

ELM368 – DÖNEM PROJESİ

KALABALIK İNSAN SESİ ve KLASİK MÜZİĞİN AYRIŞTIRILMASI

Alperen Arslan, Ruveyda Dilara Günel, Furkan Enes Hacımustafaoğlu
1801022071, 1801022035, 200102002092
aarslan2018@gtu.edu.tr, r.gunal2018@gtu.edu.tr, fhacimustafaoglu2020@gtu.edu.tr

ABSTRACT (ÖZET)

Bu proje kapsamında farklı iki sesin analizi yapılmıştır. Analiz sırasında kalabalık insan sesi ve klasik müziğin ayrıştırılması gerçekleştirilmiştir. Seslerin frekans uzayında genlik, enerji gibi bileşenleri incelenmiştir. Ayrıştırmak için uygun dijital filtreler tasarlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

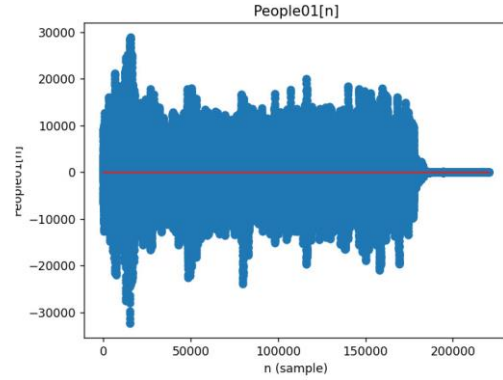
FIR Filtre, Alçak Geçiren Filtre, Enerji, Genlik Spektrumu.

1. Giriş

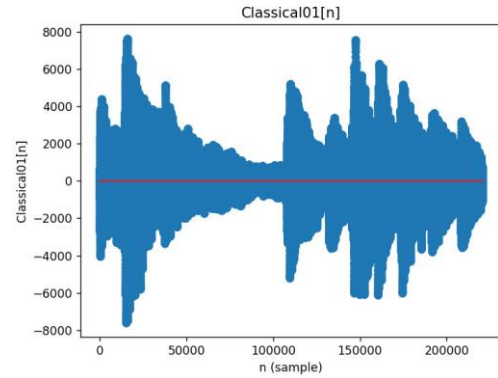
Projede amaç birbirinden farklı iki sesin bilgisayar ortamında ayrımının yapılabilmesidir. Farklı sesler farklı frekans değerlerine ve genliklere sahiptirler. Sesler ayrı ayrı analizlerden geçirilmiş ve ilgili parametreler elde edilmiştir. Bu parametreler dikkate alınarak dijital filtre tasarlanmıştır. Filtrelerin çıkışındaki sinyaller incelenerek gönderilen sesin sınıfı belirlenmiştir. Problem kapsamında alçak geçiren filtre ve bant geçiren filtre kullanılmıştır. Ayrıştırılması istenilen sesler; kalabalık insan sesi ve klasik müzik sesidir.

2. Deneyler ve Analiz

Bilgisayar ortamında ses analizi için, **Python Programlama Dili**'nin bir aracı olan **Jupyter Notebook** kullanılmıştır. Analizlerin yapılabilmesi için, **.wav** formatındaki ses dosyaları **Jupyter Notebook** ortamına eklenmiştir. Uygun kod bloğu ile, ayrı ayrı eklenen ses dosyalarından ses işaretleri elde edilmiştir. Örnek olarak her iki ses grubundan da birer adet ses dosyası grafiği gösterilmiştir. Şekil 1'de kalabalık insan sesinin grafiği, Şekil 2'de klasik müziğin grafiği verilmiştir.



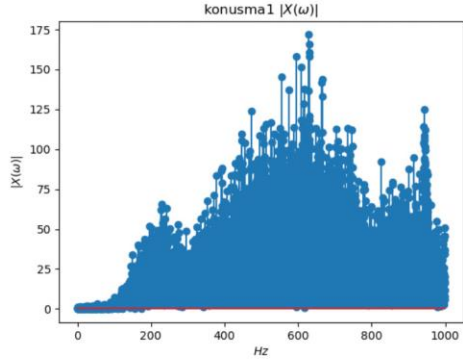
Şekil 1: Kalabalık insan sesi grafiği



Şekil 2: Klasik insan sesi grafiği

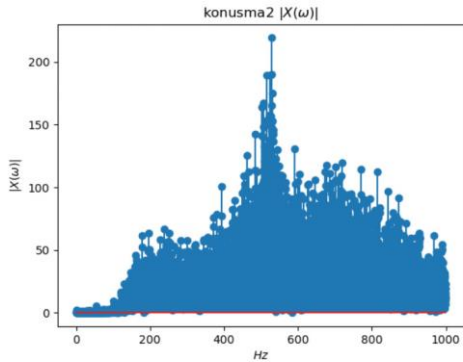
Ses işaretlerinin Fourier Dönüşümü yapılarak frekans uzayında incelenme yapılmasına imkan sağlanmıştır. Frekans uzayında çizdirilen grafikler, iki farklı sınıfa ait olan seslerin ayrıştırılması için tasarlanacak filtrenin parametrelerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. İki farklı işaretin de genlik grafikleri karşılaştırılarak bir işaretin ciddi anlamda bozulmaya uğramadan geçtiği fakat diğer işaretin ise büyük oranda bozulmaya uğrayacağı durumlar düşünülerek filtre tasarımı gerçekleştirilmiştir. Filtre tasarımı için grafikler incelenirken üç farklı kalabalık insan sesi grafiği ve üç farklı klasik müzik grafiği incelenmiştir.

Grafiklerde işaretlerin en yüksek genliğe sahip olduğu frekans değerleri, yazılan fonksiyon aracılığı ile hesaplanmıştır. Bu işlem sonucunda klasik müzik işaretlerinin maksimum genlik değerinin 200 Hz civarında, kalabalık insan sesinin ise maksimum genlik değerinin 550 Hz civarında olduğu gözlemlenmiştir.



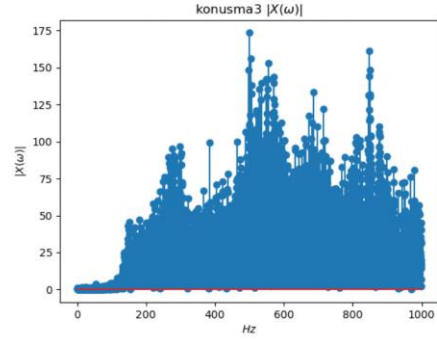
Konusma 1:
Max Y Noktası:
171.75455578459903
Max X Noktası:
-629.600000353968

Şekil 3: Birinci kalabalık insan sesi spektrumu



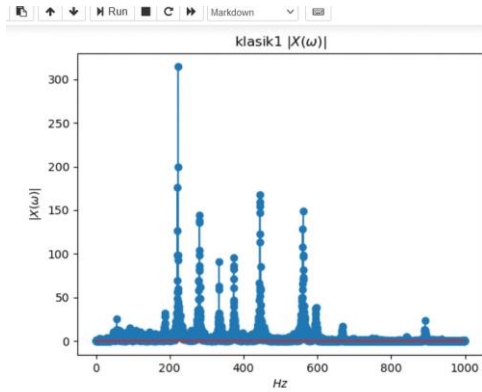
Konusma 2:
Max Y Noktası:
219.13349993856644
Max X Noktası:
-528.800000355632

Şekil 4: İkinci kalabalık insan sesi spektrumu



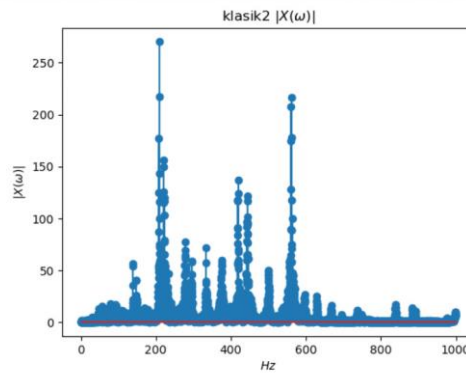
Konusma 3:
Max Y Noktası:
173.41649287156469
Max X Noktası:
-500.800000356095

Şekil 5: Üçüncü kalabalık insan sesi spektrumu



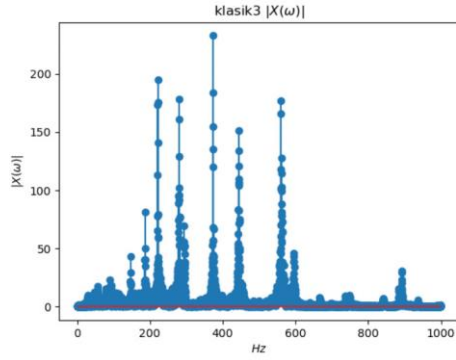
Klasik 1:
Max Y Noktası:
314.17450131558326
Max X Noktası:
-221.8000003607054

Şekil 6: Birinci klasik müzik sesi spektrumu



Klasik 2:
Max Y Noktası:
270.11320521986335
Max X Noktası:
209.5999996321656

Şekil 7: İkinci klasik müzik sesi spektrumu



Klasik 3
Max Y Noktası: 232.8915366420359
Max X Noktası: 373.8000000358194

Şekil 8: Üçüncü klasik müzik sesi spektrumu

Tablo 1’de ses dosyalarının maksimum genlik değerlerini aldığı frekans değerleri gösterilmiştir.

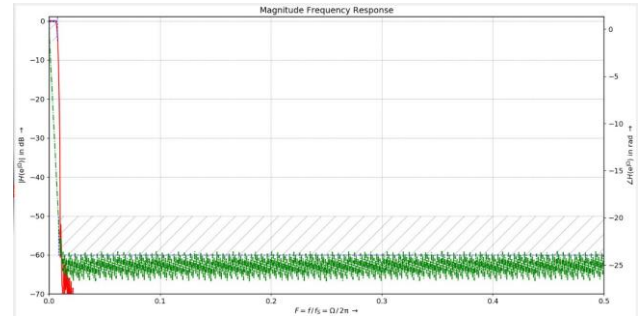
Tablo 1: Fmax değerleri

Ses Dosyas	Fmax değeri
Kalabalık sesi 1	629 Hz
Kalabalık sesi 2	528 Hz
Kalabalık sesi 3	500 Hz
Klasik müzik 1	221 Hz
Klasik müzik 2	209 Hz
Klasik müzik 2	373 Hz

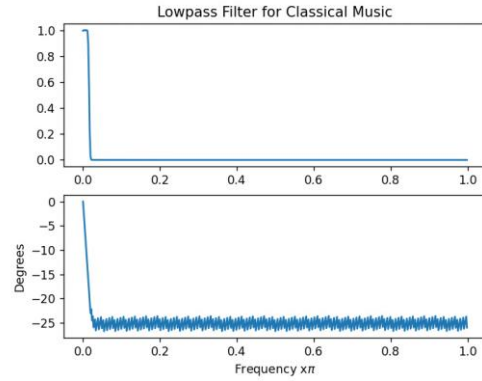
Yapılan bu analizden sonra, alçak geçiren bir filtre yardımı ile iki farklı sınıfa ait olan ses dosyalarının ayrımı gerçekleştirilmiştir. Filtre tasarımı, **Python** tabanlı bir **GUI** (Graphical User Interface) olan **pyFDA**’da yapılmıştır. Filtrenin kesim frekansı (F_{low}) pyFDA programında w ekseninden gösterildiği için w değeri bulunmuştur. Bu değer hesaplanmasında aşağıdaki denklem kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda 350 Hz olarak belirlenen F_{low} değeri w ekseninde 0.0015 olarak hesaplanmıştır. Programda yatay eksen 0 ile 0.5π olarak seçildiğinden kaynaklı bu filtrenin geçireceği frekans değeri 0.0075 olarak girilerek alçak geçiren filtre tasarlanmıştır.

$$w_{low} \cdot \pi \cdot \frac{F_{örnekleme}}{2\pi} = F_{low}$$

Tasarlanan filtrenin pyFDA çıktısı Şekil 9’da, Jupyter Notebook çıktısı Şekil 10’da verilmiştir. Filtre tasarımında kullanılan parametreler ile Tablo 2’de gösterilmiştir.



Şekil 9: Alçak geçiren filtre (pyFDA)

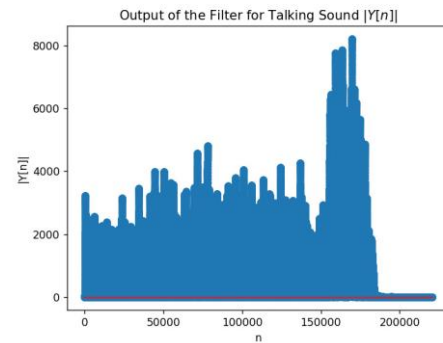


Şekil 10: Alçak geçiren filtre (Jupyter Notebook)

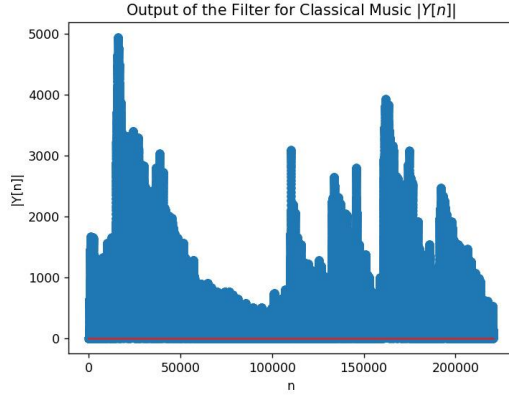
Tablo 2: Filtre parametreleri

ALÇAK GEÇİREN FİLTRE					
FIR - IIR	Tipi	N	fc	f _{SB}	f _{PB}
FIR	Hamming	751	0.008	0.0085	0.0075

Tasarlanan alçak geçiren filtreden geçen seslerin zaman ekseninde grafikleri çizdirilmiş daha sonra bu sinyallerin Fourier dönüşümleri yapılmıştır. Şekil 11’de kalabalık insan sesinin filtre sonrası, Şekil 12’de klasik müziğin filtre sonrası grafiği verilmiştir.

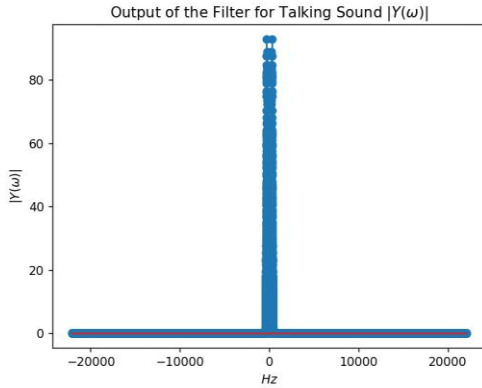


Şekil 11: Kalabalık insan sesi filtre çıkışı

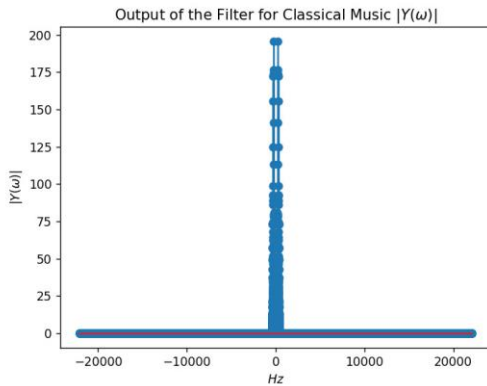


Şekil 12: Klasik müzik filtre çıktısı

Filtre sonrasında çıkan seslerin frekans uzayında incelenebilmesi için Fourier dönüşümleri yapılmıştır. Şekil 13'te kalabalık insan sesinin filtre sonrası Fourier dönüşümü grafiği, Şekil 14'te klasik müziğin filtre sonrası Fourier dönüşümünün grafiği verilmiştir.



Şekil 13: Kalabalık insan sesi filtre sonrası spektrumu

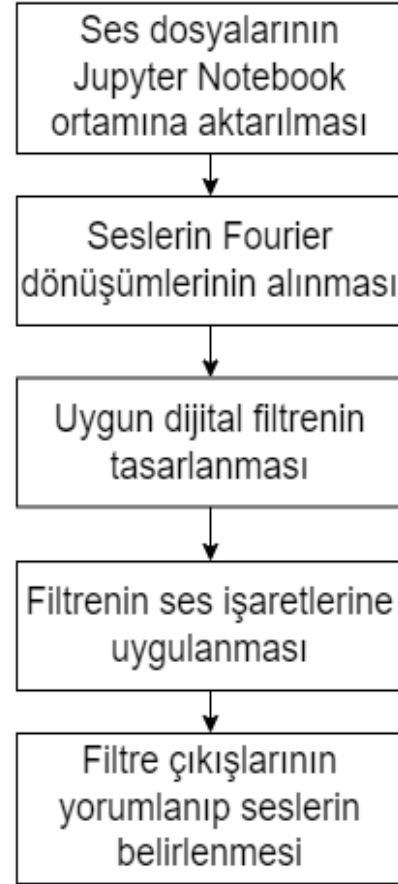


Şekil 14: Klasik müzik filtre sonrası spektrumu

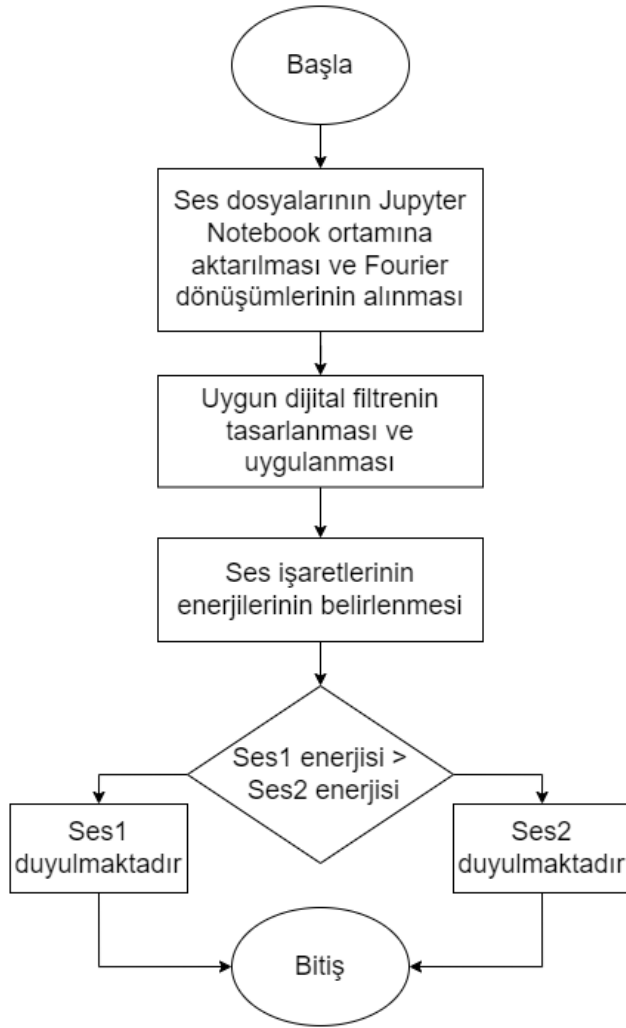
Filtre tasarımı yaparken amaç enerji yoğunluğu fazla olan değerleri geçirmektir. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan filtreden geçen sinyallerin teorik olarak enerjisindeki değişim miktarı çok az olmalıdır. İşaretin filtreden geçmesi durumunda enerji değişimi çok az olacağı gibi, enerjini filtreden geçememesi durumunda enerji değişimi miktarı fazla olacaktır. Bunun sebebi filtreye girmeden önceki enerji seviyesinin filtre sonrası enerji seviyesinden oldukça yüksek olmasından kaynaklanır. Filtreden düşük enerjili frekansları geçebildiği için enerji farkı yüksek olacaktır.

Sonuç olarak tasarlanan alçak geçiren filtre kalabalık insan sesine göre nispeten daha düşük frekanslarda daha yüksek enerjiye sahip klasik müziği geçirmeyi hedeflemektedir. Filtrenin giriş ve çıkışındaki sinyallerin enerji farkı yorumu sayesinde gönderilen sesin sınıflandırılması yapılabilmektedir. Eğer enerji farkı az ise ses klasik müzik sınıfına aittir ve filtreden geçebilmiştir; enerji farkı çok ise ses kalabalık insan sesi sınıfına aittir ve filtreden geçememiştir.

Blok Şeması:



Akış Diyagramı:



3. Sonuç ve Yorum

Yapılan çalışmada ses sinyali gibi zamana bağlı genlik değerlerini incelemesi zor olan işaretlerin frekans spektrumunu inceleyerek işaretlerin daha kolay yorumlanabileceği tecrübe edilmiştir. Frekans spektrumuna göre işarete uygun filtre kriterlerinin nasıl belirleneceği, belirlenen kriterlerde filtrenin tasarlanması ve tasarlanan filtreye bu işaretlerin uygulanması deneyimi kazanılmıştır.

İki işaretin de maksimum genlik değerlerinin, yani enerjisinin en yoğun olduğu alanların, birbirine yakın frekans değerlerinde olmasına rağmen daha keskin sınırları olan bir filtre tasarlanmıştır. Tasarlanan filtreden her iki işaret de geçmesine rağmen birinin enerji yoğunluğu yüksek olan kısmı geçerken diğer işaretin enerji yoğunluğu düşük kısmı geçmektedir. Bu da

filtrenin çıkışında elde edilen sinyalin tam filtrelenebilmesine neden olmaktadır.

Kaynaklar

- [1]
GTÜ, ELM367-ELM368 ders materyalleri
- [2]
<https://medium.com/datarunner/librosa-9729c09ecf7a>
- [3]
https://www.youtube.com/watch?v=0ALKGR0I5MA&ab_channel=Enthought
- [4]
<https://realpython.com/python-scipy-fft/>
- [5]
<https://dsp.stackexchange.com/questions/20246/energy-calculation-in-frequency-domain>