



ELE-371

PROJE RAPORU



BATUHAN ŞEN

221106089

Bilgisayar Mühendisliği

SORU-1

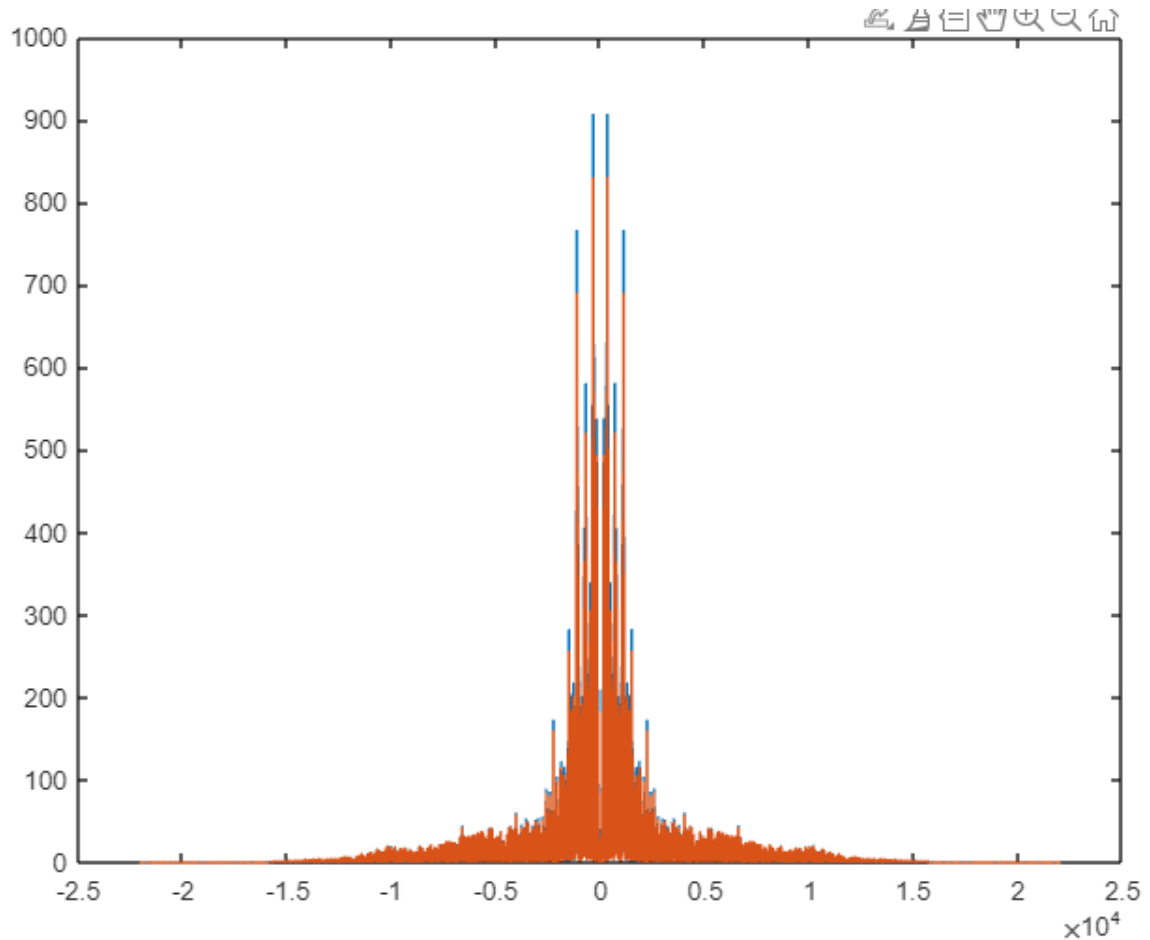
“Q1.wav” dosyasında bir kadın ile bir erkek arasındaki diyalogdan bir kesit alınmıştır. Ses kesidini frekans ve zaman uzaylarında inceleyiniz. Kadın ve erkek seslerinin ayrı ayrı frekans bileşenleri bulunabilir mi ? Cevabınız evet ise bu frekansları bulunuz. Daha sonra bütün ses dosyasını frekans uzayında çizdirip bulduğunuz frekans aralıklarını işaretleyiniz.

Bu soru kapsamında 6 farklı grafik ile derinlemesine inceleme fırsatı buldum. Gerçekleştirmiş olduğum incelemeler sonucunda ses dosyasında kadın ve erkek seslerinin ayrıştığı zaman aralıklarına göre inceleme yapabilmek adına Kadın sesi için 0-1 saniye aralığını ve Erkek sesinin de en net olduğu 1-2 saniye aralığını seçtim. Erkek sesi üzerinde yapmış olduğum çalışmalarda öncelikle 1. Saniyeden itibaren erkek konuşmacının konuşmasından dolayı 1-5 saniye aralığını seçmiştim ancak burada almış olduğum frekans değerlerinin arka planda bulunan gürültülerden dolayı çok farklı gelmesinden dolayı sonra erkek sesinin daha net olduğu 1-2 saniye aralığını seçtim.

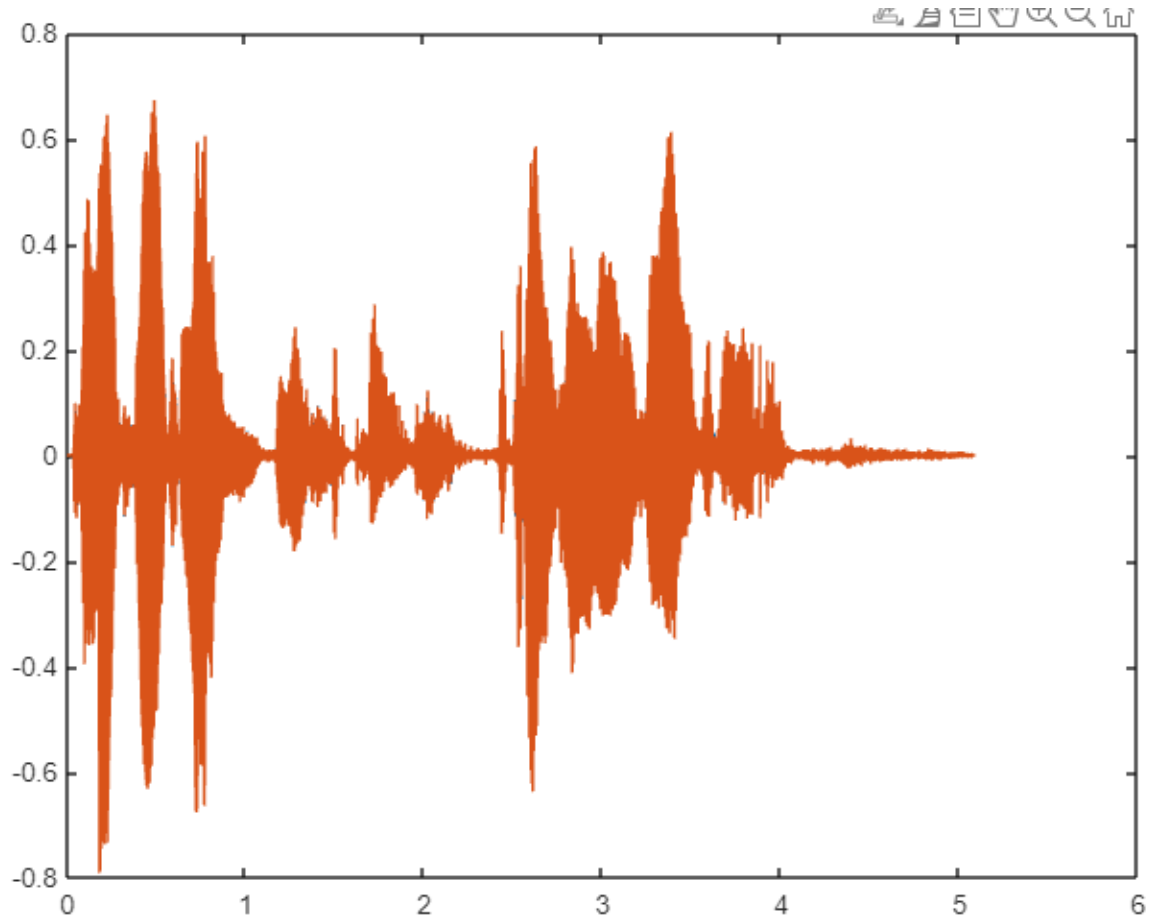
Yapmış olduğum incelemeler ve grafiklerden de görüldüğü gibi kadın ses aralığı aldığım verilerde gürültünün etkisi ile 0-600 aralığında değişirken, Erkek sesinin alındığı kısım daha net olmasından dolayı erkek sesi olması gerekene daha yakın değerlerde sonuç verdi. Yapılan inceleme sonucunda erkek sesi 0-160 aralığında yer aldı.

Bu bağlamda görüldüğü üzere ayrıştırılan kadın sesi 0-600 Hz aralığında değişirken, erkek sesi 0-160 Hz arasında değişim gösterdi. Burada sıfırdan başlamalarındaki en büyük etmen gürültü denilebilir.

Ses dosyasının her hangi bir ayrışım yapmadan frekans grafiği çizildiğinde ise 0-950 Hz aralığında bir değişim gözlemlendi. Yapmış olduğum araştırmalarda erkek sesinin 140-200 Hz, Kadın sesinin 200-240 Hz aralığında bir ortalamaya sahip olduğunu gözlemledim.



Genel Frekans Uzayı Grafiği



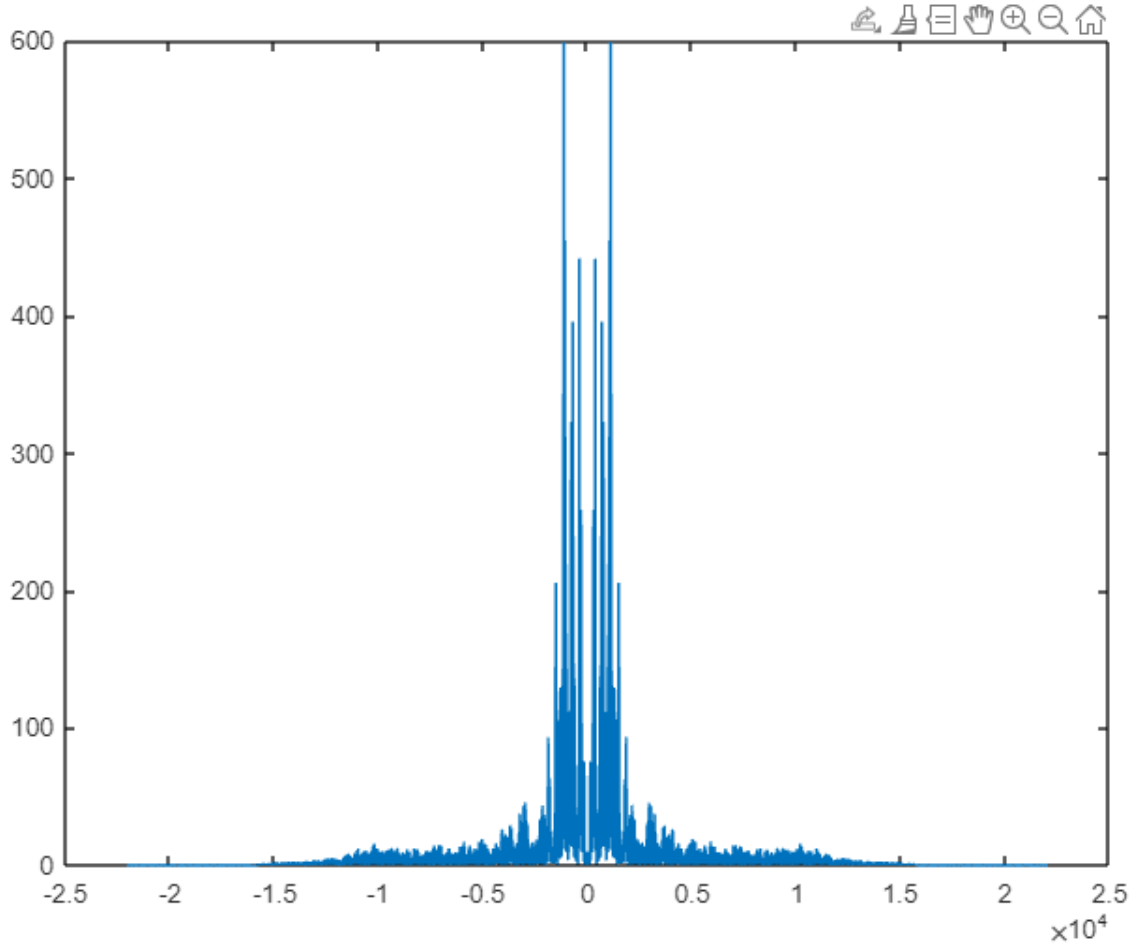
Genel Zaman Uzağı Grafiğı

Yukarıda yer alan iki grafik Soru-1'in birinci kısmı olan ses dosyasının frekans ve zaman uzaylarındaki grafikleridir.

Bu grafikleri oluşturmak için;

```
[data, fs] = audioread("/MATLAB Drive/Q1.wav");  
N = length(data);  
t= (0:N-1)/fs;  
t1 = (0:fs)  
  
% frekans bileşenlerini hesaplama (genel)  
X =fftshift(abs (fft(data)));  
f=(-N/2:(N/2)-1)*(fs/N);
```

Yukarıdaki kod bloğunu kullandım. Bunun neticesinde grafikleri elde ettim. Hesaplamış olduğum frekans bileşenleri de ilk grafiğı çizmemi sağladı. Daha sonra da plot komutunu kullanarak verileri grafik haline getirdim.



Kadın Frekans Uzayı Grafiği

Yukarıda yer alan Grafik-3 Kadın sesinin Frekans uzayı grafiğidir.

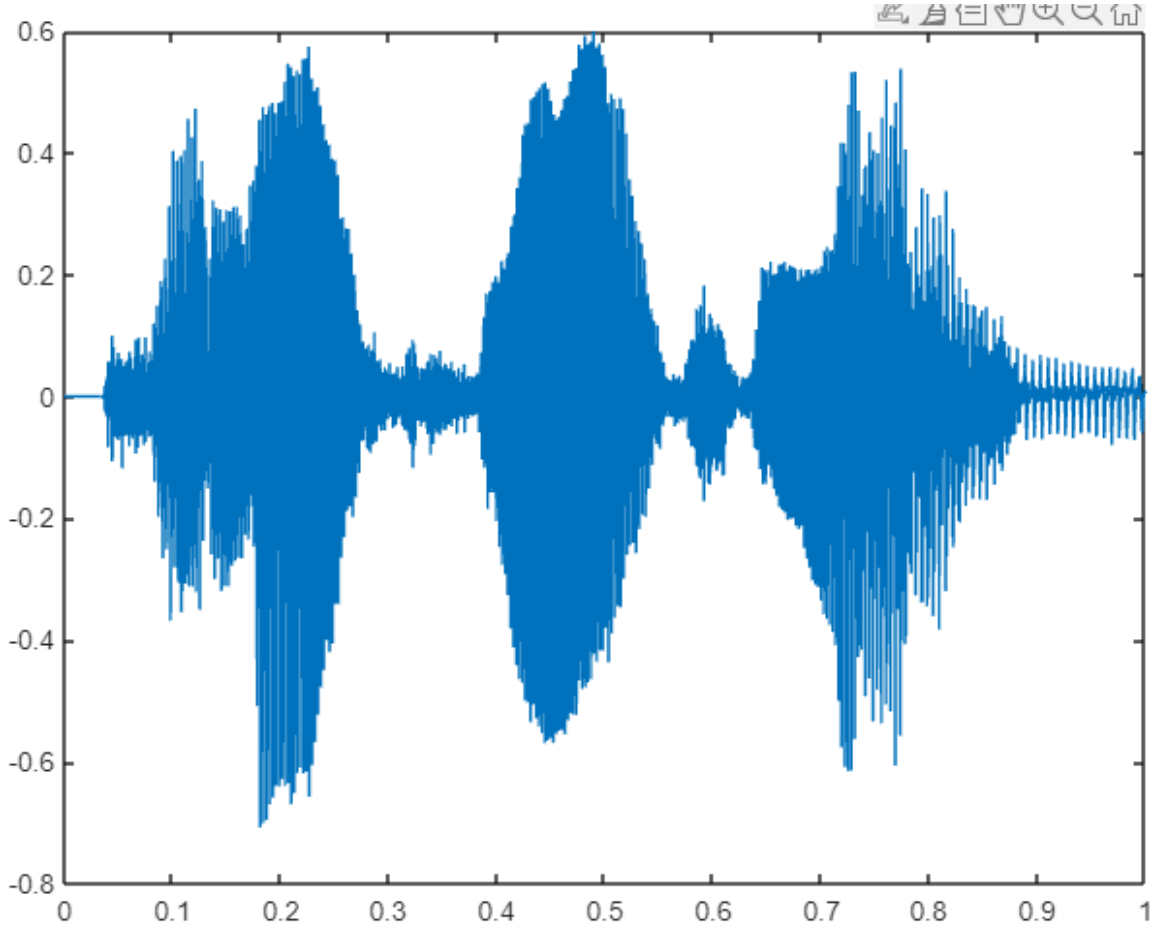
Bu grafiği oluşturabilmek için kadın sesinin yer aldığı 0-1 saniye aralığını kullandım.

```
% ilk saniyedeki örnekleri saklamak için vektör oluşturma(kadın)
ilk_saniye_ornekleri = data(1:fs);
% ilk saniyedeki frekans bileşenlerini hesaplama
X1 = fftshift(abs(fft(ilk_saniye_ornekleri)));
f1 = (-fs/2:(fs/2)-1)*(fs/fs);
```

Yukarıda yer alan kod bloğunu kullanarak grafik için gerekli değerleri elde ettim.

Daha sonra aşağıda yer alan kod bloğu ile onun altında yer alan Grafik-4' ü elde ettim. Grafik-4 için yine sadece kadın sesinin bulunduğu 0-1 saniye aralığını ele alarak bunun zaman uzayı grafiğini elde ettim.

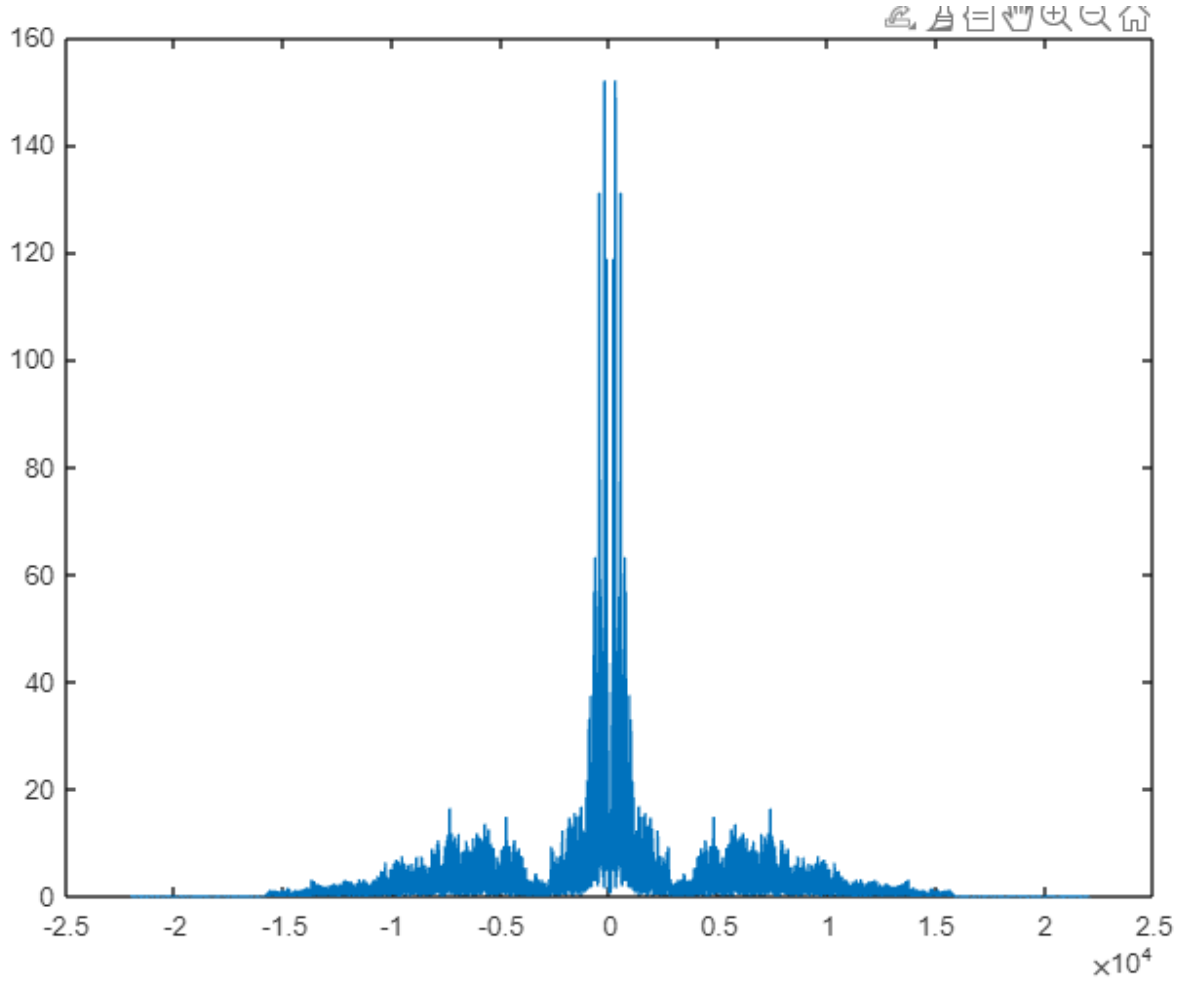
```
% 0-1 saniye aralığı için örnekleme sayısı
baslangic = 1;
bitis = round(fs);
os1 = bitis - baslangic + 1;
% 0-1 saniye aralığındaki örnekleri saklamak için vektör oluşturma
ornekler_0_1 = data(baslangic:bitis);
t_0_1 = t(baslangic:bitis);
```



Kadın Zaman Uzayı Grafiği

Raporun başında da bahsettiğim gibi erkek sesini ayırt etmek adına birkaç deneme gerçekleştirdim. Çünkü erkek sesi için elimizde bulunan örnek daha fazlaydı ancak yapmış olduğum denemeler neticesinde en iyi sonucu 1-2 saniye aralığında aldım. Buna bağlı olarak çizdirmiş olduğum Grafik-5 Erkek sesi Frekans uzayı grafiğini aşağıda paylaşmış olduğum kod bloğu ile elde ettim.

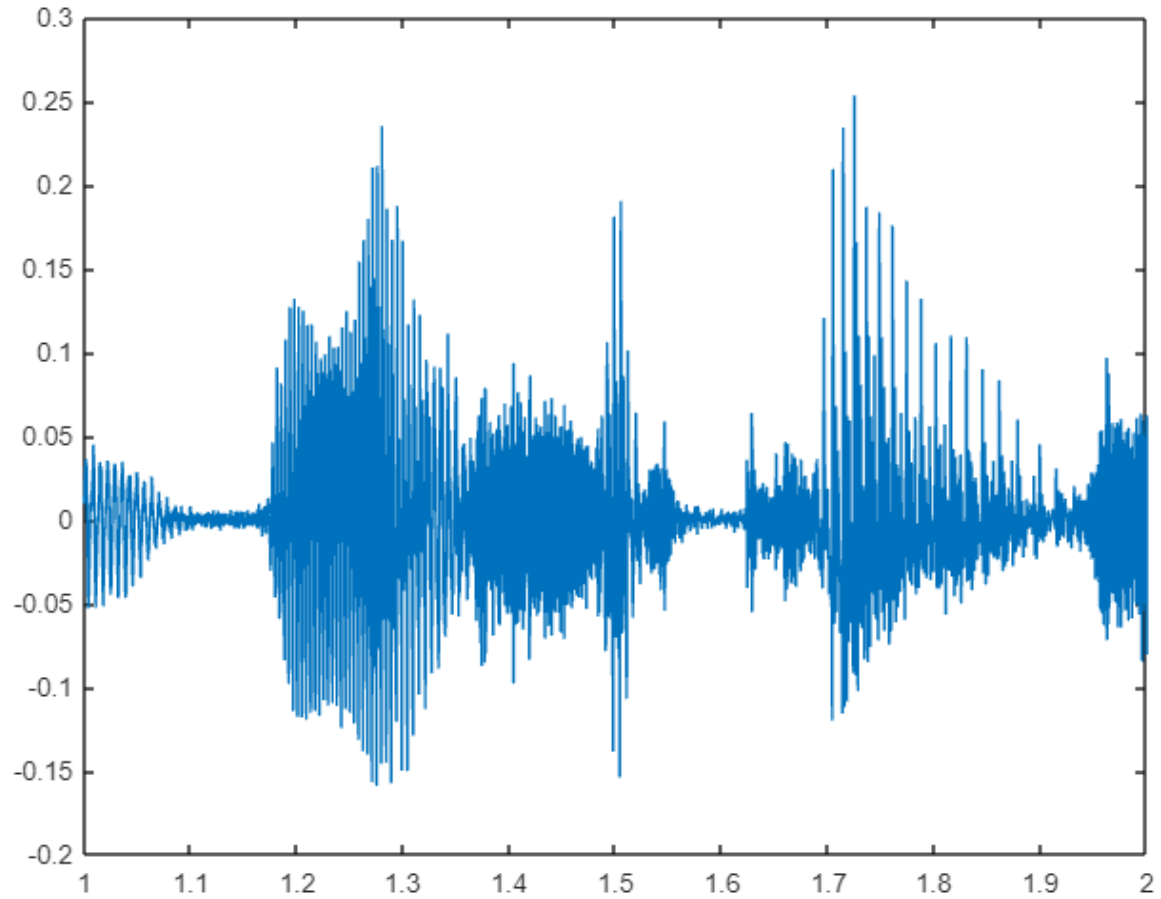
```
% 1-2 saniye aralığı için yeni örnekleme sayısı (erkek)
baslangic = 1*fs;
bitis = 2*fs;
ornek_sayisi = bitis - baslangic + 1;
% 1-2 saniye aralığındaki örnekleri saklamak için vektör oluşturma
ornekler_1_2 = data(baslangic:bitis);
% 1-2 saniye aralığındaki frekans bileşenlerini hesaplama
X2 = fftshift(abs(fft(ornekler_1_2)));
f2 = (-ornek_sayisi/2:(ornek_sayisi/2)-1)*(fs/ornek_sayisi);
```



Erkek Frekans Uzayı Grafiği

Erkek sesi frekans uzay grafiğini tamamladıktan sonra incelemelerimi bitirebilmek adına yine benzer bir mantık kullanarak 1-2 saniye aralığını kullanarak zaman uzayı grafiğini çizdirttim. Bu grafik için kullanmış olduğum kod da aşağıdaki gibidir.

```
% 1-2 saniye aralığı için örnekleme sayısı  
baslangic = fs + 1;  
bitis = 2*fs;  
os2 = bitis - baslangic + 1;  
% 1-2 saniye aralığındaki örnekleri saklamak için vektör oluşturma  
ornekler_12 = data(baslangic:bitis);  
t_1_2 = t(baslangic:bitis);
```



Erkek Zaman Uzayı Grafiği

Grafiklerin gerekli verilerinin hesaplanmasının ardından elde etmiş olduğum verileri grafiğe dönüştürmek adına aşağıdaki kod bloğunu ve plot komutunu kullandım.

```
figure;  
plot (f, X) %genel  
figure;  
plot (t, data)  
  
figure;  
plot (f1, X1) %kadin  
figure;  
plot(t_0_1, ornekler_0_1)  
  
figure;  
plot (f2, X2) %erkek  
figure;  
plot(t_1_2, ornekler_12)
```

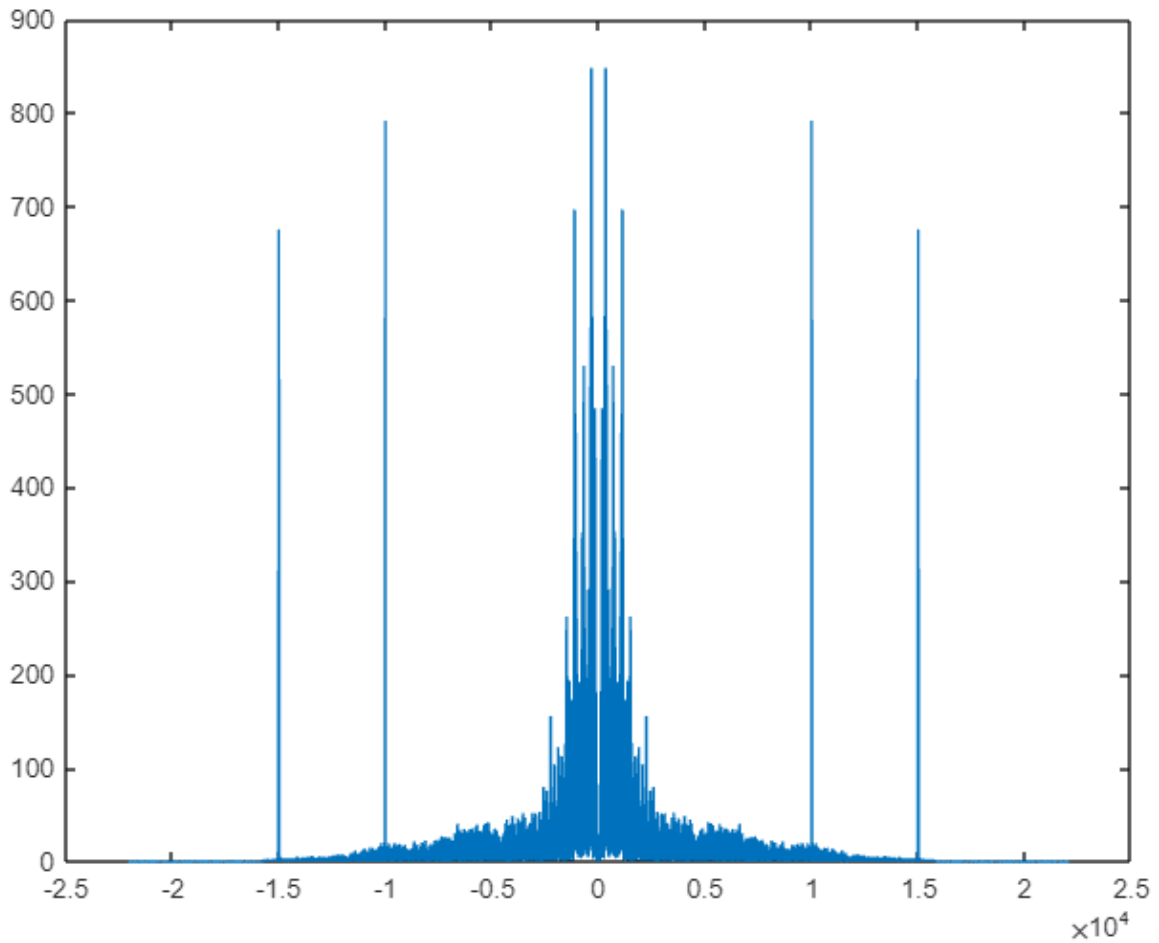
SORU-2

a) a kanalından alınan “Q2_a.wav” sinyalinde birtakım bozulmalar meydana geldiği gözlenmektedir. Sinyali frekans alanında inceleyiniz ve sinyaldeki bozulmaları mümkün olduğunca düzeltiniz. Sinyalin frekans bileşenlerinin düzeltmeden önceki ve sonraki hallerini aynı figür içinde alt alta çizdiriniz. Sinyal tam olarak düzeltilebildi mi ? **Yorumlayınız.**

Grafik-1 de görüldüğü üzere üzerinde çalışılan ses dosyasında bozulmalar ve gürültüler mevcuttur.

Uygulamış olduğum butter ve filter komutları sayesinde Grafik-2 de görüldüğü üzere bozulmalar ve gürültüler büyük ölçüde giderilebilmiştir. Low pass filter sayesinde kod üzerine eklediğim dinleme komutu ile de anlaşılabilceği üzere büyük ölçüde değişim gerçekleşmiştir.

Burada iki grafikte de frekans uzayında sinyalin değişimi çok net olarak gözlemlenebilmektedir.

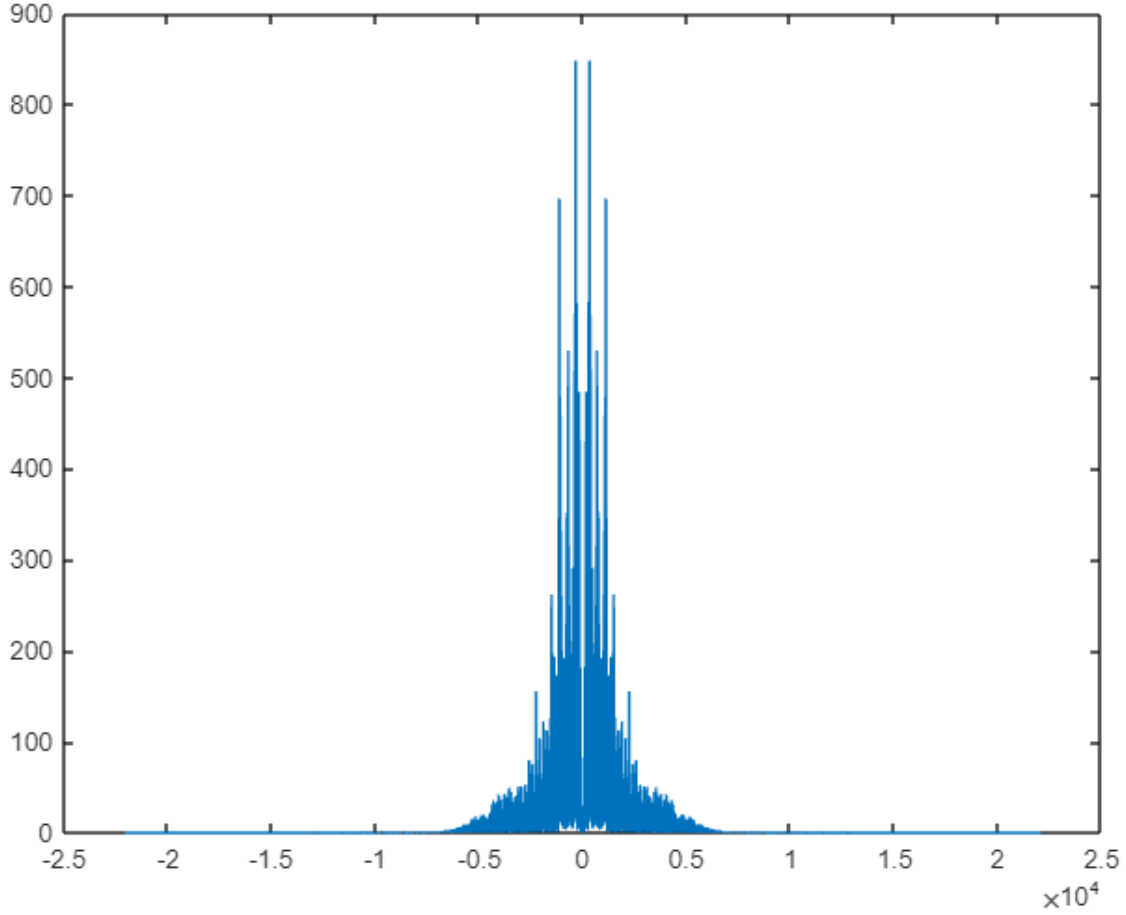


Q2_a Frekans Uzayı Grafiği (Filtresiz)

```
[data_2, fs_2] = audioread("/MATLAB Drive/Q2_a.wav");  
N = length(data_2);  
t = (0:N-1)/fs_2;  
  
% frekans bileşenlerini hesaplama (genel)  
X2 = fftshift(abs (fft(data_2)));  
f_2 = (-N/2:(N/2)-1)*(fs_2/N);
```


Grafik-1 i çizdirirken kullanmış olduğum kod yukarıdaki gibidir.

Ses dosyasını import ettikten sonra frekans bileşenlerin hesaplanmasını gerçekleştirdim ve bunu plot komutu ile grafiğe dönüştürdüm.



Q2_a Frekans Uzayı Grafiği

```
% Düşük geçiren filtre parametreleri
```

```
fc = 5000; % Kesim frekansı (Hz)
```

```
order = 4; % Filtre düzeni
```

```
% Filtre katsayıları hesaplama
```

```
[b, a] = butter(order, fc/(fs_2/2), 'low');
```

```
% Filtre uygulama
```

```
data_filt = filtfilt(b, a, data_2);
```

```
% Filtrelenmiş sinyalin frekans bileşenlerini hesaplama
```

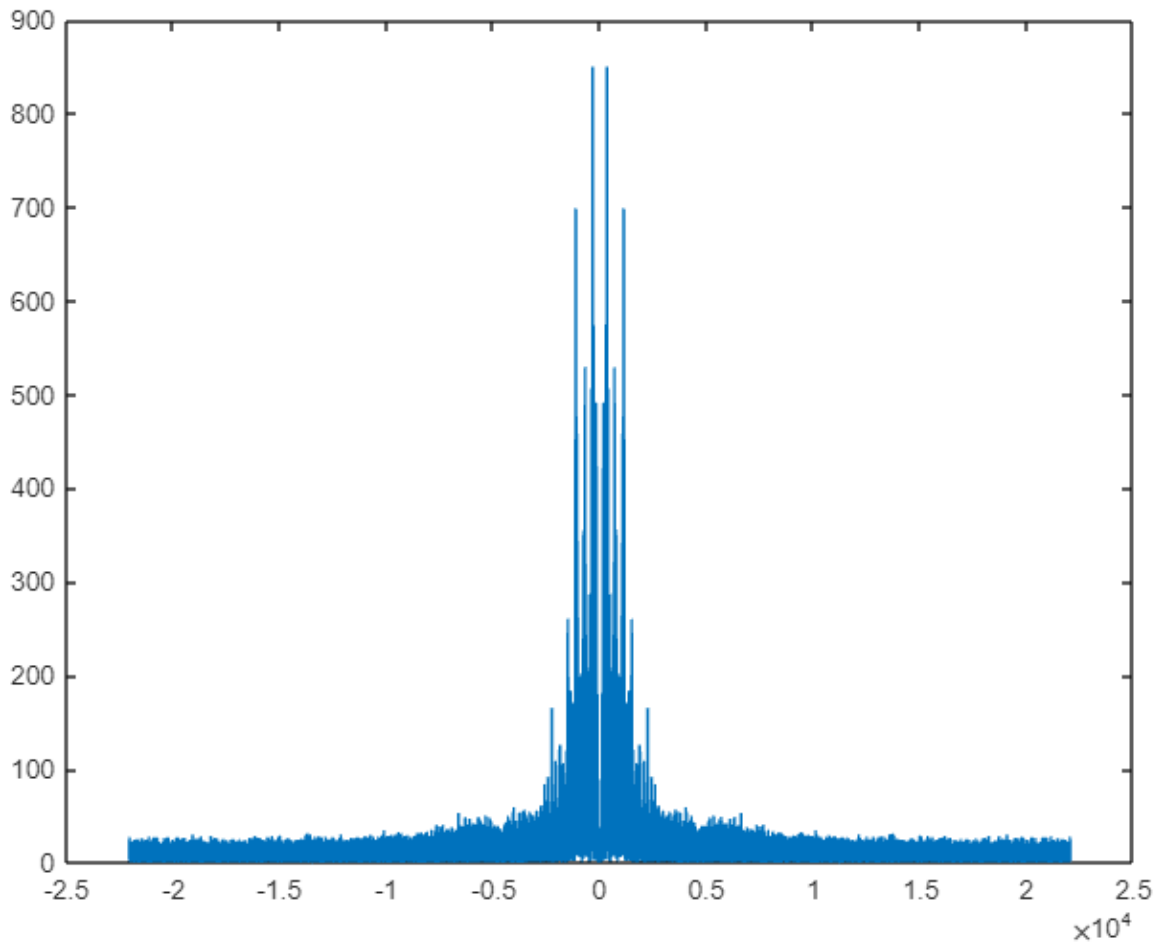
```
X_filt = fftshift(abs(fft(data_filt)));
```

Filtreleme işlemini yukarıda görüldüğü gibi Low-Pass filter kullanarak butter ve filter komutları yardımı ile gerçekleştirdim. Burada Noise engellemek amacı ile 5000 Hz kesim frekansı kullandım ve filtreleme sonucunda ses üzerindeki bozulmalar büyük ölçüde giderildi.

b) b kanalından alınan “Q2_b.wav” sinyalinde birtakım bozulmalar meydana geldiği gözlenmektedir. Sinyali frekans alanında inceleyiniz ve sinyaldeki bozulmaları mümkün olduğunca düzeltiniz. Sinyalin frekans bileşenlerinin düzeltmeden önceki ve sonraki hallerini aynı figür içinde alt alta çizdiriniz. Sinyal tam olarak düzeltilebildi mi ? **Yorumlayınız.**

Grafik-1 de görüldüğü üzere üzerinde çalışılan ses dosyasında bozulmalar ve gürültüler mevcuttur.

Ancak sorunun bu bölümünde üzerinde çalışmış olduğum ses dosyasındaki bozulma daha yaygın olarak gözlenmektedir. Spectrum her alanında noise olduğu için low pass filtreleme yapıldığında noise u tamamen kaldırmam mümkün olmadı. Ancak büyük ölçüde azalma meydana geldi. Sorunun A şıkkındakinden farklı olarak gürültü ve bozulmanın daha yaygın olması nedeni ile bu kısımda filtreleme sonucunda alınan sonuçlar daha zayıf kalmıştır.

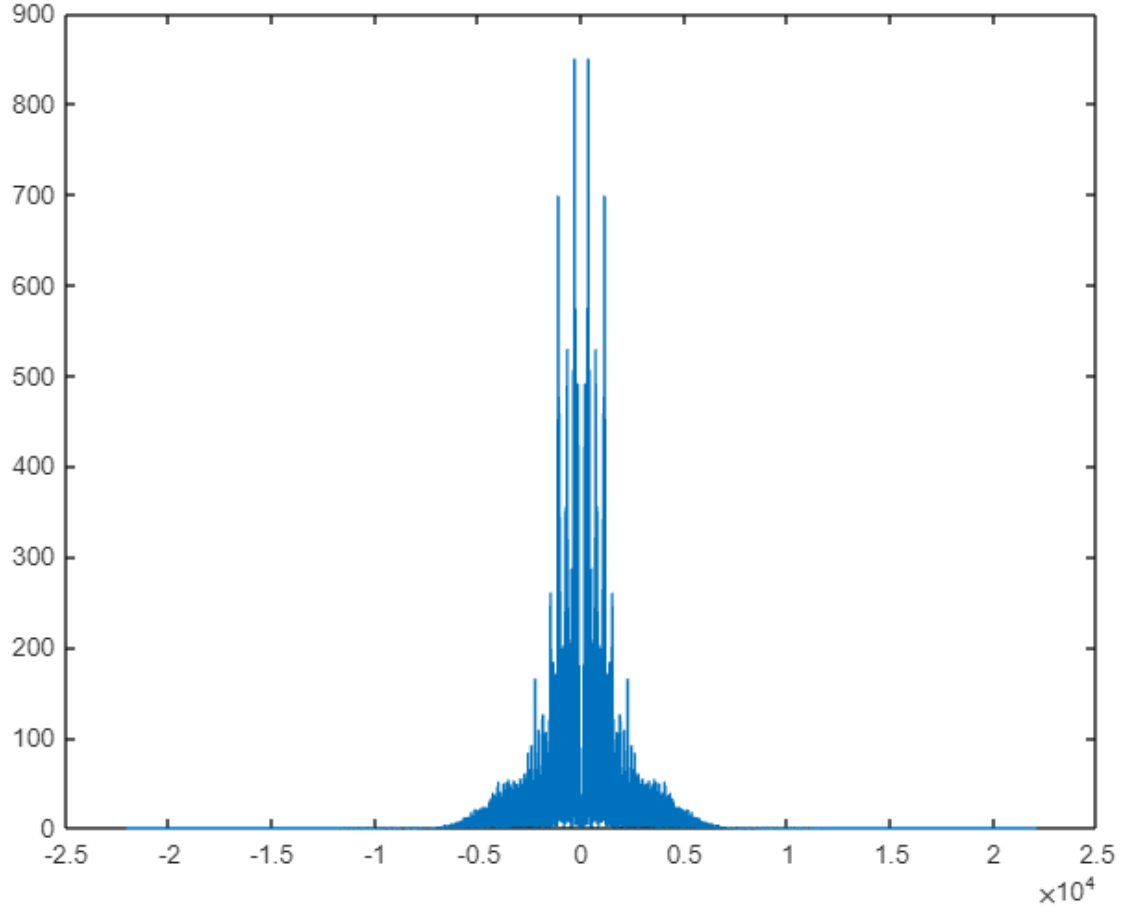


Q2_a Frekans Uzayı Grafiği (Filtresiz)

```
[data_3, fs_3] = audioread("/MATLAB Drive/Q_2b.wav");  
N = length(data_3);  
t= (0:N-1)/fs_3;  
  
% frekans bileşenlerini hesaplama (genel)  
X3 =fftshift(abs (fft(data_3)));  
f_3=(-N/2:(N/2)-1)*(fs_3/N);  
  
plot(f_3, X3)
```

Grafik-1 i çizdirirken kullanmış olduğum kod yukarıdaki gibidir.

Ses dosyasını import ettikten sonra frekans bileşenlerin hesaplanmasını gerçekleştirdim ve bunu plot komutu ile grafiğe dönüştürdüm.



Q2_a Frekans Uzağı Grafiğı

```
% Düşük geçiren filtre parametreleri
fc = 5000; % Kesim frekansı (Hz)
order = 4; % Filtre düzeni

% Filtre katsayıları hesaplama
[b, a] = butter(order, fc/(fs_3/2), 'low');

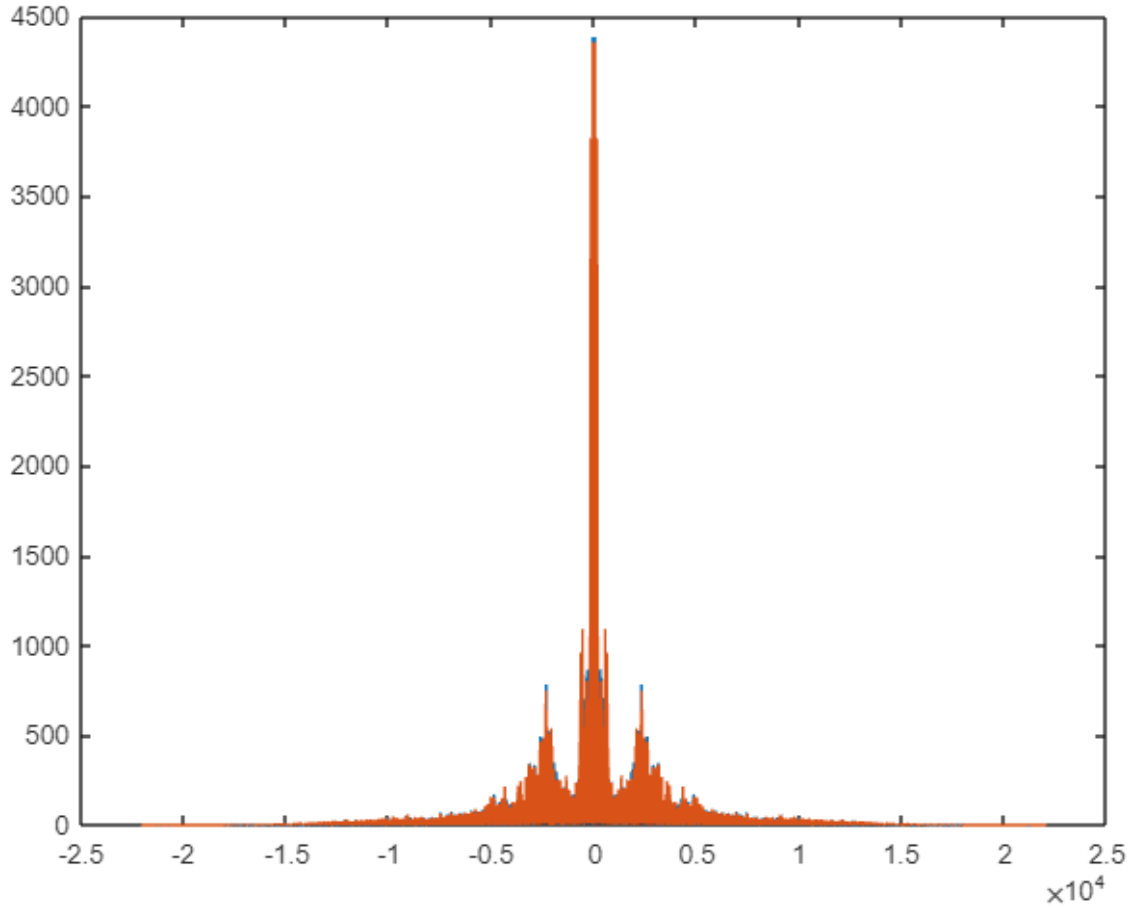
% Filtre uygulama
data_filt3 = filtfilt(b, a, data_3);

% Filtrelenmiş sinyalin frekans bileşenlerini hesaplama
X_filt3 = fftshift(abs(fft(data_filt3)));
```

Filtreleme işlemini yukarıda görüldüğü gibi Low-Pass filter kullanarak butter ve filter komutları yardımı ile gerçekleştirdim. Burada Noise engellemek amacı ile 5000 Hz kesim frekansı kullandım ve filtreleme sonucunda ses üzerindeki bozulmalar belirli oranda giderilmiş olsa da tam olarak düzelme sağlayamadım.

SORU-3

“Q3.wav” dosyasında Metallica’nın One adlı parçasından bir kesit alınmıştır. Dosyayı frekans uzayında inceleyiniz. Filtreleme işlemi yaparak bateri, vokal ve gitar seslerini mümkün olduğunca birbirinden ayırınız. Vokal sesinin filtrelendiği ses dosyasını “Q3_v.wav” , gitar sesinin filtrelendiği ses dosyasını “Q3_g.wav”, bateri sesinin filtrelendiği ses dosyasını “Q3_b.wav” isimleriyle oluşturunuz. Bu işlem için “audiowrite” komutundan faydalanınız.



Q3 ses dosyası Frekans Uzayı Grafiği

Bu soru kapsamında yapmış olduğum incelemelerde bu grafiğin sınırlarından faydalandım. Yukarıda görüldüğü üzere belirli frekans aralıklarında ayrışmalar mevcut. Ben de yapmış olduğum filtrelemede bu aralıklar ve buna yakın değerler üzerinde denemeler yaparak, ulaşabildiğim en iyi sonuca ulaşmaya çalıştım. Tam bir ayrılma sağlamak mümkün olmasa da büyük ölçekte ayrıştırdığıma inanıyorum.

Öncelikle ayrıştırmamı sağlarken yaptığım filtreleme sonucunda en düşük frekans değerine sahip olan sesin davul olduğunu fark ettim ve bunu ayrıştırmak için Low-Pass filtresi kullandım.

Ancak grafikteki gibi net ayrımlara sahip olmadığı için farklı Hz değerleri deneyerek en iyi sonucu 350 Hz ile yapmış olduğum denemede elde ettim. Bunu sağlayan kod bloğu aşağıdaki gibidir.

```
% 350 Hz'den düşük geçiren filtre
fc1 = 350;
order1 = 5;
[b1, a1] = butter(order1, fc1/(fs_4/2), 'low');
data_filt1 = filter(b1, a1, data_4);
```

Daha sonra orta seviye frekansta yer alan vokal sesini buldum ve bunun için de en iyi değerleri elde etmek adına oluşturduğum grafikten faydalandım.

Vokal sesi için de en iyi değerleri 550-1400 aralığında buldum. Ancak buradaki filtrelememiz aralık olduğu için burada Band-Pass filter kullandım.

Aşağıda yer alan kod bloğunu kullanarak filtrelemeyi gerçekleştirdim.

```
% 550-1400 Hz arasındaki bant geçiren filtre
fc2 = [550, 1150];
order2 = 5;
[b2, a2] = butter(order2, fc2/(fs_4/2), 'bandpass');
data_filt2 = filter(b2, a2, data_4);
```

Son olarak ta kalan gitar sesi için 1500-5000 Hz arası bir Band- Pass kullanarak gitar sesini ayırtırmayı hedefledim. Bu filtreleme için de kullanmış olduğum kod bloğu aşağıdaki gibidir.

```
% 1500-5000 Hz arasındaki bant geçiren filtre
fc3 = [1500, 5000];
order3 = 7;
[b3, a3] = butter(order3, fc3/(fs_4/2), 'bandpass');
data_filt3 = filtfilt(b3, a3, data_4);
```

Bütün filtrelemeleri denemek adına sound komutunu kullandım ve sesin ayrışabileceği maksimum değeri elde etmeye çalıştım.

Daha sonra elde ettiğim verileri ayrı bir ses dosyasına kaydetmek için audiowrite komutunu kullandım. İlgili kod bloğu aşağıdaki gibidir.

```
% Filtrelenmiş sinyalleri kaydetme
audiowrite('Q3_b.wav', data_filt1, fs_4);
audiowrite('Q3_v.wav', data_filt2, fs_4);
audiowrite('Q3_g.wav', data_filt3, fs_4);
```

Oluşan ses dosyalarını da soruda yer aldığı gibi ek olarak paylaşıyor olacağım.