

# ELM368 – Arka Planda

## Aspiratör, Matkap, Hızır Sesi Olmak Üzere Konuşan İki Kişinin Sesinin Netleştirilmesi

Ahmet Ali TILKİCİOĞLU, Furkan KESKİN, Tolga Kaan CANSUN  
210102002163, 210102002169, 200102002056,  
[a.tilkicioglu2021@gtu.edu.tr](mailto:a.tilkicioglu2021@gtu.edu.tr), [f.keskin2021@gtu.edu.tr](mailto:f.keskin2021@gtu.edu.tr), [t.cansun2020@gtu.edu.tr](mailto:t.cansun2020@gtu.edu.tr)

### ABSTRACT (ÖZET)

Farklı seslerin incelenmesi ve birbirlerinden ayırt etmek için kullanılacak filtreleme tekniği üzerinde durulmaktadır. Gürültü ortamında insan sesinin diğer seslerden bir filtre yardımıyla yeniden elde edilmesi ve kullanılan filtrenin yapısının farklı sesler için uygun tasarlanması amaçlanmaktadır.

### ANAHTAR KELİMELELER

FIR Filtre, Gürültü Azaltma, Spektrum Analizi, Alçak Geçiren, Bant Geçiren

## 1. Giriş

Hızır, matkap ve süpürge sesleri içerisinde konuşan iki kişinin sesinin daha net duyulması bu deneyde amaçlanmıştır. Çalışmayı yapmak için internetten elde edilen ses kayıtları kullanılmıştır. İndirilen ses dosyaları Python'da '.wav' uzantısı şeklinde elde edilmiştir. Elde edilen veriler Python'da okunarak örnekleme frekansı ve ses dosyasına ait bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin frekans cevapları yorumlanmıştır. Bu yorumlar sonucu filtreler tasarlanmış olup ses işaretleri filtrelenmiştir. Filtreleme sonucu elde edilen ses işaretleri ile orjinal ses işaretleri Python üzerinde dinlenerek aradaki fark duyulmuştur.

## 2. Deneyler ve Analiz

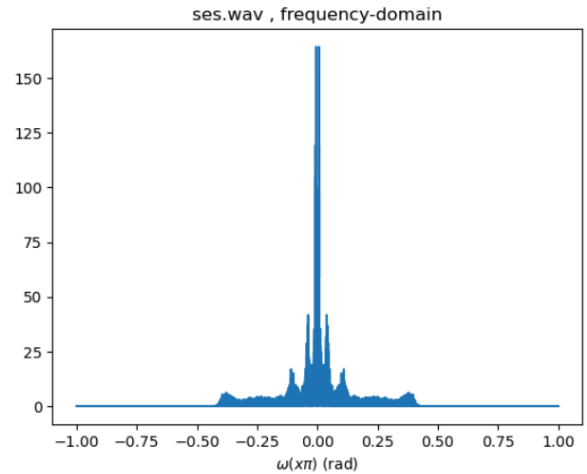
Giriş kısmında verilen teorik bilgiler doğrultusunda deney yapılmış ve sonuçlar bu bölümde aktarılmaktadır. Deney boyunca ses analizi, spektrum analizi ve filtre tasarımı Jupyter Notebook ve Pyfda kullanılarak yapılmaktadır. Deney sırasında “insan sesi, karşılıklı konuşan iki insan, testere, matkap, elektrikli süpürge” gibi farklı sesler kullanılarak bu seslerin zaman ve frekans uzayındaki analizi, aynı zamanda bu seslerin karışık olarak iletilmesi durumunda insan sesinin filtrelenmesi amaçlanmaktadır. Veriler, hem zaman uzayında hem de

frekans uzayında Python kullanılarak çizdirildi ve ardından genlik spektrumları elde edildi. Frekans uzayındaki analiz, Fourier dönüşümleri ile gerçekleştirildi. Elde edilen bu verilerden yararlanılarak, farklı kesim frekanslarına sahip filtreler Pyfda yazılımı kullanılarak tasarlandı. Bu filtrelerin Python ortamına aktarılabilmesi için, laboratuvarında daha önce kullanılan kodlar fonksiyonlar haline getirildi.[1]

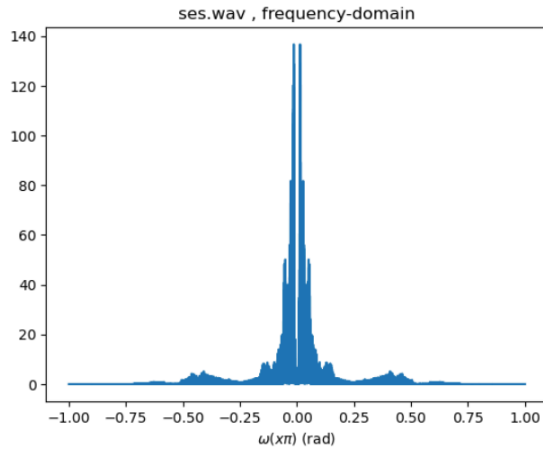
Python'a eklenen bu filtreler, önceden üretilmiş ses işaretlerine uygulandı. Bu işlem, scipy kütüphanesindeki 'lfilter' fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirildi ve böylece filtrelenmiş ses işaretleri elde edildi. Hem orijinal hem de filtrelenmiş ses işaretleri, Audio kütüphanesinin 'display' fonksiyonu ile Jupyter Notebook üzerinde dinlenerek aralarındaki fark yorumlandı.

### 2.1 İşaretlerin Analizi:

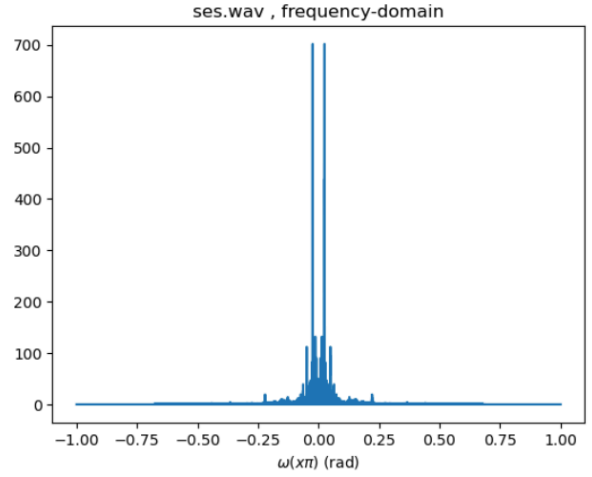
İşaretlerin analizi için her veri setinden üçer tane veri alınmıştır. İşaretlerin spektrumları üzerinden analizimiz gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla işaretlerin spektrumu verilmiştir.



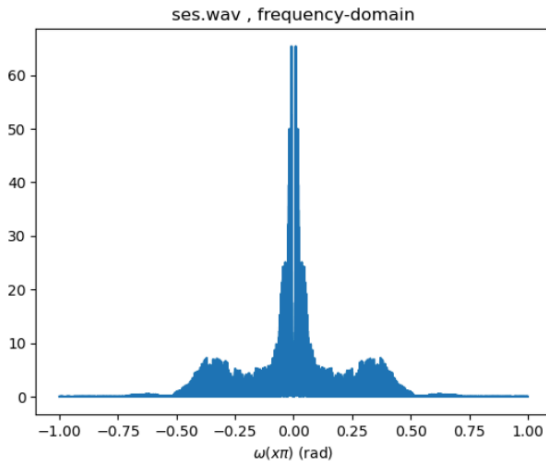
Şekil 1 Testere Sesinin Spektrumu



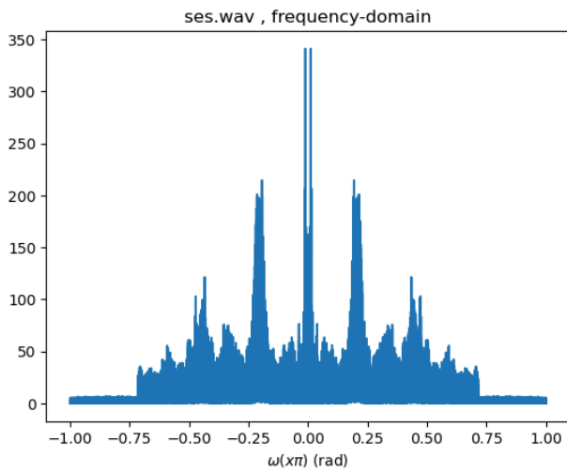
Şekil 2 Kadın Sesinin Spektrumu



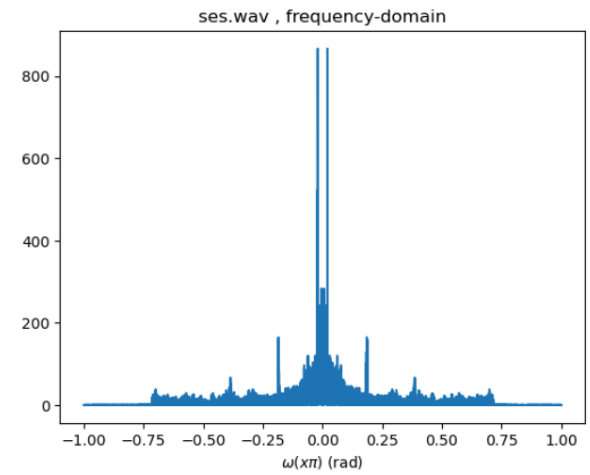
Şekil 5 Matkap Sesinin Spektrum



Şekil 3 Karşılıklı Konuşma Spektrumu

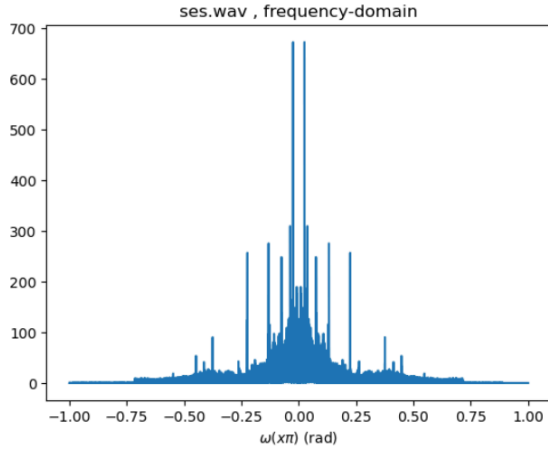


Şekil 4 Matkap Sesinin Spektrumu

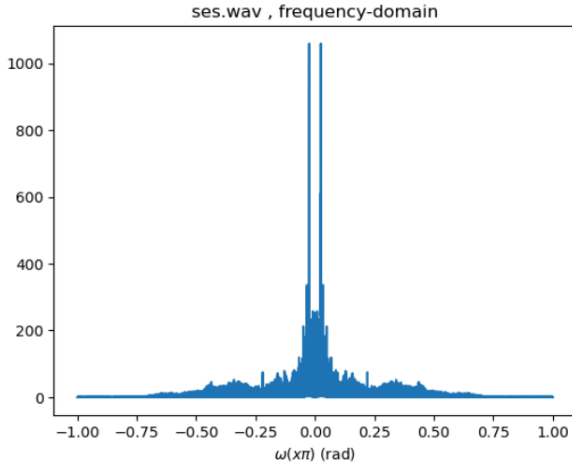


Şekil 6 Test 1 Spektrumu

Her sınıfın spektrumları Şekil 1-2-3-4-5'te birer örnek verilmiştir. Kod üzerinde her sınıf için 3 farklı ses kaydı incelenmiştir. Ses kayıtları birbirine benzemektedir. Spektrumlar normalize frekans ile çizdirilmiştir. Analizlerimiz sonucunda Şekil 1-2-3-4-5'e bakıldığında  $0.125 \pi$ 'den sonra gürültülerin sesi etkilediği düşünülmektedir. Bu filtre işlemi denemek için üç farklı test ses dosyası elde edilmiştir. Bu ses dosyaları içerisinde matkap, testere, karşılıklı konuşma ve süpürge sesi bulunmaktadır. onların spektrum analizleri Şekil 6-7-8'de verilmiştir.



Şekil 7 Test 2 Spektrumu

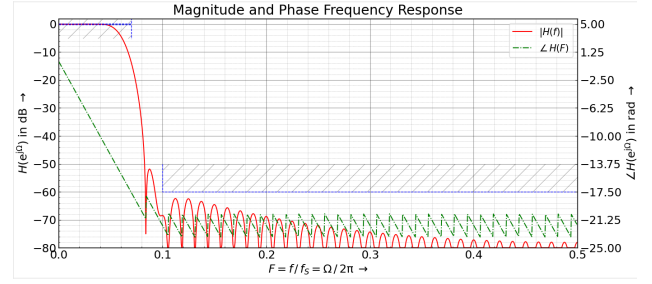


Şekil 8 Test 3 Spektrumu

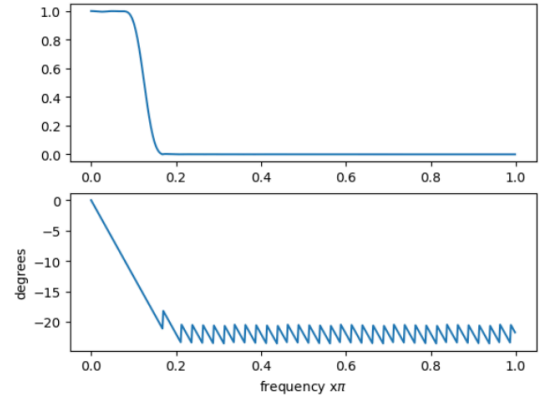
Test verilerinin spektrumları Şekil 6-7-8 incelendiğinde Şekil 1-2-3-4-5'te görmüş olduğumuz spektrumların toplamına benzer test spektrumları elde ettiğimiz görülmüştür. Test spektrumlarının farklılığının nedeni gürültü için konulan seslerin farklı markalar ve ortamlardan elde edilmesinden kaynaklanmaktadır.

## 2.2 Filtre Tasarımı ve Filtrelenmiş Seslerin Çıktıları:

Filtre tasarımı için pyfdax yazılımı üzerinden yapılmıştır. Analizler sonucunda  $0.125\pi$ 'den sonra gelen gürültüyü yok etmek için 'FIR Hamming Lowpass Filter' kullanılmıştır. Gürültünün ilk başta tiz seslerinin engellenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan filtre Şekil 9-10'da gösterilmiştir.

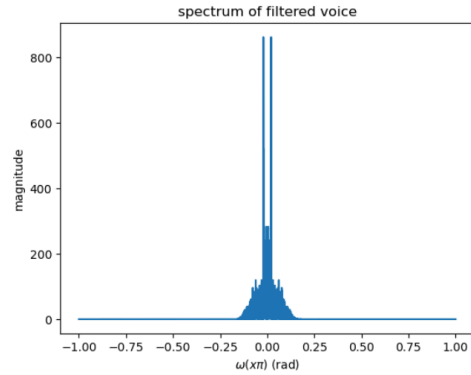


Şekil 9 Alçak Geçiren Hamming Filtre

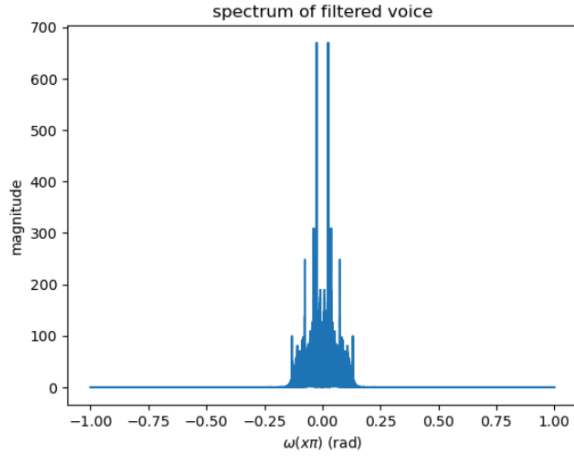


Şekil 10 Alçak Geçiren Hamming Filtre Python Çıktısı

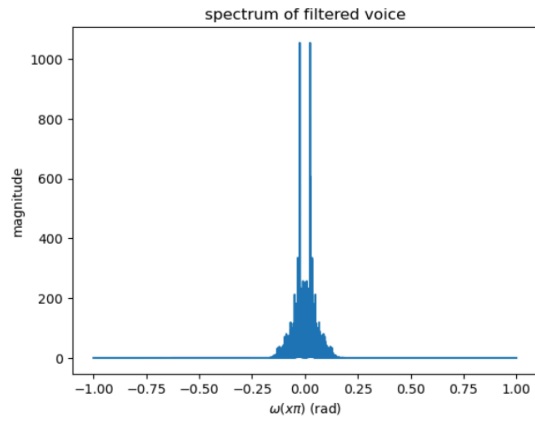
Elde edilen filtre bütün test için kullanılan seslere uygulandığında Şekil 11-12-13'te elde edilen çıktılar görülmüştür.



Şekil 11 Test 1 Alçak Geçiren Çıktısı



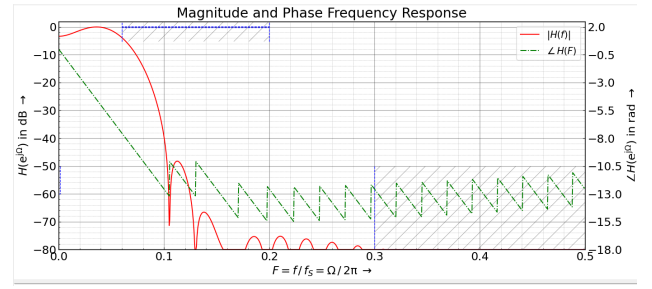
Şekil 12 Test 2 Alçak Geçiren Çıktısı



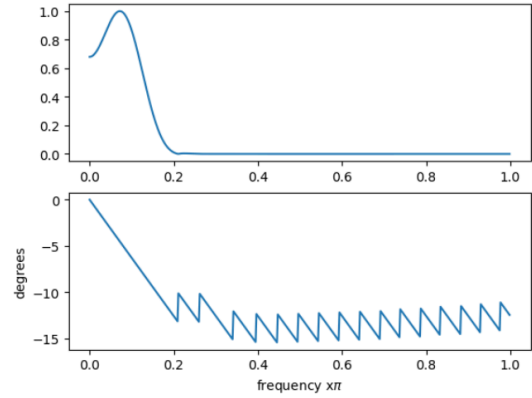
Şekil 13 Test 3 Alçak Geçiren Çıktısı

Elde edilen filtrelenmiş sesler incelendiğinde Şekil 6'da verilen Test 1 sesi başarılı sonuç vermiştir ama Şekil 7 ve Şekil 8'de verilen sesler Şekil 10'daki filtreden geçirildiğinde ince seslerin bastırıldığı, kalın seslerin insan seslerinin hale etkilediği gözlemlenmiştir. Ayrıca filtre çıktısında insan sesinin şiddeti azalmıştır. Bu durum insan sesinin spektruma dağıldığını net bir şekilde göstermiştir.

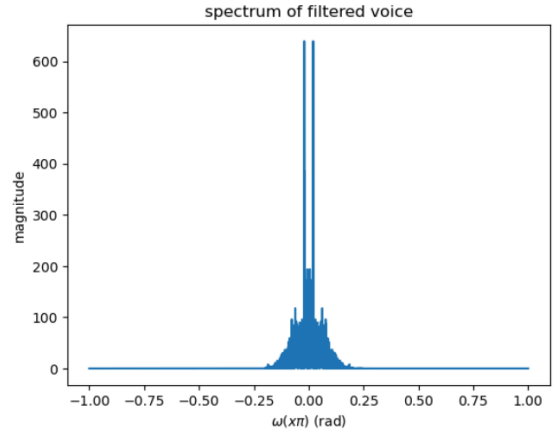
Test 2 ve Test 3'ten maksimum verimi almak için 'FIR Hamming High Pass Filter' tasarlanmıştır. Tasarlanan filtre Şekil 14 ve Şekil 15'te verilmiştir.  $0.02\pi$  ve  $0.125\pi$  arasını filtre geçirmektedir. Kalın sesteki gürültülerin ayırt edilemsi amaçlanmıştır. Daha sonrasında sırasıyla test sesleri filtreden geçirilmiştir.



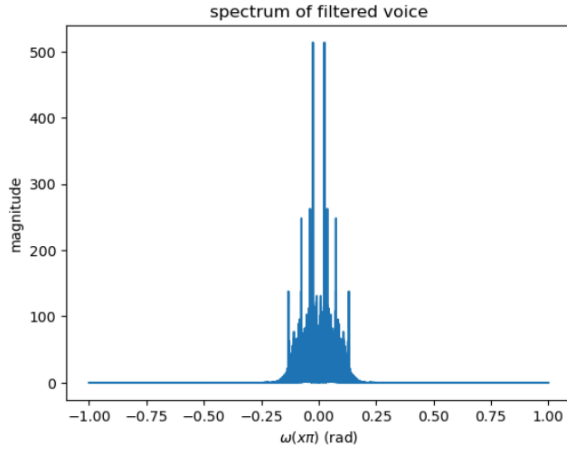
Şekil 14 Band Geçiren Hamming Filtre



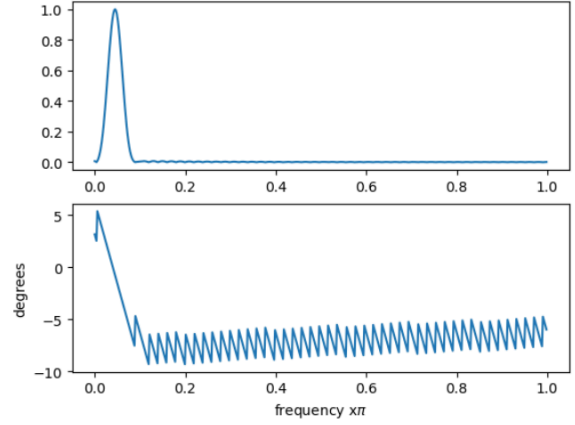
Şekil 15 Band Geçiren Hamming Filter Python Çıktısı



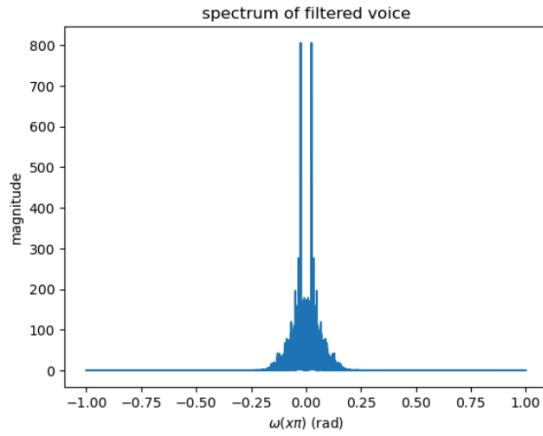
Şekil 16 Test 1 Yüksek Geçiren Çıktısı



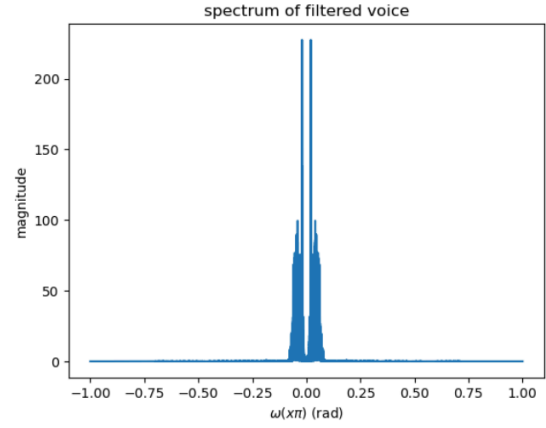
Şekil 17 Test 2 Band Geçiren Çıktısı



Şekil 20 Yeni Band Geçiren Hamming Filtre Python Çıktısı

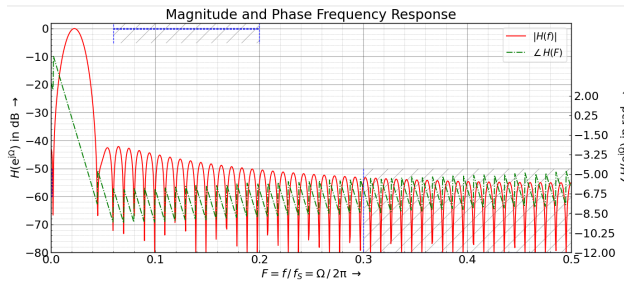


Şekil 18 Test 3 Band Geçiren Çıktısı

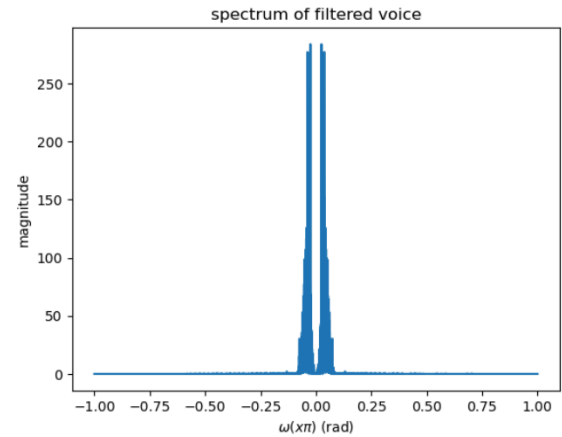


Şekil 21 Test 1 Yeni Yüksek Geçiren Çıktısı

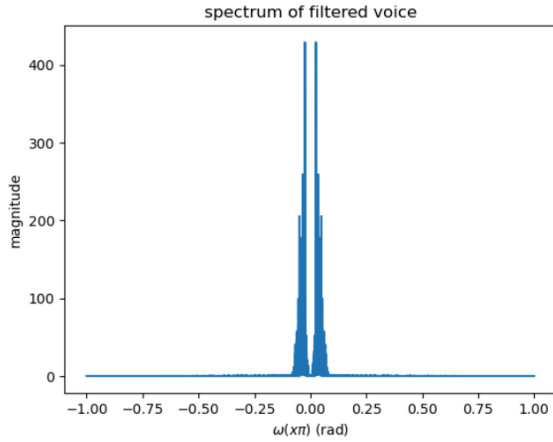
Elde edilen Şekil 16-17-18 deki ses çıktıları kalın gürültüyü biraz kısmak için yeterli oldu ama halen gürültü tam anlamıyla giderilememiştir.  $0.04\pi$  ve  $0.050\pi$  aralığını geçirecek başka bir 'FIR Hamming Bandpass Filter' tasarlanmıştır. Bu filtrede hem ince hem de kalın seslerin giderilmesi amaçlanmıştır. Şekil 19-20' de filtreler verilmiştir.



Şekil 19 Band Geçiren Hamming Filtre



Şekil 22 Test 2 Yeni Yüksek Geçiren Çıktısı



Şekil 23 Test 3 Yeni Yüksek Geçiren Çıktısı

En son tasarlanan Şekil 19-20 deki filtre ile test seslerimiz üzerinde denenmiştir. Şekil 21-22-23 çıktıları filtrenin çıktıları olarak alınmıştır.  $0\pi$  etrafında toplanan kalın gürültüleri kesmeye çalışılmıştır. Şekil 9 ve Şekil 14'te tasarlanan filtrele göre en son tasarladığımız Şekil 19'daki filtre test verilerinde daha iyi sonuçlar alındığı görülmüştür.

### 3. Sonuç ve Yorum

Ses spektrumlarına göre seslerin karakteristikleri gözlemleyerek filtre tasarımlarımızı sırası ile deneyerek en optimum filtreye ulaşmaya çalışılmıştır. Bu süreçte Avantajlar ve dezavantajlar aşağıdaki gibidir.

#### Avantajlar:

- 1- Nihai filtreler ince sesleri bastırmada çok iyi bir performans gösterdi.
- 2- Filtre sonucunda ses işareti korunmuştur.

#### Dezavantajlar:

- 1- Gürültü ile beraber insan sesleride bir miktar kısılmıştır. Spektrumda gürültüyle ortak spektrumları mevcut olduğundan gerçekleşmiştir.
- 2- Daha farklı ses tiplerinde çok iyi performans göstermeyebilir. (Farklı bir matkap vs.)

#### Çözüm Önerileri:

- 1- Derin Öğrenme kullanılarak çözüm geliştirilebilir. [3]
- 2- Adaptif filtreleme tekniği entegre edilebilir. Bu sayede insan sesinin daha net takibi yapılabilir. [2]

#### Kaynaklar:

[1] ELM368 Ders Kodları ve Videoları

[2][https://web.ece.ucsb.edu/~yoga/courses/Adapt/P1\\_intr\\_o.pdf](https://web.ece.ucsb.edu/~yoga/courses/Adapt/P1_intr_o.pdf)

[3]<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2186156>