

# ELM368 – DÖNEM PROJESİ

## ASLAN VE AT SESLERİNİN AYIRT EDİLMESİ

Muhammet Melih Tumur, Elanur Korkmaz, Batuhan Ceylan  
200102002036, 200102002077, 200102002058  
m.tumur2020@gtu.edu.tr, ekorkmaz@gtu.edu.tr, bceylan@gtu.edu.tr

### ABSTRACT (ÖZET)

At sesleri aslan seslerine göre daha tiz tonlardadır. Yani at sesinin frekans aralığı aslan sesine göre daha yüksektir. Bu projede bundan faydalanarak bu iki hayvanın seslerinin birbirinden ayırt edilebilmesi amaçlanmaktadır.

### ANAHTAR KELİMELE

FIR Filtre, Fourier Dönüşümü, Spektrogram, Frekans, Alçak Geçiren Filtre, Bant Geçiren Filtre

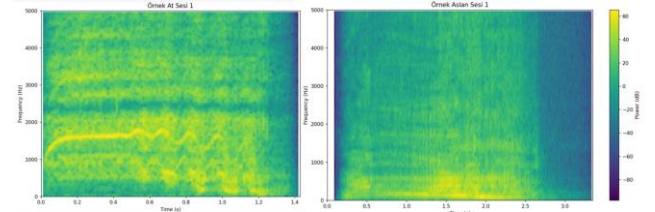
## 1. Giriş

At ve aslan sesleri arasında tespit yapılması için bu iki hayvanın ses verileri internet ortamından toplanmıştır.[1] Hayvanların seslerindeki tiz ve pes ses farklarından faydalanılmıştır. Örnek ses dosyalarının fourier dönüşümleri alınıp frekans analizleri yapılmıştır. Genlik enerji spektrumları ve spektrogramları[2] incelenmiştir. Örnekleri geçirmek adına pyfda[3] kütüphanesi ile filtreler oluşturulmuştur. Örnekler farklı filtrelerden geçirilerek aynı analizler tekrarlanmıştır. Filtrelenmiş ve filtrelenmemiş veriler, grafikler ve ortalama değerler karşılaştırılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler doğrultusunda, verilen bir ses dosyasının ata mı aslana mı ait olduğunu tespit edebilen bir decision algoritması oluşturulmuştur.

## 2. Deneyler ve Analiz

- Problemin çözümünde öncelikle at ve aslan seslerindeki frekans farkları gözlemlendi. Farkların tespit edilmesinin ardından bu karakteristik farkların, verilen ses örneklerinden nasıl tespit edilebileceği hakkında araştırma yapıldı. Analizlerde kullanmak üzere veri setlerinden uygun ses örnekleri bulundu. Teorik olarak edinilen fikirler pratik olarak deneyimlendi ve sonuçlar gözlemlendi. Gözlemlere ve elde edilen verilere dayanarak at ve aslan sesleri arasında ayırım yapabilen algoritma oluşturuldu. Veriler manuel olarak tekrar analiz edildi. Manuel elde edilen sonuçlar ile algoritmanın sonuçları karşılaştırıldı.

### 2.1 At ve Aslan Seslerinin Ayırt Edilmesi



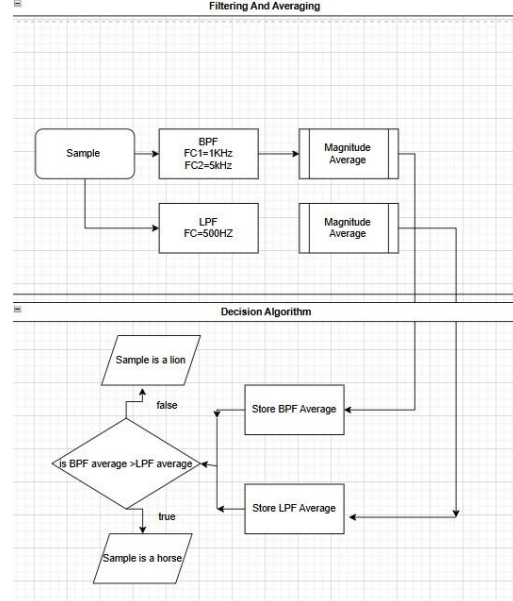
Şekil 1 At ve Aslan Sesi Spektrogram Grafiği

Atlar çeşitli sesler çıkartırlar, bunların başlıcaları kişneme, anırma, homurdanma ve hırıltıdır. Atların çıkardığı sesler grafikten de gözlemlendiği üzere daha yüksek frekanslıdır. Aslanlar ise kükremeleriyle ünlüdür. Aslan kükremeleri daha düşük frekanslı ve çok güçlüdür. Genellikle 50 Hz ile 500 Hz aralığındadır.

Sesleri birbirinden daha rahat ayırt edebilmek amacıyla, aslanların ve atların çıkardığı en karakteristik sesler olan kükreme ve kişneme sesleri kullanılmıştır.

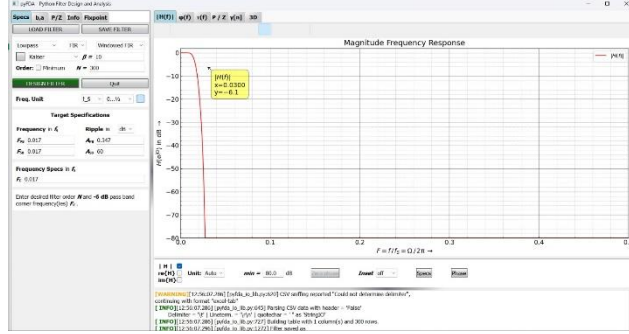
Bu karşılaştırmalar esnasında bazı atların kişnemelerinin daha kalın olması nedeniyle kişneme sesleri arasından eleme yapılmıştır. Belirlediğimiz At kişnemesinin frekans aralığı 1 kHz ile 5kHz arasındadır.

### 2.2 Karar Verme Metodu

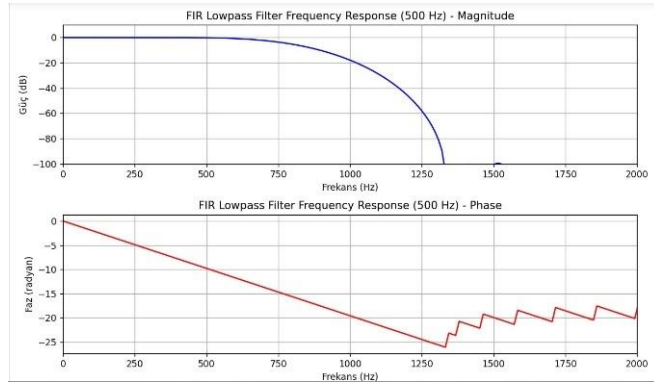


Elde edilen örneklerin frekans spektrumlarının incelenmesi ile iki farklı filtre tasarlanması gerektiğine karar verilmiştir. 500 Hz alçak geçiren filtre ve 1kHz ile 5kHz olan bir band geçiren filtre tasarlanmıştır.Örneğin, iki filtrenin çıkışındaki ortalama genlik değerleri alınmıştır. Karar verme işlemi sırasında Alçak geçiren filtre uygulanmış ortalama genlik değeri, Band geçiren filtre uygulanmış ortalama genlik değerinden büyükse aslan kükremesi , tersi durumda işaretin at kişnemesi olduğuna karar verilmiştir.

## 2.3 Uygun Filtre Tasarımları

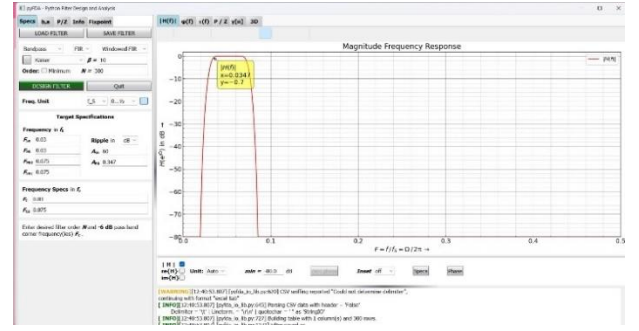


Şekil 2 pyFDA aracılığıyla oluşturulan Low Pass Filter

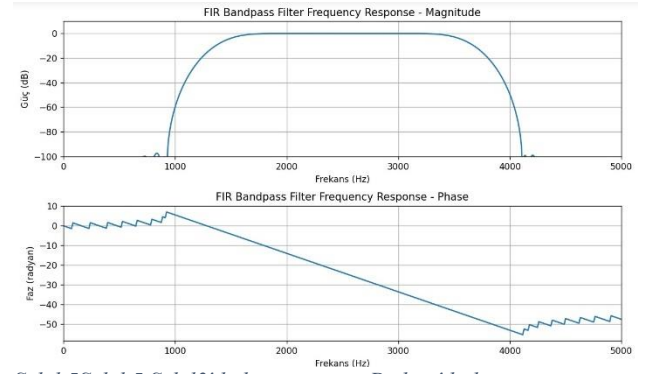


Şekil 3 Şekil3'de ki tasarımın Python'da ki görünümü

İlk filtre olarak, Şekil 3'te gösterilen, FIR Alçak Geçiren Filtre oluşturulmuştur. Bu filtre oluşturulurken Windowed FIR Kaiser Metodu kullanılmıştır. Kesim frekansı 500 Hz olması istenilen filtreyi oluşturmak için filtre ve işaret frekans indislerinin ilişkisi bulundu ve orantıları yapıldı. Geçirme bandı köşe frekansı  $FPB = 0.017$  rad/sample, durdurma bandı köşe frekansı  $FSB = 0.017$  rad/sample olarak alınmıştır. Filtrenin derecesi  $N = 300$  olmuştur. PyFDA aracılığıyla tasarlanan filtre .mat dosyası haline getirilerek python ortamında çizdirilmiş ve doğruluğu teyit edilmiştir.



Şekil 4pyFDA aracılığıyla oluşturulan Bandpass Filter



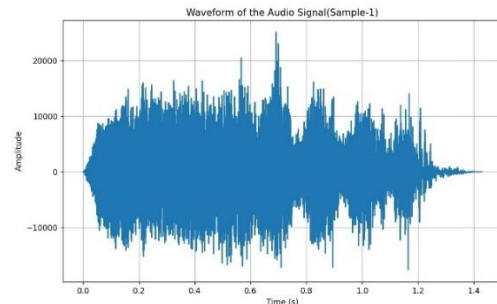
Şekil 5Şekil 5 Şekil3'de ki tasarımın Python'da ki görünümü

İlk filtre olarak, Şekil 5'te gösterilen, FIR Alçak Geçiren Filtre oluşturulmuştur. Bu filtre oluşturulurken Windowed FIR Kaiser Metodu kullanılmıştır. Alçak Kesim frekansı 1000 Hz olması, yüksek kesim frekansı 4000 olması istenilen filtreyi oluşturmak için filtre ve işaret frekans indislerinin ilişkisi bulundu ve orantıları yapıldı. Alçak Geçirme bandı köşe frekansı  $FPB = 0.03$  rad/sample, durdurma bandı köşe frekansı  $FSB = 0.03$  rad/sample, Yüksek Geçirme bandı köşe frekansı  $FPB = 0.075$  rad/sample, durdurma bandı köşe frekansı  $FSB = 0.075$  rad/sample olarak alınmıştır. Filtrenin derecesi  $N = 300$  olmuştur.

PyFDA aracılığıyla tasarlanan filtre, .mat dosyası haline getirilerek python ortamında çizdirilmiş (Şekil 6) ve doğruluğu teyit edilmiştir.

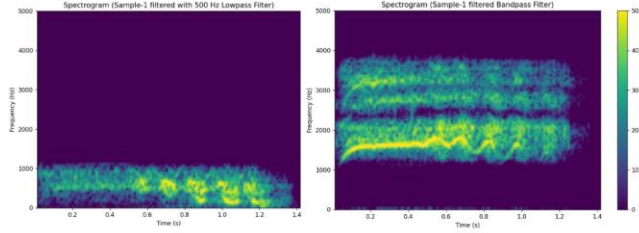
## 2.4 Karar Verme Algoritmasının Uygulanması ve Örneklerin Analizi

### 2.4.1 Örnek 1



Şekil 6 Örnek 1 in Genlik Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere 1.4 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin birçok noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.

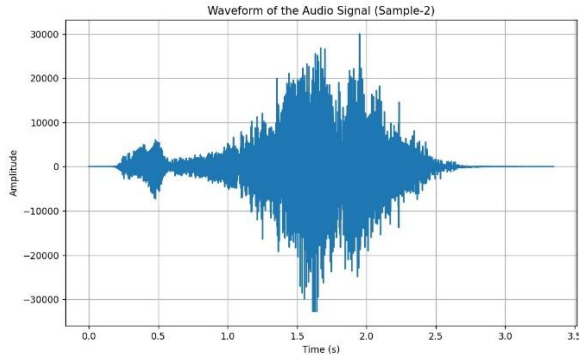


Şekil 7 LowPass - BandPass ten Geçirilmiş Grafikler

Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Bandpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

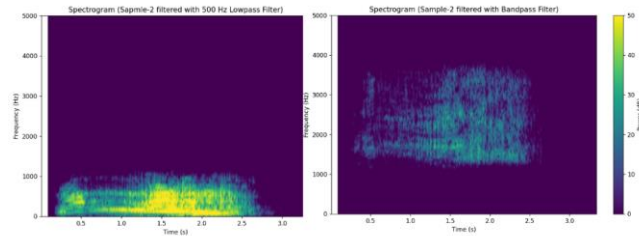
Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir at kişnemesi olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 2.4.2 Örnek 2



Grafikte görüldüğü üzere 3.5 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin birçok noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.

Şekil 8 Örnek 2 nin Genlik Grafiği

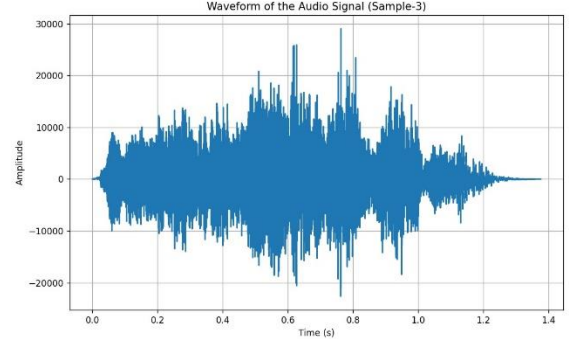


Şekil 9 LowPass - BandPass ten Geçirilmiş Grafikler

Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Lowpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

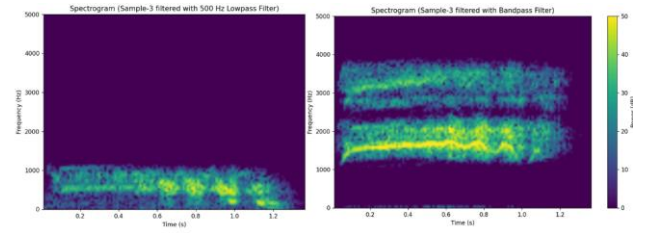
Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir aslan kükremesi olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 2.4.3 Örnek 3



Şekil 10 Örnek 3 nin Genlik Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere 1.4 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin farklı noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.

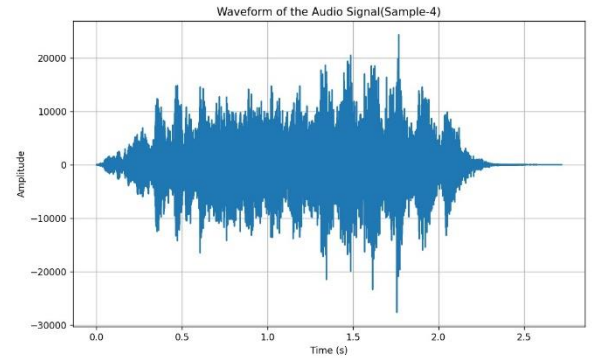


Şekil 11 LowPass - BandPass ten Geçirilmiş Grafikler

Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Bandpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

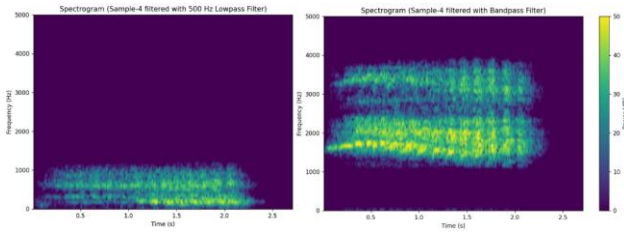
Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir at kişnemesi olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 2.4.4 Örnek 4



Şekil 12 Örnek 4 ün Genlik Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere 2.8 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin birçok noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.

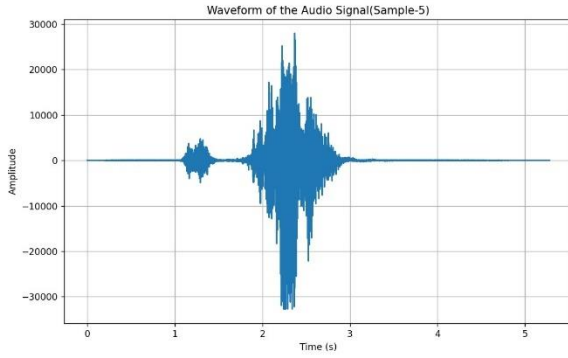


Şekil 13 LowPass - BandPass ten Geçirilmiş Grafikler

Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Bandpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

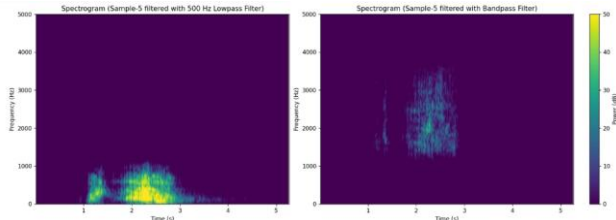
Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir at kişnemesi olduğu ortaya çıkmıştır.

## 2.4.5 Örnek 5



Şekil 14 Örnek 5 nin Genlik Grafiği

Grafikte görüldüğü üzere 5 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin birçok noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.

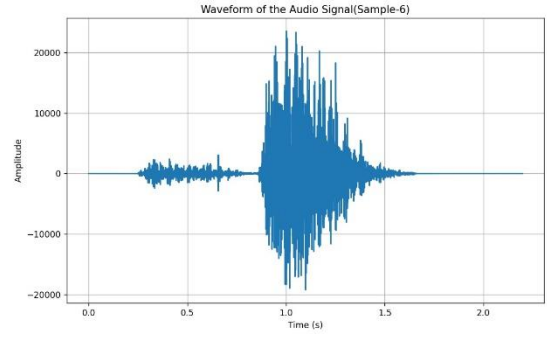


Şekil 15 LowPass - BandPass ten Geçirilmiş Grafikler

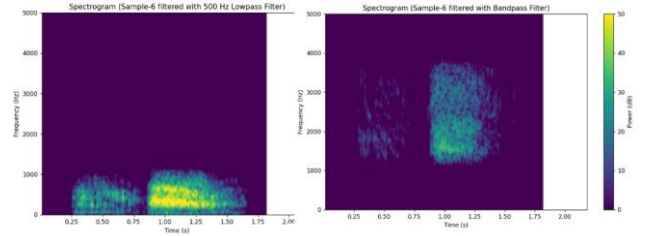
Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Lowpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir aslan kükremesi olduğu ortaya çıkmıştır.

## 2.4.6 Örnek 6



Grafikte görüldüğü üzere 2 saniyeden oluşan sesimizin grafiğinin birçok noktasında yüksek genlik gözlemlenmektedir.



Grafikler karşılaştırılarak filtrelenmiş sonuçlar incelendiğinde edinilen verilerde, Lowpass grafiğindeki yoğunluğun daha fazla olduğu hem göz ile gözlemlenmiş hem de matematiksel olarak decision algoritması ile teyit edilmiştir.

Bu sonuçlardan yola çıkarak bu sesin bir aslan kükremesi olduğu ortaya çıkmıştır.

## 3. Sonuç ve Yorum

Test edilen tüm veriler algoritma ile analiz edildiğinde ve dinlenerek ve grafikler okunarak yorumlandığında, iki sonucun birbiriyle örtüşü görülmüştür. Yani hazırlanan algoritma bize doğru sonuçlar vermektedir.

Sonuçlara baktığımızda Örnek 1, Örnek 3 ve Örnek 4'ün at kişnemesi, Örnek 2, Örnek 5 ve Örnek 6'nın aslan kükremesi olduğu anlaşılmıştır.

At kişnemesi sesi belli bölümlerde aslan kükremesinin frekansına yaklaşabilmektedir. Bu bize grafiklerin belli bölümlerinde işaretlerin geçmemesi gereken filtreden bir miktar sızmasıyla sonuçlanmaktadır. Bu durumdan kurtulmak için sesler belli bölümlerle kısıtlanabilir.

Bu proje ile genlik spektrumu, spectrogram ve ortalama genlik değerlerine göre yorum yapılması konusunda deneyim elde edildi. Varolan durumma göre işimize yarayacak şekilde filtre tasarımı tecrübe edildi. Bu proje ile veri setlerinin önemi, veri toplanacak yerlerin önemi daha iyi kavrandı. Profesyonel kaynakların sayesinde daha net seslere erişilebildi ve analizlerin hatası minimuma indirilmeye çalışıldı.

## Kaynaklar

1. At kişnemesi ve aslan kükremesi sesleri, Epidemic Sound,  
<https://www.epidemicsound.com/sound-effects/animals/>
2. Spektogram, matplotlib.org,  
<https://www.epidemicsound.com/sound-effects/animals/>
- 3.pyfda, <https://github.com/chipmuenk/pyfda>