektedir. Belirlediğimiz komutlar için en uygun örtüşme faktör aralığı 0,2 ile 0,3 arasında olduğu, projemiz kapsamında daha kullanılabilir olduğu

düşünülerek bu şekilde ayarlanmıştır. Teachable Machine uygulaması üzerinden JavaScript kodu üretilerek Repl.it üzerinde oluşturmuş olduğumuz HTML projesine yapılandırılmıştır. Repl.it uygulaması yardımıyla hosting hizmeti satın almadan web sitemizi farklı donanımlarda test etme imkanı bulabilmekteyiz.

```

index.html x
1 |
2 <div>Be Loud</div>
3 <button type="button" onclick="init()">Dinlemeye Başla</button>
4 <div id="label-container"></div>
5 <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@tensorflow/tfjs@1.3.1/dist/tf.min.js"></script>
6 <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@tensorflow-models/speech-commands@0.4.0/dist/speech-commands.min.js"></script>
7
8 <script type="text/javascript">
9   const URL = "https://teachablemachine.withgoogle.com/models/jfbf2b800/";
10
11   async function createModel() {
12     const checkpointURL = URL + "model.json";
13     const metadataURL = URL + "metadata.json";
14
15     const recognizer = speechCommands.create(
16       "command",
17       const checkpointURL: string
18       checkpointURL,
19       metadataURL);
20     await recognizer.ensureModelLoaded();
21     return recognizer;
22   }
23
24   async function init() {
25     const recognizer = await createModel();
26     const classLabels = recognizer.wordLabels();
27     const labelContainer = document.getElementById("label-container");
28     for (let i = 0; i < classLabels.length; i++) {
29       labelContainer.appendChild(document.createElement("div"));
30     }
31
32     recognizer.listen(result => {

```

Web sitemizin ilk arayüzü ve kodlarına ait ekran görüntüsü

Web sitesinin, sese duyarlı model üzerinde sınıflama yaparak anlık geridönüt vermesi sağlandıktan sonra, JavaScript yapılan sınıflama sonucunda elde edilen etiket terminal serial olarak gönderilecek şekilde yeniden düzenlenmiştir. Arduino WebUSB kütüphanesi yardımıyla USB bağlantısı üzerinden Web sitesinden gönderilen etiketlerin okunabilmesi sağlanmıştır.

Arduino Leonardo mikro işlemcisi kullanılarak gelen etiketlemelere göre Arduino'nun ilgili bağlantıları belirlenen şekilde çalışmaktadır. Örneğin komut 1 etiketi Arduino'da okunduğunda, bağlı rölenin açılması sağlanmıştır. Böylelikle röleye bağlanan herhangi elektrikli bir araç sesli komut ile kontrol edilebilir hale gelmiştir.

Tüm bu çalışmalar sonucunda konuşması anlaşılmayan, sesli asistanlardan yardım alamayan ve yalnız kaldıklarında ihtiyaçlarını güçlükle giderebilecek bireylerin seslerini tanıyan ve onların ihtiyaçlarını gidermeye katkı sağlayan bir sistem ortaya konulmuştur.

## 2. Problem Durumunun Tanımlanması:

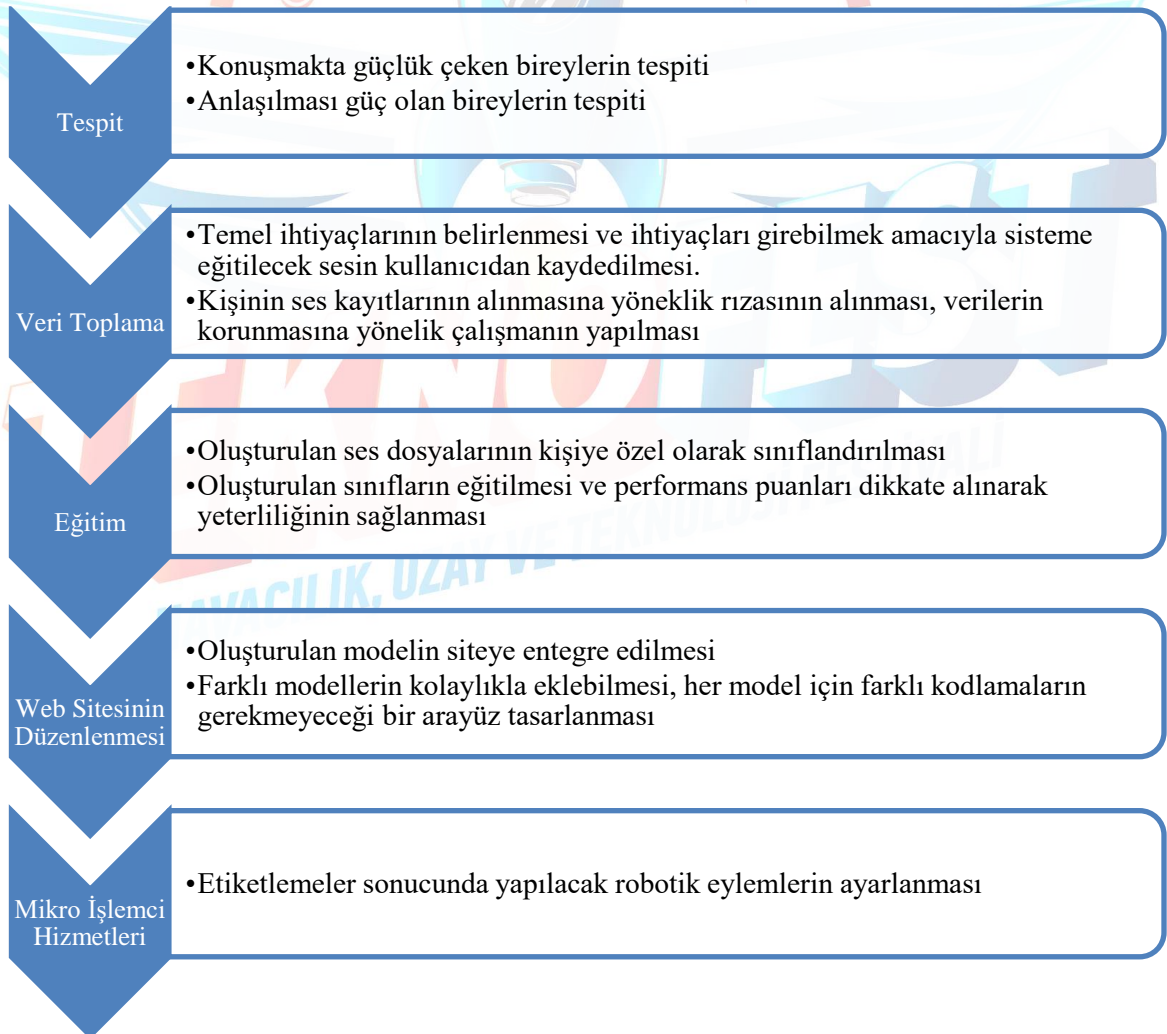
Projemiz felç geçirmiş ve daha sonrasında yatağa bağlı kalmış bir hastanın nasıl iletişim kurduğunu düşünerek ortaya çıkmıştır. Yatağa bağlı, yalnızca tek elini hareket ettirebilen hasta aynı zaman konuşamamaktadır. İletişim kurarken tek el işareti ve birkaç harf sesi çıkarabilmektedir. Araştırmamız kapsamında bu çıkarmış olduğu sesleri tanıyabilen bir sistem geliştirerek hasta yalnız kaldığında da sistemin birkaç komutu yerine getirebilmesi hedeflenmiştir. Yaptığımız internet taraması sonrasında günümüzde sıklıkla kullanılan sesli asistanların otizmlili bireyleri anlamakta güçlük çektiği, otizmlili bireylerin bu konuda sorun yaşayabildikleri fark edilmiştir.



Konuşma güçlüğü çeken bireyler ve iletişime geçme şekilleri

Google 2018 yılında başlatmış olduğu Euphonia projesi ile benzer bir amaç için kullanıcıların seslerini yüklemelerini talep etmiştir. Bu proje kapsamında 1000 den fazla kullanıcı katkı sağladığı görülmektedir. Katılımcıların %29,9 u amyotrofik lateral skleroz, %18,1 down sendromlu, %11,4 parkinson hastalığı, %9,3 serebral palsi, %3,6 ataksi rahatsızlıklarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcılar ayrıca, konuşma bozukluk türünü %52,7 si disatri, %18,0 konuşma bozukluğu, %8,1 i WNL, %4,1 difoni olarak belirtmişlerdir. Bu araştırma incelendiğinde problemin yaygın bir sorun olduğu gözlemlenebilir.

### 3. Çözüm



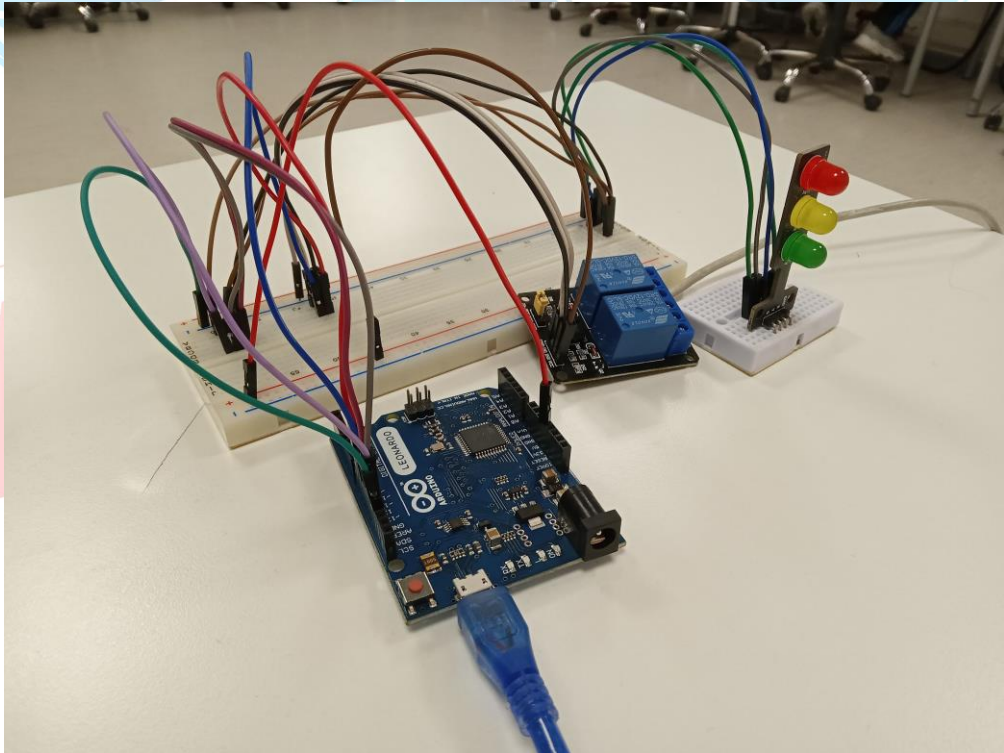
Projemize ait uygulama aşamaları

Yaptığımız bu araştırma sonrasında projemizde otizmlili bireylerin komutlarına da yanıt verebilecek şekilde sistemimizi geliştirmiş bulunmaktayız. Yatağa bağılı hastalarda ve otizmlili bireylerde yanlarında biri kalmadığı süre içerisinde, yalnız kalmaktan korktuklarını gözlemlenmiştir. Projemiz sayesinde bu bireyler yalnız kalmaktan korkmayacak, istediklerinde yardım sesli komutları ile gerektiğinde yardım çağırabileceklerdir. Ayrıca onları anlayan bilen bir sistem ile bu bireyler kendilerini eksik ya da farklı hissetmemelerini, bu durum onları olumsuz yönde etkilememesi için de önemli olduğu varsayılmaktadır.

#### 4. Yöntem

Makine öğrenmesi algoritmasının ne kadar doğrulukta çalışmasını istiyorsak o kadar çok veri ile eğitmemiz gerekmektedir. Bunun için belirlediğimiz komutları farklı kişilere söyleterek, sesin tınısındaki değişimlerde de etkili dönüt verebilmesi sağlanmıştır. Seslerin kaydedilmesinde kullanıcının rızasını alarak, proje kapsamında kullanılacağı, sesin başka yerde ve başka kişilerce paylaşılmayacağı belirtilmiştir.

Modelimizin yaptığı sınıflama sonucu Arduino'ya iletilerek Arduino üzerinden ilgili pinlerin kontrolü yapılmıştır. Arduino'nun durumunu ifade edebilmek için kırmızı, sarı ve yeşil LED ler ile mevcut durumunu göstermeyi hedefledik. Arduino gelen sınıf bilgisine göre led ve rölenin çıkışlarında tepki verecek şekilde kodlanmıştır. Arduino ya ait prototip montaj ve kodlar aşağıda verilmiştir.



Arduino Montajı

## Kaynak Kodlar

```

#include <WebUSB.h>
#include <Servo.h>
WebUSB WebUSBSerial(1 /* https:// */,
"webusb.github.io/arduino/demos/rgb");
#define Serial WebUSBSerial
const int KirmiziPin = 13;
const int yesilPin = 12;
const int sariPin = 11;
const int rolePin1= 10;
const int rolePin2= 9;
int sinif[3];
int sinifIndex;
void setup() {
  while (!Serial) {
    ;
  }
  Serial.begin(9600);
  Serial.write("Basla.\r\n");
  Serial.flush();
  sinifIndex = 0;
}
void loop() {
  if (Serial && Serial.available()) {
    sinif[sinifIndex++] = Serial.read();
    if (sinifIndex == 1) {
      if (sinif[0] == 1) {
        digitalWrite(KirmiziPin,LOW);
        digitalWrite(yesilPin,HIGH);
        digitalWrite(sariPin,LOW);
        digitalWrite(rolePin1,HIGH);
        // DEVAMI
        digitalWrite(rolePin2,LOW);
        delay(1000);
        Serial.write("Komut1.\r\n");
      }
      else if (sinif[0] == 2) {
        digitalWrite(KirmiziPin,LOW);
        digitalWrite(yesilPin,LOW);
        digitalWrite(sariPin,HIGH);
        digitalWrite(rolePin2,HIGH);
        digitalWrite(rolePin1,LOW);
        delay(1000);
        Serial.write("Komut2.\r\n");
      }
      while (Serial.available()) {
        int throwaway = Serial.read();
        Serial.write("Bekleniyor.\r\n");
      }
      Serial.flush();
      sinifIndex = 0;
    }
  }
  else {
    digitalWrite(rolePin2,LOW);
    digitalWrite(rolePin1,LOW);
    digitalWrite(KirmiziPin,HIGH);
    digitalWrite(yesilPin,LOW);
    digitalWrite(sariPin,LOW);
  }
}

```

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemiz 2021 Temmuz ayında felçli bir hastanın iletişim kurmada yaşadığı sorunları gözlemlerden başlamıştır. Ancak daha sonra yaptığımız kaynak araştırmalarında sorunun yalnızca felçli hastalarda yaşanmadığını otizmli bireylerinden benzer sorunlar yaşadığını fark ettik. 2022 Mayıs Google I/O etkinliklerinde 'Project Relate' adında bir proje tanıtılmıştır. Projenin detaylı incelenmesi sonrasında 2018 yılında yine Google tarafından 'Project Euphonia' adlı proje ile sesli asistanların gelişmesinde bir çalışma yaptığını ulaşılmıştır. Google sesli asistanı Google Asistanın daha iyi bir sonuç vermesi üzerine yaptığı projede, kullanıcılardan ses kayıtlarını göndermelerini istemiştir. Euphonia projesine 1000 nin üzerinde katılımcı katılarak destek olmuşlardır.

Proje fikrimiz mevcut bu çalışmadan tamamen habersiz olarak düşünülerek başlatılmıştır. Projemizin katma değerine bakıldığında Google firmasının dahi yeni başladığı ve veri topladığı düşünüldüğünde, projemiz hayata geçirildiğinde ülkemize katkı sağlayacak başarılı bir ürün olarak sunulabilecektir.

## 6. Uygulanabilirlik

Projemiz en kısa sürede daha fazla veri ve hızlı sunucular kullanılarak özelleştirilmesi gerektiği takımızca düşünülmektedir. Yurt dışında büyük şirketlerin benzer çalışmalarını başlatmış olmaları rekabet ortamının oluşmasını neden olabilir, dolayısıyla yerli bir ürünün ortaya çıkması ülkemiz açısından bir katma değer sağlayabilecektir.

Yurtdışında devam eden projeler olsalar dahi, böyle bir sistem ancak veri ile hizmet vermektedir. Bu da projemizin özgün yapısını ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Modelimiz Türkçe komutları anlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Ticari bir ürün olmaktan ziyade insanlığa yarar sağlaması hedefiyle başlattığımız bu proje birçok kişinin sorunlarını çözmede katkı sağlayacaktır.

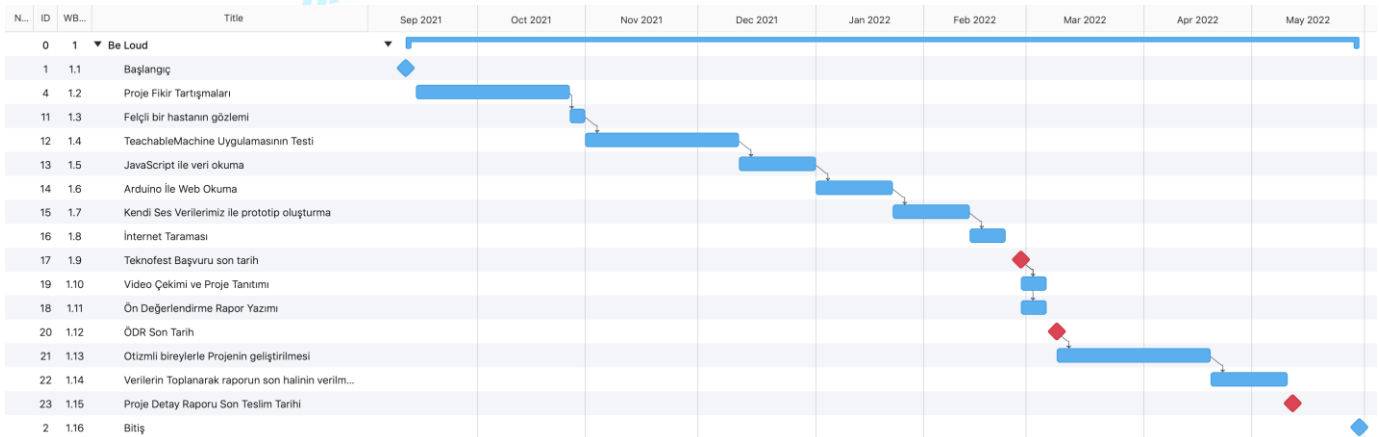
## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemiz, makine öğrenmesi (ses tanıma) sistemi işlemleri için Google Teachable Machine uygulaması üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama ücretsiz olarak hizmet vermektedir. Verilerin kaydedilmesinde Google Drive kullanılmıştır. Herhangi bir ücret ödenmemiştir. Ses tanıma sistemi bir bilgisayar üzerinden yapılmış olsaydı, güçlü donanımlara sahip bir bilgisayar gerekecekti ancak maliyeti düşük tutmak amacıyla bahsedilen platform kullanılmıştır.

Ses tanıma işlemi için gerekli olan bir mikrofon ihtiyacı, yerleşik olarak mikrofona sahip bilgisayarlar kullanılarak giderilmiştir. Ancak daha hassas ve kaliteli ses analizi için harici bir mikrofon kullanılabilir.

Otomasyon sisteminin sağlanması için gerekli robotik malzemeler projemizin maliyetini oluşturan ana malzemelerdir. Web üzerinden bilgi çekebilmesi için daha yaygın hesaplı Arduino Uno kullanılmazken, en düşük maliyetli mikroişlemci olarak Arduino Leonardo seçilmiştir. Bunun yanında Arduino 'a bağlı malzemeler LEDler, Kablolar, Breadboard ve 2 kanallı Röle den oluşmaktadır. Bu malzemeler piyasada kolaylıkla bulunabilecek malzemelerdir.

.Projemize ait takvim aşağıda verilmiştir.





## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Google 2018 yılında başlatmış olduğu Euphonia projesi ile benzer bir amaç için kullanıcıların seslerini yüklemelerini talep etmiştir. Bu proje kapsamında 1000 den fazla kullanıcı katkı sağladığı görülmektedir. Katılımcıların %29,9 u amyotrofik lateral skleroz, %18,1 down sendromlu, %11,4 parkinson hastalığı, %9,3 serebral palsi, %3,6 ataksi rahatsızlıklarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcılar ayrıca, konuşma bozukluk türünü %52,7 si disatri, %18,0 konuşma bozukluğu, %8,1 i WNL, %4,1 difoni olarak belirtmişlerdir. Bu araştırma incelendiğinde problemin yaygın bir sorun olduğu gözlemlenebilir.

Buradan hareketle, projemizin hedef kitesini; ALS hastaları, Down Sendromlu Bireyler, Parkinson hastaları, Serebral Palsi hastaları ve ataksi hastaları oluştururken, konuşma bozukluğu, Disatri, WNL, Difoni konuşma bozukluklarına sahip kişiler oluşturmaktadır.

## 9. Riskler

Ses tanıma sistemlerinin düzgün ve hatasız çalışabilmesi için yapay zeka modelinin yüksek veri ile eğitilmiş olması gerekmektedir. Bu nedenle projemizde kullanılan ses verisetinin boyutu risk teşkil edebilir.

Sistemin çalışması için internet bağlantısına ihtiyaç vardır. Dolayısıyla internet erişiminin sağlanamadığı durumlarda, sistem komutlara yanıt veremeyecektir.

Ses tanıma için gerekli mikrofonda karşılaşılabilecek bir arıza yine ses tanıma sisteminin çalışmasına engel olabilecektir. Ayrıca arka plan sesi olarak veriseti oluşturulsa dahi gürültülü ortamlarda ses tanıma işlemi başarılı sonuç verilemeyebilir.

Kullanıcıların seslerini kaydetmelerini istediğimiz esnada verilerin korunması konusunda endişelenebilirler. Her ne kadar modelin oluşturulmasında verilerimiz Google sunucularında tutuluyor olsa da güvenlik açıkları nedeniyle bilgilerin çalınabilmesi söz konusudur.

Projeyi olumsuz yönde etkileyecek unsurların (risklerin) tespit edilmesi gerekmektedir.

Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemler tanımlanmalıdır.

Proje hayata geçirilirken ortaya çıkabilecek problemlere yönelik tedbirlerin, çözüm önerilerinin

(B Planı) tanımlaması yapılmalıdır.

Zaman planlamasında iş paketleri, iş tanımları ve süreçleri ayrıntılı bir şekilde açıklanmalıdır.

Zamanlama ve bütçe planlaması ile ilgili olarak risk analizleri yapılmalıdır.

Risk planlamasında olasılık ve etki matrisi eklenmelidir. Olasılık ve Etki matrisi, her riskin gerçekleşme olasılığını ve proje hedeflerine etkisini değerlendirmeye yarayacaktır. Olasılık ve etki belirli gruplara (Az-Normal-Çok vb) ayrılmalıdır.

## 10. Kaynaklar

Carney, M., Webster, B., Alvarado, I., Phillips, K., Howell, N., Griffith, J., ... & Chen, A. (2020, April). Teachable machine: Approachable Web-based tool for exploring machine learning classification. In Extended abstracts of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-8).

Dwivedi, U. (2021, June). Introducing Children to Machine Learning Through Machine Teaching. In Interaction Design and Children (pp. 641-643).

Ersöz, A., & Ceylan, M. (2013). Bilişim Teknolojilerinin Otizm Spektrum Bozukluğunun Tedavisinde Kullanımı. Bilişim, 30, 28-29.

Forchhammer, S., Abu-Ghazaleh, A., Metzler, G., Garbe, C., & Eigentler, T. (2022). Development of an Image Analysis-Based Prognosis Score Using Google's Teachable Machine in Melanoma. Cancers, 14(9), 2243.

Julie C, (2022), A communication tool for people with speech impairment, <https://blog.google/outreach-initiatives/accessibility/project-relate/>

MacDonald, B., Jiang, P. P.(2021). Disordered speech data collection: Lessons learned at 1 million utterances from project euphonia.

