

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**PROJE KATEGORİSİ:** Sağlık ve İlk Yardım

**PROJE ADI:** Akıllı Stetoskop

**TAKIM ADI:** Has Mühendisler

**TAKIM ID:** T3-21199-152

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

**DANIŞMAN ADI:** Doç. Dr. Atilla ÖZMEN

## İçindekiler

### 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Proje Derin Öğrenme ve LSTM tekniklerinin kullanılmasıyla kalp ve solunum hastalıklarının sınıflandırılmasından hem doktora hem de hastaya yüzdeliklerle sonuçların verilmesinden oluşmaktadır. Stetoskop ilk olarak diyafram üzerinden topladığı sesi fiziksel filtreye aktarmaktadır. Fiziksel filtreden sonra dijital filtreye sokulmaktadır. Dijital filtrede kalp ve akciğer seslerinin belirgin oldukları aralığa göre ayrı ayrı filtrelenmektedir. Akciğer seslerinin üzerinden kalp sesleri ayrılmaktadır. Kalp sesleri ve ayrılmış akciğer sesleri LSTM yöntemiyle sınıflandırılmaktadır. Filtreleme ile düzenlenmiş sesler yapay zekâ çalışmaları ile modelleri oluşturulmakta ve eğitilmektedir. LSTM tekniği ile elde edilen sonucu ise bir ekrana yansıtılarak doktora bildirilmektedir. Ayrıca mobil uygulama sayesinde doktorun bu sesleri daha sonra tekrar dinlemesi ve teşhisin doğruluğunun onaylanması sağlanmaktadır. Genel diyagram ekte mevcuttur. (EK-1 Şekil 1)

### 2. Problem/Sorun:

Tasarlamış olduğumuz stetoskop günümüzde doktorların kullandığı stetoskoptan mekanik olarak farklıdır ve yazılımsal desteğe sahiptir. Doktorlar bir hastayı stetoskopta dinlerken, stetoskopun diyaframını hastanın akciğer ve kalp bölgelerine yerleştirilir ve dinlediği çeşitli seslere göre hastalık teşhisi koyar. Duyulan sesin tam olarak sonuç vermemesi sebebiyle hastanın akciğer filmlerinin çekilmesi gerektiğini uygun bulabilir. Hayata geçirmiş olduğumuz stetoskopa, farklı hastalardan çeşitli aralıklarla alınmış farklı hastalıkların seslerini Derin Öğrenme tekniğiyle öğrettik. Bu sayede hastalığın tespitini otomatik bir şekilde yapabilecek seviyeye getirdik. Filtreleme teknikleriyle cihazımız hastalardan gürültüsüz net bir akciğer sesi kaydedebilmektedir. Klasik stetoskoplarla hastayı dinleyen doktorlar gürültülü ve kısık sesler dinlemektedir. Filtre ve yükselticiler sayesinde bu problemlere çözüm getirilmiştir. Buna ek olarak doktor doğru teşhis için sadece akciğere odaklanmak isteyebilir. Gerekli kalp-akciğer ayrıştırma çalışmalarıyla bu sorunlar giderilmiştir. Artık hayatımızın bir parçası haline gelen mobil uygulamalar sayesinde ise stetoskopumuz bir uygulamayla bütünleşmiş biçimde çalışmaktadır.

### 3. Çözüm

Çözümlerden bahsedecek olursak doktorlara yardımcı olacak şekilde yüzdesel olarak sonuç veren bir stetoskop geliştirilmiştir. Bu sonuç hem doktorlarımızın hem de hastalarımızın hastalıklarının daha kolay tespitini sağlamaktadır. Klasik stetoskopta duyulan gürültülü ve kısık akciğer sesine çözüm olarak filtreleme ve yükseltme çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Kalp-akciğer karışık duyulan sesler için ayrıştırma teknikleriyle çözüm sağlanmıştır. Doktorların seslere kolay erişimi ve tespit çalışmaları için mobil aplikasyon çalışmaları yapılmıştır.

### 4. Yöntem

#### 4.1 Fiziksel Filtreleme

Kalp ve akciğer seslerinin dijital ortama aktarılabilmesi için ses sinyalini elektrik sinyaline çeviren bir devre elemanı olan mikrofon kullanılmıştır. Devrenin sadece kalp ve akciğer

seslerine odaklı olarak çalışması gerektiği için “Fiziksel Filtre” ile hem DC gürültüsünü azaltmayı hem de hedeflenen aralıktaki frekansları geçirebilmek hedeflenmiştir. Kalp ve akciğer sesinin frekans aralıkları, kalp sesi için 60-150Hz, akciğer sesi için ise 100-600Hz, genel olarak ise 60-600Hz aralığında olduğu görülmüştür.[1][2] Mikrofondan gelecek sesi ön filtreleme amacı ile “Evmeyen Aktif Bant Geçiren Filtresi” kullanılmıştır. Bu ses hem mikroişlemciye hem de doktorun duyabilmesi için tasarlanmış olan amfi devresine gideceği için, ses 2. bir Op-Amp aracılığı ile yükseltilerek kalp ve akciğer devrelerine iletilmiştir. [3] Bu devrenin çıkışı yükseltilerek kalp ve akciğer sesinin daha net duyulmasını sağlayacak 2 filtreye yönlendirilmektedir. Böylece ses sinyali uygun bölgeye göre filtrelenmiş olacaktır.

## 4.2 Devre Şeması ve Amacı

### 4.2.1 Şarj ve Voltaj Yükseltme Devresi (EK-1 Şekil 2)

Bu kısım 2 hazır devreden oluşmaktadır. LiPo şarj devresi olan TP4056, stetoskop Type-B şarj aletleri ile de şarj edilebilmesi amacı ile kullanılmıştır. Mikroişlemci ve birkaç devre elemanı 5V ile çalışmakta olduğundan DC-DC Voltaj Yükseltici devre kullanılmıştır.

### 4.2.2 Güç Devresi Gürültü Filtresi (EK-1 Şekil 3)

Step-up devresi voltajı 5V'a yükselttiği sırada güç kaynağında gürültü oluşmaktadır. Bu gürültü mikroişlemciye ve amfi devresine gittiğinde kalp ve akciğer seslerini baskılamaktadır. Bunu engellemek için devre şemasında 2 numaralı devre kullanılmıştır.

### 4.2.3 Ana yükselticiye gönderilmeden önce Filtrelemek (Pre-Filter) (EK-1 Şekil 4)

Devre işlem öncesi yükseltme (Pre-Amp) görevi göreceği ve bir sonraki aşamalarda yükseltmeye uğrayacağı için eski devredeki usullere uygun, kazancı 10 olan 60 ile 600Hz arası bir “Evmeyen Aktif Bant Geçiren Filtre” tasarlanmıştır [3].

### 4.2.4 Doktor Kulaklık Amfisi için Pre-Amp işlemi (EK-1 Şekil 5)

Doktorun kulaklık aracılığı ile alacağı ses miktarını ayarlayabilmesi amacı ile tasarlanmış “Evmeyen Yükseltici” devresi kullanılmıştır.[3] 0 ile 5 kata kadar ses miktarını artırma imkânı sunulmaktadır. 3. Aşamada gerçekleşen Aktif Bant Geçiren Filtrede kazanç 10 kat artırıldığı için ses, ilk halinin 0 ile 50 katı arasında yükseltmeye uğrayacaktır.

### 4.2.5 Amfi için Dinlenen Sesin Kalp ve Akciğer Filtresine Yönlendirilmesi

Bu kısımda doktor akciğer ve kalp sesini ayrı olarak daha iyi duyabilmesi amacı ile 2 ayrı filtreye giriş sağlanmıştır.[3][4] (EK-1 Şekil 6)

### 4.2.6 Çıkış (EK-2 Şekil 7)

Devre şemasının 6. kısmı kulaklık çıkışı ve mod kontrol devresidir. 2'li anahtar doktorun stetoskopu Kalp ya da Akciğer modunda kullanmasına imkân sağlamaktadır.

## 4.3 Eğitim İşleminde Yapılan İşlemler ve Modelleme

Sistem oluşturulurken yazılımsal olarak eğitim işleminde toplam 5 farklı hastalık ve sağlıklı bireylerin akciğer sesleri kullanılmıştır. Bu hastalık dağılımları ekteki görsellerde mevcuttur. Ses dosyaları pandemik süreçten dolayı toplanamamış ve internet üzerinden bulunmuştur. Zaman serisi analizi gerçekleştirilmiştir (EK-2 Şekil 8). Modellemede seslerin özneteliğini bulmamamızı sağlayan MFCC çalışması yapılmıştır. Hastalıklara ait MFCC görüntüleri şekillerde belirtilmiştir. (EK-2Şekil9). Modelleme için filtre bankası kat sayıları bulunmuştur. Hastalıkların filter bank analizleri şekillerde belirtilmiştir. (EK-2 Şekil10). Zaman alanındaki sinyalleri frekans alanına dönüştürmek için Hızlı Fourier Dönüşümü kullanılmıştır. Elde edilen veriler şekillerde belirtilmiştir. (EK-2 Şekil 11). Modelleme işlemi 8000 sample rate 16 bit rate özelliklere sahip olan clean dosyası

sayesinde gerçekleşmektedir. Bu ses dosyaları ve bilinen hastalıklar csv uzantılı dosyada kaydedilmektedir. Yazılımın iki farklı tekniğide kullanarak model oluşturma özelliği mevcuttur. Bunlar Recurrent Neural Network ve Convolutional Neural Network yapılarıdır. Tahmin ve sonuçların gösterimi için oluşturulmuş olan modeller kullanılarak kullanıcıya yüzdelikler halinde sonuçlar vermektedir.

#### 4.4 Dijital Filtre ve Kalp-Akciğer Seslerinin Ayırıştırılması

Kalp ve akciğer seslerinin birbirinden ayırıştırılması için ilk olarak fiziksel filtreden geçirilen ve mikroişlemci tarafından kaydedilen sesin, kalp ve akciğer seslerine ayrılması için 2 adım mevcuttur. İlk adım kaydedilen sesin fs değeri 8000 ve örnekleme frekansı aynı olacak olacak şekilde dijital filtreden geçirmektir. Dijital filtrelemede 10. dereceden alt ve üst aralıklarının kalp ve akciğer seslerinin baskın olduğu aralıklara göre ayırdığı Butterworth dijital filtre tasarımı kullanılmaktadır. Bu projede kullanılan bu aralıklar kalp sesleri için 60-85 Hz [6] akciğer sesleri için 60-300 Hz. aralığıdır. [5] İkinci adım ise akciğer sesinin üzerinden kalp sesini çıkarmaktır. Kalp sesi ile akciğer seslerinin ayrımını yapabilmek için bir dizi kod kullanılmaktadır. Kod python dilinde olup üzerinde kullanılan kütüphane “noisereduce”a, ilk olarak akciğer sesini ve sonrasında ayırmak istenen kalp sesini tanımlanması gerekir. Bunu yapabilmek için ilk olarak “nr.reduce\_noise” modülüne üzerinden gürültünün çıkarılmasını istenilen akciğer sesini, ardından gürültü sesi tanımlanır. Ardından sinyal üzerinden bir FFT hesaplanır. Bu FFT sinyalini, eşik değeri ile karşılaştırarak bir maske belirlenir. Maske, frekans ve zaman üzerinden bir filtre ile yumuşatılır ve maske, sinyalin FFT'sine eklenerek ters çevrilir. Bu sayede akciğer sesinden kalp sesi ayrılmış olur [7]. (EK-2 Şekil 12).

#### 4.5 Mobil Uygulama:

Uygulamada doktor tanı koyduğu hastayı tekrardan dinleyebilmekte ve Akıllı Stetoskop tarafından tahmin edilen hastalık ile karşılaştırabilmektedir. Eğer Akıllı Stetoskopun tahmini doğru değilse bunu değiştirme imkânı vardır. Doktor hastalığı değiştirdikten sonra bu değişiklik kaydedilir ve daha sonra Akıllı Stetoskopun tahminini iyileştirmekte kullanılabilir. (EK-2 Şekil 13-14)

### 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Günümüzde doktorlar yoğunluktan veya gürültüden dolayı doğru tanı koyamamaktadırlar Akıllı Stetoskop projesi ise bu problemi çözmüş bulunmaktadır. Klasik stetoskoplardan farklı olarak sadece doktora hastanın vücut iç seslerini dijitale çevirmiş şeklini vermek dışında bu seslere tanı tahmininde bulunarak doktora tanıda yardım edebilmektedir. Piyasada olan ürünlerin tanı koyabilme gibi bir kabiliyeti yoktur. Sadece ses kaydı ve mobil uygulama ile aynı sesi dinletebilme özelliklerine sahiplerdir. Biz ise ses dosyasını doktora anında dinletebildiğimiz gibi mobil uygulamamız sayesinde daha sonradan da bu sesleri dinlemeleri ve belki yurt dışındaki hastalarını bile muayene edebilme imkanı verebilmekteyiz. Yapay zekanın yaptığı tahminler doktorlar tarafından onaylanıp onaylanmadığına göre sürekli olarak kendini geliştirmekte ve daha iyi sonuçlar sunmaktadır. Dünya üzerinde bu özelliklere sahip stetoskop yoktur. Proje kendi tasarladığımız fiziksel filtre, tasarım ve yazdığımız kodlardan oluşmaktadır. Fiziksel filtre kalp, akciğer ve mikroişlemciye gidecek frekans aralıklarına göre 3 farklı parçadan oluşmaktadır. Özgün tasarım oldukça pratik kullanıma sahiptir. Şu anda bir kısım akciğer hastalıkları ve kalp sesinden kişi için prototipimiz tanı tahmini yapabilmektedir. (EK-2 Şekil 15)

## 6. Uygulanabilirlik

Projemizde gerek doktorların gerekse hemşirelerin kullanmış olduğu stetoskopu daha modern ve gelişmiş bir yapıya getirmiş bulunmaktayız. Projemiz ticari bir ürüne dönüştürülmeye elverişlidir. Sağlık sektöründe önemli bir role sahip olan stetoskop bir nevi bu sektörde sembolik bir üründür. Böylesine kilit taşı bir ürün hem modernleştirilmiş hem de yazılım desteği ile hastalık analizi özelliği sağlanmıştır. Şu anda sektörde bulunan stetoskoplarla kıyaslandığında tamamen daha gelişmiş bir yapıya sahiptir. Teknolojik altyapıya sahip bu ürünümüz ticari ürün olarak sektöre katılabilir ve yerli bir stetoskop olarak bu konuda dünyada öncü olabilme potansiyeline sahiptir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Zaman Aralığı (Şubat - Ağustos)
Stetoskobun İncelenmesi ve Mikrofon Bağlantısının Gerçekleştirilmesi	02.02.2020- 12.02.2020 (Süreç: 10 gün)
Veri Stetoskobunun Devre Tasarımı	13.02.2019- 13.03.2020 (Süreç: 30 gün)
Devrenin Basılması ve Kontrol Edilmesi	13.03.2019- 13.04.2020 (Süreç: 30 gün)
Veri Stetoskopu Devresi Yazılımı	14.04.2020- 14.05.2020 (Süreç: 30 gün)
Veri Kümesi Araştırması Yapılması	14.04.2020- 23.06.2020 (Süreç: 72 gün)
Ana Stetoskopun Devre Tasarımı ve Yazılımı	21.04.2020- 31.05.2020 (Süreç: 40 gün)
Prototipin Üretilmesi ve Test Edilmesi	01.06.2020- 10.07.2020 (Süreç: 40 gün)
Mobil Uygulama Yazılması ve Denenmesi	11.07.2020- 10.08.2020 (Süreç: 30 gün )

	Çalışma Grubu			TOTAL
	Fiziksel filtre	Stetoskop devre yazılımı	Mobil Uygulama	
<b>Ekipman</b>	970,31	1967,75	394	3332,06
<b>Sarf malzemeleri</b>	767,87		386,90	1154,77
<b>Hizmetler</b>		84,97		84,97
<b>TOTAL</b>	1738,18	2052,72	770,9	4561,8

**Ekipmanlar:** Raspberry pi 4 B, Raspbeey pi zero, Havya, SMD Havya, Kulak içi kulaklık, Tablet, UT 603 Ölçü Aleti, Sd kart, Ssd, Stetoskop, Stetoskop Diyaframı, Sarj aletleri  
**Sarf Malzemeleri:** Ses Kartı, Mikro HDMI den normal HDMI a çevirici, 9V pil, Havya Temizleme Süngeri, Direnç, Kapasitor, Bobin, Kablo, Lehim Teli, Mikrofon, Lion pil, Soğutucu, Devre Kartları, Anahtar, Düğme, lehim Tahtası, soket, pin,  
**Hizmetler:** Udemy Online Ders

Proje şu an için yaklaşık olarak 5000 lira tutmaktadır. Fakat her yeni oluşturulan proje gibi birçok aksilik yaşanma sonucunda ve öğrenme süreci geçirdiğimizden harcamamız şu an ki halini almıştır. Bu projenin en az maliyetle uygulanabilir olma durumunda 650 liraya mal olabileceği tahmin edilmektedir.

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

Proje fikrinin hedef kitesini iki ana başlık altında düşünebiliriz. Bunlar doktorlar ve hastalardır. Doktorlar için klasikleşmiş ve vazgeçilmez aletlerden biri olan stetoskop, hastalık analizi yapılmasında ve sistemin iyileştirilmesinde doğrudan kullanılacaktır. Ayrıca doktor mobil uygulama aracılığıyla bu seslere ve hastalık yüzdelerinin bulunduğu grafik ekranına kolayca geçiş yapabilecektir. Hastalar için ise hastalık teşhisinin ve yüzdelerle sonuçların bildirilmesi bir avantaj olacaktır. Klasik stetoskop konusunda problem yaşayan doktorlarımız her zaman doğru sonuç alamamakta, sesleri kısık duymakta ve kalp-akciğer seslerini karışık duymaktadır. Bu konuda problem yaşayan doktorlarımız en önemli hedef kitemizdir.

## 9. Riskler

COVID-19 sebebi ile doktorlardan veri toplanamamıştır. Buna çözüm olarak internette elde edilmiş ücretsiz veri setleri ile model eğitilmiştir. Fiziksel filtre için tasarlanan devreye ait bobin ve benzeri devre elemanları temin edilememiştir. Çözüm olarak bulunabilecek malzemelere uygun yeni filtre tasarlanmıştır. Doktora ses gürültülü gelebilir ve teşhis koymasına engel olabilir. Çözüm olarak güç kaynağına gürültüyü engellemek için mini bir devre tasarlanmıştır.

## 10. Proje Ekibi

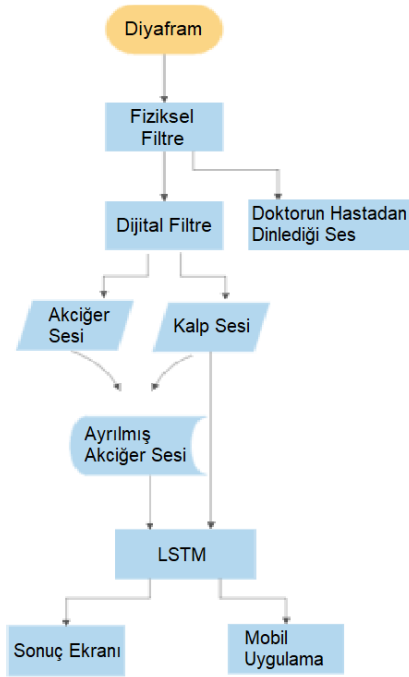
**Takım Lideri: Mehmet Nasuhcan TÜRKER**

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi	Bölüm-Sınıf
<b>Batuhan YILDIRIM</b>	Filtre Tasarım	Kadir Has Üniversitesi	Mikroişlemciler – Devre Tasarımı	Elektrik-Elektronik Müh.4.Sınıf
<b>Yağız Can ÇAĞAN</b>	Derin Öğrenme-LSTM	Kadir Has Üniversitesi	Python – Yapay Zekâ	Elektrik-Elektronik Müh.4.Sınıf
<b>Mehmet Nasuhcan TÜRKER</b>	Filtre ve Kalp-Akciğer Ses Ayrımı	Kadir Has Üniversitesi	Python -Raspberry pi kodlama	Elektrik-Elektronik Müh.4.Sınıf
<b>Mücahit DEMİREL</b>	Mobil Uygulama	Kadir Has Üniversitesi	Java – Mobil Uygulama Geliştirme	Elektrik-Elektronik Müh.4.Sınıf

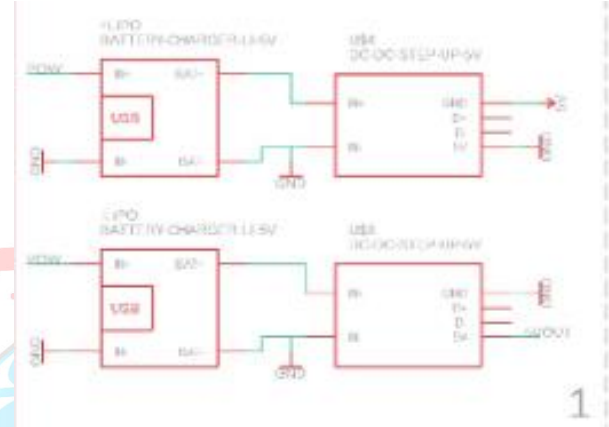
## 11. Kaynaklar

- [1] Gross,Ditmar, (1999) ‘‘The Relationship between Normal Lung Sounds, Age, and Gender’’  
 [2] ‘‘ The Audio Filters In Your One’’ Ulaşılabilir: [http://thinklabsone.com/downloads/Stethoscope\\_Filters.pdf](http://thinklabsone.com/downloads/Stethoscope_Filters.pdf) [Erişim Tarihi:10-Nisan-2020]  
 [3] Franco,S (2002) ‘‘Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits’’ 3rd Edition, McGraw-Hill, ISBN: 0071121730, 9780071121736  
 [4] Ulaşılabilir: [http://www.seekic.com/circuit\\_diagram/Amplifier\\_Circuit/Amplifier\\_Circuits-Audio/index4.html](http://www.seekic.com/circuit_diagram/Amplifier_Circuit/Amplifier_Circuits-Audio/index4.html) [Erişim Tarihi:15-Mart-2020]  
 [5] Bilgiç H. Solunum sistemi fizik muayene ders notları. Gata: 2010  
 [6] Novey, Donald W., 1996. Kalp Sesleri Kılavuzu, Hekimler Yayın Birliği.  
 [7] Ulaşılabilir: [https://colab.research.google.com/github/timsainb/noisereduce/blob/master/notebooks/1.0-test-noise-reduction.ipynb#scrollTo=XrCfERT\\_4ie7](https://colab.research.google.com/github/timsainb/noisereduce/blob/master/notebooks/1.0-test-noise-reduction.ipynb#scrollTo=XrCfERT_4ie7) [Erişim Tarihi:25-Mayıs-2020]

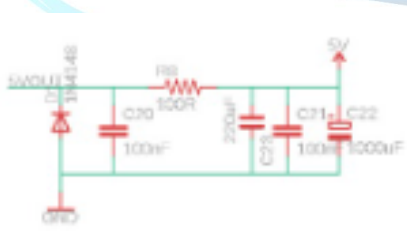
## EK1 – (Görseller)



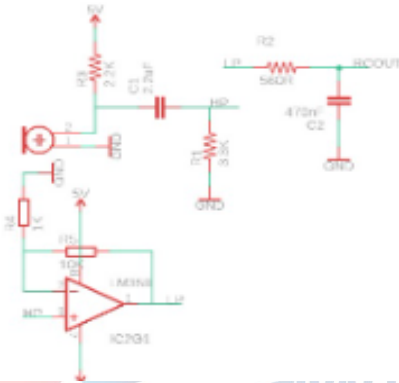
Şekil 1



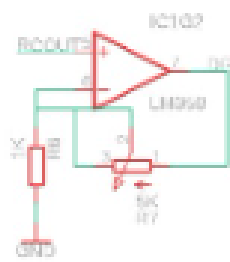
Şekil 2



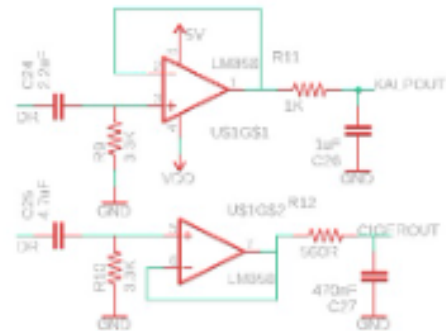
Şekil 3



Şekil 4



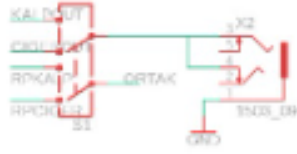
Şekil 5



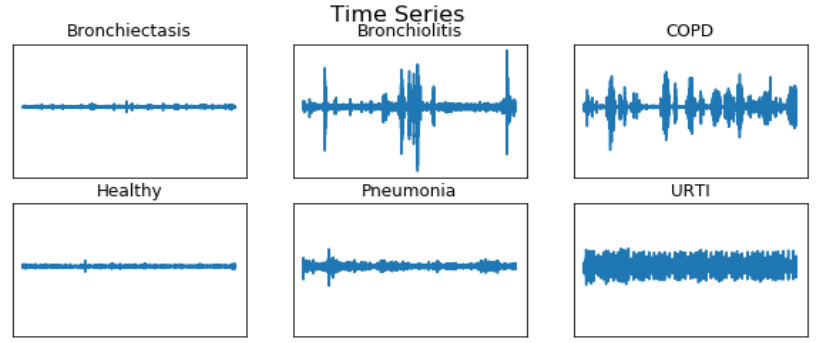
Şekil 6

AVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALI

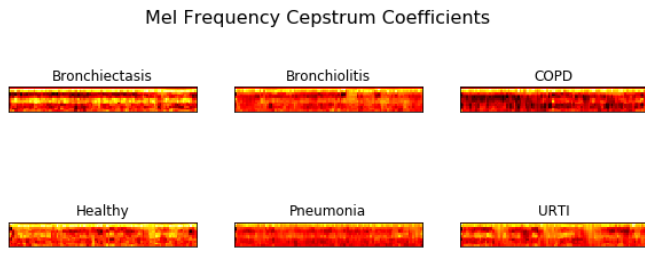
## EK2 – (Görseller)



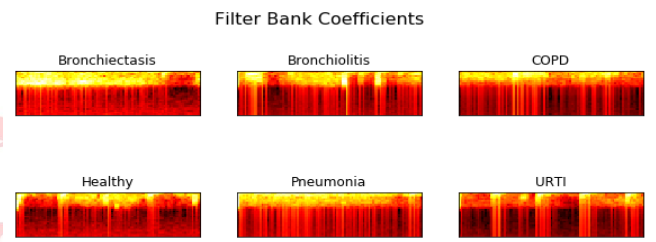
Şekil 7



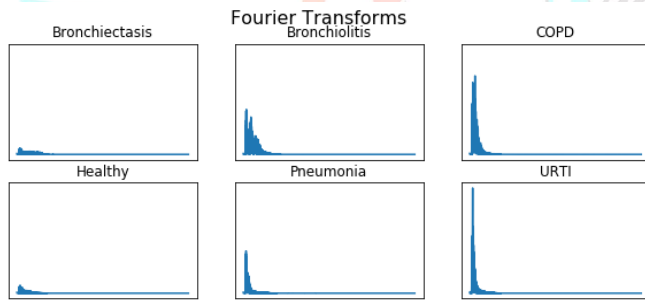
Şekil 8



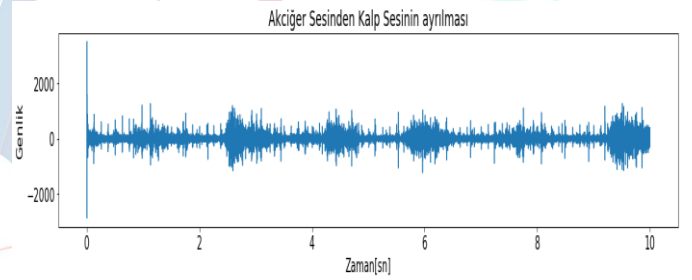
Şekil 9



Şekil 10



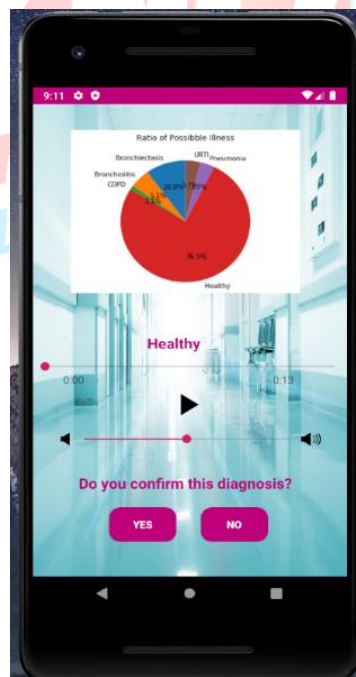
Şekil 11



Şekil 12



Şekil 13



Şekil 14



Şekil 15