

**T.C.**  
**İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**



**KABAK KEMANE SES KİTAPLIĞI ÖRNEKLEMİNDEN  
HAREKETLE MİKROFONLAMA TEKNİKLERİNİN  
SPEKTRAL ANALİZİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Danışman** **Hazırlayan**  
**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURTULUŞ** **Bektaş İLHAN**

**Malatya 2022**

**T.C.  
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
MÜZİK ANABİLİMDALI  
MÜZİK BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI**

**KABAK KEMANE SES KİTAPLIĞI ÖRNEKLEMİNDEN HAREKETLE  
MİKROFONLAMA TEKNİKLERİNİN SPEKTRAL ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bektaş İLHAN**

**Danışman  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURTULUŞ**

**Malatya-2022**

## ONUR SÖZÜ

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURTULUŞ** danışmanlığında, yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Kabak Kemane Ses Kitaplığı Örneklemeden Hareketle Mikrofonlama Tekniklerinin Spektral Analizi**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

**Bektaş İLHAN**

## ÖNSÖZ

Eğitim hayatım boyunca yanımda olan maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili annem Rabia İlhan, babam Mustafa İlhan'a teşekkürü bir borç bilirim. Her zaman yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım kardeşlerim Alev Pakna ve Zeynep İlhan'a sonsuz teşekkür ederim. Çalışmanın oluşumunda yanımda olan bilgi birikimiyle çalışmama farklı açılardan bakmamı sağlayan, tecrübe ve desteğini hiç esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kurtuluş'a sonsuz teşekkür ederim. Çalışmada bilgi birikimiyle desteğini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Olgun Adem Kaya hocama teşekkürü bir borç bilirim. Kabak kemane kayıtlarında yanımda olan ve kayıt sürecinde desteğini esirgemeyen Veli Garip'e teşekkürlerimi sunarım.

BEKTAŞ İLHAN

2022

## ÖZET

Bektaş İLHAN Kabak Kemane Ses Kitaplığı Örnekleminde Hareketle Mikrofonlama Tekniklerinin Spektral Analizi, Yüksek lisans tezi, Malatya, 2022

Bu çalışmanın amacı kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı oluşturmak ve buradan hareketle kullanılacak mikrofonlama tekniklerini spektral olarak karşılaştırmaktır. Bu yüzden çalışmanın ilk aşamasında kuramsal bir betimlemeye gidilmiş sesin oluşumu, yayılması, ses ve elektrik, mikrofon ve mikrofonlama teknikleri, sesin dijital ortama aktarılmasına yönelik kuramsal çerçeve oluşturulmuştur. Buna ek olarak çalışma için kabak kemane enstrümanından farklı mikrofonlama teknikleriyle örnekler alınmış elde edilen örnekler spektral farklılıkları çözümlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde sanal bir ses kitaplığı oluşturulmasında kullanılacak yöntemler sınıflandırılmış, spektral özellikleri karşılaştırılmış audio(ses) uzayındaki farklılıkları izgesel olarak gösterilmiştir. Çalışmanın son bölümünde spektral farklılıklar üzerinden elde edilen bulgu, yorum, sonuç ve öneriler paylaşılmıştır.

### **Anahtar Kelimeler**

Kabak Kemane, Mikrofonlama Teknikleri, Audio Quality, Spektral Analiz, Sanal Ses Kitaplığı

## **ABSTRAC**

The aim of this study is to create a sound library of Kabak Kemane and to use miking from it. to compare techniques spectrally. Therefore, in the first stage of the study, a theoretical description was made and a theoretical framework was created for the formation of sound, its propagation, sound and electricity, microphone and miking techniques, and the transfer of sound to digital media. In addition, samples were taken from the Kabak Kemane instrument with different miking techniques for the study, and the spectral differences of the obtained samples were tried to be analyzed. In the second part of the study, the methods that can be used in the creation of a virtual sound library are classified, their spectral properties are compared and the differences in the audio (sound) space are shown spectrally. In the last part of the study, findings, comments, conclusions and suggestions obtained through spectral differences are shared.

### **Keywords**

Kabak Kemane, Microphone Techniques, Audio Quality, Spectral Analysis, Virtual Sound Library

## İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRAC.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM I.....	1
1. Giriş.....	1
1.1. Araştırmanın Konu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	1
1.3. Araştırmanın Önemi.....	2
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	2
1.5. Yöntem.....	2
1.6. Problem Cümlesi.....	3
1.7. Alt Problemler.....	3
1.7.1 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir mikrofona teknikleri nelerdir?.....	3
1.7.2 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir örnekleyiciler(Sampler) nelerdir?.....	3
1.7.3 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses doneleri MIDI klavye üzerine nasıl yerleştirilmelidir?.....	3
1.7.4 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılan stereo mikrofona tekniklerinin (AB-XY) Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) spektral özellikleri arasındaki uzaklık farklılıkları nelerdir?.....	3

1.7.5 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin basit makamlardaki frekans analizlerinde XY mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir? .....	3
1.7.6 Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin basit makamlardaki frekans analizlerinde AB mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir? .....	3
1.7.7 Kabak kemaneye ait ses kitaplığı tasarımında XY ve AB mikrofonlama tekniklerini kullanılarak elde edilen ses verilerinin spektrum farklılıkları nelerdir? ....	3
1.8. Varsayımlar .....	3
<b>BÖLÜM II</b> .....	<b>5</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER</b> .....	<b>5</b>
2.1. Ses .....	5
2.1.1. Sesin Yayılması .....	7
2.1.2. Ses Dalgasının Özellikleri .....	8
2.1.1.2. Dalga Boyu (Wavelength) .....	8
2.1.1.3. Genlik (Amplitude).....	8
2.1.1.4. Zaman Periyodu (Time Period) .....	9
2.1.1.5. Frekans .....	9
2.1.1.6. Sesin Hızı (Velocity) .....	10
2.1.1.7. Tını (Timbre) .....	10
2.1.1.8. Zarf (Envelope).....	11
2.2. Ses ve Elektrik.....	12
2.3. Konnektörler .....	13
2.3.1. RCA / Phono.....	13
2.3.2. 1/4" TS-1/4" Phone .....	14
2.3.3. 1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS .....	15



2.3.4. Bantam-TT .....	15
2.3.5. XLR .....	15
2.4. Mikrofonlar ve Mikrofonlama Teknikleri.....	17
2.4.1. Mikrofon.....	17
2.4.1.1. Diyafram .....	17
2.4.1.2. Transducer (Güç Çevirici) .....	17
2.4.1.3. Muhafaza .....	17
2.4.2. Dinamik Mikrofonlar.....	18
2.4.3. Şerit (Ribbon) Mikrofonlar.....	19
2.4.4. Kondansatör (Condenser) Mikrofonlar .....	20
2.4.5. Electret – Condenser Mikrofonlar .....	22
2.5. Mikrofonlama Teknikleri .....	23
2.5.1. Uzak Mikrofonlama (Distant Microphone Placement) .....	23
2.5.2. Yakın Mikrofonlama (Close Microphone Placement) .....	23
2.5.3. Mono Mikrofonlama Teknikleri.....	24
2.5.4. Stereo Mikrofonlama Teknikleri .....	24
2.5.4.1. AB (Spaced Pair) Stereo Mikrofonlama Tekniği .....	24
2.5.4.2. XY Stereo Mikrofonlama Tekniği .....	25
2.5.4.3. M-S Stereo Mikrofonlama Tekniği.....	25
2.5.4.4. ORTF ve NOS Tekniği ile Stereo Mikrofonlama.....	26
2.5. Yönel Mikrofon Tipleri .....	27
2.5.1. Bir Yöne Duyarlı (Uni-Directional) Mikrofonlar.....	27
2.5.2. İki Yöne Duyarlı Mikrofonlar (Bi-Directional) .....	28
2.5.3. Her Yöne Duyarlı Mikrofonlar (Omni-Directional).....	29
2.6. Dijital Ses .....	30

2.6.1. Dijital Ses Teknolojilerinin Tarihi.....	30
2.6.2. Dijital Örnekleme .....	31
2.6.3. Nyquist Kuramı .....	32
2.7. Ses Kayıt Teknolojisi ve Ses Kayıt Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi.....	32
2.8. Disk Kayıt Sistemleri.....	33
2.9. MIDI (Musical Instrument Digital Interface) .....	34
2.10. Kabak Kemane .....	35
2.10.1. Kabak Kemanenin Tarihsel Gelişimi .....	35
2.10.2. Kabak Kemanenin Yapısal Özellikleri .....	38
2.10.2.1. Kabak Kemanenin Gövdesi .....	38
2.10.2.2. Kabak Kemanenin Sap Kısmı.....	39
2.10.2.3. Kabak Kemanenin Burgu Kısmı.....	40
2.10.2.4. Kabak Kemanenin Yayı.....	40
2.10.2.5. Kabak Kemanenin Telleri .....	41
2.10. Türk Müziğinde Makam .....	41
2.10.1. Makam.....	41
2.10.2. Türk Müziğinde Makam Şekilleri .....	42
2.10.2.1. Basit Makam .....	42
2.10.2.2. Şed (Göçürülmüş) Makam.....	42
2.10.2.3. Mürekkep (Birleşik) Makam .....	43
2.10.3. Türk Müziğinde Makamlar.....	43
2.10.3.1. Çargâh Makamı.....	44
2.10.3.2. Buselik Makamı.....	45
2.10.3.3. Kürdi Makamı.....	45
2.10.3.4. Rast Makamı .....	46

2.10.3.5. Uşşak Makamı .....	46
2.10.3.6. Hicaz Makamı .....	47
2.10.3.7. Uzzal Makamı .....	47
2.10.3.8. Hümayun Makamı .....	48
2.10.3.9. Zirgüleli Hicaz Makamı .....	48
2.10.3.10. Neva Makamı .....	48
2.10.3.11. Basit Suzinak Makamı .....	49
2.10.3.12. Karcıgar Makamı .....	49
2.10.3.13. Hüseyni Makamı .....	50
<b>3. BULGU VE YORUMLAR .....</b>	<b>51</b>
3.1. Araştırmanın Modeli .....	51
3.1.1. Audio Tool Box .....	53
3.1.2. Spectral Centroid .....	54
3.1.3. Spectral Flux (Spektral Akı) .....	55
3.1.4. Spektral Rolloff Point .....	56
3.2. Birinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar .....	59
3.3. İkinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar .....	64
3.4. Üçüncü alt probleme ait bulgu ve yorumlar .....	65
3.5. Dördüncü alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar .....	70
3.6. Beşinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar .....	72
3.7. Altıncı alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar .....	73
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>78</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>82</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Seslerin osiloskoptaki görüntüleri (Esen, 2008: 12) .....	7
Şekil 2. Sesin Dalgalar Halinde Yayılması .....	7
Şekil 3. Genlik (Amplitude) .....	9
Şekil 4. Karmaşık Dalga Formu .....	11
Şekil 5. Elektronik zarf (ADSR).....	12
Şekil 6. RCA (Phono) Erkek ve Dişi Konnektör .....	14
Şekil 7. 1/4" TS-1/4" Phone Erkek Konnektör.....	14
Şekil 8. 1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS Erkek Konnektör.....	15
Şekil 9. XLR Erkek ve Dişi Konnektör .....	16
Şekil 10. Mini Konnektör .....	16
Şekil 11. Dinamik Mikrofon.....	19
Şekil 12. Ribbon Mikrofon Kesitleri (Kakı, 2012: 28).....	20
Şekil 13. Kondansatör (condenser) mikrofon.....	21
Şekil 14. Kondansatör (condenser) mikrofonun çalışma prensibi.....	22
Şekil 15. Electret – Condenser Mikrofon Kesiti.....	22
Şekil 16. “AB” Mikrofonlama Tekniği .....	24
Şekil 17. “XY” mikrofonlama tekniği.....	25
Şekil 18. M-S Mikrofonlama Tekniği .....	26
Şekil 19. ORTF stereo mikrofonlama.....	27
Şekil 20. NOS stereo mikrofonlama tekniği.....	27
Şekil 21. Kardiooid bir mikrofonun kutupsal deseni .....	28
Şekil 22. İki Yöne Duyarlı (Figure-8) Bir Mikrofonun Kutupsal Deseni .....	29
Şekil 23. Her Yöne Duyarlı Bir Mikrofonun Kutupsal Deseni .....	29
Şekil 24. Analog ve Dijital Ses Sinyali .....	31

Şekil 25. MIDI Arabirim (Klavye) ve Ses Kartı Bağlantısı (Önen, 2007: 252).....	34
Şekil 26. Kabak Kemane .....	35
Şekil 27. Kabak Kemanenin Gövdesi.....	38
Şekil 28. Kabak Kemanenin Sap Kısmı .....	39
Şekil 29. Kabak Kemanenin Burgu Kısmı .....	40
Şekil 30. Kabak Kemanenin Yayı .....	41
Şekil 31. Türk Müziği Koma Tablosu .....	42
Şekil 32. Türk Müziğinde Perde İsimleri .....	44
Şekil 33. Çargâh Makam Dizisi.....	45
Şekil 34. Buselik Makam Dizisi .....	45
Şekil 35. Kürdi Makam Dizisi.....	46
Şekil 36. Rast Makam Dizisi .....	46
Şekil 37. Uşşak Makam Dizisi .....	47
Şekil 38. Hicaz Makam Dizisi.....	47
Şekil 39. Uzzal Makam Dizisi.....	47
Şekil 40. Hümayun Makam Dizisi .....	48
Şekil 41. Zirgüleli Hümayun Makam Dizisi .....	48
Şekil 42. Neva Makam Dizisi.....	49
Şekil 43. Basit Suzinak Makam Dizisi .....	49
Şekil 44. Karcıgar Makam Dizisi .....	50
Şekil 45. Hüseyini Makam Dizisi.....	50
Şekil 46. 3 Boyutlu eksenle spektral grafiği.....	52
Şekil 47. Örnek Öklid uzaklığı .....	53
Şekil 48. Spektral Centroid Denklemi.....	54
Şekil 49. Spectral Centroid Grafiği .....	55

<b>Şekil 50.</b> Spectral Flux Denklemi.....	55
<b>Şekil 51.</b> Spectral Flux Grafiği.....	56
<b>Şekil 52.</b> Spektral Rolloff Point Denklemi.....	57
<b>Şekil 53.</b> Spectral Rolloff Point Grafiği.....	57
<b>Şekil 54.</b> Spektrogram Grafiği.....	58
<b>Şekil 55.</b> Periodogram Grafiği.....	59
<b>Şekil 56.</b> Protools programında Metronom Süresi.....	60
<b>Şekil 57.</b> Buselik XY Örneği Ses Kayıt Görüntüsü.....	60
<b>Şekil 58.</b> XY kayıt tekniği.....	61
<b>Şekil 59.</b> Buselik AB Örneği Ses Kayıt Görüntüsü.....	62
<b>Şekil 60.</b> AB kayıt tekniği.....	62
<b>Şekil 61.</b> İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Ses Kayıt Stüdyosu	63
<b>Şekil 62.</b> Kayıt Aşaması.....	63
<b>Şekil 63.</b> Kontakt Programı.....	65
<b>Şekil 64.</b> Ses örneklerinin kontakt programına yerleştirilmesi.....	66
<b>Şekil 65.</b> Kontakt Waves Editor bölümünde başlangıç ve bitiş noktası.....	67
<b>Şekil 66.</b> Kontakt Programında Val Range Ayarı.....	68
<b>Şekil 67.</b> Kontakt Programında Volume Ayarı.....	69
<b>Şekil 68.</b> Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) Tablosu.....	70

## TABLÖLAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Sesin varlığından söz edebilmek için bulunması gereken elemanlar .....	6
<b>Tablo 2.</b> Çeşitli ortamlarda sesin yayılma hızları.....	10



# BÖLÜM I

## 1. Giriş

### 1.1. Araştırmanın Konusu

Araştırmanın konusunu, Türk müziği enstrümanlarından olan kabak kemanenin sanal ses kitaplığı tasarımında yer alacak doneler oluşturmaktadır. Bu süreçte, sanal ses kitaplığı tasarımında izlenebilecek kayıt, edit gibi işlemlerin yanı sıra elde edilen ses verilerinin işlenmesi ve ses spektrumlarının karşılaştırılması betimlenecektir. Bu süreçte, kabak kemane ses kayıt stüdyosunda iki farklı mikrofonlama tekniği kullanılarak kayıt edilmiştir. Kayıt sürecinde stereo mikrofonlama yöntemlerinden AB ve XY mikrofonlama teknikleri araştırmanın ses kayıt sürecindeki evrenini oluşturmaktadır.

Kayıt aşamasında icracı 3 farklı gürlükte her notayı tek tek icra etmiş ilgili es verileri kayıt edilmiştir. İlgili ses verileri Piano(Hafif), Mezzoforte (Orta Gürlükte), Forte(Gür) olacak şekilde üç farklı gürlükte kaydedilmiştir. AB mikrofonlama tekniğinden (312 Adet) ve XY mikrofonlama tekniği (312 Adet) olarak toplam 624 adet ses örneği kaydedilmiştir. İlgili ses verileri “Kontakt” programında “C3” anahtarı üzerindeki karar seslerine yerleştirilip Basit Makamlar olarak tek paket haline getirilmiştir.

İracıdan alınan ses örnekleri hoparlör ile çalınmış XY ve AB mikrofonlama teknikleriyle yeniden kayıt edilmiştir. Elde edilen ses örnekleri MatLab programında analiz edilerek Spektral Centroid, Spektral Flux ve Spektral Rolloff Point parametreleri kullanılarak spektral özellikleri analiz edilmiştir.

### 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı müzik teknolojisi literatüründeki ilgili konuyla ilintili Türkçe kaynak eksikliğini gidermek bunun yanında kabak kemane için bir sanal ses kitaplığı oluşturmak ve sanal ses kitaplığı tasarımında uygulanabilecek yöntemleri ve spektral özelliklere göre kullanılacak mikrofonların seçimi bu araştırmanın amacını oluşturmaktadır.



### **1.3. Araştırmanın Önemi**

Günümüz güncel ses kitaplıkları incelendiğinde kabak kemane ile ilgili kitaplık sayısının yetersiz olduğu görülmektedir. Bu araştırmanın öncül önemi kabak kemane ile ilgili bir ses kitaplığı oluşturmak aynı zamanda Türk müziğine ait diğer çalgıların ileride oluşturulabilecek ses kitaplıklarına yönelik kuramsal ve uygulama biçemlerini sistematik bir biçimde ortaya koyabilmesi açısından önem taşımaktadır. Bunun yanında farklı kültürlerle ait çalgılara ait ses kitaplığının oluşturulması o çalgıya ait kültürün tanıtılması açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamdan bakıldığında Türk müzik kültürüne ait olan kabak kemanenin ait olduğu kültürü ve tınısal farklılığını günümüz teknolojik çağında daha hızlı paylaşılmasını sağlamak ve bu çalışmada kullanılacak spektral analizin sonuçları ilerideki yapılacak olan çalışmalarda kullanılacak mikrofonlama tekniklerinin saptanması bu araştırmanın önemini oluşturmaktadır.

### **1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu araştırmanın evrenini kabak kemane, örnekleme ise basit makamlardan; Çarğah, Buselik, Kürdi, Rast, Uşşak, Hicaz, Uzzal, Hümayun, Zirgüleli, Neva, Basit Suzinak, Karcıgar, Hüseyini makamları ile stereo mikrofonlama tekniklerinden XY, AB ve Spektral karşılaştırmaları oluşturmaktadır.

### **1.5. Yöntem**

Bu çalışmanın sonunda kabak kemaneye ait bir sanal ses kitaplığı tasarlanacaktır. Buradan hareketle bireysel model kullanılmıştır. Kitaplığın tasarımını kontrol etmek için farklı çalgılarda daha önceden hazırlanmış ses kütüphaneleri incelenecektir. Bu inceleme safhasında kullanılan mikrofonlar ve kayıt yöntemleri de saptanmaya çalışılacaktır. Ses kitaplığı tasarımında kullanılacağı mikrofonlama örnekleyici ve mikrofonlama yöntemleri ve kayıt sürecinin ilgili ses kitaplığı tasarımına fayda sağlayabilecek kaynakların tespitinde kaynak tarama yöntemi kullanılacaktır.

Elde edilen bilgiler ışığında ilgili ses verileri kayıt edilecek ve daha sonra bilgisayar ortamına aktarılacaktır. Daha sonra elde edilen veriler yazılımsal bir örnekleyici içerisine yerleştirilecek ve MIDI klavye ile kullanılabilirliği saptanma çalışılacaktır. Araştırmanın gerçekleştirilmesi için kullanılacak ses donelerinin analizi uygun bir laboratuvar ortamı yaratılmıştır. Kayıt edilen ses verileri 96kHz/24 Bit çözünürlüğünde kayıt edilmiştir. İlgili ses verileri MatLab programında analiz edilmiştir. Analiz sonuçları

Spektrogram, periodogram, perde ve genlik gibi spektral verilerin analizlerinden oluşacaktır.

### **1.6. Problem Cümlesi**

Sanal ses kitaplığı tasarımının evreleri ve kullanılacak mikrofonların spektral karşılaştırılması ve bu karşılaştırma sonucunda önerilebilecek mikrofonlama tekniği bu araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

### **1.7. Alt Problemler**

**1.7.1** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir mikrofonlama teknikleri nelerdir?

**1.7.2** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir örnekleyiciler(Sampler) nelerdir?

**1.7.3** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses doneleri MIDI klavye üzerine nasıl yerleştirilmelidir?

**1.7.4** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılan stereo mikrofonlama tekniklerinin (AB-XY) Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) spektral özellikleri arasındaki uzaklık farklılıkları nelerdir?

**1.7.5** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin basit makamlardaki frekans analizlerinde XY mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir?

**1.7.6** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin basit makamlardaki frekans analizlerinde AB mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir?

**1.7.7** Kabak kemaneye ait ses kitaplığı tasarımında XY ve AB mikrofonlama tekniklerini kullanılarak elde edilen ses verilerinin spektrum farklılıkları nelerdir?

### **1.8. Varsayımlar**

Araştırmanın gerçekleşmesinde;

- Türk müziği çalgılarından kabak kemaneye ait basit makamlardan oluşan bir ses kitaplığı tasarlanabileceği

- İlgili ses donelerinin MIDI klavye üzerine aktarılabilceği
- Basit makamların bir ses kitaplığı içerisinde bulundurulabilceği
- Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilcek mikrofonlama tekniklerine yönelik kuramsal bir ereve oluşturulabilceği
- İlgili veriler ışığında kullanılabilcek mikrofonlama tekniklerinin frekans analizlerinin saplanılabılceği varsayımlarından yola çıkılmıştır.



## BÖLÜM II

### 2. KURAMSAL BİLGİLER

#### 2.1. Ses

Mekanik bir titreşim olan ses, gaz, sıvı ya da katı elastik bir ortamda enerjinin, kaynağından kademeli olarak artan ses dalgaları ile transfer edilmesidir. Bu işlem beyinde ses olarak algılanmaktadır. Ses dalgasının ilerlemesi sırasında taşınan enerji, kulak zarı gibi bir başka mekanik sistem tarafından alınarak sinirler yoluyla beyne iletilmektedir (Önen, 2007: 21).

Kulağın uyarılması, periyodik olarak tekrarlanan hareketlerle oluşmaktadır. Bir cismin referans cisme veya noktaya göre pozisyonundaki değişime hareket denir. Karmaşık bir işlem olan hareketin ürettiği uyarıcı faktörler ve bu faktörlerin uyarılmasıyla algılanan ses de karmaşık bir yapıdadır. Çok fazla karmaşık seslere gürültü diyoruz. Yuvarlanan bir taş veya yıldırım çarpması sırasında karmaşık hareketler yapan hava kütlelerinin sesi gürültüdür. Müzik aletlerindeki teller, hava sütunları, çubuklar vb. hareketlerin üretmiş olduğu ses, gürültüden çok daha basittir. En basit sesler ise bir nesnenin bir boyuttaki hareketinden gelmelidir (bu en basit harekettir). Bir akort çatalından veya elektronik aletten (osilatör) bu kadar yalın bir ses almak mümkündür. En yalın seslerin oluşumunu ve yapısını inceleyerek, daha karmaşık müzik seslerin ve hatta gürültünün yapısı anlaşılabilir. Çünkü karmaşık sesler bile birkaç basit sesin birleşimidir, basit seslere bölünebilirken aynı zamanda basit seslerin birleştirilmesiyle yeniden oluşturulabilmektedir (Zeren, 1993: 13).

Bir cismin ses oluşturması için titreşmesi gerekmektedir. Titreşen cisimler tarafından üretilen dalgalara ses dalgaları denmektedir (Önen, 2007: 21). Ses mekanik bir dalgadır. Ses dalgası fiziği sesin üretildiği, yol aldığı ve algılandığı süreci açıklamaya yardımcı olur. Ses dalgası, denizdeki dalgalar gibi kaynağından dışa doğru hareket ile yayılır. Parçacıklar dalga akımına paralel yönde hareket ettiğinden, ses dalgasına boylamsal dalga denir. Parçacıkların uzunlamasına hareketi nedeniyle, hava partiküllerinin birbirine sıkıştırıldığı ve ayrıldığı bölgeler vardır. Bu bölgeler sırasıyla sıkışma (compression) ve genleşme (rarefaction) olarak bilinir. Sıkışma yüksek hava

basıncına sahip bölgeler, genişleme ise düşük hava basıncına sahip bölgelerdir (Zeren, 2020: 7).

Titreşimlerin duyu üzerinde yarattığı etki olarak tanımlayabileceğimiz ses kaynak, ortam ve alıcı neticesinde oluşur. Dolayısıyla seslerin var olabilmesi için çalışan bir kulak ve bir beyin, yani alıcı sistemin olması, onları uyurabilecek unsurların ses kaynağında bulunması ve bu unsurların kulağa geldikleri yerden yeterli yoğunlukta iletilmesi gerekmektedir. Müziğin hammaddesi sestir. Ses, hareketin ürettiği bir olgudur. Hareket eden herhangi bir madde havada işiterek algılanan titreşimler yaratır. Ses dalgaları, çeşitli iletken malzemeler üzerinde farklı hızlarda hareket eder. Sesin havadaki hızı saniyede yaklaşık 332 metredir.

**Tablo 1.** Sesin varlığından söz edebilmek için bulunması gereken elemanlar

Kulağı uyurabilecek nitelikte bir etken	Etkenleri kesintisiz ve yeterli şiddette ileten bir ortam	Etkenleri değerlendirecek nitelikte kulak ve beyin
SES KAYNAĞI →	İLETİCİ ORTAM →	ALICI

Fizikte, bir nesnenin bir referans nesnesine veya noktasına göre konumundaki değişiklik “hareket” olarak adlandırılmaktadır. Kulak tahriş edicileri her zaman tekrarlayan (periyodik) hareketlerin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Hareket ne kadar karmaşıksa, o hareketin bir sonucu olarak uyarılar ve bu faktörlerin uyarıları tarafından algılanan sesler o kadar karmaşıktır. Sesler 3’e ayrılır: Basit sesler Müzik sesleri Gürültü

**Basit sesler:** Bir cismin tek boyutlu olarak yaptığı, tekrarlayan hareketlerden oluşan sestir. Diyapazondan çıkan ses, buna örnek olarak gösterilebilir.

**Müzik sesleri:** Müzikte kullanılan sesler düzenli titreşimler gösteren seslerdir. Bu seslerin belirli bir yüksekliği bulunmaktadır. Demek ki, her birim zaman için titreşim sayıları sabittir.

**Gürültü:** Titreşimler düzensiz ise, ortaya 'gürültü' adı verilen bir ses yığını çıkar. Bir trafik gürültüsü ile dinlediğimiz rahatlatıcı bir klasik müzik arasındaki fark, gürültü kavramının doğasını açıklayabilecek iyi bir örnektir (Zeren,1997).

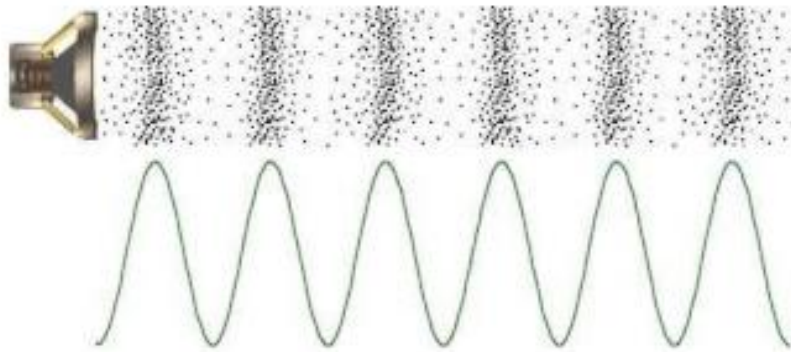


**Şekil 1.** Seslerin osiloskoptaki görüntüleri (Esen, 2008: 12)

Ses, esas itibarı ile bir mekanik dalgadır. Titreşim üretebilen herhangi bir sisteme ses kaynağı, ses kaynağının yaptığı harekete titreşim, bu titreşimin süresine titreşim periyodu ve saniyedeki devir sayısına frekans (sıklık) denir. Ses olgusunun, bir titreşim hareketi sonucu meydana gelmesine karşılık, her titreşim hareketinin bir ses meydana getirdiği söylenemez (Zeren,1997).

### 2.1.1. Sesin Yayılması

Sesin yayılması, bir yay üzerindeki dalgaların hareketine benzer. Yay sıkıştırıldığında, “sıkıştırma” yay boyunca hareket eder. Benzer bir durum, hava molekülleri sıkıştırıldığında ve genişlediğinde ortaya çıkmaktadır. Bu “sıkıştırma-genleşme” hareketi, hava moleküllerinin sıkıştırılması ve genişlemesine benzer ve bu basınç değişiklikleri havada yayılmaktadır. Ses dalgaları olarak adlandırılan bu titreşimler, bitişik moleküller arasında enerji aktararak katı, sıvı veya gaz halindeki ortamlarda ilerleyebilir, ancak nesne herhangi bir hareket yaşamamaktadır (Çalış, 2007: 20).



**Şekil 2.** Sesin Dalgalar Halinde Yayılması

Ses dalgaları yol alırken önlerindeki yüzeylere çarpabilir ve yansiyabilirler (reflection). Bu, yüzeyler boyunca devam edebilir (transmission) veya emilebilir (absorbtion) edilebilir. Sert yüzeyler ses dalgalarını yansıtır ve yumuşak yüzeyler ses dalgalarını emerek yansımaları azaltmakta veya önlemektedir. Ses dalgaları bir yüzeyin içinden geçerken enerji kaybı meydana gelebilir (transmission loss) olarak adlandırılır (Önen, 2007: 21).

### **2.1.2. Ses Dalgasının Özellikleri**

Ses dalgasının özelliklerini dalga boyu, genlik ve zaman periyodu özellikleri açısından ayrı ayrı incelenebilmektedir.

#### **2.1.1.2. Dalga Boyu (Wavelenght)**

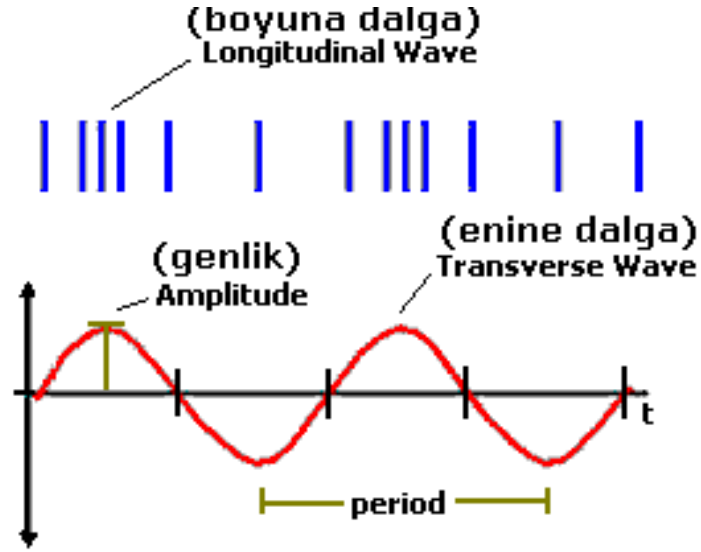
Dalga boyu, sürekli bir dalga üzerindeki herhangi iki özdeş nokta arasındaki mesafe veya bir tam döngünün uzunluğudur (Serway ve Beicher, 2002: 373; Gunter, 2012: 48).

Dalga boyu lamda ( $\lambda$ ) ile gösterilir. Birimi metredir. Dalga boyu birimi olarak Angström ( $\text{Å}$ ) de kullanılmaktadır.  $1\text{Å} = 10^{-10}$  m dir. Dalga boyu ile frekans ters orantılıdır. Başka bir deyişle; dalga boyu uzadıkça frekans değeri azalmaktadır.

Bir dalganın frekans ve dalga boyuna bağlı olarak değişen hızı  $v = f \cdot \lambda$ 'dır. Bu denklemdeki “ $v$ ” dalganın hızını temsil eder. Her hareketli nesneye bir dalga boyu eşlik etmektedir (Yücel, 2013: 20).

#### **2.1.1.3. Genlik (Amplitude)**

Bir dalgada, bir parçacık enerjisi bir sonraki parçacığa aktarmaktadır. Enerjisini aktaran her parçacık, en az enerjiyle denge konumuna geri dönmektedir. Alınan bir parçacığın denge konumundan hareket edebileceği maksimum mesafeye genlik denmektedir. Dalganın genliği taşıdığı enerji ile orantılıdır. Taşınan enerji arttıkça dalgaların genliği de artar. Birim metre olarak gösterilen genlik “ $A$ ” ile sembolize edilir (Lapp, 2021: 7).



Şekil 3. Genlik (Amplitude)

#### 2.1.1.4. Zaman Periyodu (Time Period)

İki sıkıştırma bölgesi veya iki gevşeme bölgesi veya iki ardışık tepe veya iki vadinin meydana geldiği süreye periyot denmektedir. Farklı bir anlatımla; periyot, tüm dalganın belirli bir noktadan geçmesi için geçen süre olarak da ifade edilmektedir. “T” harfi ile temsil edilmektedir (Lapp, 2021: 8).

Periyot frekansla ters orantılıdır. Periyodun birimi saniyedir Frekans ile periyot arasında  $f=1/T$  ilişkisi olduğu için frekansın birimi S-1 yani Hertzdir. (Yücel, 2013: 20).

Bir dalganın dalga boyu ( $\lambda$ ) boyunca yol alması için gereken süre (T) periyoduna eşit olduğundan, dalganın hızı ( $\vartheta$ ) ile periyot (T) arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilir:  
 $\vartheta = \lambda / T$ .

#### 2.1.1.5. Frekans

Bir dalganın frekansı, birim zamanda bir noktadan geçen tepe veya çukur sayısıdır (Berway ve Beicher, 2002: 373). Başka bir deyişle frekans, bir saniyede tamamlanan tam salınımların sayısı olarak ifade edilmektedir. Dalgaların frekansı; saniyedeki dalgalar, saniyedeki vuruş sayısı ve saniyedeki döngü sayısı olarak da bilinmektedir (Lapp, 2021: 9).



Frekans “f” ile gösterilmektedir. Uluslararası Birimler Sisteminde frekans birimi Hertz olarak kabul edilir ve kısaca Hertz olarak ifade edilir. (Yücel, 2013: 20).

#### 2.1.1.6. Sesin Hızı (Velocity)

Ses dalgaları titreşen bir kaynaktan enerji taşımakta ve bu enerjinin çeşitli ortamlar aracılığıyla iletmektedir. Hareket eden madde değil, titreşimin kendisidir. Su yüzeyindeki dalgalar, havada yayılan ses dalgalarıyla aynı değildir. Su dalgaları çıplak gözle görülebilirken ses dalgaları görülememektedir. Ses dalgaları havada dolaşmaktadır. Bir cismin titreşimi ile üretilen sesin kulağımıza ulaşabilmesi için ses kaynağı ile kulağımız arasında katı, sıvı veya gaz gibi esnek bir ortamın bulunması gerekir.

Sesin hızını değiştiren etkenler (Esen, 2008: 14):

- Ortam sıcaklığı (sıcaklık arttıkça sesin yayılma hızı da artmaktadır)
- Ortamın cinsi (ses, en yavaş gazlarda, sonra sıvılarda, en hızlı katılarda yayılır)

**Tablo 2.** Çeşitli ortamlarda sesin yayılma hızları

Çeşitli Ortamlarda (0 °C de) Sesin Yayılma Hızı (m/sn)	
Hava	332 m/sn
Su	1454 m/sn
Tahta	3828 m/sn
Demir	5103 m/sn
Taş	5971 m/sn

(Esen, 2008: 14)

#### 2.1.1.7. Tını (Timbre)

Sese, kendine özgü rengini veren niteliklerdir. Tınlayan sesin doğuşkanlarının şiddeti tarafından belirlenir. Her enstrümanın doğuşkanları, farklı tınlayış şiddetlerine sahiptir. Böylelikle, ortaya çıkan sesin rengi değişir. Sesin yukarıda sıralanan 3 temel özelliği dışında, tanımlanması gereken bir başka önemli kavram da rezonanstır. Frekansları aynı olan ses kaynaklarından biri titreştiğinde, diğersinin de titreşmesi olgusuna rezonans denir. (Esen, 2008: 15).

### 2.1.1.8. Zarf (Envelope)

Bir enstrümanın sesini ayırt etmeyi sağlayan tek faktör tını değildir. Her enstrüman, enstrümana özgü benzersiz bir ses yaratan sessel bir zarf oluşturmak için tınısıyla birleştirilir. Bir ses dalgasının zarfı, çalınan bir notanın ses seviyesinin zaman içindeki değişimidir (Huber ve Thornton, 2005: 48).

Zarf akustik ve elektronik olarak ikiye ayrılır. Akustik zarf, bir ses dalgasının zaman içindeki seviye yapısıdır. Akustik zarf: çıkış (attack), kalış (sustain) ve düşüş (decay) olarak üç bölümden oluşur (Önen, 2007: 32).

a) Atak (Attack)

b) Uzama (Sustain)

c) Düşüş (Decay)

**Atak (Attack):** Ses kaynağının titreşmeye başladığı nokta ile pik yaptığı (tepe noktası) genlik arasındaki yükselme süresidir.

**Uzama (Sustain):** İlk atak duyulduktan sonra seste iniş çıkış ve kalışlarla uzadığı bölümdür.

**Düşüş (Decay):** Sesin seviyesinin zaman içerisinde azalıp kaybolmasıdır.

Elektronik zarflara ADSR'ler denmektedir. ADSR, bir elektronik müzik aleti sinyalinin genlik veya seviye bakımından yapısıdır (Şekil 4)

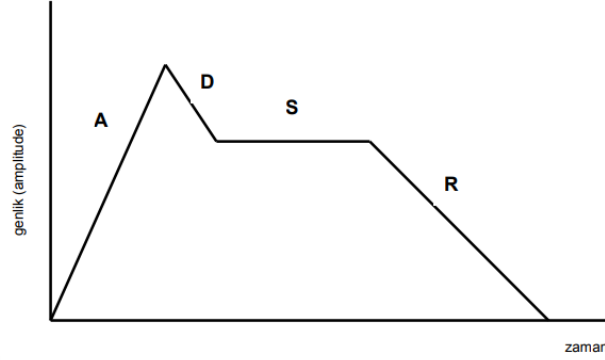


Şekil 4. Karmaşık Dalga Formu

ADSR, atak, düşüş, kalış ve serbest bırakma sözcüklerinin İngilizce karşılıkları olan attack, decay, sustain ve release kelimelerinin baş harflerini bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Atak (attack), sinyalin başlayıp seviye olarak en üst noktaya ulaştığı zamandır. Düşüş (decay), sinyalin üst noktasından uzama seviyesine düştüğü bölümdür.

Uzama (sustain), sinyalin uzadığı bölüm, serbest bırakma (release) ise sinyalin seviyesinin azalıp kaybolduğu bölümdür (Önen, 2007: 32)

Her bir bölüm üç değişkene sahiptir: ilk genlik (initial amplitude), devam zamanı (time duration), zaman içerisinde genlik değişimi (amplitude variation).



şekil 5. Elektronik zarf (ADSR)

## 2.2. Ses ve Elektrik

Müziksel akustiğın araştırma sahasının içerisinde, müzik fiziği, müziksel algı, müzik aletlerinin seslerinin çözümlenmesi, ses ve insanın bunu işitmesi, nesnelerin sesle ne şekilde etkileşim içinde buldukları yer almaktadır. Akustikte, bir sesin yansımış haline akis-yankı denmektedir. Bir sestem sonra saniyenin 1/20'si kadar bir süre içerisinde kulağa tekrar ulaşan yankı, rahatsız edici değildir. Fakat zaman aralığı uzarsa kulağı huzursuz edebilmektedir (Ergöl, 2006: 139).

Çoklu yankı, birden fazla sesin aynı anda kulağa yansımasıdır. Buna reverberasyon adı verilmektedir ve sesin akustik bir ortamda bulunan herhangi bir nesneden ya da duvardan yansımısıyla oluşan bir etkidir. Bu etki, bize insan beyninin algısının uzaysal, yani üç boyutlu olduğunu göstermektedir. Reverberasyonun engellenmesi için, bir müzik salonunda uzun perdelerin asılması, döşeme ve koltukların yumuşak dokudaki bir kumaşla kaplanması yapılması gereken birer örnektir. Çünkü sesi yutan bu kaplamalar, sesin havada dönüşünü bir saniyeden aza indirgemektedir. Bir konser salonunun 'iyi' kabul edilebilmesi için reverberasyon süresinin yani yankılanma oranının 2 saniye civarında olması gerekmektedir (Göktepe, 2000: 7-8).

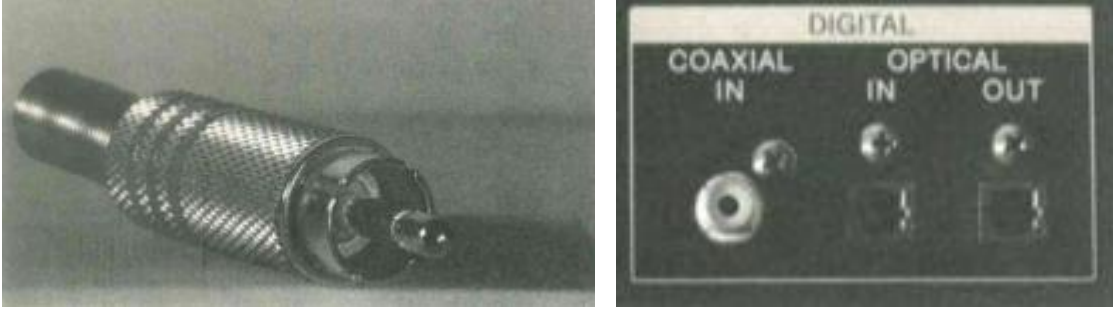
Oditoryum ve konser salonlarının akustik tasarımında frekans ve dalga boyu arasındaki ilişki çok önemli hale gelmektedir. Hacimdeki ses yutucu, yansıtıcı ve yayan yüzeylerin boyutu; soğurulacak, yansıtılacak ve yayılacak frekansların dalga boyu ile orantılı olmalıdır. Ses alanındaki ses enerjisinin akışının hem yoğunluğu hem de yoğunluğu bulunmaktadır (Çelebi Şeker, 2020: 43). Bundan dolayı da bir basınç uygulamaktadır. Bir ses dalgasına bağlı olarak hava parçacıklarının titreşimi sayesinde atmosferik basınçta oluşan dalgalanmaya ‘ses basıncı’ denilmektedir. Bu sırada oluşan enerjinin harcanma süresi akustik gücü oluşturmaktadır. Akustik güç, diğer enerji türleriyle kıyaslandığında küçük kalmaktadır. Bir insanın konuşmasının akustik güç seviyesi o kadar küçüktür ki ancak 25000 kişinin konuşması 100W’lık bir elektrik ampulünü yakmaya yetecek kadar enerji üretebilmektedir. Verilen enerji miktarı, titreşimi tamamlama süresini, dolayısıyla frekansı değiştirmez, sadece titreşimin denge konumuna olan mesafesini (genliğini), yani miktarını (ses şiddetini) değiştirir. İşitme sistemimizde gelen sesi anlayabilir Dalga, frekansın ve sesin şiddetinden önce birkaç kez tekrarlanmalıdır. Bu süre 10-15 ms kadardır. Bu, pes seslerde 2-3, tiz seslerde ise yaklaşık 40 dalgaya karşılıktır (Göktepe, 2000: 7-8).

### **2.3. Konnektörler**

Kelime anlamı, bağlayıcı olan konnektör, koaksiyel kabloyu ağ cihazlarına ve bilgisayarlara bağlamak için kullanılmaktadır. *Jack* cihazların üzerinde veya kabloların ucunda bulunana dişi konnektör adı verilirken, *plug* da erkek konnektördür. Çok kullanılan konnektör tipleri aşağıdaki başlıklarda toplanmıştır.

#### **2.3.1. RCA / Phono**

RCA / Phono konnektörü dengesiz sinyal için kullanılmaktadır. Tek iletken (conductor) ve şase (shield, sleeve) bulunmaktadır. İletkenin bağlandığı noktaya tip, şasenin bağlandığı noktaya *shield* (sleeve) adı verilmektedir.



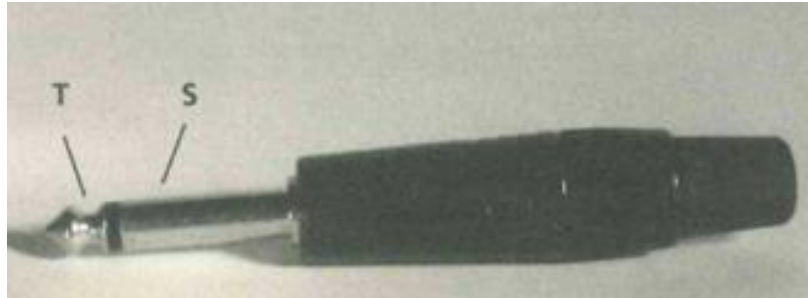
**Şekil 6.** RCA (Phono) Erkek ve Dişi Konnektör

RCA (phono) konnektörler ülkemizde “*lalejack*” adıyla tanınır.

Kasetçalar, cd player, pikap, ev tipi video cihazları ve müzik setleri bağlantı için çoğunlukla kullanılan RCA konnektörü Türkiye’de “*lale jack*” olarak bilinmektedir. RCA ayrıca analog bağlantılara ilaveten DAT, ses kartları ve bazı diğer dijital ses cihazlarının üzerinde bulunan S/PDIF giriş kapıları için de kullanılmaktadır (Önen, 2012: 55).

### 2.3.2. 1/4” TS-1/4” Phone

Dengesiz sinyaller için kullanılan 1/4” TS-1/4” Phone tek iletken (conductor) ve şaseden (shield, sleeve) oluşmaktadır. iletkenin bağlandığı noktaya *tip*, şaseninin bağlandığı noktaya da *shield (sleeve)* adı verilmektedir. 1/4” TS-1/4” Phone Türkiye’de *gitar jack*’ı olarak bilinmektedir. TS’nin açılımı *tip* ve *sleeve* veya *shield* dır (Önen, 2012: 56).



**Şekil 7.** 1/4” TS-1/4” Phone Erkek Konnektör

### 2.3.3. 1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS

1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS konnektörde Tip, ring ve sleeve olmak üzere üç bağlantı noktası bulunmaktadır. TRS ismi de buradan gelmektedir. *Tip* ve *ring* iletken, sleeve veya shield, şasedir.



**Şekil 8.** 1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS Erkek Konnektör

1/4" Stereo-1/4" Balanced-1/4" TRS konnektörü dengersiz stereo sinyalleri, mono dengeli sinyalleri taşımada ve mikserlerdeki zerinde bulunan sinyali kompresör (compressor), limiter gibi dış ses işlemci ünitesine gönderilmesinde kullanılmaktadır (Önen, 2012: 57).

### 2.3.4. Bantam-TT

Bantam veya TT, 1/4" konnektörlerden biraz daha küçüktür. Çapları 0.173 inçtir. Tek iletkenli (tip, sleeve) ve çift iletkenli (tip, ring, sleeve) olabilmektedir. TT'nin açılımı *tiny telephone*'dur ve "ince telefon" anlamına gelmektedir. Telefon teknolojisi kökenlidir. Çapları çeyrek inçlik konnektörlerden daha küçük olduğu, daha az yer kapladığı için, genellikle çok sayıda cihaz bulunan büyük stüdyoların *patehbay*'leri için tercih edilir (Önen, 2012: 57).

### 2.3.5. XLR

XLR, konnektörler arasında en çok tercih edilendir. Profesyonel ses cihazları ve mikrofonlarda dengeli sinyal için kullanılmaktadır. Türkiye'de "kanon" adıyla bilinmektedir (Önen, 2012: 58).



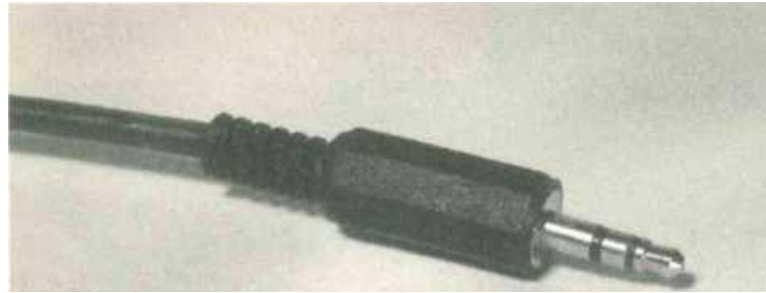
**Şekil 9.** XLR Erkek ve Dişi Konnektör

XLR konnektörlerde Şase (ground), pozitif (+) (hot) ve negatif (-) (cold) olmak üzere üç pin bulunmaktadır. XLR konnektörler, profesyonel dijital ses cihazları arasında veri aktarmak için geliştirilen AES/EBU (Audio Engineering Society / European Broadcasting Union) protokolü için de kullanılmaktadır (Önen, 2012: 59).

### **1.3.6. Mini Konnektör**

Bu konnektör bilgisayar ses kartlarında, ev tipi ve yarı profesyonel video kameralarında, walkman, mp3 player ve discman'lerde kullanılmaktadır. Türkiye'de "mini jack" adıyla bilinmektedir.

Bu konnektörün iki çeşidi vardır. Biri çapı 3.5 mm olan, diğeri de 1/8" olan. 1/8 inç yaklaşık 3.1 milimetredir dolayısıyla 3.5 milimetrelilik olan biraz daha büyüktür. Genelde iki çeşidinin jack ve plugları birbirine uyur, birlikte kullanılabilir. 1/8" erkek mini konnektör (mini piug) kullanıyorsanız, 3.5 mm çaplı dişi mini konnektörün (mini jack) bozulmaya başladığını, 3.5 mm mini *plugza*. göre, daha çabuk anlarsınız.



**Şekil 10.** Mini Konnektör

Mini konnektörün stereo ve mono olarak iki çeşidi vardır. Stereo iki iletken (sağ ve sol kanallar) ve şase, mono da tek iletken ve şaseden oluşmaktadır (Önen, 2012: 59-60).

## **2.4. Mikrofonlar ve Mikrofonlama Teknikleri**

### **2.4.1. Mikrofon**

Ses, havadaki sesin yarattığı dalgaları kullanarak elektrik enerjisine dönüştürülür. Ses dalgalarını elektriksel titreşimlere dönüştüren elektro akustik bir cihaz olan mikrofonlar, akustik ortamdaki moleküler titreşimleri kayıt için önemli olan elektrik sinyallerine dönüştüren elektrik/elektromekanik devre elemanları olarak bilinmektedir (Durmaz, 2009: 217). Kayıt sırasında dönüştürücü görevi gören mikrofonlar, hava moleküllerini hareket ettiren ses dalgalarının ürettiği mekanik enerji, mikrofon çıkışında elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Elektriksel dönüşüm sürecindeki en önemli parçalardan biri mikrofonu çevreleyen kapsül modüldür. Bu kapsül adı verilen bu modülün asıl görevi, dışarıdan alınan sesi karakterize etmek ve içerideki metal plakaya iletmektir (Martin, 2004: 372). Mikrofonlar üretilirken 3 ana temel materyal kullanılmaktadır.

#### **2.4.1.1. Diyafram**

Ses dalgaları diyafram dediğimiz parçaya çarpar ve diyafram üzerinde titreşimler meydana getirir. Yüksek frekanslı sesleri tekrar oluşturabilmek için diyafram olabildiğince hafif olmalıdır (Şener, 2005: 6).

#### **2.4.1.2. Transducer (Güç Çevirici)**

Diyafram üzerinde oluşan mekanik titreşimler, transducer aygıtı tarafından elektrik sinyaline dönüştürülür.

#### **2.4.1.3. Muhafaza**

Muhafazayı, diyafram ve transducer'i dış etkenlerden korumak için var olan mekanik destek olarak tanımlayabiliriz. Bazen muhafaza, mikrofonların yönsel tepkilerine de etki edebilir. Mikrofonları genel anlamda oluşturan iç bölümlerden sonra ortaya kendi aralarında oluşan çeşitlilik çıkmaktadır.

Mikrofon çeşitleri oldukça fazla olmakla birlikte kullanım alanlarına göre de sınıflandırılmaktadır. Mikrofon çeşitlerini aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

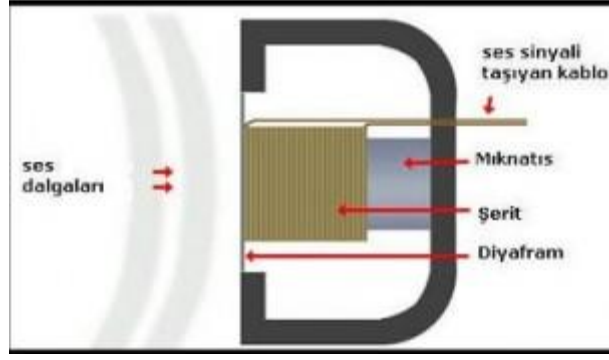


- Dinamik Mikrofon
- Şeritli (Ribbon) Mikrofon
- Kapasitif (Kondansatörlü) Mikrofon
- Karbon Mikrofon
- Kristal Mikrofon
- Elektret Mikrofon
- Telsiz Mikrofon
- Manyetik Mikrofon
- Elektrikli Mikrofon
- Elektromanyetik Mikrofon

Anlık yapı tepkisi, akustik dalganın mikrofonun çalışması için gereken anlık harekete hızlı tepkisinin sonucudur. Farklı bir anlatımla, bir mikrofon algılanan bir sese ne kadar hızlı tepki verirse, anında yapısal tepkisi o kadar iyi olmaktadır. Frekans yanıtı, ses kaynağının frekans dağılımı ile mikrofon tarafından alınan frekanslar arasındaki uyumu göstermektedir (Tarıkçı, 2015: 40).

#### **2.4.2. Dinamik Mikrofonlar**

Dinamik bir mikrofonun nasıl çalıştığını görmek için, mikrofonun içinde ince bir metal levhadan oluşan dairesel bir diyafram ve dairesel bir mıknatısın etrafına yerleştirilerek diyaframa bağlanan ince tel ile sarılmış bir bobin vardır (Şekil 11). Ortamdan gelen ses dalgaları bu diyaframa çarptığında titreşim süreci başlar. Diyaframın titreşimi nedeniyle bobin adı verilen bir cihaz onu mıknatısın kutbuna yaklaştırır. Sonuç olarak bobin düzeneğinde ses şiddeti ve frekansına göre değişen bir akım üretilmektedir (Önen, 2007: 106).



**Şekil 11.** Dinamik Mikrofon

Dinamik mikrofonların çalışma prensiplerinden dolayı canlı müzik yapılan ortamlarda daha kullanışlı olduğu görülmektedir. Dinamik mikrofonlar, ortam sıcaklığı, nem, aşırı yüksek ses ve darbelere karşı tercih sebebi olmaktadır. Dinamik mikrofonların sesleri sert olduğundan dolayı vurmali çalgılarda, pop ve rock tarzındaki müziklerde oldukça elverişlidirler (Önen, 2007: 106). Dinamik mikrofonlar genellikle 1 kHz ile 4 kHz arası rezonans frekanslarıdır. Bu, aniden daha baskın olan frekans aralığı, oluşumu sesin netliğini etkileyen bir “presence peak” olarak belirtilir. Dinamik mikrofonların avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Öbür mikrofonlarla kıyaslandığında uygun fiyatlı olması,
- Nem, ısı, darbe, yüksek ses gibi etkenlere karşı dayanıklı olması,
- Şekil ve boyut olarak kullanışlı olması,
- Isı ve nemden çok kolay etkilenmezler

Dinamik mikrofonların dezavantajları ise:

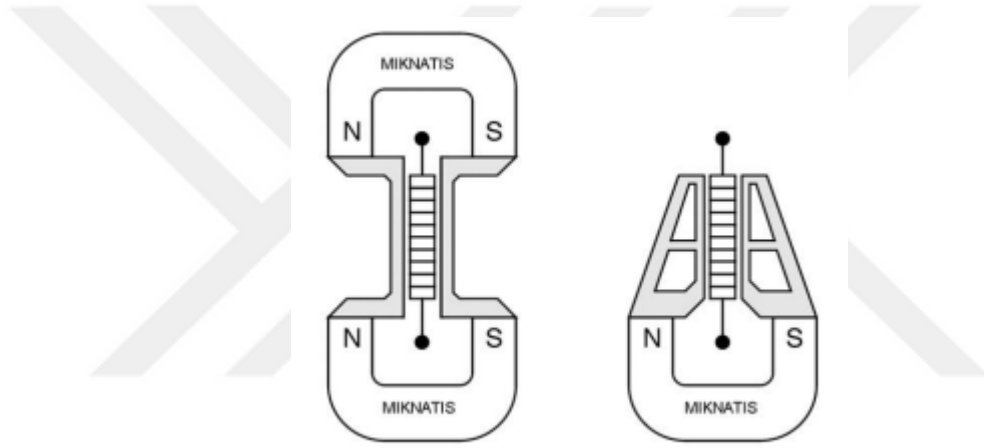
- Bazı frekansların fazla duyulması (Rezonans Peak)
- Yüksek frekans cevap aralığının genel olarak düşük olması (10 kHz’in altı)

### 2.4.3. Şerit (Ribbon) Mikrofonlar

Ribbon (şerit) mikrofonları dinamik mikrofonlar grubunda değerlendirmek mümkündür. Dinamik mikrofonlardan farkı ise içinde bulunan bobin aygıtının yerine metal malzemeden oluşan ince bir şerit parçasından oluşmasıdır (Şekil 13).

Ribbon (şerit) mikrofonların çalışma prensibi ise bahsetmiş olduğumuz metal şerite ses frekanslarının çarpması sonucu ortaya çıkan elektrik akımının meydana gelmesi ile çalışmaktadır. Kısaca ses dalgalarının elektrik sinyallerine dönüşüm süreci olarak ifade edilmektedir. Bu mikrofonlar her ne kadar dinamik mikrofon grubuna dahil edilmiş olsa da daha hassas bir yapıdadır. Bundan dolayı kayıtlarda daha detaysal bir sonuç alınmasına neden olmaktadır (Tarıkçı, 2015: 48-49).

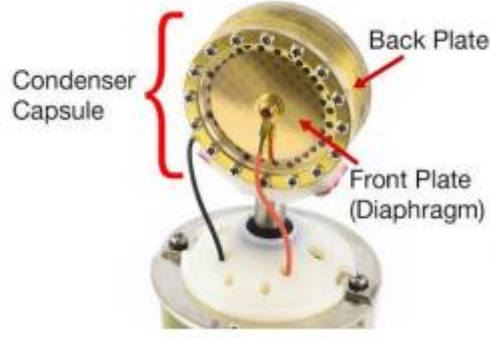
Ribbon mikrofonların algılaması oldukça güçlü, naturel ve sıcak sesleri vardır ve insan sesi (Şan, Vokal kayıtları vb.) için doğru bir tercihtir. Şerit mikrofonlar, dinamik mikrofonlardan farklı olarak çok hassastır; etkiden korunmalı ve sıklıkla suistimal edilmelidir (Önen, 2007: 106).



Şekil 12. Ribbon Mikrofon Kesitleri (Kakı, 2012: 28)

#### 2.4.4. Kondansatör (Condenser) Mikrofonlar

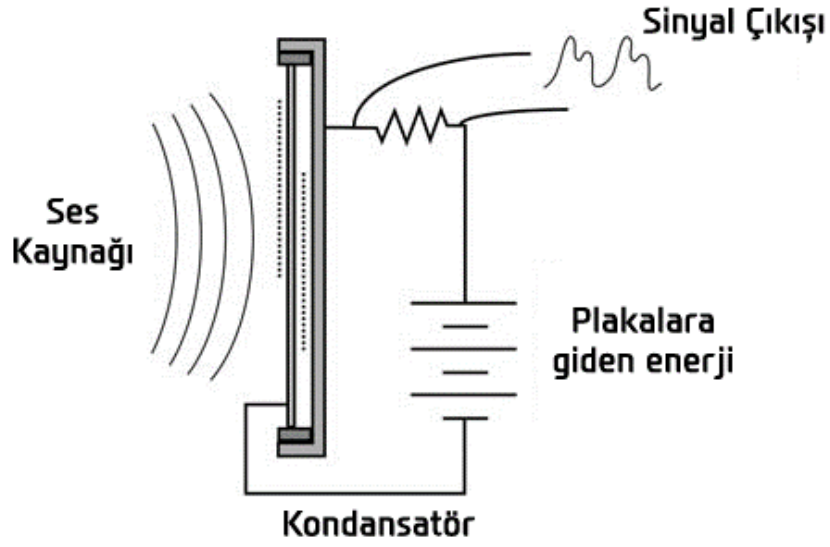
Kondansatör (condenser) mikrofonuna ait olan kapsül, çok ince metal diyafram ile birlikte ikinci bir levha olan “backplate” materyalinden oluşmaktadır (Şekil 13). Metal diyafram ve “backplate” denen materyallerin içinde elektrik akımı dolaşmaktadır. Çevreden veya bir ses kaynağından gelen dalga boyları bu diyaframa çarparak bir titreşim oluşturmaktadır. Diyaframda oluşan farklı titreşimleri, kapsüle yüklenmiş olan elektrik akımı sayesinde oluşturmaktadır. Bu çıkış sinyali çok düşük olduğu için genellikle içinde bulunan bir preamplifikatör ile yükseltilmektedir (Önen, 2007: 108).



**Şekil 13.** Kondansatör (condenser) mikrofon

Kondansatörü oluşturan iletkenlerin elektrik yüklü olması gerekmektedir. Yani diyafram ve arka diyaframın elektrik enerjisine ihtiyacı vardır. Bu görevi, adına “fantom güç” (Phantom Power) denilen ve “+48” ile gösterilen mikrofon kablosu aracılığıyla mikrofonu ulaşan elektrik desteği sağlar (Delen, 2017: 12).

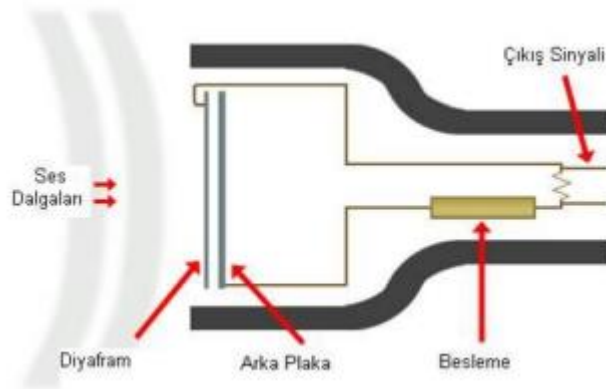
Kondansatör mikrofonlara ait bazı modellerde ise pil kullanılmaktadır (Shure PG 81). Genelde iki büyük kalem pil ile kullanılan bu modeller, extra +48 volt enerjiye ihtiyaç duymazlar. Bu modellerin kullanılmasının diğer bir sebebi ise eski mixerlerin üzerinde “Power Phantom” desteğinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Kondansatör (condenser) mikrofonlarının frekans tepkisinde başarılı olmasının ana nedeni ise, mikrofon içinde diyaframa bağlı olan kondansatör levhanın oldukça hafif olmasından dolayıdır. Kondansatör mikrofonların aşırı hassas olması nedeniyle genellikle durağan alanlarda (Stüdyo vs.) kullanılmaktadır. Diğer bir yandan bağlama (cura vs.) gibi düşük ses seviyesine sahip olan çalgılarda da doğal tınısına yakın duyum elde etmek için tercih edildiği görülmektedir (Tarıkçı, 2015: 45-46).



**Şekil 14.** Kondansatör (condenser) mikrofonun çalışma prensibi

#### 2.4.5. Electret – Condenser Mikrofonlar

Bu mikrofonların kullanım alanları daha çok mobil olan alanlardır. Spikerlerin ya da sunum yapan kişilerin yakalarına takılarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda günümüz teknolojisinde oldukça yer eden akıllı telefonlarda da kullanılmaktadır. Kondansatör mikrofonların prensipleri gereği +48 volt enerjiyle çalışmaktadırlar. Electret mikrofonların diğer kondansatör mikrofonlardan ayıran en belirgin özellik kendi iç sisteminde var olan metal levhaların değişmeyen sabit bir enerji ile yüklenmiş olmasıdır (Şekil 15). Bundan dolayı kapsüller harici bir enerjiye ihtiyaç duymaz (Önen, 2007: 108).



**Şekil 15.** Electret – Condenser Mikrofon Kesiti

## **2.5. Mikrofonlama Teknikleri**

Herhangi bir ses kaynağından alınacak olan seslerin, doğru ve doğal bir biçimde kaydetmenin en önemli yolu mikrofon seçimi ve mikrofonlama tekniklerinin bilinmesinden geçmektedir. Ses kaynağı, gerek çalgı olsun gerek insan sesi olsun en iyi sonucu almak için mutlaka doğru bir mikrofon konumlandırmasına tabi tutulması gerekmektedir. Uygulanacak olan mikrofonlama tekniklerinde genelde bir ya da iki mikrofon kullanılmaktadır. Fakat daha fazla mikrofonlar kullanılarak da alınan kayıtlar mevcuttur (Önen, 2007: 117).

### **2.5.1. Uzak Mikrofonlama (Distant Microphone Placement)**

Çoğunlukla büyük koroları kayıt etmek için tercih edilen mikrofonlama teknikleridir. Kalabalık kişi sayısına sahip olan koral yapılar var oldukları mekân içerisindeki akustik dengeye göre “uzak mikrofonlama” tekniği uygulanmaktadır. Mikrofonların bu topluluklara olan uzaklığı yaklaşık 1 metre civarında olmalıdır. Mikrofon kaydedilecek oda içerisinde var olan tüm sesleri alacağından, mekânın (alanın) akustik açıdan büyük önemi bulunmaktadır (Önen, 2007: 118).

### **2.5.2. Yakın Mikrofonlama (Close Microphone Placement)**

Mikrofon ile ses kaynağı arasında en fazla 1 metre uzaklık ile kayıt edilmesi söylenece de birçok duruma göre bu uzaklık mesafesi 2 cm ile 30 cm arasında değişiklik göstermektedir. Bu uzaklık arası yapılan mikrofonlama tekniklerine “Yakın Mikrofonlama Teknikleri” denmektedir. Burada ses kaynağının kendine ait özellikleri belirleyici olduğundan dolayı bu mesafeler önem arz etmektedir. Bu teknikte, ses kaynağı ile mikrofon arasında mesafe kısa olduğundan dolayı direkt ses kaynağından gelen ses kayıt edilmektedir ve mekân içindeki diğer yansılardan meydana gelecek olumsuz seslerden fazla etkilenme olmamaktadır (Önen, 2007: 118).

Çalgının sesini daha parlak (net) aldığı ve alan (mekân) akustiğinin olumsuz yansımalarından uzak olduğu için mix yapacak tonmaystere büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu sayede yakın mikrofonlama tekniği günümüz stüdyo kayıtlarında en yaygın kullanılan tekniktir (Delen, 2017: 16).

### 2.5.3. Mono Mikrofonlama Teknikleri

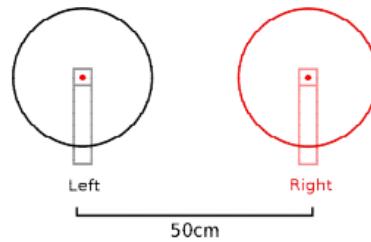
Var olan ses kaynağına tek bir mikrofonun konumlandırılması ile elde edilen tekniğin adıdır. Genelde en çok tercih edilen mikrofonlama tekniği olup tek mikrofonun konumlandırılması ve kayıt altına alınması ile elde edilmektedir. Gerek sahne sanatlarında gerekse stüdyo gibi profesyonel alanlarda kullanılan bir yöntemdir. Küçük diyaframlı ya da büyük diyaframlı mikrofonlar, condenser (kondansatör) ya da dinamik mikrofonlar fark etmeksizin Mono Mikrofonlama Teknikleri içerisinde kullanılabilir. Büyük korolarda ise uzak mikrofonlama yapılarına mono tekniği uygulanmaktadır. Aynı zamanda faz problemlerini de sıfıra indirgemesi nedeniyle çokça tercih edilen bir mikrofonlama tekniğidir (Akkaş ve Ziyagil, 2021: 120).

### 2.5.4. Stereo Mikrofonlama Teknikleri

Stereo mikrofonlama, ses kaynağı ya da çalgıdan alınan seslerin iki mikrofon aracılığı ile kayıt edilmesidir. Stereo mikrofonlama tekniği uygulanırken “M-S” tekniği ve bazı özel uygulamalar haricinde iki mikrofonun da aynı marka ve fabrikada üretilirken arka arkaya çıkmış (matched pair / eşleştirilmiş) model olması gerekmektedir (Önen, 2007, s. 120).

#### 2.5.4.1. AB (Spaced Pair) Stereo Mikrofonlama Tekniği

AB stereo mikrofonlama tekniği, stereo imaj (sağ-sol panlama) denilen kayıt tekniğini barındıran bir yöntemdir (Şekil 16). Var olan çalgı ya da ses kaynağına doksan derecelik bir açı ile mikrofon diyaframlarının çalgının ses tablasını görecek şekilde bakması sağlanır. Aynı zamanda düz bir bar (çubuk) üzerinde birbirine paralel konumlandırılan iki pair (eşleştirilmiş) mikrofonlar kullanılarak alınan kayıt tekniğidir. Bu mikrofonlama tekniği kullanılarak meydana gelen stereo duyumu, ses dalgasının kuvveti ile geliş süresindeki farklılara bağlı olarak oluşmaktadır (Kakı, 2012, 64).

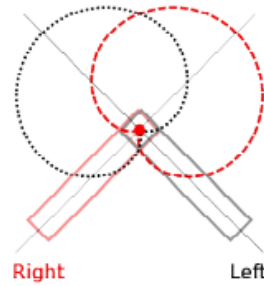


Şekil 16. “AB” Mikrofonlama Tekniği

Bu teknik kullanılırken çoğunlukla mikrofonlar üzerinde bulunan multi pattern seçeneklerinden, “Cardioid” ya da “Omnidirectional” yapısı tercih edilmelidir. Bu mikrofonlama tekniklerinde her iki eş mikrofonun birbirine olan uzaklığı uygulanacak olan çalgıya göre 30 ile 50 cm arasında değişkenlik göstermektedir. Mikrofonlar arasındaki uzaklık ne kadar fazla olursa bundan dolayı ortaya faz dediğimiz problemlerin çıkması kaçınılmaz olmaktadır (Şarman, 2010: 33).

#### 2.5.4.2. XY Stereo Mikrofonlama Tekniği

XY stereo mikrofonlama tekniği aynı düzlem doğrultusunda birbirine paralel olarak konumlandırılan ve pair mikrofonlar ile uygulanan mikrofonlama tekniğidir (Şekil 17). Mikrofonların diyafram kısımları birbirini kesecek ve yakın bir şekilde konumlandırılmalıdır. Bu konumlandırma sayesinde mikrofonlara gelen ses frekansları arasındaki faz farkı en aza indirildiği için faz problemi açısından büyük bir sorun teşkil etmeyecektir (Kakı, 2012: 67).

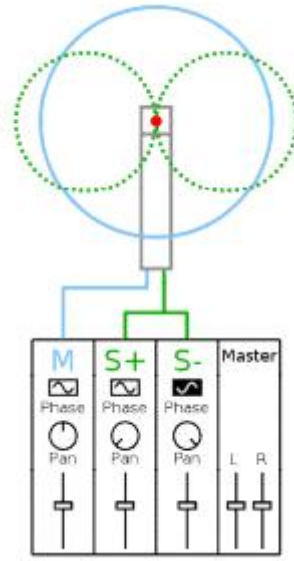


Şekil 17. “XY” mikrofonlama tekniği

#### 2.5.4.3. M-S Stereo Mikrofonlama Tekniği

Bu teknikte bir cardioid bir de bidirectional polar yapıya sahip mikrofonlar kullanılmaktadır (Delen, 2017: 18). Burada kullanılan iki mikrofondan cardioid yapıya sahip olanın diyaframı çalgının (ses kaynağı) center (merkez) bölgesine konumlandırılırken (Şekil 18), bidirectional olan mikrofonun diyaframı ise hem sağa hem de sola bakacak şekilde ayarlanmalıdır (Şarman, 2010: 33). MS veya orta taraf stereo mikrofonlama tekniği, yakın kullanımda iki adet mikrofon kapsülü kullanması açısından “XY” stereo mikrofonlama yöntemine oldukça benzer yapıdadır. Bu, iki adet kesişen mikrofon biçimini veya MS stereo modülüne geçirilmiş tek bir stereo mikrofon biçimini alabilmektedir (Yasui vd., 1998: 104).

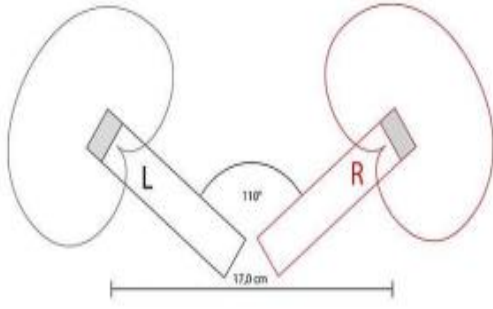




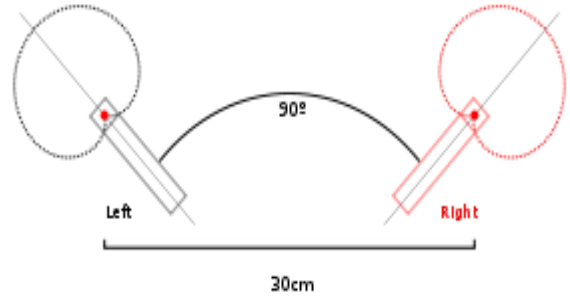
Şekil 18. M-S Mikrofonlama Tekniği

#### 2.5.4.4. ORTF ve NOS Tekniği ile Stereo Mikrofonlama

Bu mikrofonlama teknikleri “Spaced Pair” ve “XY” mikrofonlama tekniklerinin özelliklerini taşımaktadır. Yine matched pair (eşleştirilmiş çift mikrofon) mikrofonlar kullanılarak “ORTF” ve “NOS” mikrofonlama tekniği uygulanmaktadır. Şekil 20’de görüldüğü gibi mikrofonların yönleri belli bir açı (110 ya da 90 derece) ile aynı düzlem doğrultusunda yerleştirilmektedir. Kullanılacak olan iki mikrofon arasındaki uzaklık birbirine yakın dar bir konumda ise stereo imaj oluşacak, geniş ise orta alan boş kalıp sol ve sağ taraftan gelen sesler algılanarak kayıt edilecektir (Şarman, 2010: 33). Birbirine paralel düzlemde konumlandırılan iki cardioid mikrofonun birbirine olan 110 derecelik açısıyla ve diyaframlarının arasında yaklaşık 17 cm uzaklık olacak şekilde yerleştirilmesiyle meydana gelen stereo mikrofonlama tekniğine “ORTF” (Şekil 19) denilmektedir. Yine aynı cardioid yapıya sahip mikrofonların aynı düzlem doğrultusunda aralarında yaklaşık 30 cm uzaklık ile 90 derece açı ile konumlandırılmasıyla oluşan tekniğe de (Şekil 20) “NOS” tekniği denir (Önen, 2007: 123).



Şekil 19. ORTF stereo mikrofonlama



Şekil 20. NOS stereo mikrofonlama tekniği

## 2.5. Yönel Mikrofon Tipleri

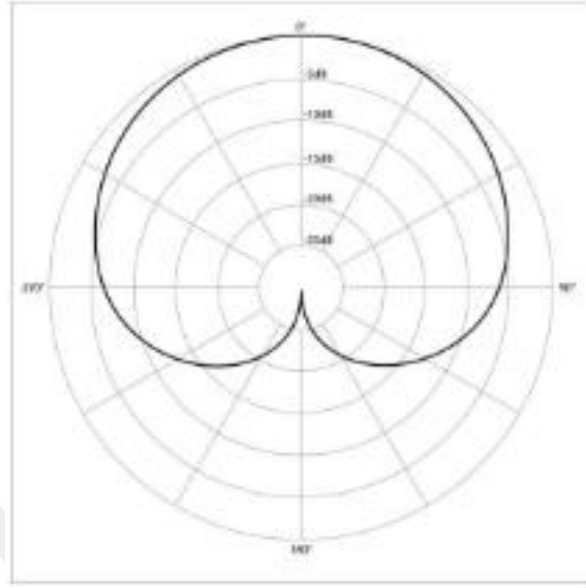
Bir mikrofonun yön özellikleri, farklı açılardan gelen ses dalgalarına duyarlılığını belirlemektedir. Bir mikrofonun yön özelliklerini temsil eden grafiğe mikrofonun kutupsal modeli denmektedir. Mikrofonlar, yön özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

1. Bir yöne duyarlı mikrofonlar (Uni-Directional)
  - (a) Kardioid (cardioid)
  - (b) Süper-kardioid (super-cardioid)
  - (c) Hiper-kardioid (hyper-cardioid)
2. İki yöne duyarlı mikrofonlar (Bi-Directional veya Figure-8)
3. Her yöne duyarlı mikrofonlar (Omni-Directional)
4. Çok desenli mikrofonlar (Multi-Pattern)
5. Yüzey mikrofonları (Boundary - PZM)

### 2.5.1. Bir Yöne Duyarlı (Uni-Directional) Mikrofonlar

Tek yönlü mikrofonlar sese en çok ön taraflarından duyarlıdır, arkadan veya yandan gelen sesi reddederler (Şekil 21). Bu ön odaklı pick-up pattern'i, mikrofonu bir ses kaynağına yönlendirmeye, ses kaynağını istenmeyen ortam sesinden izole etmeye olanak tanıyarak, canlı performans, gürültü azaltma (noise reduction) ve geri besleme (feedback) bastırma için gereken durumlarda idealdir. Tek yönlü mikrofonlar, canlı

performanslarda ve çalgı mikrofonlama uygulamalarına kadar çok çeşitli uygulamalar için en yaygın kullanılan mikrofon tipidir (Owsinski, 2005, s. 14).

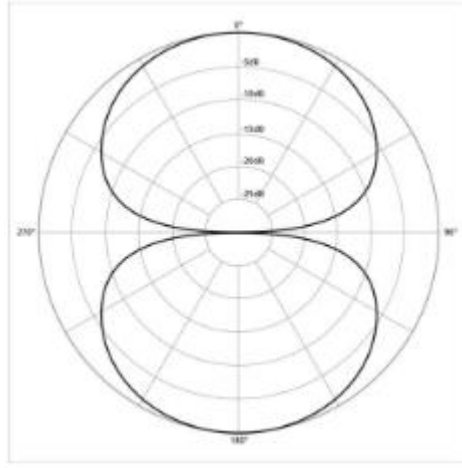


**Şekil 21.** Kardioid bir mikrofonun kutupsal deseni

En yaygın olarak kullanılan tek yönlü başlatma modeli tipi kardioiddir. Adını mikrofonun kalp şeklini andıran polar yapısından almaktadır. Kardioid mikrofonlar, mikrofonun önünden gelen seslere göre yandan gelen seslere 5-6 dB, arkadan gelen seslere 25-30 dB daha az duyarlıdır. Diğer iki tek yönlü mikrofon türü, süperkardioid ve süperkardioid, kardioid mikrofonlara göre yandan gelen sese daha az duyarlı ve arkadan gelen sese daha duyarlıdır. (Önen, 2007: 126-127).

### **2.5.2. İki Yöne Duyarlı Mikrofonlar (Bi-Directional)**

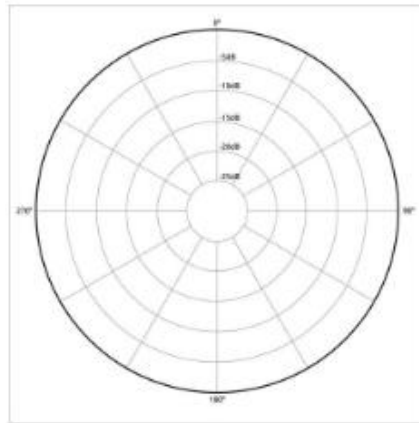
İki yönlü mikrofonlar hem önden hem de arkadan gelen seslere duyarlıdır (Şekil 22). Yanlardan gelen ses dalgalarını reddederler. İki yönlü mikrofonlar 8 şekline benzeyen bir kutup modeline sahiptir. Ön ve arka hassasiyet, stereo kayıt veya iki ayrı çalgıyı aynı anda kaydetmek için idealdir. Neredeyse bütün şerit mikrofonlar iki yönlüdür (Zeren, 2020: 43).



**Şekil 22.** İki Yöne Duyarlı (Figure-8) Bir Mikrofonun Ait Kutupsal Desen

### 2.5.3. Her Yöne Duyarlı Mikrofonlar (Omni-Directional)

Çok yönlü mikrofonlar, her yönden gelen sese eşit derecede duyarlıdır (Şekil 23). Bu tür mikrofonlar, bir veya iki yönlü pick-up pattern'a sahip olan mikrofon çeşitlerine göre, yönsüz tasarımlarından dolayı daha doğal bir sese sahiptir. Çok yönlü mikrofonlar, stüdyolarda ve akustik özelliklere sahip ortamlarda, oda sesini kaydetmek için çok uygundur. Gürültü seviyesi düşük olduğu sürece, birden fazla çalgıyı kaydetmek için de kullanılabilirler. Bununla birlikte, arka plan sesini fazlasıyla almaları nedeniyle, monitör geri beslemesine (feedback) sebep olurlar. Yüksek sesli ve gürültülü alanlar için uygun değildir. Bu yüzden konser ve benzeri seslendirme uygulamaları için pek kullanışlı olmamaktadırlar (Zeren, 2020: 42).



**Şekil 23.** Her Yöne Duyarlı Bir Mikrofonun Ait Kutupsal Desen

## 2.6. Dijital Ses

Phonograph kayıtları veya bantlar gibi analog kayıt biçimleri, ses dalgalarını olduğu gibi temsil eder. Ancak dijital kayıtlarda durum farklıdır. Dijital kayıtlarda ses dalgaları birbirinden eşit uzaklıkta bir dizi nokta ile temsil edilmektedir. Ses dalgasından alınan her noktanın sayısal bir değeri bulunmaktadır. Dijital kaydın kalitesi temel olarak iki faktöre, örnekleme hızına ve bit derinliğine bağlıdır. Örnekleme hızı, ses dalgasını dijital ortamda temsil etmek için bir ses dalgasından saniyede kaç örnek veya örnek alındığını belirten bir değerdir. Sesin genlik değerine karşılık gelen voltaj seviyesi, analog ses sinyalinin saniyede alınan örneklerle temsil edilmektedir. Değer ne kadar büyük olursa, analog ses sinyali dijital ortamda o kadar doğru davranır. Ancak yüksek örnekleme oranlarının bilgisayarınızın işlemcisine aşırı yüklenerek sorunlara yol açabileceği unutulmamalıdır. Bit derinliği, kaydedilen sesin dinamik aralığını belirleyen bir değerdir. Dijital ortamda örneklenen sesin genliği bir ikili kod ile temsil edilir. Bu değer boyutuna (büyüklüğü temsil eden) bit derinliği denmektedir. Örnekleme hızı uyarısı geçerli olmakla birlikte, bit derinliği ne kadar büyük olursa, bir analog sinyalin dinamik aralığının dijital eşdeğeri o kadar doğru olmaktadır. Sesi dijital olarak kaydederken, analog kayıt olarak mikrofon ve hoparlör gibi elektronik ses teknolojileri kullanılmaktadır. Analog ve dijital ses kaydı arasındaki fark, ses sinyalinin sürekli ve kesintili olarak kaydedilmesidir (Bir, 2019: 12-13).

### 2.6.1. Dijital Ses Teknolojilerinin Tarihi

Dijital kaydın tarihi, 1930'larda telefon sinyallerini sürekli bir akış yerine küçük parçalara ayırma deneylerine kadar uzanabilir. Dijital kayıt teknolojisi, 1939'da Alec Reeves tarafından geliştirilen darbe kod modülasyonuna dayanmaktadır. Darbe Kodu Modülasyonu, analog ses sinyallerini dijital olarak örnekleme için günümüzün standart tekniğidir. Dijital kaydın ilk günlerinde, dijital olarak dönüştürülmüş sesler kasete kaydedilirken, kısa süre sonra kayıtlar disketlerde, sabit disklerde ve mikroişlemcilerde saklanmaya başlanmıştır (Danielsen, 2016: 10).

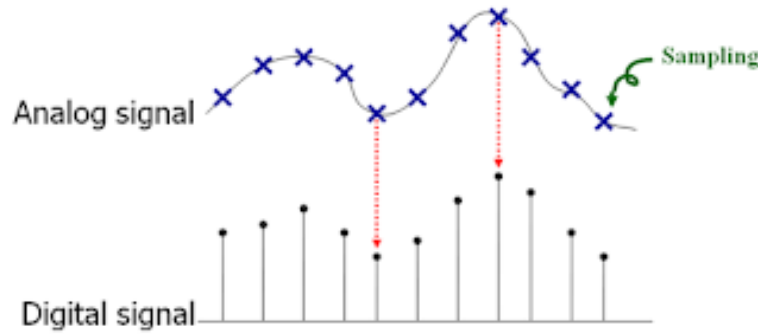
Sesi dijital verilere dönüştürme teknolojisi 1950'ler ve 1960'larda da ortaya çıkarken, gerçek "dijital devrim" 1980'lerde dijital sentezleyiciler, dijital örnekleyciler, MIDI iletişim protokolleri, CD'ler ve MP3'ler süreçte meydana gelmiştir. Dijital sinyal

işleme istasyonlarına dayalı kayıt platformları, müzik endüstrisinde kültürel bir değişimi beraberinde getirmiştir (Danielsen, 2016: 9).

Sayısal sinyal işleme istasyonlarının ve bu yazılımların çok yönlülüğü ve bu yazılımların ortak özellikleri paylaşan birçok uygulamada kullanılması yukarıdaki farklılıkları bulanıklaştırmaktadır. Bilgisayarlar için geliştirilen dijital müzik teknolojileri bir zamanlar sınırlı olsa da, 1980'lerin sonlarında önemli adımlar atmışlardır (Manning, 2013: 395).

### 2.6.2. Dijital Örnekleme

Sürekli bir analog ses sinyalini ayrıık ayrıık değerlere dönüştürmeye dijital örnekleme denir. Dijital ses teknolojisinde, dijital olarak örneklenmiş bir ses sinyali, bir analogdan dijitale dönüştürücü aracılığıyla RAM'de depolanır ve daha sonra dijitalden analoga dönüştürülmekte ve oynatılmaktadır. Günümüzde dijital örnekleme tekniklerini kullanan birçok enstrüman müzik yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araçlara örnekleyciler veya dijital örnekleyciler denmektedir (Bir, 2019: 13). Analog ses sinyali ile dijital olarak örneklenen ses sinyali arasındaki fark Şekil 24'de görülmektedir.



Şekil 24. Analog ve Dijital Ses Sinyali

Örnekleme yöntemleri, 1940'larda Pierre Schaeffer gibi öncü besteci ve mühendislerin doğada bulunan sesleri kaydedip bu sesleri tersten çalarak, hızlandırarak ve bölerek deneysel uygulamalarında bile görülebilmektedir. Günümüzün gelişmiş dijital örnekleme teknolojisi ile geleneksel müzik aletlerinin bilgisayar ortamında mükemmel yakın simülasyonu başlamıştır. Teknik olarak, herhangi bir dijital kayıt aslında bir örnektir, ancak bugünün kullanımında genellikle kısa perküsyonlar, döngüler, doğal ve günlük ortamlardan gelen sesler, teknoloji tarafından sentezlenen veya dönüştürülen

sesler veya bir MIDI klavyesi tarafından tetiklenen enstrüman örnekleri olarak kabul edilmektedir (Bir, 2019: 13).

### **2.6.3. Nyquist Kuramı**

Dijital kaydın temeli Nyquist teorisine dayanmaktadır. Bu teoriye göre, örnekleme hızı, örneklenecek en yüksek frekans değerinin en az iki katı olmalıdır. Günümüzde dijital kayıtlar tipik olarak 44100 Hz'dir. Örnekleme oranı değeri ile yapılmaktadır. Teorik olarak bu örnekleme hızı değeri kullanılarak dijital ortama aktarılabilecek maksimum ses 22050 Hz'dir (Bir, 2019: 15).

### **2.7. Ses Kayıt Teknolojisi ve Ses Kayıt Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi**

Ses kayıtları, konuşma vokalleri, şarkı söyleme, enstrümantal müzik ve ses efektleri gibi ses dalgalarının yeniden oluşturulmasıyla elektronik veya mekanik olarak yapılan ses kayıtlarıdır. Analog kayıt ve dijital kayıt, kayıt teknolojisinin iki ana kategorisidir.

Ses kayıt teknolojisi dönemin şartlarına bağlı olarak hızlı bir şekilde gelişen uzun bir süreçtir (Yanar, 2021: 8).

Fransız Eduard-Leon Scott'ın, 1857 yapımı fonografi, ses kaydı yapabilen ilk alettir. Bu alet, karbon kaplı bir yüzey üzerinde hareket eden bir iğneyle kayıt yapıyordu. 1877'de, Amerikalı Thomas Edison fonografi icat etmiştir. Bu alet, sesi kaydedebilen ve yeniden çalabilen ilk alettir. İlkel ses kaydı cihazları mekanik olarak çalışıyorlardı. Bir boruyla toplanan ses titreşimleri, bir disk ya da silindir üzerinde çizikler çizmesi için iğneyi hareket ettirmek suretiyle ses kaydı yapılmaktaydı (Göktürk, 2019).

Dijital ses ayrıca akustik ve dijital öncesi elektronik kayıtların restorasyonu ve yeniden üretiminde önemli adımlar attı ve hatta tüketici sınıfı ücretsiz dijital yazılımlar bile eski 78rpm ve vinil kayıtlardaki çizikleri, yüzey gürültüsünü ve diğer tutarsızlıkları gidermede çok etkilidir. Gerekli sonik eserler ve neredeyse tüm ciddi şekilde hasar görmüş kayıtların ses kalitesini büyük ölçüde iyileştirdi. Dijital ses dosyaları, kayıttan bir çağın sonunu ve diğerinin başlangıcını işaretlemektedir. Dijital dosyalar, ticari ses kayıtlarını yakalamanın, üretmenin ve dağıtmanın birincil yolu olarak ayrı, özel fiziksel kayıt ortamı (diskler veya bant makaraları, vb.) oluşturma veya kullanma ihtiyacını etkin

bir şekilde ortadan kaldırır. Bu dijital dosya formatlarının gelişmesiyle eş zamanlı olarak, evde bilgisayar kullanımındaki muazzam büyüme ve İnternetin hızla genişlemesi, dijital ses kayıtlarının artık bir dizi manyetik ve optik kayıta tamamen elektronik olarak yakalanabileceği, işlenebileceği, çoğaltılabileceği, dağıtılabileceği ve saklanabileceği anlamına gelmektedir.

## **2.8. Disk Kayıt Sistemleri**

### ***Hard Disk***

Hard Disk kayıt sistemleri bantlı analog ve dijital kayıt sistemlerine göre birçok avantaja sahiptir. Çoğu hard disk sistemi editing işlemlerini non-destructive olarak yapılmasına imkân verir. Non-destructive olarak çalışırken sistem ses dosyasının aslını saklar, dosyayı yaptığınız değişiklikler doğrultusunda region adı verilen parçalara bölmektedir. Herhangi bir region üzerinde değişiklik yapmak istediğinizde ise sistem bu region'm bir kopyasını çıkartır ve değişiklikleri bu kopya üzerinde gerçekleştirmektedir.

Modern hard disk kayıt sistemlerinin birçoğu DSP (Digital Signal Processing) işlemlerini hem real-time hem de non real-time olarak gerçekleştirmenize imkân vermektedir. Dijital bir sistemin ses dosyası üzerinde uyguladığı tüm efektler, eq, kompresör ve diğer işlemler DSP adı altında toplanmaktadır.

Non real-time digital signal Processing, gerçek zamanlı olmayan dijital sinyal işleme (DSP) şeklindedir. Yapılan işlemler direkt olarak ses dosyası üzerine veya siz save komutu verinceye kadar saklanmak üzere temp file ya da temporary file adı verilen geçici bir dosyaya yazılmaktadır. Non-destructive olarak çalışan sistemlerde yapılan değişiklikler için yeni bir region yaratılır, ses dosyasının aslına dokunulmamaktadır. Real-time digital signal Processing gerçek zamanlı DSP anlamına gelmektedir. Bu tip sistemlerde sinyal işleme adından da anlaşılabilirliği gibi gerçek zamanlı olarak gerçekleşmektedir (Önen, 2007: 163-166).

### ***Sampler***

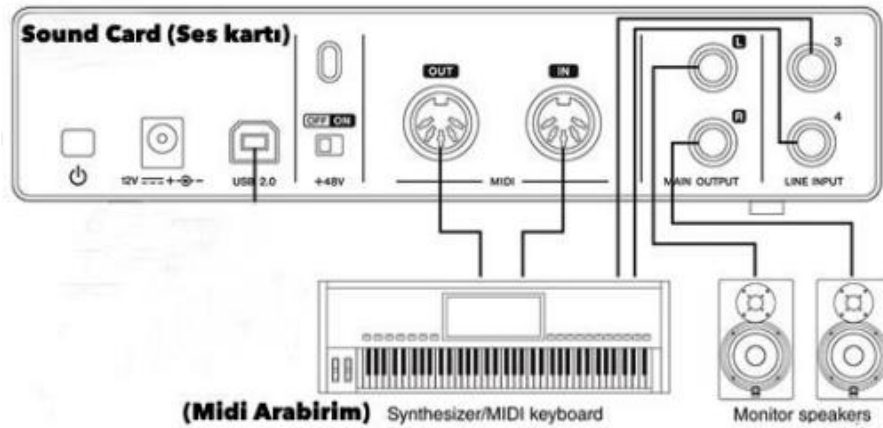
Sampler, kayıt anında dijitalle çevirdiği sesi kaydeden ve anında okuyan ve hafızasından tek bir komutla dijitalle çeviren bir cihazdır.



Samplerın en büyük özelliği real-time olarak hafızasındaki sesleri müzikal aralıklarda, hem aşağı hem de yukarı, transpoze edebilmesidir. Modern samplerlar bu işlemi polifonik (polyphonic) olarak yapabilir. Polifonik özellikli samplerlar birden fazla sesi aynı anda çalabilmektedir. Samplerın hafızasına yüklenen sesler, samplerlar, bir klavye aracılığıyla tetiklenebilmektedir. Samplerın hafızasına birden fazla ses yüklendiğinde istenilen sample klavyede istenilen bir tuşa veya tuş grubuna ayarlanabilir; buna İngilizcede assignment denilmektedir. Samplerlar hem müzik (enstrüman sesleri için) hem de film ve video post prodüksiyonunda (efektler ve benzeri sesler için) kullanılmaktadır. Samplerlar iki gruba ayrılır, Bunlar Hardware ve softmaredir (Önen, 2007: 166).

### 2.9. MIDI (Musical Instrument Digital Interface)

MIDI kelimesinin açılımı “Musical Instrument Digital Interface” yani “Müzik Enstrümanları Dijital Arabirimidir (Şekil 25). En basit haliyle MIDI, çalınacak notaları, enstrümanların ne zaman ve nasıl çalındığını, program değişikliklerini, enstrümanlar arasındaki senkronizasyonu, bir parçanın temposunu ve daha fazlasını içeren verileri taşıyan dijital bir protokoldür (Önen, 2007: 252).



Şekil 25. MIDI Arabirim (Klavye) ve Ses Kartı Bağlantısı (Önen, 2007: 252).

MIDI klavyelerin kendi hafızlarında ses bankaları yoktur. Ancak son yıllarda bazı MIDI klavyelere bir takım yeni sesler de eklenmektedir. Günümüzde midi klavyeler “USB” kabloları aracılığı ile bilgisayara girilerek kullanılmaktadır. Aynı zamanda direkt ses kartına midi kablo aracılığı ile de bağlanabilirler. MIDI arabirimler sadece klavye olarak değil birçok farklı modeller de bulunmaktadır. Bu modellerin hepsi aynı mantık

ile çalışıp ihtiyaca göre farklı müzik alanlarında kullanılmaktadır. MIDI arabirimler USB yolu ile bağlanabildiği gibi aynı zamanda ses kartları üzerinde bulunan MIDI-in(out) girişleri kullanılarak da aktif edilebilmektedir (Ziyagil, 2021: 45).

## 2.10. Kabak Kemane

Kabak kemane, köklü bir geçmişe sahip halk müziği çalgılarından biridir. İlk Türk toplumuna kadar uzanan bu çalgı, zaman içinde evrilmiş ve belli bir ölçüde gelişmiş, ancak menşei olduğu diğer çalgıların tınlarından çok da uzaklaşmamıştır (Şekil 26).



Şekil 26. Kabak Kemane

### 2.10.1. Kabak Kemanenin Tarihsel Gelişimi

Türklerde yaylı çalgı, asırlarca “İklığ” sözcüğü ile karşılanırken İran’da yaygın olan “Kemençe” deyişi XV. yüzyıldan itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Türkçe “Gıçak” ve “İklığ”ı, kemençe sözcüğü ile birlikte kullanılmıştır (Kaya, 1998: 17).

Gövdesi su kabağından yapılmış olan ve kabağın kesilmiş olan tarafına genellikle yürek zarı kaplanmakta olan kabak kemane, köken olarak İklığa kadar dayanmaktadır. Tutma ve çalma biçimi açısından da birbirlerine benzemektedirler. Bu açıdan bakılarak kabak kemanenin atası olduğunu söylemek mümkündür. İklığ; Anadolu’da Dızdır, Çağana, Gıvgıv, Gıygı, Gıygıy, Gıyırak, Gangili ve Hegit’i gibi değişik isimlerle

anılmaktadır. Bu gün ise İkliğ ismi yalnızca iki telli çalgıda anılırken üç ve dört telli çeşitleri kemane adıyla bilinmektedir. Gövdesi yarım küre, deri kapaklı, dize konulmak suretiyle çalınan yaylı çalgılar içerisinde olan çalgıların bütünü İkliğ ailesi olarak ta bilinmektedir (Akyol, 2017: 164).

Çalgının şekli zamanla pek değişmese de farklı isimler almıştır. Görüldüğü gibi bunlar genellikle çalgının yayından, çalınış tarzından ve kullanılan aletlerden kaynaklanmaktadır. İnsan yaptığı her şeye veya olaya daima isim vermektedir. Bu nedenle de, kabaktan yapılmış bir çalgıya, ok ile çalındığı için okluğ, ıkınarak, gıcirtılı bir ses verdiği için de İkliğ denilmiş, okluğ sözcüğü de zamanla ıklığ'a dönüşmüştür. Ok ile çalınan bu çalgı, Asya kıtasının değişik yerlerinde farklı isimler almış durumdadır. Anadolu'da ise, su kabağından yapılan bu çalgıya kabaktan kemane, daha sonra da kabak kemane adı verilmiştir. Niğde bölgesinde gıv gıv, Denizli taraflarında gıvgı, Trakya taraflarında gıygı, Çorum ve Samsun taraflarında gıygırak, Malatya ve İzmir yörelerinde ise gıy gıy ismi verilmiştir (Urhan, 2014: 1).

Zamanla yaygınlaşmaya başlayan çalgı, kültürel süreçlerden etkilenmesi ve dolayısıyla müziğin yapısını değiştirmesi sonucu bazı yapısal değişikliklere uğramıştır. Geçmişte elektrik teli olarak “bağırsak” kullanılırken, sanayileşme etkisi yaklaştıkça yerini “çelik” tel almıştır. Yine “atkuyruğu kılı” daha önce yay olarak kullanılırken, günümüzde yerini “misina” denilen endüstriyel bir malzeme almıştır. Atkuyruğu yaylarının kullanımında gerdirmeye elle yapılırken, olta yaylarının kendi gerdirmeye sistemi vardır. Bu yay aynı zamanda bir keman yayıdır. Eskiden üç telli bir kabak kemanı olarak kullanılan, son zamanlarda orkestraları ve solistleri ve ayrıca çeşitli çalma tekniklerini barındırmak için dördüncü bir tel gerekli olmuştur. Bugün, kabak kemanının en yaygın şekli dört tellidir. En ince tel olan birinci telden itibaren akort şekli; re-la-re-la şeklindedir. Bu dört telli kabak kemanelere çoğunlukla çelik bağlama teli takılmaktadır. Buna göre; en alt tel olan I. tel 0.20 bağlama teli, bir üstündeki tel olan II. tel 0.30 bağlama teli, III. tel ince sırma bağlama teli ve IV. tel ise kalın sırma bağlama telidir (Çelik, 2018: 13).

Ayrıca müzik anlayışının derinleşmesi ve müzik eğitiminin yaygınlaşmasıyla birlikte ülkemiz de farklı akort sistemlerini benimsemiştir. Bazı parçaların farklı akort sistemlerinde çalınması gerektiğinden, “re-la-re-sol” veya “mi-la-re-sol” gibi akort sistemleri de kişiden kişiye değişebilen aralıkları barındırmak için kullanılmaktadır.

Değişen bir diğer enstrümantal bölüm ise perküsyondur. Kabak kemanının alt sınırı hayvan zarının üzerinde bulunduğundan, sıcaklık değişimleri kemanın akordeonunu hızla etkileyebilir. Hem bu ihtiyaca yönelik hem de kolay ayar imkanı sağlayan mekanik helezonlar son zamanlarda daha popüler hale gelmiştir. Bu da enstrümanın gelişiminin devam ettiğini göstermektedir. Bu arada, Kabak kemancı beş ve altı telli çalgılar üzerinde deneyler yapıyordu. Sanatçılar tarafından yaygın olarak kullanılmasa da, bazı sanatçılar bunu TV şovlarında ve albüm kayıtlarında kullanır. “Kabak Kemane”, daha çok “Türk yöresi” olarak bilinen bölgeyle özdeşleşen, ülkemizin hemen her yöresinden türkülere eşlik etmek için kullanılabilir. Bugün Türkiye’de yaşayan Kabak Kemanenin yerel icracıları hakkında bilgi edinebileceğimiz en önemli kaynak, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Ankara Devlet Konservatuvarı Halk Bilimleri Arşivi’ne 1937-1952 yılları arasında yapılan resmi derlemedir. Bu derlemeler Türkiye’nin hemen her yöresinde üretilmektedir. Kabak kemanının yöresel icracıları ve çalım teknikleri hakkında bilgi edinebileceğimiz bu derleme çalışmalarının özellikle araştırmadan elde edilen Antalya, Burdur, Isparta ve Muğla yörelerinde yapılmıştır (Çekik, 2018: 21). Teknolojinin gelişmesi ve iletişim araçlarının gelişmesi, günümüzde kabak kemanının daha çok tanınmasını sağlamıştır. Ancak çalgının perdesiz ve yaysız çalınması, çalgıda bazı teknik zorluklar yaratmaktadır. Bu durum kabak kemanının diğer halk çalgıları “Bağlama” kadar popüler olmamasına neden olmuştur. Yeni nesil müzisyenlerin farklı müzik türlerine eşlik etmesi enstrümana evrensel bir boyut kazandırmış ve diğer ülkelerde de merak uyandırmıştır.

Kabak kemane, gerek yerel icracılar tarafından gerekse TRT, Kültür Bakanlığı Türk halk müziği koroları gibi kurumsal alanlarda görev yapan icracılar tarafından Türk halk müziği repertuarının icra edilmesinde kullanılan bir yaylı çalgıdır. Diğer taraftan 1980’li yıllardan itibaren Türk müziği konservatuarlarında kabak kemane eğitimi verilmeye başlamış ve özellikle son yıllarda kabak kemane çalgısını seçen öğrencilerde gözle görülür bir artış gözlenmektedir. Bu noktada, kabak kemanenin ilk dönemler yerelde bilinen ve icra edilen bir çalgıyken, daha sonra ulusal alanda tanınan ve icra edilmeye başlayan bir çalgı haline dönüştüğü görülmektedir. Bu noktada çalgının köyden kent ortamına taşınmasında ve yerelden çıkıp ulusal anlamda tanınmasında katkı sağlayan en önemli kurum TRT’dir. TRT içerisinde radyo ve televizyon programlarında görev alan “Yurttan Sesler Topluluğunda kabak kemanenin yer almaya başlaması, çalgının

profesyonel icracılarının yetişme sürecine oldukça önemli katkı sağlamıştır (Çelik, 2017: 155).

## 2.10.2. Kabak Kemanenin Yapısal Özellikleri

Kabak Kemane yapısı bakımından bölümler halinde ele alınırsa; gövdesi, sapı, burguları, telleri ve yayı şeklinde gruplandırmak mümkündür.

### 2.10.2.1. Kabak Kemanenin Gövdesi

Kabak Kemanenin gövde kısmı genellikle 14-17 cm ölçüsündeki su kabağından yapılmaktadır (Şekil 27).



Şekil 27. Kabak Kemanenin Gövdesi

Havada kurutulmuş kabak boşaltıldıktan sonra yaklaşık 12 cm çapında kesilir ve büyükbaş hayvanın perikardı gerilir ve bu kesime yapıştırılır. Bu tür yapıştırma işlemlerinde boncuk tutkalının tercih edildiği bilinmektedir. Bu yapıştırıcının en önemli özelliği balkabağına ve cilde zarar vermemesi, dolayısıyla rezonansı olumlu etkilemesidir. Kabak Kemanenin gövdesi son zamanlarda geliştirilmiş olup çeşitli ağaçlardan yapılmıştır. Bu ağaçlar genellikle Afrika'da yetişen dut, ceviz, ardıç, kelebek ve gül ağacı vb. ağaçlardır. Sert ve dayanıklı ağaçlardır. Bu ağaçlar yapım aşamasından iki farklı şekilde geçmektedir. “Yaprak gövdesi” adı verilen ilk yapıda, ağaç yaklaşık 5 cm uzunluğunda dilimler halinde kesilir ve daha sonra dilimler bir araya getirilerek su kabağını andıran küresel bir şekil oluşturulur. “Oymalı gövde” olarak adlandırılan ikinci yapı, ağacın ahşap bir tornada su kabaklarına benzer küresel şekillere oyulmasıyla elde edilmektedir. Gövdenin arkasında ses deliği adı verilen dairesel ve 3.5-4 cm çapında bir delik vardır. Vücuttaki ses titreşimleri bu boşluktan iletilir ve balkabağı kemanının sesini

yüksek yapmaktadır. Kabak kemanının gövdesinin derisinde, içinden tellerin geçtiği “köprü” adı verilen yaklaşık 4 cm uzunluğunda bir tahta parçası vardır. Bu ağaç parçası, tellerden gelen ses titreşimlerini çok iyi ileten kelebek ağacından yapılmıştır (Sezer, 2016: 3-4).

#### 2.10.2.2. Kabak Kemanenin Sap Kısım

Genellikle palmiye, gürgen, ceviz, şimşir, dişbudak vb. sert yapıdaki esneklik göstermeyen ağaçlardan yapılmaktadır (Şekil 28).



Şekil 28. Kabak Kemanenin Sap Kısım

Kabak kemanenin sap ölçüleri; Çam ağacından yapılmış sap (uzunluk 460 mm, genişlik 17 mm, derinlik 25 mm, arkası yuvarlatılmış) 30 mm'ye kadar uzatılabilir, helezonlu kısım sapın en ucunda 160 mm'lik bir bölüm oyularak yapılmıştır. Baş düz bir kamadır. Son vida deliğinden ölçülen uzunluğu 85 mm'dir. Sapın arkası, zanaatkârların şerit dedikleri şekilde düz bir şekilde kesilir. Sapın ön tarafında klavye adı verilen bir bölüm vardır. Bu kısma üretim ustaları arasındaki dil denir. Dil kısmının uzunluğu yaklaşık 29.5-30 cm'dir. Klavye kısmı için abanoz, altın ahşap, yılan dili, kelebek vb. Sert ağaç tercih edilir. Kabak Kemanenin sapı gövdeye bağlayan “hayat direği” adı verilen bir iç kısmı vardır. Bu parça, boynun alt kısmından başlayan, vücudun içinden geçen ve vücudun alt kısmından dışarı doğru uzanan, icracının dizlerine dayanan önemli bir parçadır. Kabak Kemanenin kulpunun üst kısmında klavyenin sonunda “Üst Eşik” adı verilen tellerin geçtiği 0,5 mm kalınlığında bir tahta parçası bulunmaktadır. Bu parça insanlar arasında bir köprü olarak da bilinmektedir (Sezer, 2016: 4-5).

### 2.10.2.3. Kabak Kemanenin Burgu Kısım

Kabak Kemanenin klavye üst bitiminden motif bölümüne kadar olan kısmıdır (Şekil 29). Yaklaşık 11-13 cm uzunluğundadır. Üst pervazdan gelen telin tırnağa ulaşması için yaklaşık 2 cm çapında ve 10 cm uzunluğunda bir kanal açın. Bu kısımda kabak kemanını ayarlamak için tellerin takılacağı mandallar (kulaklar) bulunmaktadır. Geçmişte Kabak Keman bitleri için kullanılan ud ve bağlama bitleri görülürken, günümüzde gitar ve cümbüş bitlerinin tercih edildiği bilinmektedir. Kabak kemanının sarmal kısmının üst kısmına, göze hitap etmesi için çeşitli desenler yapılmıştır (Çelik, 2017: 155).



Şekil 29. Kabak Kemanenin Burgu Kısım

### 2.9.2.4. Kabak Kemanenin Yayı

Diğer telli çalgılar gibi, kabak kemanı da THM'nin deri kılıflı tek telli çalgısıdır ve 50-55 cm'lik bir çubuğa at kılının bağlanmasıyla yapılmaktadır (Şekil 30). Gerginliği sağ elin parmakları tarafından sağlanır. Sağ el germe artık restorasyon (ince ayar) yardımı ile geliştirilmekte ve yapılmaktadır (Emnalar, 1998:79). Kabak kemanının yay ve sap kısmında kullanıma uygun ağaç türleri tercih edilir. Yay genellikle akçağağaçtan yapılmaktadır (Çelik, 2010: 89).



**Şekil 30.** Kabak Kemanenin Yayı

#### **2.9.2.5. Kabak Kemanenin Telleri**

Eski zamanlarda üç telli kemanlarıyla tanınan Kabak kemanları, günümüzde dört telli kemanlarla ortaktır. Tellerin eklenmesiyle kemanın ses genişliği 2,5 oktav olur. Balkabağı keman telleri için yapı malzemesi olarak tel ve bağırsak kullanılmaktadır (Bircan, 2010: 20).

### **2.10. Türk Müziğinde Makam**

#### **2.10.1. Makam**

Makam kelimesinin Arapçadan dilimize geldiği düşünülmekte olup ayaküstünde durmak, dikilmek, kalkmak gibi anlamlara karşılık geldiği düşünülmektedir. Bunlara karşılık pozisyon, durum gibi manalara gelmektedir (Atay, 2015: 9). Makam kelimesinin etimolojisi birçok kaynakta benzer olsa da tanımında farklı özelliklerle açıklanmaktadır. Makam kelimesi “ayakta durma, durma, durma noktası” anlamına gelir ve müzikal olarak birçok kaynakta durma perdeleri, güçlü perdeler ve dizilerin belirli bir kombinasyonu ile tanımlanmaktadır (Karaduman, 2014: 589).

Türk müziği makam dizisinde, duraklar, yetkiler ve perdeleri belirleyen perdeler, belirli kurallar çerçevesinde oluşturulmuş melodik çizgilerdir. Her makamın kendine has özellikleri ancak bu kurallardan oluşan ezginin icrası ile ortaya çıkmaktadır. Türk müziği, farklı ve çeşitli ritmik yapıları ile zengin kültürel mirasını da yansıtmaktadır. Türk



müziğindeki yaklaşımlar, farklı ritmik içeriklerine, güçlü ve zayıf zaman serilerine, dizi/grup kombinasyonlarına göre farklılık göstermektedir (Öner, 2011: 18).

### 2.10.2. Türk Müziğinde Makam Şekilleri

Türk müziğinde makam şekilleri (konusu da tartışmalı bir konu olmakla birlikte Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde kabul olan şekliyle) basit, şed (göçürülmüş makamlar) ve mürekkep (birleşik makamlar) makamlar olmak üzere üç ana bölüme ayrılmaktadır.

KOMA ADI	KOMA DEĞERİ	DİYEZ	BEMOL	RUMUZ
KOMA	1	♯	d	F
BAKIYE	4	♯	b	B
KÜÇÜK MÜNECCEP	5	♯	b	S
BÜYÜK MÜNECCEP	8	♯	b	K
TANINI	9	♯	b	T

Şekil 31. Türk Müziği Koma Tablosu

#### 2.10.2.1. Basit Makam

Bir makamın basit makam sayılabilmesi için aşağıdaki şartlara uyması gereklidir:

- Bir dörtlü ile beşlinin veya bir beşli ile dörtlünün birleşmesinden meydana gelmiş bir diziden oluşmalı,
- Dörtlü ve beşliler tam dörtlü ve tam beşli olmalı (çargâh, buselik, kürdi, rast, Uşşak, hicaz),
- Güçlü perdeleri dörtlü ile beşlinin veya beşli ile dörtlünün ek yerinde olmalı,
- Sekiz sesli bir dizi olmalı ve bu dizi makamın bütün özelliklerini taşımalı,

Bu özelliklere sahip olan makamlar basit makamlardır (Özkan, 1998: 94).

#### 2.10.2.2. Şed (Göçürülmüş) Makam

Şed makamları vücuda getirmek için bir makamı asıl makamından bir yere göçürmek istenir ve bu suretle yeni makamlar elde edilir. Böylece yeni nağme ve seslere yol açılmış olur. Şed makamlar için hangi perde durak alınmamışsa o perdenin ismiyle asıl makamın adının yan yana getirilmesi gereklidir. Türk müziğinde her gam ve çeşni

her sese yüklenememektedir. Şed makamı, bir makam dizisinin başka bir perde üzerine çökmesi anlamına gelse de, genellikle kendilerini oluşturan ana dizinin karakterine sadık kalmazlar, bazen değişerek bazen ayrı bir karakter kazanırlar. Farklı bir anlatımla bir makamı asıl mevkiinden başka bir yere göçürmek, o makamın şeddini yapmak olarak adlandırılmaktadır (Özkan, 1998: 189-191).

### **2.10.2.3. Mürekkep (Birleşik) Makam**

Bileşik makam, farklı tat ve boyutların değiş tokuşundan ve bu dönüşümlerin belirli kalıplarda belirlenmesinden yani bireysellik kazanmasından ve makam olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Yapıları ve düzenleri genellikle makamdır ve basit makam kaidelerine uymaz. Özellikle teraziler, bir miktar tat veya ölçek içeren makamlar olarak da görülebilmektedir (Özkan, 1998: 271).

### **2.10.3. Türk Müziğinde Makamlar**

Bu bölümde Türk müziğindeki basit makamlar başlığı altında bulunan 13 makam incelenmiştir.

Kaba Çargah K.Nim Hicaz Kaba Hicaz Kaba Dik Hicaz Yegah

Kaba Nim Hisar Kaba Hisar Kaba Dik Hisar Hüseyni Aşiran Acem Aşiran

Dik Acemaşiran Irak Geveşt Dik Geveşt Rast Nim Zırgüle

Zırgüle Dik Zırgüle Düğah Kürdi Dik Kürdi Segah Dik Buselik

Çargah Nim Hicaz Hicaz Dik Hicaz Neva Nim Hisar Hisar

Dik Hisar Hüseyni Acem Dik Acem Eviç Mahur Dik Mahur

Gerdaniye Nim Şehnaz Şehnaz Dik Şehnaz Muhayyer Sünbüle

Dik Sünbüle Tiz Segah Tiz Buselik Tiz Dik Buselik Tiz Çargah Tiz Nim Hicaz

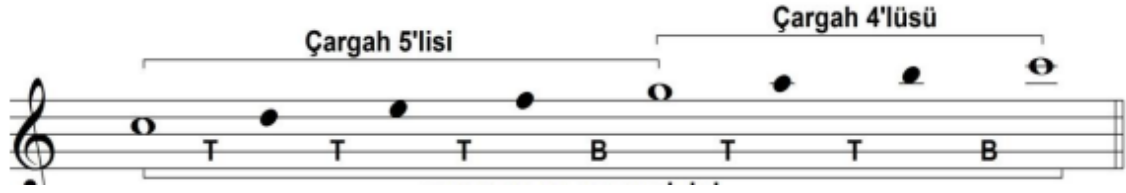
Tiz Hicaz Tiz dik Hicaz Tiz Neva

Şekil 32. Türk Müziğinde Perde İsimleri

### 2.10.3.1. Çargâh Makamı

Geleneksel Türk Müziği ses sisteminin içerisinde sol anahtarlı portenin üçüncü boşluğunda bulunan do sesine verilen ad. perde sistemine göre bir oktav kalımına Kaba çargâh, bir oktav incesine Tiz çargâh denmiştir. Arel-Ezgi-Uzdilek sistemine göre basit makamların ilkidir; Avrupa müziğinin do majör dizisine karşılık geldiği ve hiç değiştirici işaret almadığı göz önünde tutularak “ana dizi”, ya da “ana makam” kabul edilmektedir. Arel-Ezgi-Uzdilek dizgesine göre Çargâh makamı, “Çargâh” ve “Tiz çargâh” perdeleri arasındaki seslerden oluşur; çargâh perdesinde karar verir; beşinci derece olan Gerdâniye sesi “güçlü” perdesidir. Makamda hiçbir değiştirici işaret yer almamaktadır. Öte yandan,

geleneğimizdeki eserlerde, yazmalarda ve edvârlarda makamın yapısının böyle olmadığı görülmektedir (Say, 2010: 374).



Şekil 33. Çargâh Makam Dizisi

Çargâh Makamı, bu dizisiyle halk müziğinde kullanılmış olduğu biçimde klasik müzikte pek kullanılmamıştır. Klasik ve özellikle dini müzikte kullanılan Çargâh Makamı, Çargâh'ta bir Zırgüleli Hicaz dizisinden ibaret olmaktadır (Özkan, 2000: 95).

### 2.10.3.2. Buselik Makamı

Türk Müziği ses sisteminde “Si” perdesine verilen addır ve donanım kısmına herhangi bir değiştirici işaret almayarak yalın bir yapıda olduğu tespit edilmektedir. Dügâh perdesinde karar verir. İkincil durak perdesi Hüseyinî'dir. Çıkıcı ya da inici olarak değerlendirilebilir. Seyir özelliği olarak Nîm Zırgüle ve Nîm Şehnâz seslerini sıklıkla kullanır. Nîm Şehnâz sesini kullandığında, pest yanındaki Acem sesiyle olan aralığı 13 komalık bir Hicaz aralığına uzanır. Bu Hicâz aralığı çok gergin bir hava yarattığı için, Nîm Şehnâz sesi kullanıldığında ona bağlı olarak Dik Acem sesi kullanılarak aralık 12 komaya indirilir. Makam, Yegâh ve Tiz-Nevâ sesleri arasında dolaşabilir (Say, 2010: 269).

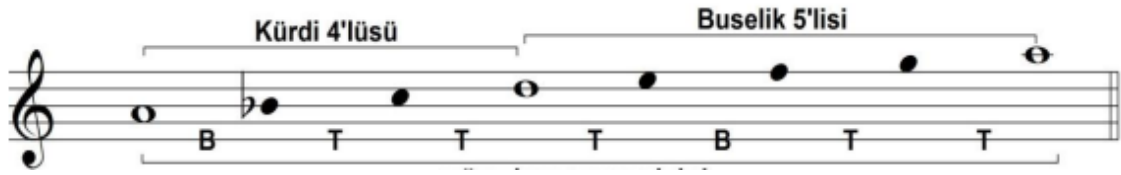


Şekil 34. Buselik Makam Dizisi

### 2.10.3.3. Kürdi Makamı

İncelediğimiz bu makam türü de basit bir makamdır. Dügâh perdesinde karar verir. İkincil durak perdesi Nevâ'dır. Donanımda Kürdî sesini gösteren işaret yer alır.

Seyri çıkıcı ya da inici- çıkıcı olarak kullanılabilir. Yegâh ve Tîz Nevâ sesleri arasında gezinmektedir (Say, 2010: 333).



Şekil 35. Kürdi Makam Dizisi

#### 2.10.3.4. Rast Makamı

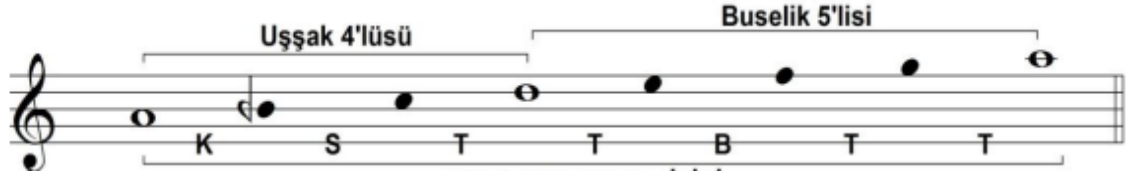
Geleneksel Türk Müziği ses sisteminde sol anahtarlı dizeğin alttan ikinci çizgisinde bulunan sol sesine (perdesine) verilen addır. Makam, Râst perdesinde karar verir. İkincil durak perdesi Nevâ'dır. Seyri çıkıcı ya da inici olarak kullanılabilir. Donanımında Segâh ve Eve seslerini gösteren işaretler yer alır. Eve sesi, ince nağmelerin etkisiyle pestleşip Acem perdesine dönüşebilir. Râst Makamı, Yegâh ve Tîz Nevâ sesleri arasında gezinebilir (Say, 2010: 121).



Şekil 36. Rast Makam Dizisi

#### 2.10.3.5. Uşşak Makamı

İnceleme yapacak olduğumuz Uşşak Makam dizisi Türk Müziği kuramında basit bir makam olarak ele alınmaktadır. *Dügâh* perdesinde karar verir, ikincil durak perdesi Nevâ'dır. Donanımında Segâhı sesini gösteren işaret yer alır. *Yegâh* ve *Tiz Nevâ* sesleri arasında gezinebilir. Makamın seyri çıkıcı ya da inici çıkıcı olarak kullanılabilir. Hüseyin Sâded- din Arel ve Dr. Subhi Ezgi, makamın seyrini yalnızca çıkıcı olarak düşünmüşlerdir. Râst sesinin pest yanında Arak sesini kullanmasına karşın, sekizlisinde Acem sesini kullanır. Arak sesi eser içinde yeri geldikçe gösterilir. Bu durum, makamın karakteristik bir özelliğidir (Say, 2010: 555-556).



Şekil 37. Uşşak Makam Dizisi

### 2.10.3.6. Hicaz Makamı

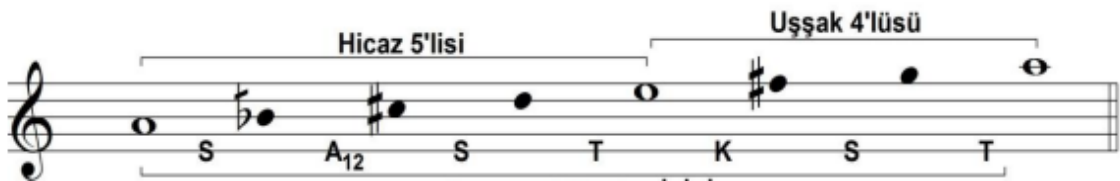
Hicaz kelimesi etimolojik yönden incelendiğinde köken olarak dilimize Arapçadan geçtiği tespit edilmektedir. Ayrıca Arabistan'da Mekke ve Medine şehirlerini de içine alan bir bölge adıdır. Çok bilinen ve çok sayıda eser yazılmış bir makam olup durağı Dügâh perdesidir. Güçlüsü Neva perdesi olup yedeni Rast perdesine denk gelir. Donanımı için Si bakiye bemol, Fa ve Do için de bakiye diyezi alır. Seyri inici-çıkıcıdır. Perdelerinin Türk Müziğindeki isimleri sırasıyla; Dügâh, Dik Kürdi, Nim Hicaz, Neva, Hüseyni, Eviç, Gerdaniye ve Muhayyerdir (Aydemir, 2014: 36).



Şekil 38. Hicaz Makam Dizisi

### 2.10.3.7. Uzzal Makamı

Çoğunlukla güçlü civarından seyre başlanmaktadır. Dizinin orta seslerinde gezinilerek Hüseyni perdesinde asma karar yapılmaktadır. Hüseyni üzerindeki Uşşak dörtlüsünün seslerine geçilerek tiz durağa doğru gidilmektedir. Çok fazla genişleme sesleri kullanılmamaktadır. Tiz duraktan güçlü perdesine doğru inilirken Eviç perdesi pesleşerek Acem perdesine dönüşebilmektedir. Hüseyni perdesindeki kalışın ardından Hicaz beşlisinin seslerinde gezinilmekte ve durak perdesinde tam karar yapılmaktadır (Yılmaz, 2010: 95).



Şekil 39. Uzzal Makam Dizisi

### 2.10.3.8. Hümayun Makamı

Bu makam da, Hicaz Makamına benzer şekilde inici – çıkıcı seyirde olmasından dolayı, seyre çoğunlukla güçlüsü olan Neva perdesi civarından başlanmaktadır. Dizinin seslerinde dolaşarak güçlü perdesinde asma kalış yapılmaktadır. Sonra dizinin üst tarafındaki Buselik beşlisinin seslerine geçilmektedir. Hicaz Makamına benzer şekilde fazla genişleme imkanını bulunmamaktadır. Güçlüsü olan Neva perdesinde kalışın ardından Hicaz dörtlüsünün seslerinde dolaşarak Dügâh perdesinde tam karar yapılmaktadır (Yılmaz, 2010: 93).



Şekil 40. Hümayun Makam Dizisi

### 2.10.3.9. Zırgüleli Hicaz Makamı

Seyre orta seslerden başlanmaktadır, karışık olarak dizinin seslerinde dolaşarak güçlüsü olan Hüseyini perdesinde kalış yapılmaktadır. Dizinin üst tarafında bulunan Hicaz dörtlüsünün seslerinde dolaşıldıktan sonra güçlü perdesinde tekrar kalış yapılmaktadır. Alt taraftaki Hicaz beşlisinin seslerinde dolaşılır ve yeden olan Nim Zırgüle perdesi gösterilerek Dügâh perdesinde karar verilmektedir (Yılmaz, 2010: 98).

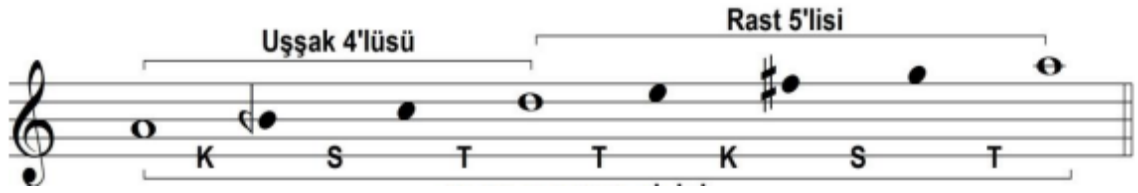


Şekil 41. Zırgüleli Hümayun Makam Dizisi

### 2.10.3.10. Neva Makamı

Geleneksel sanat müziğimizde sol anahtarlı portenin dördüncü çizgisi üzerinde yer alan re perdesidir. Geleneksel sanat müziğimizde bir yalın makamdır. Dügâh perdesinde karar verir; ikincil durak perdesi Nevâ'dır. Seyri çıkıcı ya da inici olarak

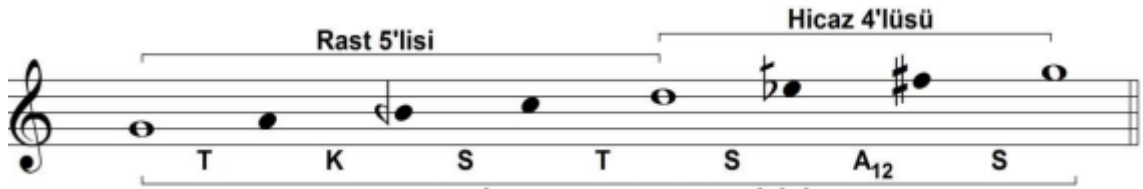
kullanılabilir. Donanımda Segâh ve Eve seslerini gösteren işaretler yer almaktadır (Say, 2010: 561).



Şekil 42. Neva Makam Dizisi

### 2.10.3.11. Basit Suzinak Makamı

Makamın güçlüsü olan Neva perdesi civarından seyre başlanmaktadır. Çoğunlukla orta seslerde dolaşmak suretiyle Neva perdesinde yarım karar yapılmaktadır. Neva üzerindeki Hicaz dörtlüsünün sesleri gösterilerek tiz durağa doğru çıkılmaktadır. Ağır yapılı bir makam olduğundan genişleme sesleri pek kullanılmamaktadır. Bunun yanında kendi dizisi içerisinde muhtelif seslerde kalışlar yapılarak farklı diziler meydana getirilmektedir. Çargâh perdesi üzerinde Nikriz'li, Segâh perdesi üzerinde de Hüzzamlı dizilerle asma kalışlar gösterildikten sonra, Rast beşlisinin sesleri kullanılarak, Rast perdesinde karar verilmektedir (Yılmaz, 2010: 107).



Şekil 43. Basit Suzinak Makam Dizisi

### 2.10.3.12. Karcıgar Makamı

Geleneksel Türk Müziği ses sisteminde basit (yalın) bir makamdır. Dügâh perdesinde karar verir. İkincil durak perdesi Nevâ'dır. Donanımda Segâh, Hisâr ve Eve seslerini gösteren işaretler yer almaktadır. Seyri çıkıcı ya da inici çıkıcıdır. Karcıgar Makamı genellikle Yegâh ve Tîz Nevâ sesleri arasında dolaşmaktadır (Say, 2010: 242).

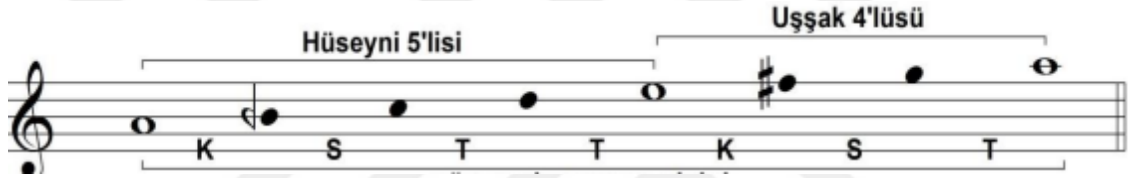




Şekil 44. Karçıgar Makam Dizisi

### 2.10.3.13. Hüseyini Makamı

Geleneksel Türk Müziği ses sisteminde sol anahtarlı dizeğin üst aralığında bulunan mi sesine (perdesine) verilen addır. Geleneksel sanat müziğimizde bir yalın (basit) makamdır. Karar perdesi Dügâh' tır. Donanımında Segâh ve Eve seslerini gösteren işaretler yer almaktadır (Yılmaz, 2010: 103).



Şekil 45. Hüseyini Makam Dizisi

### 3. BULGU VE YORUMLAR

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın sonucunda kabak kemane için bir sanal ses kitaplığı oluşturulacak ve bu kitaplığın oluşumunda kullanılacak mikrofonlama teknikleri örneklenecektir. Bu örnekleme safhasında kullanılacak mikrofonlama tekniklerinin karşılaştırılmasında Euclidean Distance (Öklid uzaklığı) referans alınacaktır. Araştırmanın kuramsal bilgilerini ortaya çıkarmak için kaynak tarama yöntemi kullanılacaktır. İlgili ses donelerinin analizinde deneysel model kullanılacaktır. Araştırmanın gerçekleşmesi için kabak kemanedeki farklı makamlardan ses örnekleri alınmış bu ses örnekleri de MatLab içerisinde incelenmiştir. Verilerin analizinde 3 adet parametre kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılacak olan ses örnekleri icracıdan alınan kayıtların hoparlör önüne yerleştirilen XY ve AB mikrofonlama teknikleri kullanılarak tekrar kayıt edilmiş, bu kayıt edilen ses örnekleri de MatLab'ın kütüphanesi olan Audio Tool Box' da spektral olarak gösterilmiştir. Araştırmanın ilk safhasında ilk olarak icracıdan alınan kayıtların spektral analizleri yapılmıştır. Alınan bu ses örneklerinin spektral özelliklerinden elde edilen sonuçlar icracıdan kaynaklı olarak perde ve frekans değerleri tutarlılık göstermediği için icracı yerine hoparlörden ses örnekleri kayıt edilmiştir.

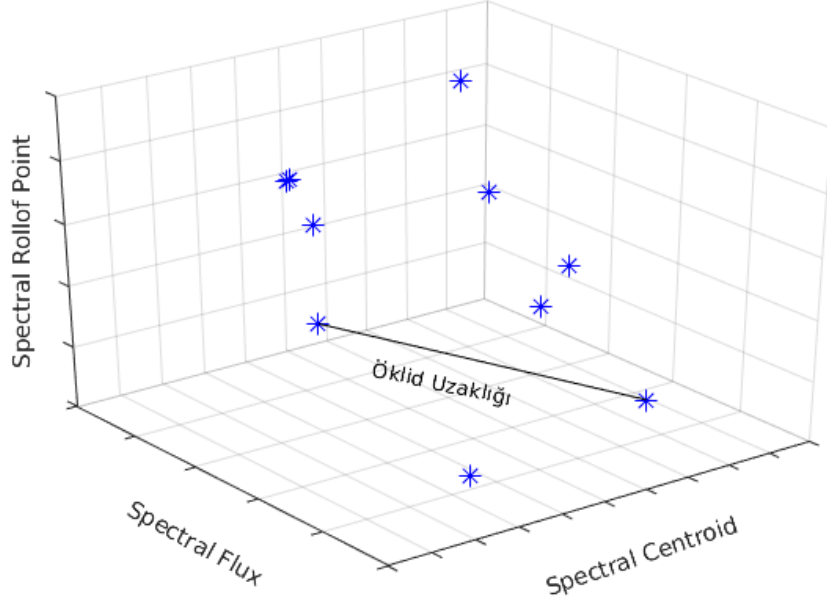


XY Hoparlör Kaydı



AB Hoparlör Kaydı

- Spectral Centroid
- Spectral Flux
- Spectral Rolloff Point



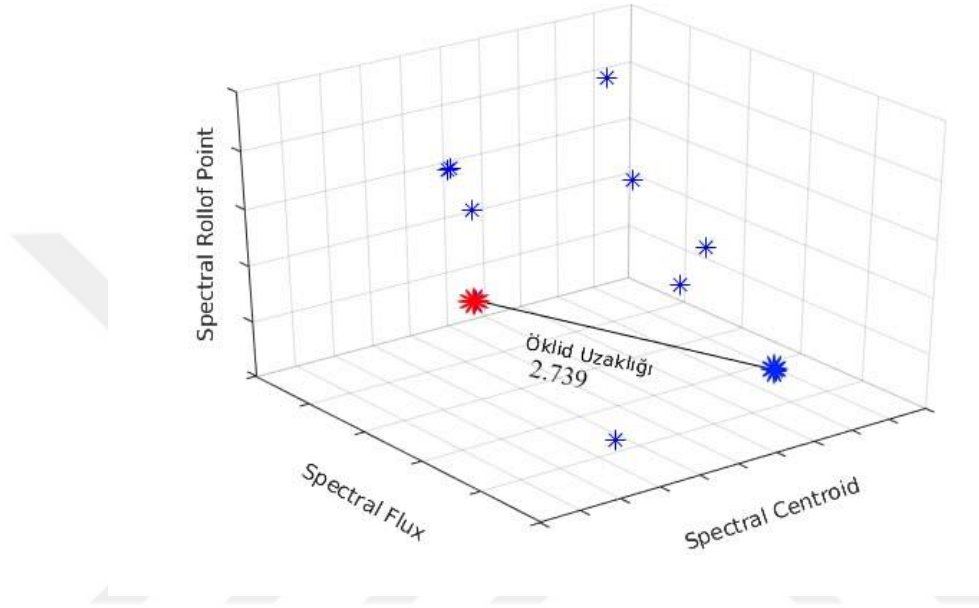
**Şekil 46.** 3 Boyutlu eksenle spektral grafiği

Stereo mikrofonlama tekniklerinin spektral özelliklerini karşılaştırmak için yukarıdaki üç parametre kullanılmıştır. Bu üç parametre kullanılan mikrofonlama tekniğine bağlı olarak kaydedilen ses örneğinin kalitesini ve audio uzayında farklılıklarını göstermektedir.

Buradaki her bir nokta kaydedilen makamı ve mikrofonlama tekniğini temsil etmektedir. İki nokta arasında fark spectral centroid, flux ve rolloff point parametrelerinden oluşmaktadır. İki nokta arasında fark “Euclidean Distance” öklid uzaklığı olarak hesaplanır.

Örneğin şekil 50’de kırmızı ile gösterilen bir Hicaz XY noktası bu 3 parametrenin ortalaması alınarak 3 boyutlu eksendeki konumunu belirler ve diğer bir örnek olan mavi ile gösterilen Hüseyini AB aynı şekilde hesaplanarak 3 boyutlu eksenle konumu belirtilir

ve bu iki nokta arasındaki mesafe Öklid uzaklığı olarak belirlenir. Bu uzaklık birim olarak belirlenir. Bu farklılıkların sebebi mikrofonlama tekniklerinden kaynaklanmaktadır. Euclidean Distance tablosunda diğer ses donelerinin spektral farklılıklarının tamamı yer almaktadır.



Şekil 47. Örnek Öklid uzaklığı

### 3.1.1. Audio Tool Box

Audio Tool Box MatLab kütüphanesinde yer alan ses verilerinin (Audio) tımsal analizlerinde ses verisinin spektrogram, periodogram, perde ve genlik analizlerinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte;

- Hoparlör sınıflandırılması ve tanımlanmasında
- Akustik ölçümlerde
- Enstrüman tanımlanmasında
- Müzik türü sınıflandırılmasında
- Duygu durum tanımlanmasında
- Sözel aktivite belirlemede (Çalgılardan farklı olarak vokal gibi liriksel audio verilerinin analizinde)

### 3.1.2. Spectral<sup>1</sup> Centroid

Spektral Centroid bir spektrumu karakterize etmek için dijital sinyal işlemede kullanılan bir ölçüdür. Spektral spektrumun ağırlık merkezini belirler ve spektrumun merkez kütlelerini gösterir (Giannakopoulos, Pikrakis, 2014). Spektral centroid de zamana bağlı frekans tablosunun ağırlığını gösterir. Zaman içerisinde alınan küçük örnekleri discrete (kesintili) olarak frekans tepelerini izgesel olarak gösterir. Örneğin 1 sn içerisinde kesintili alınan ses örneğinin merkeze yani sıfır noktasına en yüksek uzaklığını tespit ederek alınan örnek içerisindeki en yüksek tepeyi izgesel olarak gösterir.

$$\mu_1 = \frac{\sum_{k=b_1}^{b_2} f_k s_k}{\sum_{k=b_1}^{b_2} s_k}$$

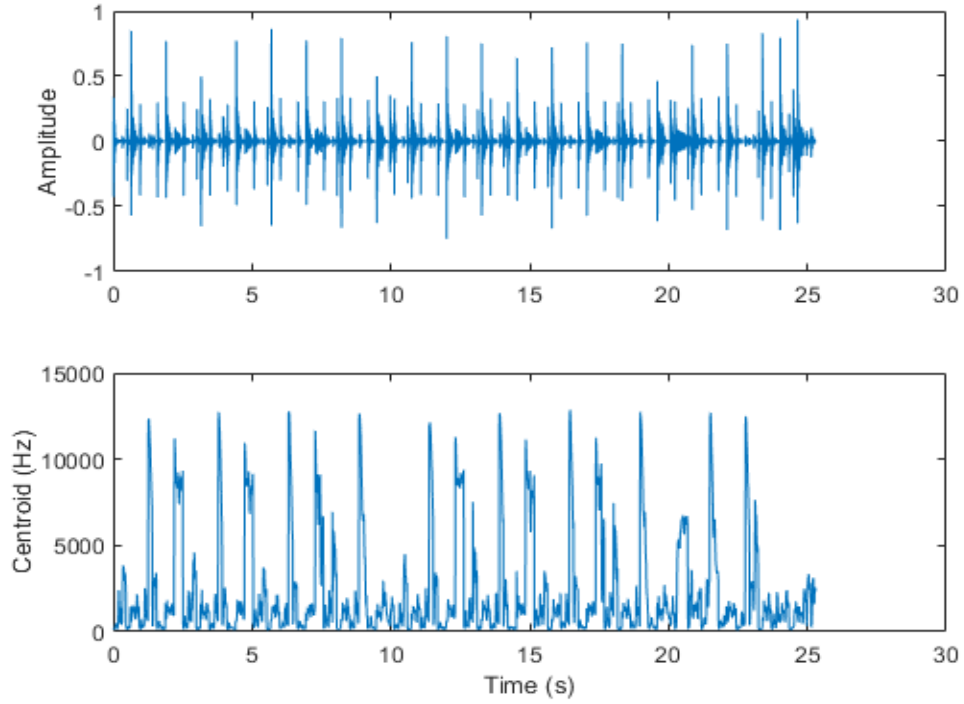
Şekil 48. Spektral Centroid Denklemi

- $f_k$  Frekansın birimi olan Hz birimini tanımlamaktadır.
- $s_k$  Spektral değeri ifade etmektedir. Büyüklük spektrumunu ve güç spektrumunu ifade eder.
- $b_1$  ve  $b_2$  Spektral ağırlık merkezinin hesaplanacağı bant kenarlarıdır.

Spektral Centroid ağırlık merkezini temsil ettiği gibi müzik analizinde ve tür sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılır. Örneğin: bir ses dosyasındaki merkeze kıyasla ( ağırlık merkezi) yüksek olan frekansları gözlemlemeyi sağlar.<sup>2</sup> Spektral centroid, spektrumun "ağırlık merkezini" temsil eder. Frekansın merkeze göre yüksekliğinin göstergesi olarak kullanılır. Bu parametre müzik analizinde ve tür sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılır. Örneğin, bir ses dosyasındaki hi-hat vurularının ağırlık merkezine göre genliğin anlık değişimlerini aşağıda gösterilmiştir.

<sup>1</sup> Spektral Görüntüsel ya da izgesel olarak verilerin çözülmesi.

<sup>2</sup> <https://www.mathworks.com/help/audio/ug/spectral-descriptors.html#SpectralDescriptorsExample-8>  
Erişim tarihi 8 Ağustos 2022



Şekil 49. Spectral Centroid Grafiği

Spektral Centroid bunun yanı sıra sıklıkla sesli veya sessiz olarak konuşmaları sınıflandırmak için kullanılır. Örnekte görüldüğü gibi sesli noktalarda centroid ağırlık merkezine göre sıçramalar gösterilir. \*Referans<sup>3</sup>

### 3.1.3. Spectral Flux (Spektral Akı)<sup>4</sup>

Spektral flux sinyaldeki güç spektrumunun ne kadar hızlı değiştiğini belirleyen bir parametredir. Bu parametre iki ardışık spektral değişimi ölçer ve normalize edilmiş iki farklı güç spektrum çerçevesinin bir önceki güç spektrumu çerçevesiyle karşılaştırarak aralarındaki farkı kare farkı olarak hesaplar.(Giannakopoulos, Pkrakis, 2014)

$$\text{flux}(t) = \left( \sum_{k=b_1}^{b_2} |s_k(t) - s_k(t-1)|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

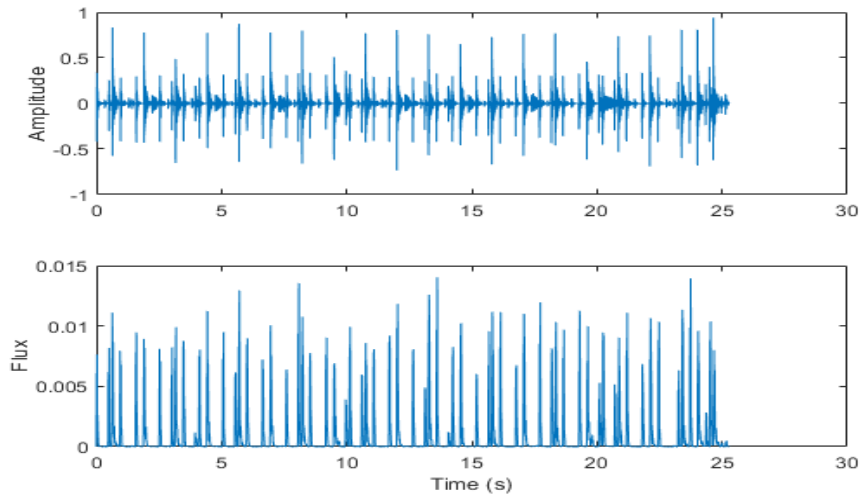
Şekil 50. Spectral Flux Denklemi

<sup>3</sup>Raimy, Eric, and Charles E. Cairns. The Segment in Phonetics and Phonology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc., 2015.

<sup>4</sup> Bir güç alanında belirli bir düzlemin belirli bir bölümünden geçtiği varsayılan güç çizgisidir.

- $sk$  Spektral değer büyüklük spektrumu ve güç spektrumu her iki spektrum da sıklıkla kullanılır.
- $b1$  ve  $b2$  Spektral Flux'ın hesaplanacağı bant kenarlarıdır
- $p$  norm tipi

Spektral ses sınıflandırılmasında sesin saptanmasında kullanılır. Örneğin: Bir davul kanalındaki vuruşlar yüksek spektral Flux'ı sembolize eder.<sup>5</sup>



Şekil 51. Spectral Flux Grafiği

Zamana bağlı olarak güç spektrumunun değişmesidir. Yukarıda yer alan ses dosyasında kayıt edilmiş bir davulun ses örneği görülmektedir. Flux görseline bakıldığında ani güç değişiklikleri görülmektedir.\*Referans<sup>6 7</sup>

### 3.1.4. Spektral Rolloff Point

Spektral Rolloff Point spektrumun büyüklük dağılımının belirli bir yüzdesinin yoğunlaştığı frekansları gösterir. Bu parametre enerjinin belirli bir yüzdesinin(yaklaşık %90) belirleyerek frekans yoğunluğunu gösterir ve sinyalin bant genişliğini ölçer.(Giannakopoulos, Pikrakis, 2014)

<sup>5</sup> <https://www.mathworks.com/help/audio/ug/spectral-descriptors.html#SpectralDescriptorsExample-8>  
Erişim tarihi 8 Ağustos 2022

<sup>6</sup> S. Dixon, "Onset Detection Revisited." *International Conference on Digital Audio Effects*. Vol. 120, 2006, pp. 133–137.

<sup>7</sup> Tzanetakis, G., and P. Cook. "Multifeature Audio Segmentation for Browsing and Annotation." *Proceedings of the 1999 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, 1999.

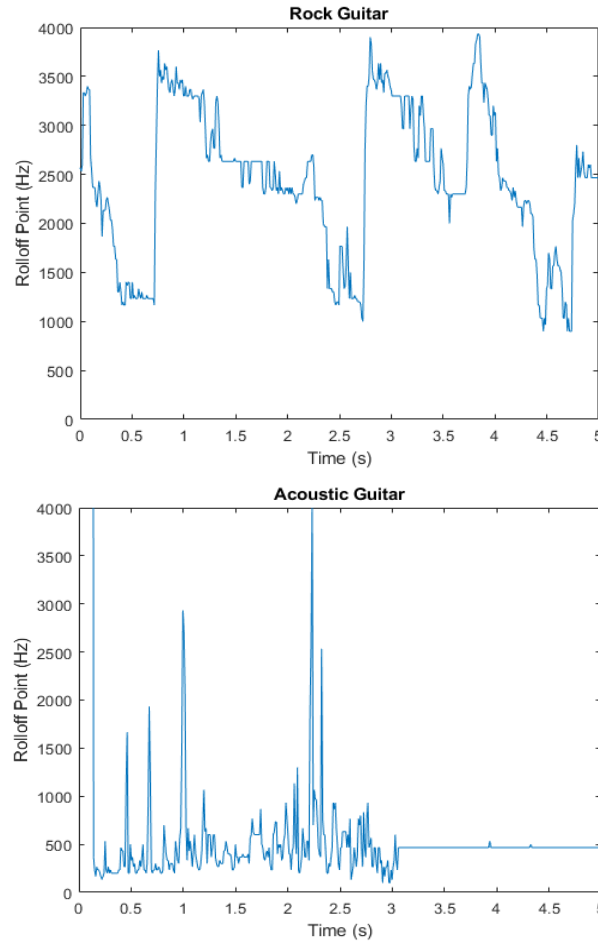
$$\text{Rolloff Point} = i \quad t \quad \sum_{k=b_1}^i |s_k| = \kappa \sum_{k=b_1}^{b_2} s_k$$

**Şekil 52.** Spektral Rolloff Point Denklemi

- $s_k$  Spektral değer olarak güç spektrumu ve büyüklük spektrumu olarak sıklıkla kullanılır.
- $b_1$  ve  $b_2$  Bant genişlikleridir ve spektral olarak rolloff noktasını belirler.
- $\kappa$  Belirtilen enerji eşiğidir. Genellikle %95 ve %85 değerini referans alır.

$i$  Spektral Rolloff point' dönüştürmeden önce Hz birimine çevirir.

Spektral Rolloff Point konuşma ya da konuşmama anlarını tespit etmede, müzik ve konuşma ayırımı yapmada, müzik türü sınıflandırmada kullanılır.



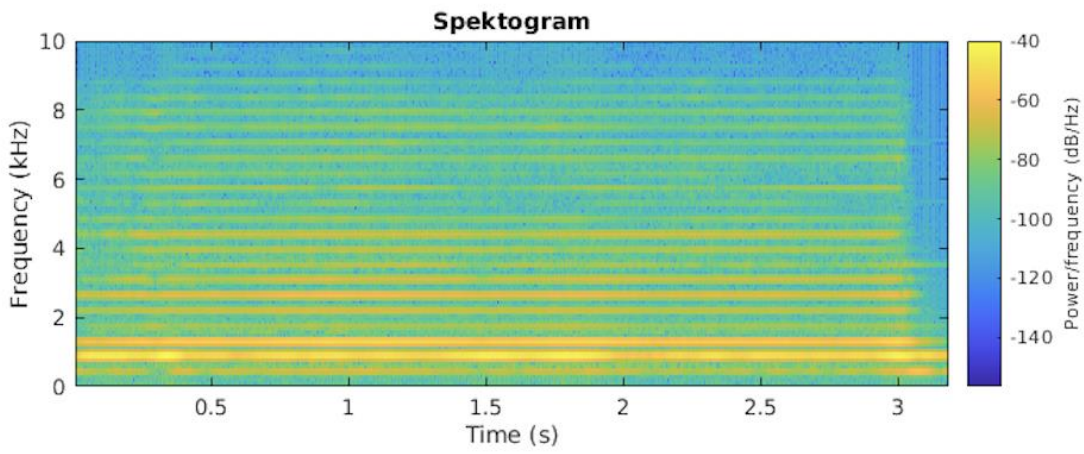
**Şekil 53.** Spectral Rolloff Point Grafiği



Yukarıdaki örnekte Rock Guitar ve Acoustic Guitar Rolloff pointleri yani sinyalin bant genişliğini ve frekans yoğunluğunu gösterir. \*Referans<sup>8 9</sup>

### Spektrogram

Spektrogram kısa süreli fourier dönüşümlerini kullanarak, zamanla değişen bir sinyalin gürlüğe bağlı olarak frekans spektrumunun görsel bir temsilidir. Spektrogram frekansın zamana göre değişimini göstermektedir.



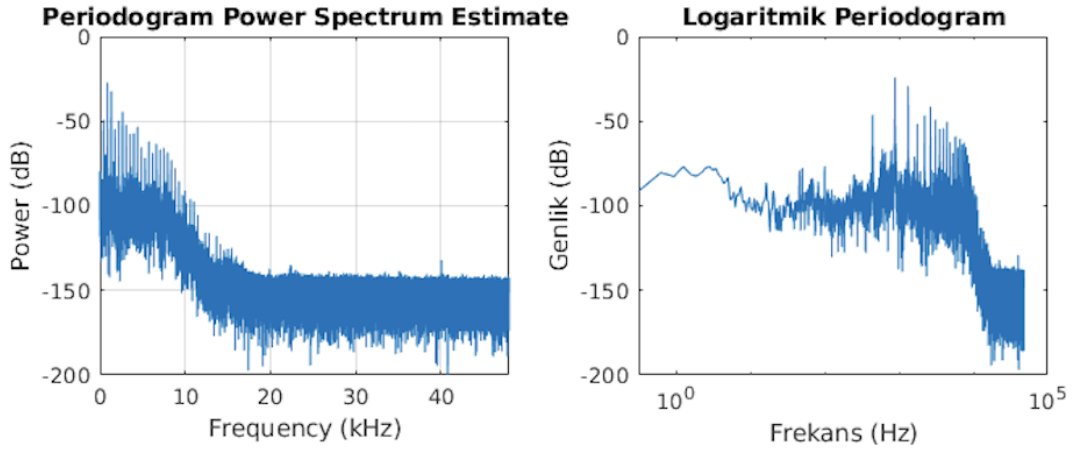
Şekil 54. Spektrogram Grafiği

- **Periodogram (Spektral Yoğunluk)**

Spektral yoğunluk sinyalin frekans bandı üzerindeki güç dağılımıdır. Sinyalin spektral yoğunluğu sinyalin frekans bandı üzerindeki güç dağılımını tahmin etme işlemlerinden oluşmaktadır. Periodogram referans seviyesine göre güç dağılımlarını izgesel olarak gösterir.

<sup>8</sup> <https://www.mathworks.com/help/audio/ug/spectral-descriptors.html#SpectralDescriptorsExample-8>  
Erişim tarihi 8 Ağustos 2022

<sup>9</sup> Scheirer, E., and M. Slaney. "Construction and Evaluation of a Robust Multifeature Speech/Music Discriminator." *1997 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1997.



Şekil 55. Periodogram Grafiği

### 3.2. Birinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar

**Sayıltı Ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir mikrofonlama teknikleri nelerdir?

Bir enstrümanı ya da ses kaynağını en verimli şekilde kayıt edebilmek için doğru mikrofon seçimi yapmak önemlidir ve mikrofonun doğru şekilde yerleşmesi de önem taşımaktadır. Kayıt tekniğine göre mono ve stereo kayıtlar için bir veya birden fazla mikrofon kullanılır. Ses kaynağını dijital ortama aktarılması için kullanılan kayıt aşamalarından mikrofon birçok teknik ile kullanılmaktadır. Mikrofonlama tekniklerinde: Yakın mikrofonlama ve Uzak mikrofonlama gibi tekniklerin yanı sıra günümüz ses kayıt endüstrisinde stereo mikrofonlama, binaural mikrofonlama yöntemleri de hem enstrüman hem de farklı ses kaynakları ve çevresel sonik ortamların kayıtlarında kullanılmaktadır. Uzak ve yakın mikrofonlama tekniklerinin yanı sıra stereo mikrofonlama teknikleri ise şunlardır;

- AB
- XY
- MS
- BLUMLEİN
- ORTF
- NOS
- DIN

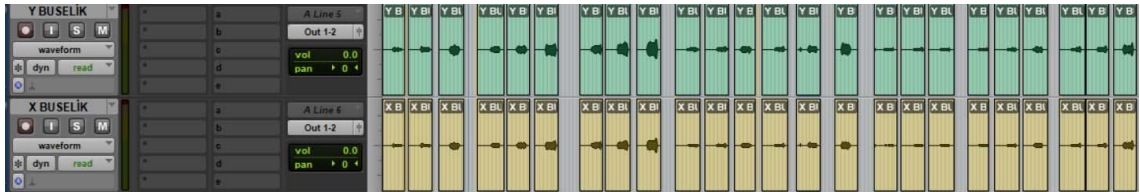
İlgili ses kitaplığı denemesinin kayıtları yapılırken çalgının karakteristiğine uygun olduğu düşünülerek yakın mikrofonlama yapılması ön görülmüştür. Daha çok ses kaynağı

ve mikrofon arasındaki mesafenin 2 ile 30cm arasında olduğu kayıt yöntemine yakın mikrofonlama denir.(Onen, 2007:134) İlgili ses kitaplığı denemesinde yakın mikrofonlama yöntemi kullanılırken stereo mikrofonlama tekniklerinden AB ve XY tercih edilmiştir. Çalgıların kayıt sürecinde kullanılacak mikrofonlama tekniği kaydı yapan uzman tarafından belirlenir. Bu bağlamda ilgili kayıta XY, AB ile beraber MS, Blumlein, ortf, nos, dın gibi kayıt teknikleri de kullanılabilir. Kabak kemane sanal ses kitaplığının oluşturulması çalışması İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi profesyonel kayıt stüdyosu kullanılmıştır.

XY kayıt tekniği için “Microtech Gefell M 300” Mikrofon kullanılmıştır. Mikrofonun enstrümana olan uzaklığı 10cm’dir. Kayıt için iki farklı kanal açılarak stereo kayıt alınmıştır. Süre olarak 65 metronom, 4/4 lük tartımda her nota birlik nota bir ölçü olarak kayıt edilmiştir.



Şekil 56. Protools programında Metronom Süresi



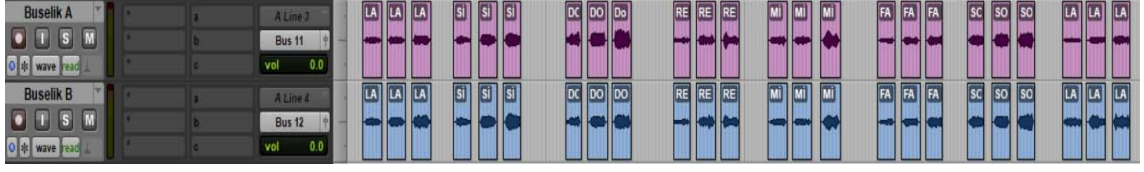
Şekil 57. Buselik XY Örneği Ses Kayıt Görüntüsü

Kayıt aşamasında Buselik Makamı örneği için La sesinden oktav La sesine kadar her nota Piano(Hafif), Mezzoforte (Orta Gürlükte), Forte(Gür) olmak üzere 3 farklı hassasiyette kayıt alınmıştır. Diğer makamlar için aynı kayıt yöntemi kullanılmıştır.



**Şekil 58.** XY kayıt tekniği

AB kayıt tekniği için “Microtech Gefell M 300” mikrofon kullanılmıştır. Mikrofonun enstrümana olan uzaklığı 10cm’dir. Kayıt için iki farklı kanal açılarak stereo kayıt alınmıştır. Süre olarak 65 metronom, 4/4 lük tartımda her nota birlik nota bir ölçü olarak kayıt edilmiştir.



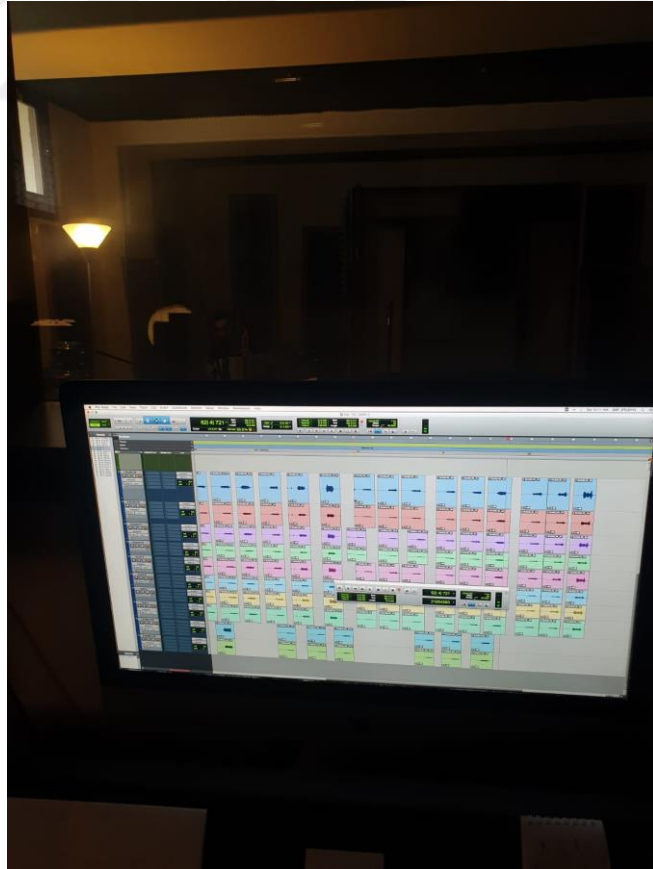
Şekil 59. Buselik AB Örneği Ses Kayıt Görüntüsü



Şekil 60. AB kayıt tekniği



**Şekil 61.** İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Ses Kayıt Stüdyosu



**Şekil 62.** Kayıt Aşaması

### 3.3. İkinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar

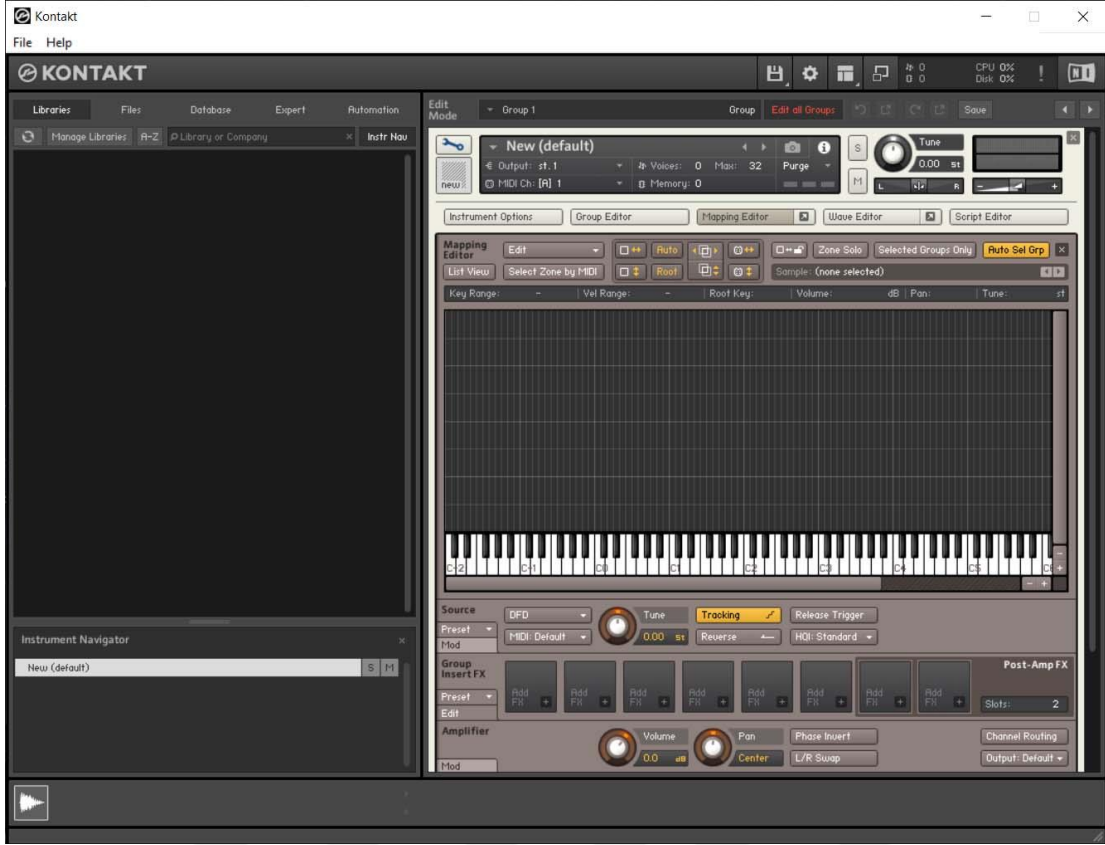
**Sayıtlı ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılabilen örnekleyiciler(Sampler) nelerdir?

Gelişen teknolojiyle birlikte birçok örnekleyici(sampler) programları günümüzde kullanılmaktadır.

Bunlardan bazıları;

- Kontakt Sampler
- Exs24 Sampler
- Nnxt Sampler
- Halion Sampler
- Nn19 Sampler
- Waves cr8 Sampler
- Auto-Tune Slice Sampler

Kabak kemane ses kitaplığının tasarımı için Kontakt programı tercih edilmiştir. Kontakt programı birçok işletim sisteminde(Windows, MacOS ya da Apple OSX, Linux) çalışması ve kullanılabilirliği açısından daha yaygın olması, ses kitaplıklarının çoğunlukla kontakt programı ile uyumlu olması ve dünya genelinde ses kitaplıklarının kontak program uzantısı ile paylaşılıp çoğalması dikkate alınarak tercih edilmiştir.



Şekil 63. Kontakt Programı

### 3.4. Üçüncü alt probleme ait bulgu ve yorumlar

**Sayıtlı ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses doneleri MIDI klavye üzerine nasıl yerleştirilmelidir?

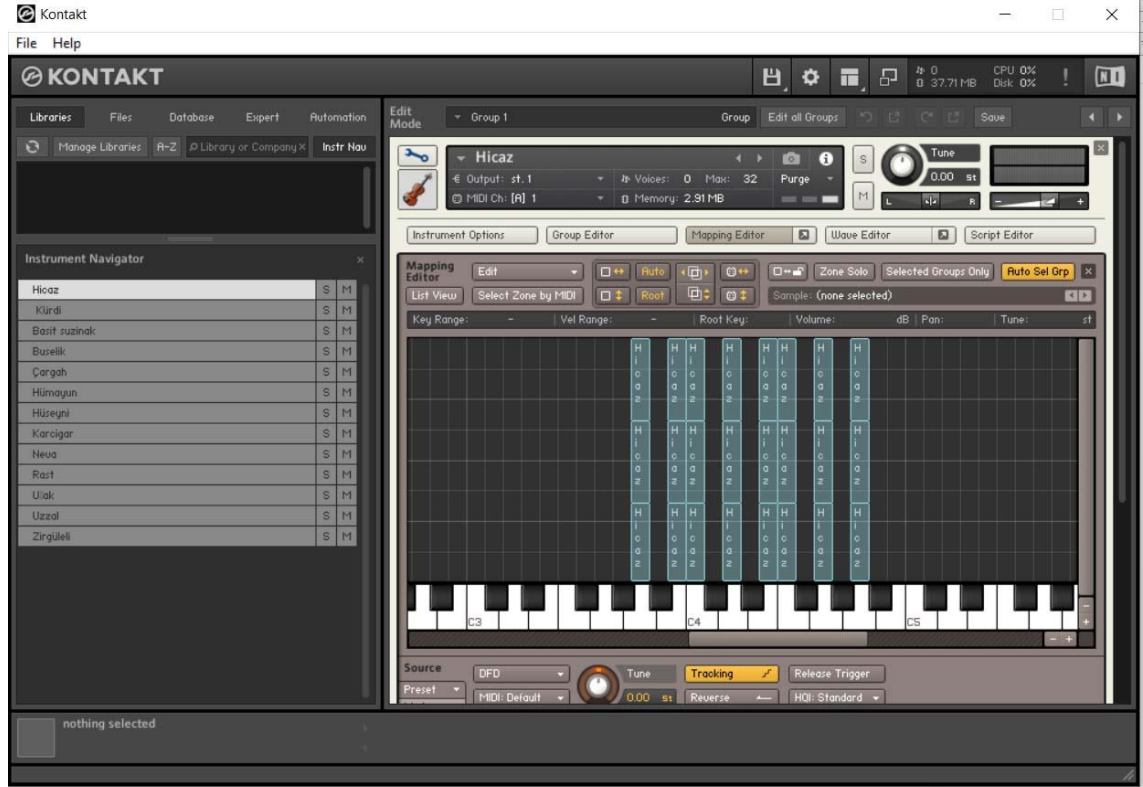
Kabak kemane için oluşturulacak olan ses kitaplığının kayıt aşamasında 3 farklı hassasiyette kayıt alınmıştır. Alınan kayıtların amacı tuş hassasiyeti etkisinin oluşumunu sağlamaktır. Böylece kontakt programında herhangi bir nota yerleşiminde 3 farklı hassasiyet kayıtları program içerisine yerleştirilerek oluşturulmaktadır. Kayıt stereo teknik ile kayıt edildiğinden örnekleyici içerisine de stereo olarak aktarılacaktır. Basit makamların bir paket haline getirilerek oluşturulacaktır.

#### **Kayıtların kontakt programına aktarılması**

Kabak kemane ses kitaplığı için kayıt edilmiş ses örneklerinin öncelikle örnekleyiciler içerisine aktarılması gerekmektedir. Bu işlem import olarak adlandırılmaktadır. Örnekleyici içerisine aktarılan ses örneklerini Mapping Editor



bölümünden tuş veya tuşlar üzerine yerleştirilir. Ses örnekleri Mapping Editor bölümünde C3 anahtarı üzerinde başlayarak natürel tuşlara makamın karar sesinden oktav sesine kadar yerleştirilmiştir. Kayıt aşamasında makamlar değiştirici sesleri ile çalındığından yerleşim natürel tuşlara yerleştirilmiştir. Şekil 66’ da yapılan bu aşamalar gösterilmiştir.



Şekil 64. Ses örneklerinin kontakt programına yerleştirilmesi

### Kontakt programına aktarılan örneklerin başlangıç ve bitiş noktasının ayarlanması

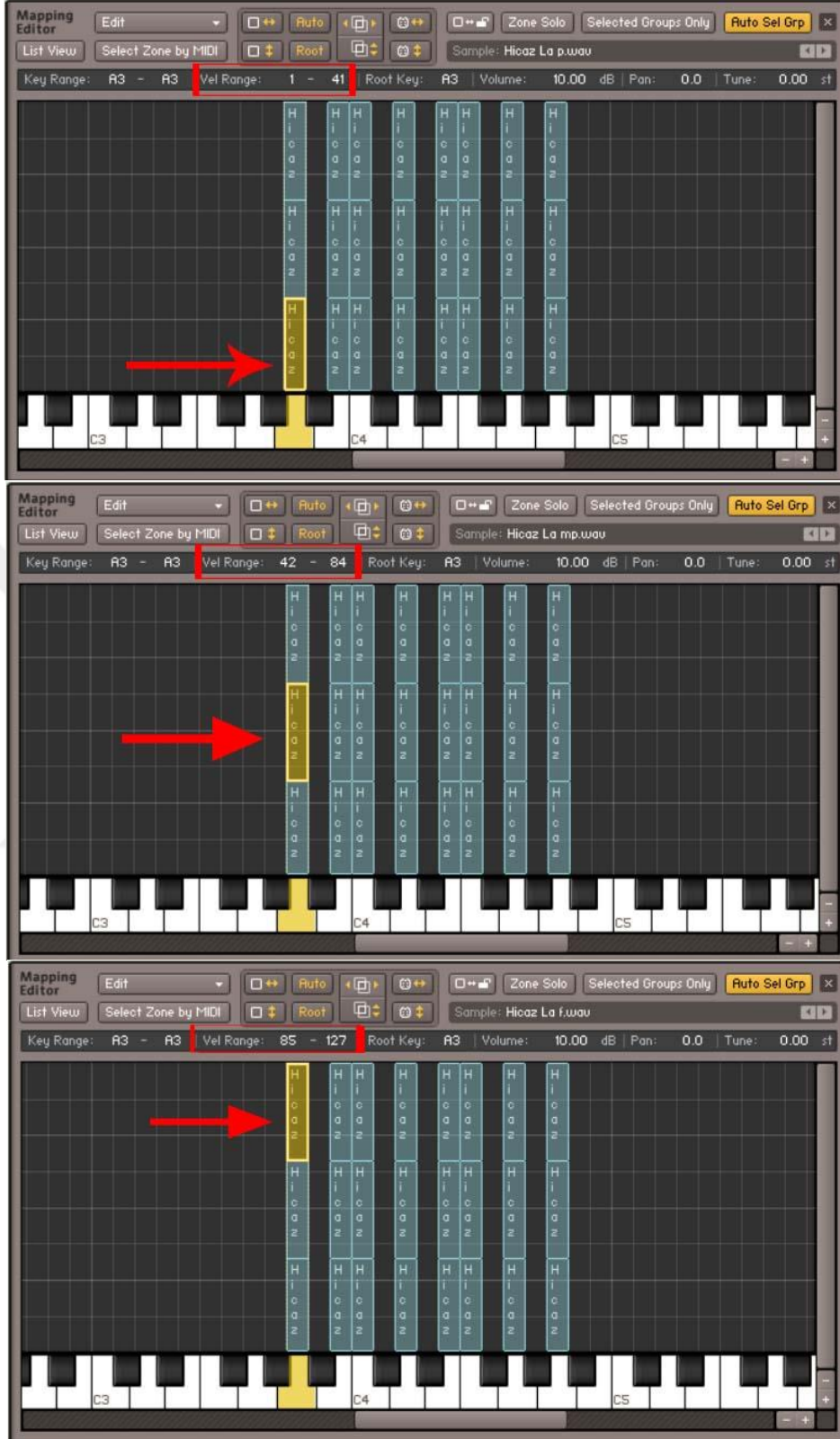
Ses örneklerinin kontakt programına yerleştirilmesinin ardından istenilen başlangıç ve bitiş noktaları harici bir program kullanmadan ayarlanmaktadır. Başlangıç ve bitiş noktasını ayarlamak için Wave Editor bölümünde görüntülenen ses örneğinin “S” başlangıç, “E” bitiş çizgisini sağa ve sola kaydırarak istenilen aralığın oluşması sağlanmaktadır. Şekil 67’ de gösterildiği gibi başlangıç yeşil renk “S”, bitiş turuncu renk “E” harfi ile gösterilmiştir.



Şekil 65. Kontakt Waves Editor bölümünde başlangıç ve bitiş noktası

### Tuş hassasiyetinin ayarlaması

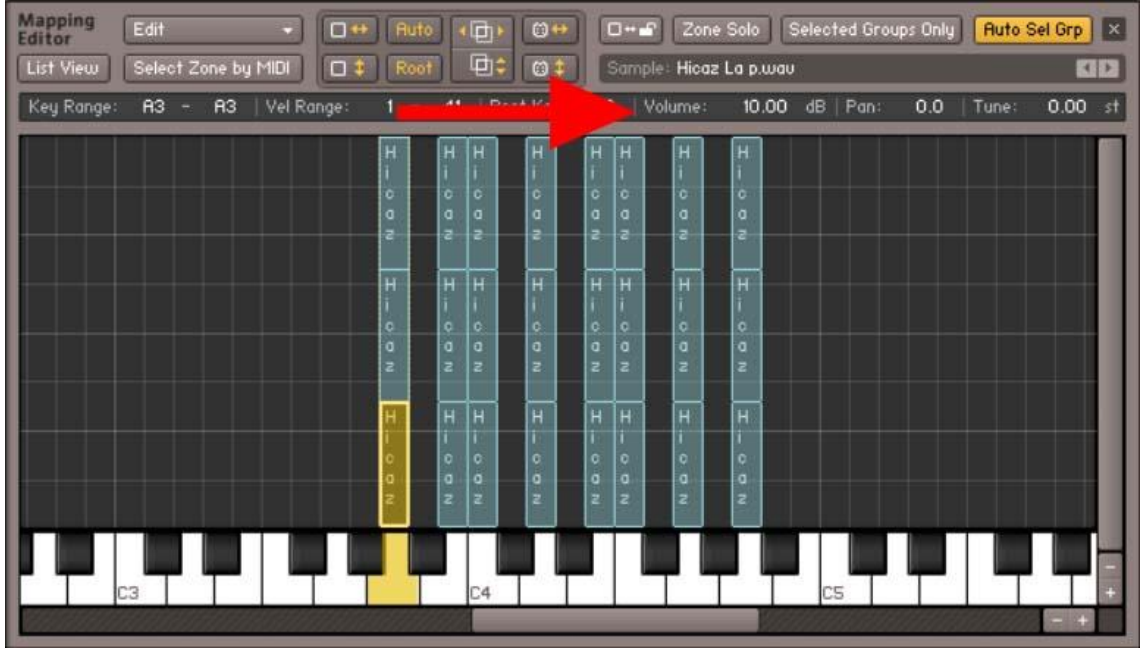
Mapping Editor bölümüne ses örnekleri aktarıldıktan sonra istenilen tuş hassasiyetinin yapılması için 3 farklı tuş hassasiyet aralığı belirlenmiştir; Piano(Hafif), Mezzoforte (Orta Gürlükte), Forte(Gür). Tuş hassasiyeti ayarı Mapping Editor içerisinde bulunan "Vel Range" kısmından yapılmaktadır. Piano için 1-41, Mezzoforte için 42-84, Forte için 85-127 tuş hassasiyet değerleri kullanılmıştır. Şekil 68' de gösterilmiştir.



Şekil 66. Kontakt Programında Val Range Ayarı

### Ses seviyelerinin ayarlanması

Ses örneklerinin örnekleyiciye aktarıldıktan sonra Mapping Editor bölümünden “Volume” kısmından ses seviyesi ayarlanmaktadır. Böylece örnekleyiciye aktarılan ses örneklerinin ses seviyesinin yüksek veya düşük olması durumunda “Volume” kısmından -dB veya + dB ayarlanılarak istenilen ses seviyesine ulaştırılabilir. Şekil 69’ da gösterilmiştir.



Şekil 67. Kontakt Programında Volume Ayarı

Örnek olarak Hicaz la piano ses örneği ses seviye şekil 65’ te görüldüğü üzere 10dB arttırılmıştır.

### 3.5. Dördüncü alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar

**Sayıtlı ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında kullanılan stereo mikrofonlama tekniklerinin (AB-XY) Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) spektral özellikleri arasındaki uzaklık farklılıkları nelerdir?

**Euclidean Distance of Spectral Features**

Buselik-AB	0	3.305	0.2581	3.177	0.4173	3.376	0.7784	3.875	1.882	3.559	0.4416	3.989	0.1847	4.174	0.4188	3.497	0.8928	3.37	0.8399	3.899
Buselik-XY	3.305	0	3.088	0.21	3.018	0.4388	2.882	0.7668	2.476	0.591	2.904	0.9137	3.326	1.291	2.891	0.496	2.981	0.2315	2.974	0.9917
Cargah-AB	0.2581	3.088	0	2.968	0.234	3.179	0.5804	3.649	1.674	3.335	0.348	3.758	0.3424	3.941	0.2153	3.272	0.7013	3.154	0.675	3.665
Cargah-XY	3.177	0.21	2.968	0	2.905	0.3254	2.791	0.957	2.457	0.7563	2.767	1.113	3.194	1.485	2.767	0.6722	2.902	0.3612	2.887	1.189
Hicaz-AB	0.4173	3.018	0.234	2.905	0	3.125	0.37	3.545	1.466	3.228	0.4717	3.651	0.5547	3.814	0.2617	3.17	0.5293	3.069	0.4543	3.548
Hicaz-XY	3.376	0.4388	3.179	0.3254	3.125	0	3.033	1.043	2.739	0.903	2.955	1.21	3.386	1.598	2.973	0.8466	3.159	0.5187	3.131	1.333
Hümayun-AB	0.7784	2.882	0.5804	2.791	0.37	3.033	0	3.351	1.11	3.038	0.7832	3.446	0.9137	3.579	0.557	2.984	0.2387	2.918	0.1524	3.325
Hümayun-XY	3.875	0.7668	3.649	0.957	3.545	1.043	3.351	0	2.712	0.3329	3.504	0.1874	3.919	0.5575	3.457	0.3798	3.428	0.622	3.42	0.3392
Hüseyni-AB	1.882	2.476	1.674	2.457	1.466	2.739	1.11	2.712	0	2.424	1.785	2.771	2.015	2.795	1.589	2.396	1.086	2.448	1.075	2.6
Hüseyni-XY	3.559	0.591	3.335	0.7563	3.228	0.903	3.038	0.3329	2.424	0	3.189	0.4831	3.606	0.7652	3.142	0.1213	3.123	0.4028	3.106	0.4948
Karcigar-AB	0.4416	2.904	0.348	2.767	0.4717	2.955	0.7832	3.504	1.785	3.189	0	3.624	0.4419	3.834	0.2291	3.124	0.9561	2.976	0.897	3.55
Karcigar-XY	3.989	0.9137	3.758	1.113	3.651	1.21	3.446	0.1874	2.771	0.4831	3.624	0	4.034	0.4159	3.571	0.5205	3.512	0.7898	3.512	0.2331
Kürdi-AB	0.1847	3.326	0.3424	3.194	0.5547	3.386	0.9137	3.919	2.015	3.606	0.4419	4.034	0	4.234	0.4857	3.54	1.017	3.402	0.9913	3.952
Kürdi-XY	4.174	1.291	3.941	1.485	3.814	1.598	3.579	0.5575	2.795	0.7652	3.834	0.4159	4.234	0	3.76	0.8317	3.632	1.143	3.631	0.321
Neva-AB	0.4188	2.891	0.2153	2.767	0.2617	2.973	0.557	3.457	1.589	3.142	0.2291	3.571	0.4857	3.76	0	3.079	0.7275	2.954	0.674	3.483
Neva-XY	3.497	0.496	3.272	0.6722	3.17	0.8466	2.984	0.3798	2.396	0.1213	3.124	0.5205	3.54	0.8317	3.079	0	3.067	0.3371	3.057	0.5367
Uşşak-AB	0.8928	2.981	0.7013	2.902	0.5293	3.159	0.2387	3.428	1.086	3.123	0.9561	3.512	1.017	3.632	0.7275	3.067	0	3.021	0.2439	3.383
Uşşak-XY	3.37	0.2315	3.154	0.3612	3.069	0.5187	2.918	0.622	2.448	0.4028	2.976	0.7898	3.402	1.143	2.954	0.3371	3.021	0	3.001	0.8591
Zirgüleli-AB	0.8399	2.974	0.675	2.887	0.4543	3.131	0.1524	3.42	1.075	3.106	0.897	3.512	0.9913	3.631	0.674	3.057	0.2439	3.001	0	3.386
Zirgüleli-XY	3.899	0.9917	3.665	1.189	3.548	1.333	3.325	0.3392	2.6	0.4948	3.55	0.2331	3.952	0.321	3.483	0.5367	3.383	0.8591	3.386	0

**Şekil 68.** Euclidean Distance (Öklid Uzaklığı) Tablosu

Euclidean distance ( Öklid Uzaklığı) hesaplanırken alınan ses örneklerinin Spektral Rolloff Point, Spectrap Centroid, Spectral Flux parametreleri hesaplanmış spektrumlar arasındaki mesafeler yukarıdaki grafikte gösterilmiştir. Üç boyutlu eksenle alınan bu örnekler incelendiğinde Örneğin: Hüseyini-AB ile Hüseyini-XY arasındaki fark 2.424 olarak hesaplanmıştır. Bu aradaki fark yukarıda bahsedilen üç parametrenin (Spektral Rolloff Point, Spectrap Centroid, Spectral Flux) farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu aradaki fark iki farklı mikrofonlama tekniğinin spektral farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu spektral farklılıklar her iki stereo mikrofonlama tekniğinin audio özellik uzayındaki farklılıklarını göstermektedir.

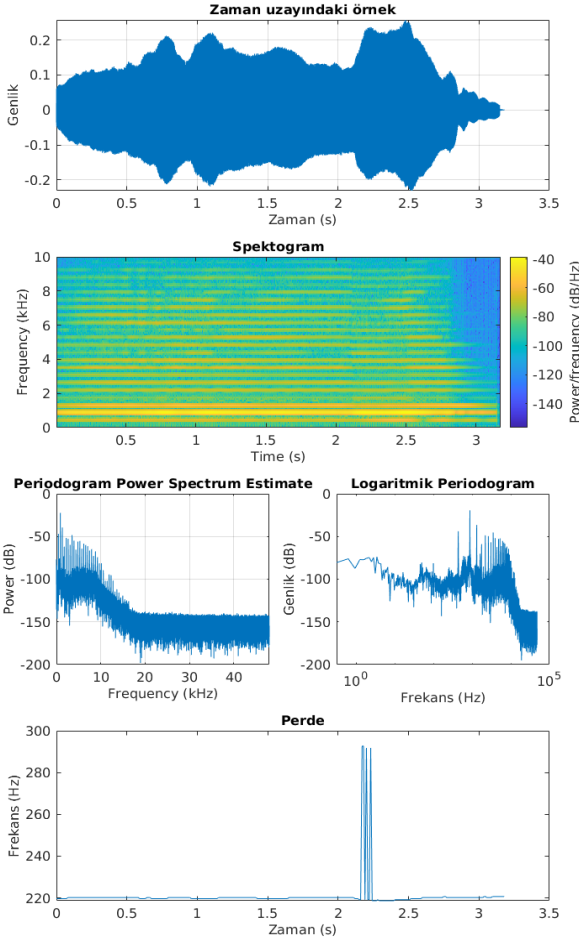
Örnek:

- Neva-XY ile Buselik-AB arasındaki mesafe farkı 3.899
- Hümayun-AB ile Neva-AB arasındaki mesafe farkı 0.557
- Karcigar-AB ile Kudi-XY arasındaki mesafe farkı 3.834

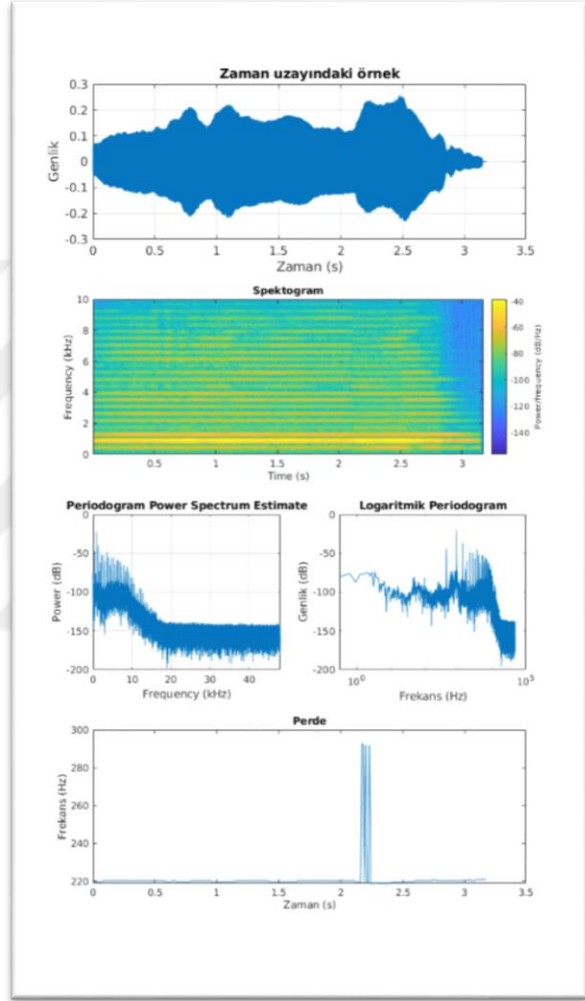
Farklı makamların öklid uzaklığı hesaplanmış ve tabloda gösterilmiştir. Bu farklılık iki nokta arasındaki audio özellik farklılıklarını göstermektedir. Noktalardan biri seçilen bir makamın seçilen bir stereo mikrofonlama tekniğini, noktalardan ikincisi seçilen bir makamın seçilen bir stereo mikrofonlama tekniği arasındaki mesafeyi göstermektedir. İki nokta arasındaki fark spectral centroid, flux ve rolloff point parametreleri ile belirlenir. Bu iki nokta arasındaki fark, kaydedilen ses örneğinin kalitesini ve doğru mikrofonlama tekniği hakkında bilgi vermektedir. Bu değerlerden hareketle, doğru mikrofonlama seçimi için bize yol göstermesinin yanında alınan ses örneğinin spektral parametreleri üzerinden kullanılan mikrofon farklı mikrofonlama tekniklerinin karşılaştırılmasına olanak sağlar.

### 3.6. Beşinci alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar

**Sayıtlı ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin Basit Makamlardaki frekans analizlerinde XY mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir?



Basit\_Suzinak\_XY



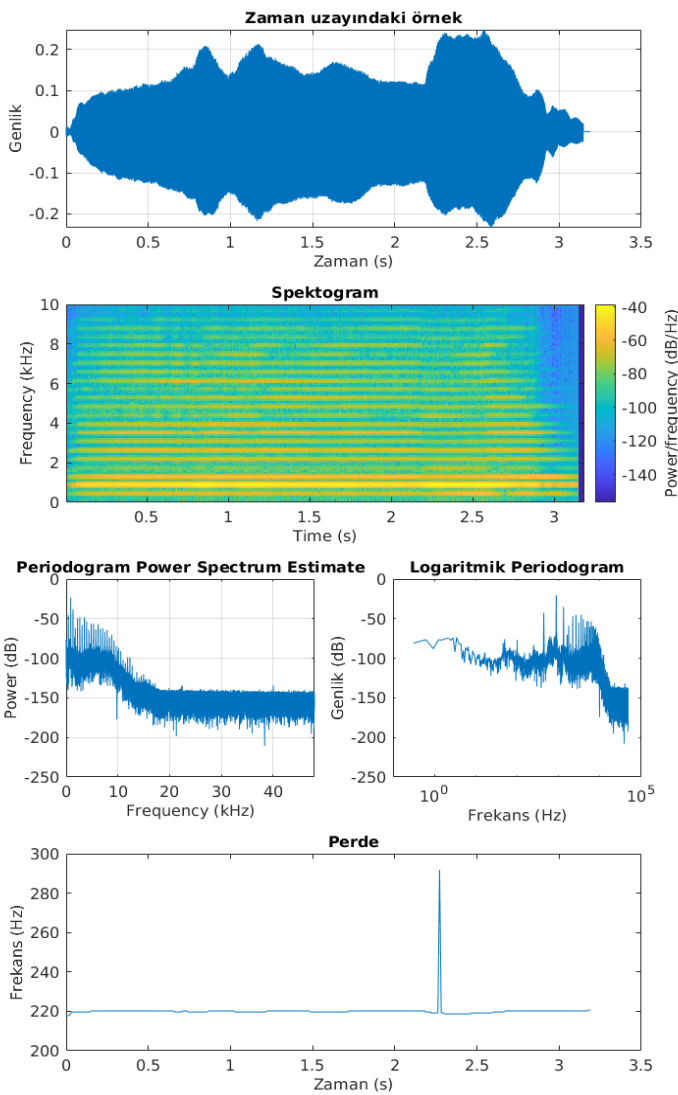
Rast XY

İlgili Basit Makamların örnekleri incelendiğinde örneğin Basit Suzinak XY ile Rast XY arasında genlik, spektrogram, periodogram ve perde parametreleri incelendiğinde kayıt edilen çalgının karakteristiğinden dolayı spektrogram parametresi benzerlik içermektedir. Bununla birlikte farklı zamanlarda aynı icracı tarafından icra edilmiş olmasından dolayı periodogram ve logaritmik periodogram genlik parametreleri

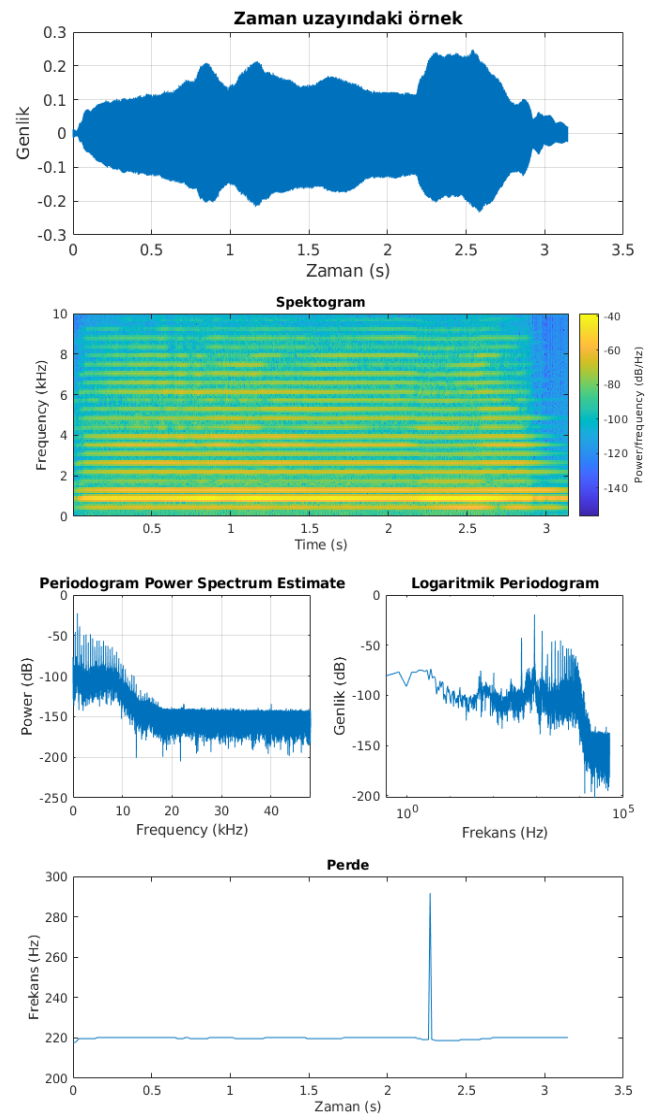
birbirlerine yakın sonuçlar barındırmaktadır. Fakat ilgili makamların farklı dizilere sahip olmasından dolayı perde parametresi birbirlerinden farklıdır.

### 3.7. Altıncı alt probleme yönelik bulgu ve yorumlar

**Sayıtlı ve Bulgu** Kabak kemaneye ait bir ses kitaplığı tasarımında elde edilen ses verilerinin Basit Makamlardaki frekans analizlerinde AB mikrofondan elde edilen sonuçların farklı makamlardaki analizleri arasındaki farklılıklar nelerdir?



Basit suzinak AB



Rast AB



Ab kayıtlarının genlik, periodogram ve spektogram parametreleri incelendiğinde Rast ve Basit Suzinak Makamlarının spektogramları ve periodogramları oldukça benzerdir. Özellikle spektogramları incelendiğinde Basit Suzinak AB ve Rast AB'ye kıyasla özellikle 5 kHz frekans cevapları birbirlerinden farklıdır bu farklılık dizilerin seyrinden kaynaklandığı gibi makamlar arasındaki aynı mikrofonlama yöntemine rağmen farklı sonuçların elde edilmesi olarak okunabilir.



## SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanal ses kitaplığı tasarlanırken öncelikle kitaplığın tasarımı için uygun bir laboratuvar ortamı sağlanmalıdır. Kullanılacak mikrofonlama teknikleri belirlenmeli ve icracı ile ses örnekleri kayıt edilip işitsel olarak hangi mikrofonlama tekniğini kayıt edilecek çalgıya uygunluğu saptanmalıdır. Ülkemizde yapılan lisansüstü çalışmalarda farklı çalgıların mikrofonlama teknikleri sadece spektruma göre çözümleme yapıp gürlük değerlerine göre mikrofonlama teknikleri sınıflandırmaktadır. Dünya müzik teknolojisi literatüründe kullanılan audio quality ve comparison testlerinde spektral parametrelerden yararlanılarak mikrofonlama teknikleri ve ses kayıt donanımları karşılaştırılmaktadır. Bir ses kayıt stüdyosunda yapılan sesin sadece spektrum çözümü ve gürlük değerlerine göre mikrofonlama tekniklerinin sınıflandırılması mevcut kayıt stüdyosunun akustik parametrelerine göre yapılacağı için bir başka kayıt stüdyosunda mevcut parametrelerinde aynı sonuçların ortaya çıkmasını sağlayamamaktadır. Bu araştırma, mikrofonlama yöntemlerinin ve ses kayıt donanımlarının karşılaştırılmasında kullanılabilecek bir model olabileceği ön görülmüştür. İlgili araştırmanın sonuçlarına bakıldığında stereo mikrofonlamanın hepsi sanal ses kitaplığı tasarımında kullanılabilir.

Alınan ses örneklerinin dijital ortama aktarılmasında örnekleyici(sampler) seçimi ilgili ses kitaplığının kullanılabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu öne sürülebilir. Buradan hareketle ilgili ses kitaplığına uygun bir örnekleyici belirlerken örnekleyicinin farklı işletim sistemlerinde ve kullanıcı sayısının fazla olması gibi faktörler ses kitaplığının kullanılabilirliği açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Bir sanal ses kitaplığı tasarımında alınan ses örneklerinin audio quality tercih edilen mikrofonlama tekniklerinin karşılaştırılması mikrofon ve preamp tercihi gibi sanat ses kitaplığının oluşumdaki en önemli etkenlerin saptanmasında spektral parametrelere göre belirlenmesi önerilmektedir. İki ses örneğini, iki mikrofonlama tekniğini, iki farklı mikrofon seçiminin karşılaştırılmasında spektral centroid, spektral flux, spektral rolloff point parametreleri ilgili karşılaştırmalar yapmak için yeterli olduğu düşünülmektedir. Buradan hareketle ilgili ses kitaplığı tasarımda seçilen ses örnekleri bu parametrelere göre belirlenmiştir. İleride yapılacak ses kitaplığı tasarımında kitaplığın yapısına uygun mikrofonlama tekniği, mikrofon seçimi ve kullanılacak ses kayıt donanımlarının

belirlenmesinde bu parametrelerden yararlanılabilir. Bu parametreler audio özellik uzayındaki farklılıkları bize göstermektedir. İlgili sonuç bağlamında, Öklid uzaklıkları incelendiğinde her iki mikrofonlama tekniğinin birbirinden farklı audio quality faktörleri olduğu saptanmıştır.

İlgili ses kitaplığı tasarımı denemesinde alınan ses örneklerinin spektrogram, periodogram, logaritmik periodogram parametreleri karşılaştırıldığında XY kayıt yöntemi ile kayıt edilen Basit Makamların spektral özelliklerindeki farklılıklar çalgının karakteristiği ve icracıdan kaynaklandığı düşünülerek parametrelerin sonuçları oldukça benzer olduğu görülebilmektedir. AB mikrofonlama tekniği ile yapılan kayıtların periodogram, spektrogram ve logaritmik periodogram gibi parametreleri incelendiğinde Basit Makamlara ait bu spektral özellikler farklı makamlarda benzerlikler taşımadığı her birinin spektrogramı ve periodogramının birbirlerinden farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Audio quality karşılaştırması ve farklı mikrofonlama tekniklerinin birbiriyle karşılaştırılmasında kullanılan spektral centroid, spektral flux, spektral rolloff point parametreleri bu çalışmada tercih edilmiştir. Bu tercih nedeni spektrumun merkez uzaklığının saptanmasını, spektrumun güç karşılaştırılması, spektral yoğunluk, spektrumun frekans dağılımı ve frekans bantlarının belirlenmesi gibi parametrelerin bir sanal ses kitaplığı tasarımında seçilecek ses örneklerinin belirlenmesinde yeterli olacağı öngörülerek araştırmanın modeli belirlenmiştir. Müzik teknolojisi literatüründe bundan sonra yapılacak mikrofonlama teknikleri karşılaştırılması ve mikrofon seçimi gibi yapılacak araştırmaların spektral karşılaştırmasında bu parametrelerle beraber kullanılacak diğer parametreler şunlardır;

- Spectral Centroid\*
- Spectral Spread
- Spectral Skewness
- Spectral Kurtosis
- Spectral Entropy
- Spectral Flatness
- Spectral Crest
- Spectral Flux\*
- Spectral Slope
- Spectral Secrease
- Spectral Rolloff Point\*

Bu parametreler ilgili ses örneklerinin karşılaştırılmasında, seçilmesinde, mikrofon seçiminde ve ses kayıt donanımlarının birbiriyle karşılaştırılmasında kullanılabileceği öngörülmektedir.



## KAYNAKÇA

- Atay, G. (2015). *Türk müziği form ve makamlarında gitar uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Akyol, A. (2017). Kabak Kemane'nin Dünü, Bugünü ve Yarını. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*, 3(1), 162-179.
- Aydemir, M. (2014). *Makam Rehberi*. İzmir: Pan Yayıncılık.
- Bir, G. (2019). *Ses Teknolojilerinin Reklam Müziği Prodüksiyonundaki Kullanımları ve Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Bircan, O. (2010). *Kemane İcrasında Artikülasyon ve Yay Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çalış, M. (2007). *Karayolu Gürültüsü ve Gürültü Perdelerinin Ekonomik Analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, Ö. (2010). *Türk Dünyası'nda Üç Yaylı Çalgı Kulkobız, Kamança ve Kabak Kemane*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Çelik, Ö. (2017). Kitle İletişim Araçları Sayesinde Yerelden Ulusala Taşınan Çalgı: Kabak Kemane. *Türk Dünyası İncelemeleri Dergisi*, 17(1), 155-166.
- Çelik, Ö. (2018). *Batı Anadolu' da Kabak Kemane ve İcra Geleneği*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Danielsen, A. (2016). *Musical Rhythm in the Age of Digital Reproduction*, s.215 New York: Routledge
- Delen, H. (2017). *Bağlama mikrofonlama teknikleri ve kompresör kullanımının müzik teknolojileri eğitimine katkıları*. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Durmaz, S. (2009). *Müzik teknolojisi ve audio terimleri sözlüğü*. İstanbul: Cinius.
- Emnalar, A. (1998). *Türk Halk Müziği ve Nazariyatı*. İzmir: Ege Üniversitesi Basım Evi.
- Ergül, R. (2006). Psikoakustik ve film sesinde algısalılık. *Selçuk İletişim*, 4(3), 138-145.

- Esen, M. (2008). Müziksel Algılamada Ses ve Renk İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Giannakopoulos, T., & Pikrakis, A. (2014). *Introduction to audio analysis: a MATLAB® approach*. Academic Press.
- Göktepe, M. (2000). *Müzikte Ses-Süre-Hız-Yoğunluk*. Ankara, Başar Ofset.
- Gunther, L., (2012). *The Physics of Music and Color*, Springer Science + Business Media, USA.
- Huber, D.M. ve Thornton S.T. (2005). *Modern Recording Techniques*, Focal Press, USA.
- Kakı, S. (2012). *Türk Makam Müziği Çalgılarından Tanbur'un Müzik Prodüksiyonu İçin Kayıt Yöntem ve Teknikleri*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karaduman, İ. (2014). *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(8), 587-601.
- Kaya, M. R. (1998). *Dünden Bugüne Rebab ve Yeniden Ele Alınması*. Sanatta Yeterlilik Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Lapp, D.R., (2012). *The Physics of Music and Musical Instruments*, Fellow Wright Center for Innovative Science Education Tufts University, Medford Massachusetts.
- Long, M. (2006). *Architectural Acoustics*, Burlington, MA: Elsevier Academic Press.
- Manning, P. (2003). The Influence of Recording Technologies on the Early Development of Electroacoustic Music. *Leonardo Music Journal*, 13(1), 5-10.
- Martin, G. (2004). *Introduction To Sound Recording*, B.Mus, M.Mus, Ph.D
- Owsinski, B. (2005) *The Recording Engineer's Handbook*. Boston, MA: Thomson Course Technology
- Önen, U. (2007). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri*. Çitlembik Yayınları, İstanbul.
- Öner, A. (2011). *Geleneksel Türk müziği öğelerinin flüt eğitiminde kullanılmasına yönelik bir model önerisi*. Doktora Tezi Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

- Özkan, H. İ. (1998). *Türk Musikisi Nazariyatı ve Usulleri, Kudüm ve Velveleri*. İstanbul: Özener Matbaası.
- Raimy, Eric, and Charles E. Cairns. The Segment in Phonetics and Phonology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc., 2015.
- Serway, R.A. Beichner, R.J., (2002). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*, (çev: Çolakoğlu, K.), Palme Yayıncılık, Ankara.
- S. Dixon, "Onset Detection Revisited." *International Conference on Digital Audio Effects*. Vol. 120, 2006, pp. 133–137.
- Say, A. (2010). *Müzik Ansiklopedisi*. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.
- Sezer, S. (2016). *Kabak Kemane ile Azeri Kamançası'nın Yapı ve İcra Tekniği Açısından Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Şarman, Ö. (2010). Stereo mikrofonlama teknikleri. *Sound Magazine*, 5, 32-33.
- Şener, A. C. (2005). *Doğru ve Güzel Konuşarak Gelişen Kimlik*. Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi M.S.S.F. Tiyatro Bölümü, Ankara.
- Tarikçi, A. (2015). *Müzik teknolojisine giriş*. Ankara: Müzik Eğitimi.
- Tzanetakis, G., and P. Cook. "Multifeature Audio Segmentation for Browsing and Annotation." *Proceedings of the 1999 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, 1999.
- Urhan, S. (2014). *Kabak Kemane Metodu*. İzmir: Tezer Matbaası.
- Üstün, İ. (2015). *Faz Dizili Mikrofonlarla Belirlenen Koordinatlardan Ses Seçimi*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Yanar, O. (2021). *Türk Halk Müziği Çalgı Türlerine Yönelik Ses Kayıt Stüdyolarında Tercih Edilen Mikrofonlama İşlemleri Üzerine Bir İnceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Erzurum.
- Yasui, D. H., Genetta, T., Kadesch, T., Williams, T. M., Swain, S. L., Tsui, L. V., & Huber, B. T. (1998). Transcriptional repression of the IL-2 gene in Th cells by ZEB. *The Journal of Immunology*, 160(9), 4433-4440.
- Yılmaz, Z. (2010). *Türk Musikisi Dersleri*. İstanbul: Çağlar Musiki Yayınları.

Zeren, A. (1993). *Müzik Fiziği*. Pan Yayıncılık, İstanbul

Zeren, A. (1997). *Müzik Fiziği*. Pan Yayıncılık, İstanbul

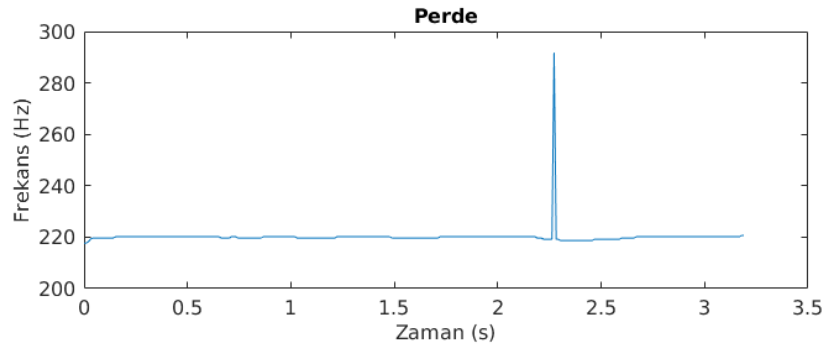
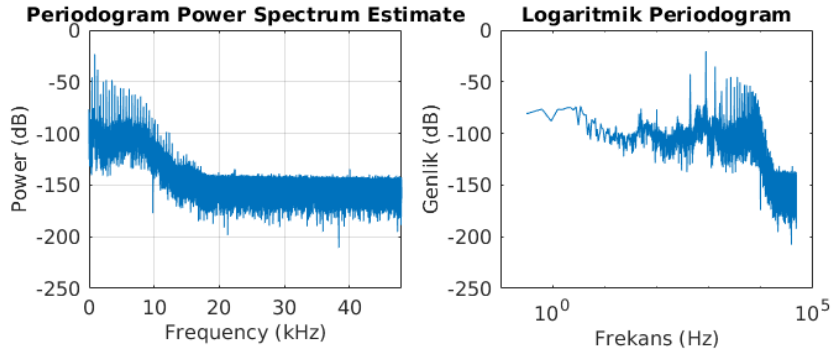
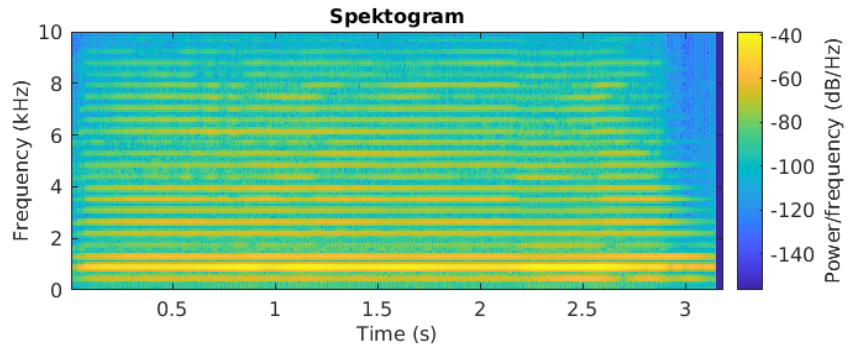
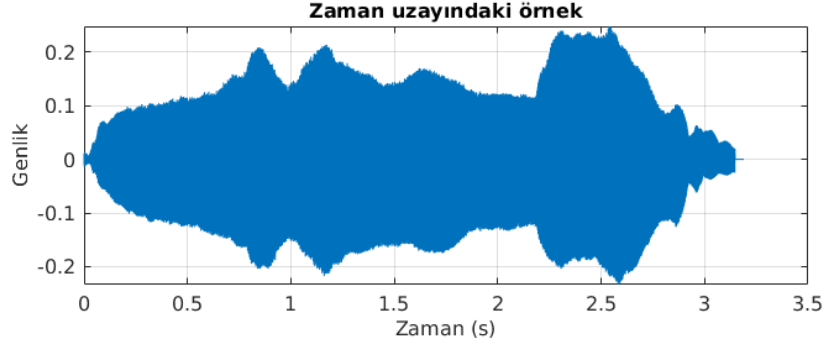
Zeren, B. (2020). *Yaylı Çalgıların Ses Kayıt Sürecinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Antalya.

Ziyagil, H. E. (2021). *Ud Çalgısının Mikrofonlama Teknikleri, Equalizer Kullanımı ve Sampler Üretimi Açısından Müzik Eğitime Katkılarının Araştırılması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

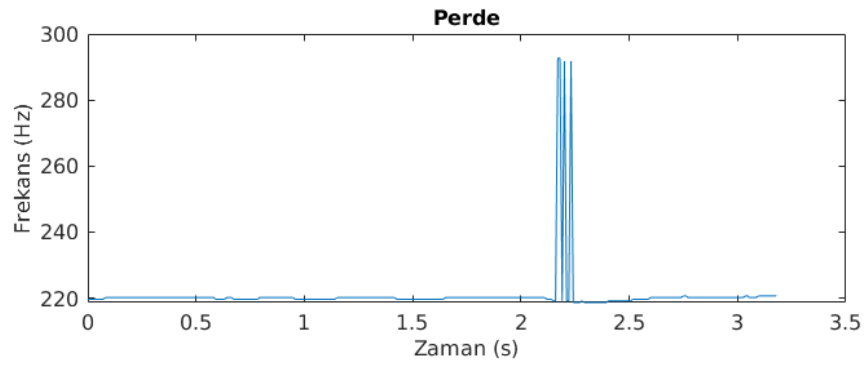
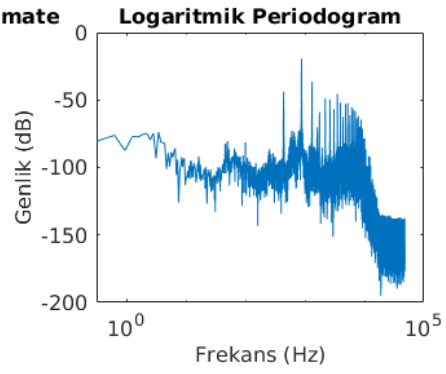
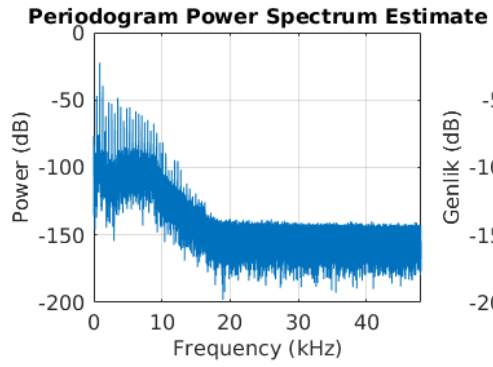
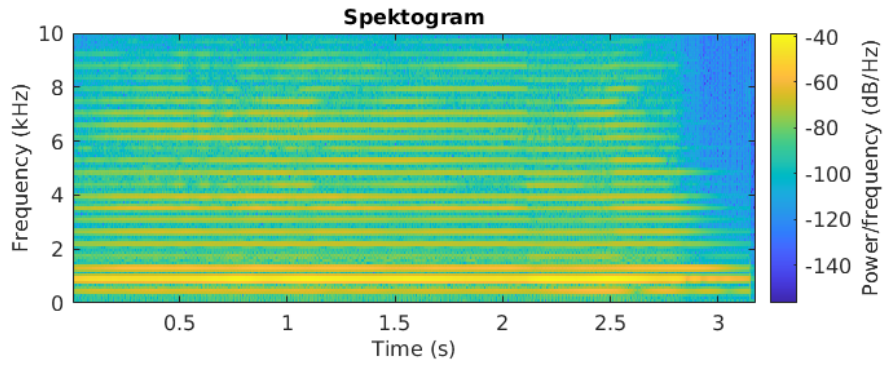
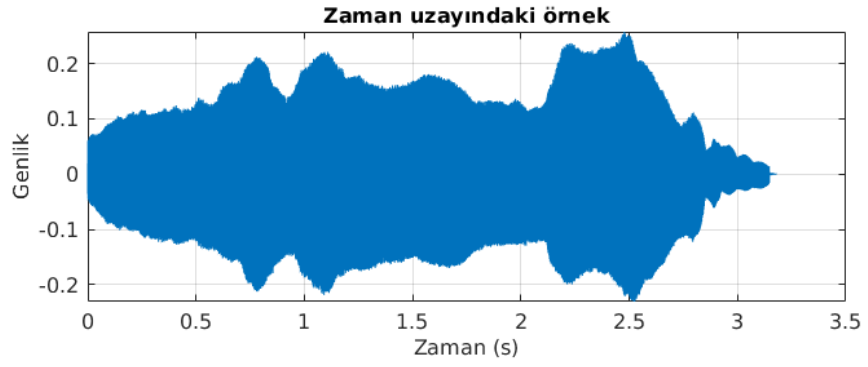




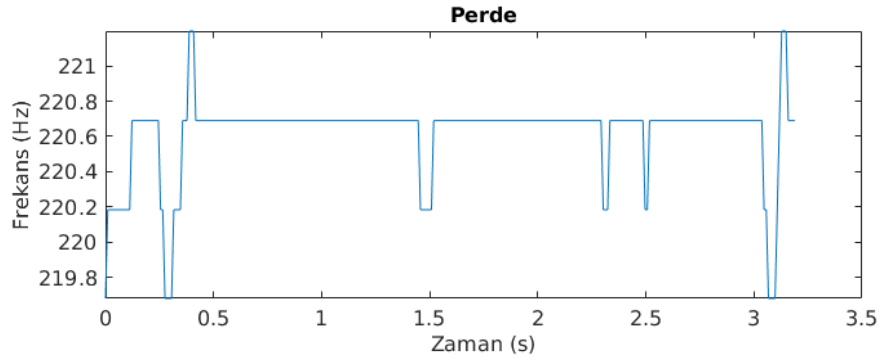
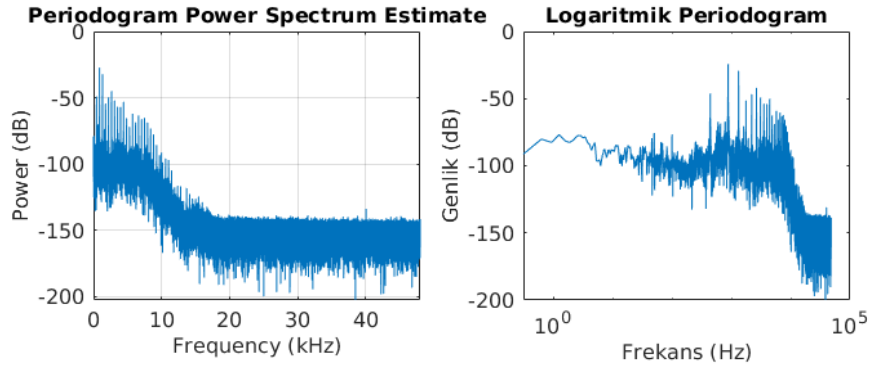
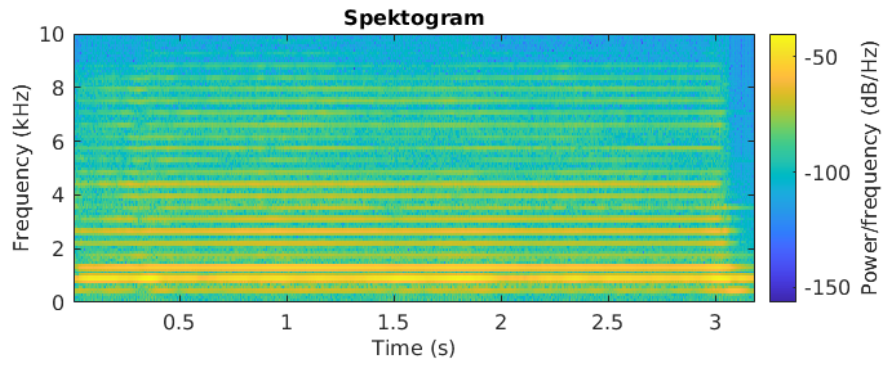
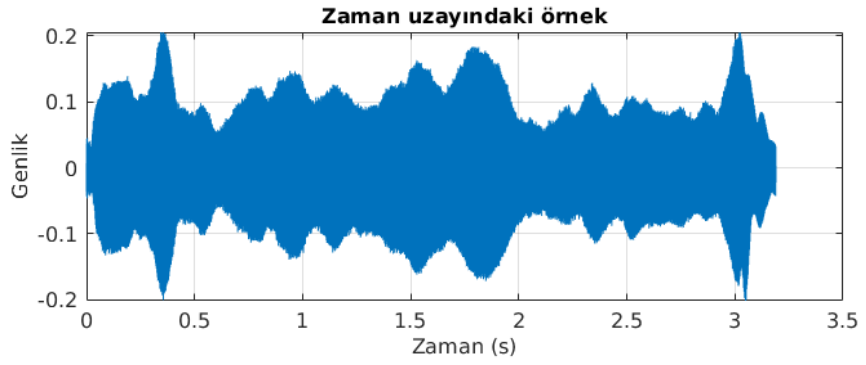
## EKLER



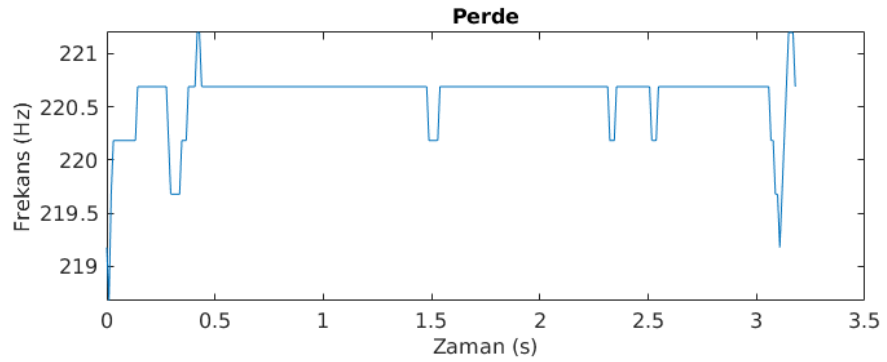
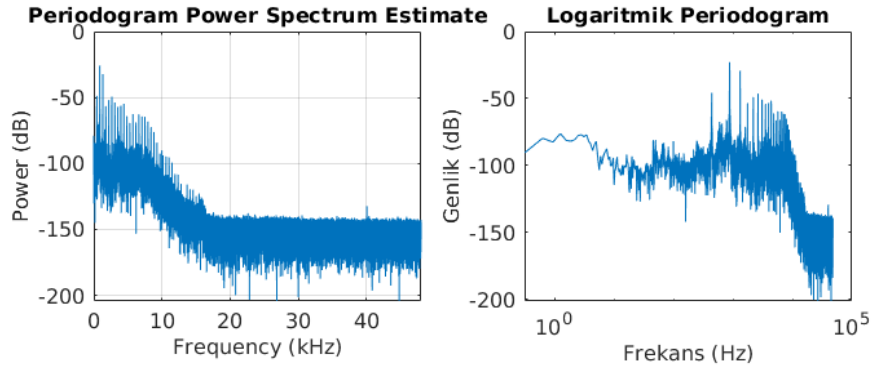
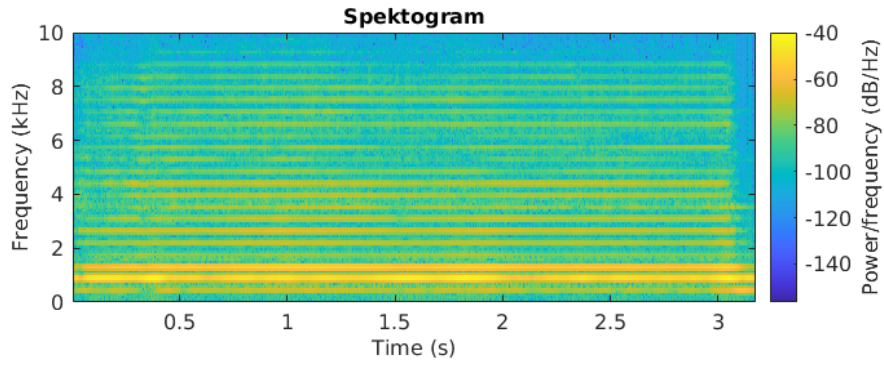
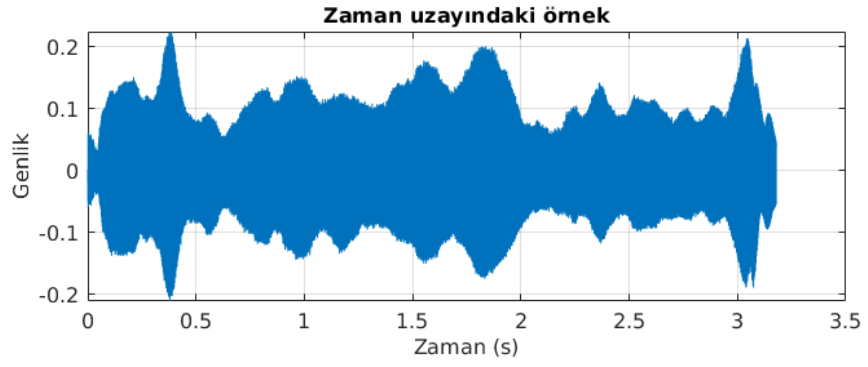
Basit\_Suzinak\_AB



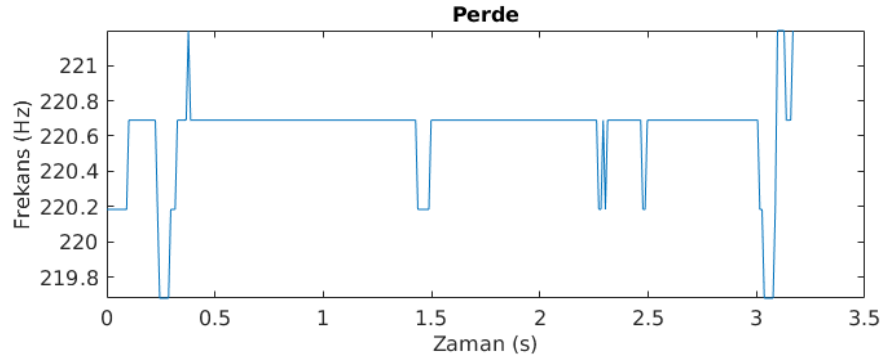
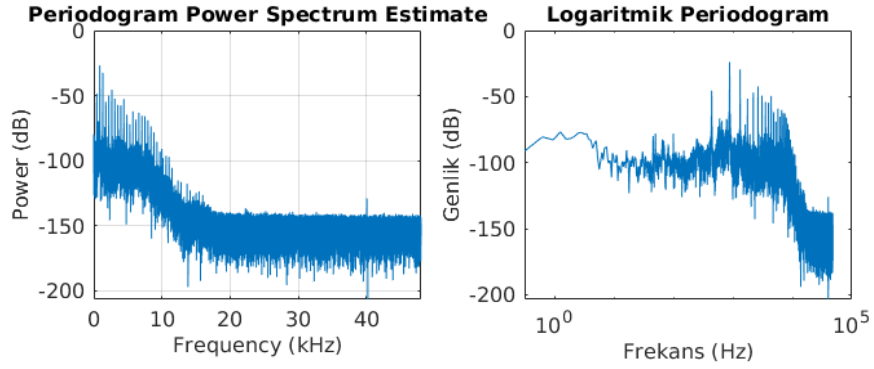
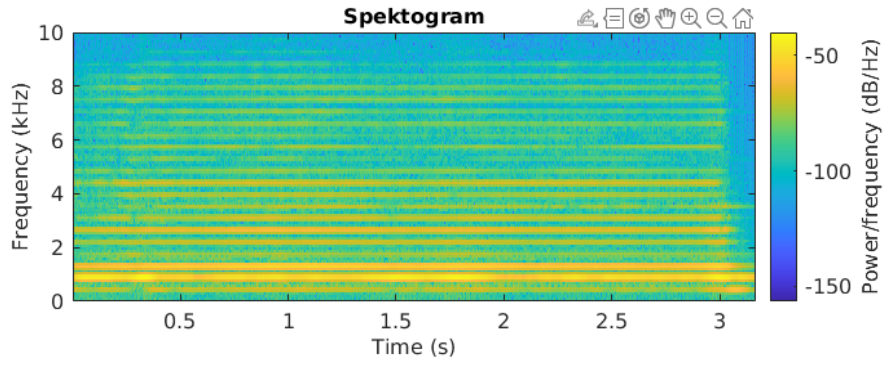
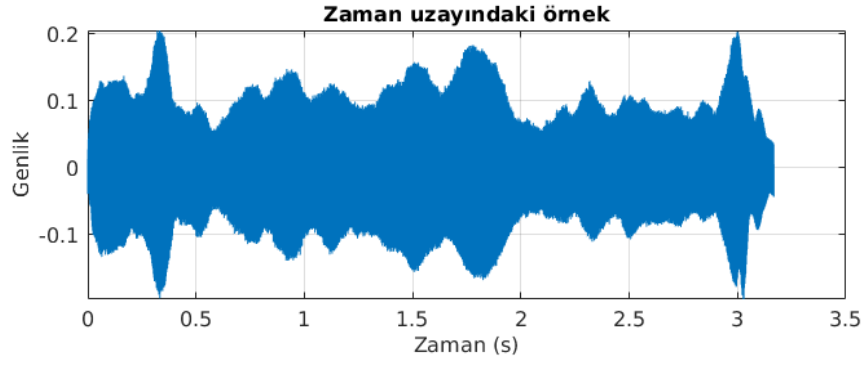
Basit\_Suzinak\_XY



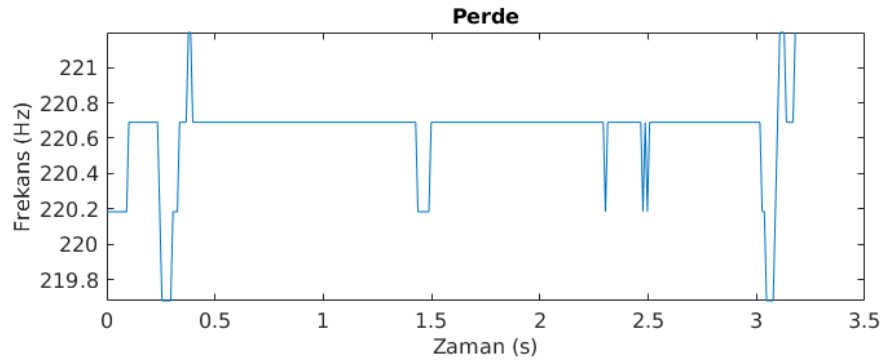
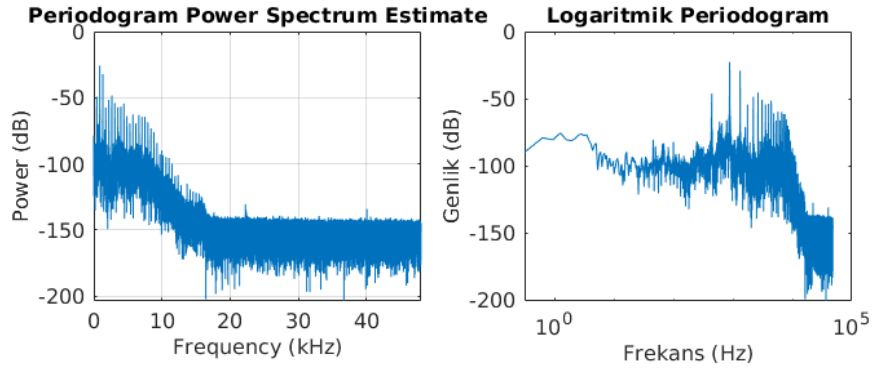
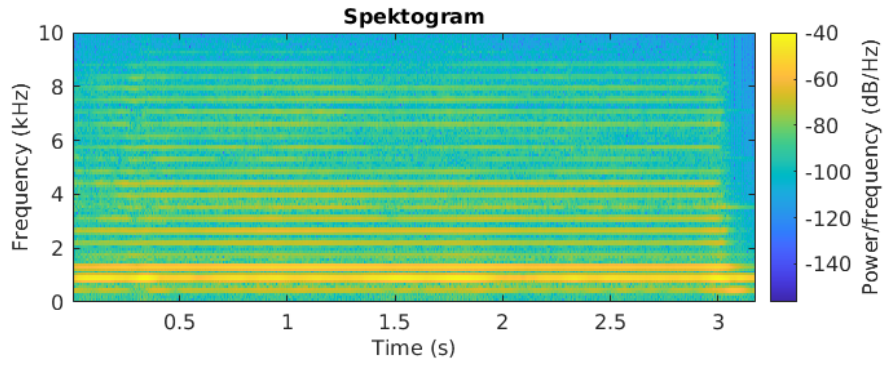
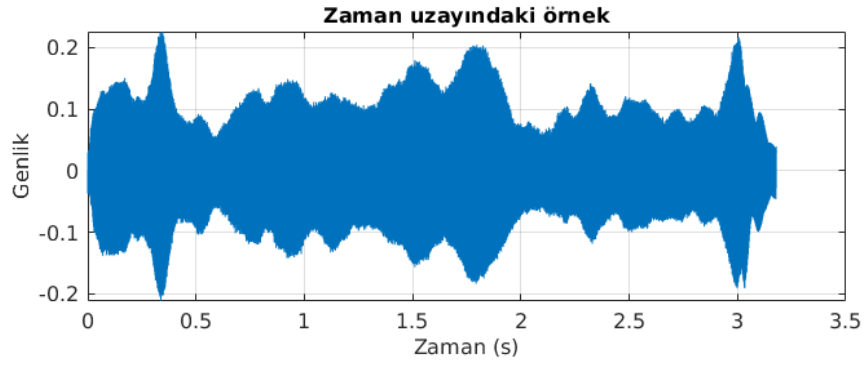
Buselik-AB



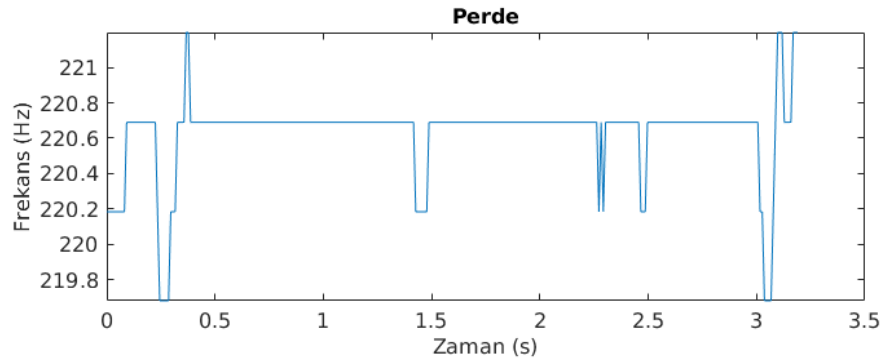
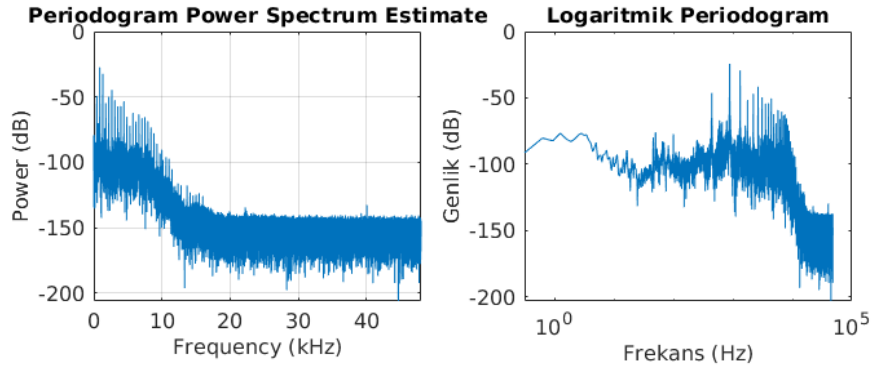
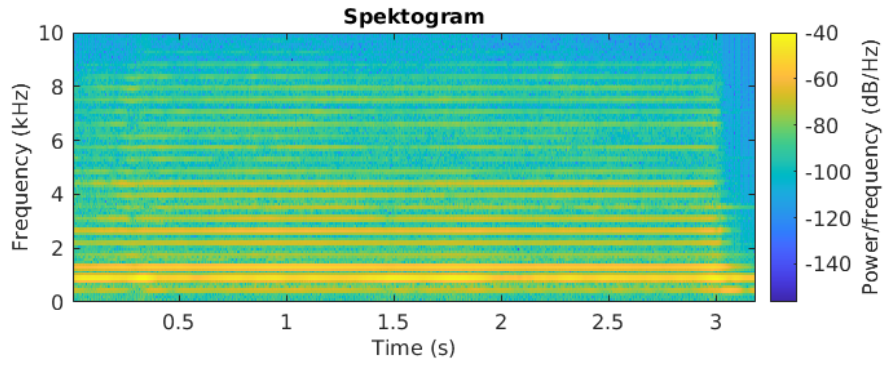
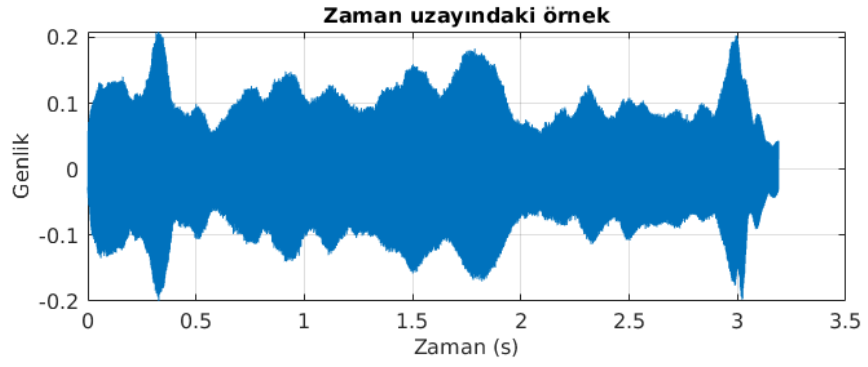
Buselik-XY



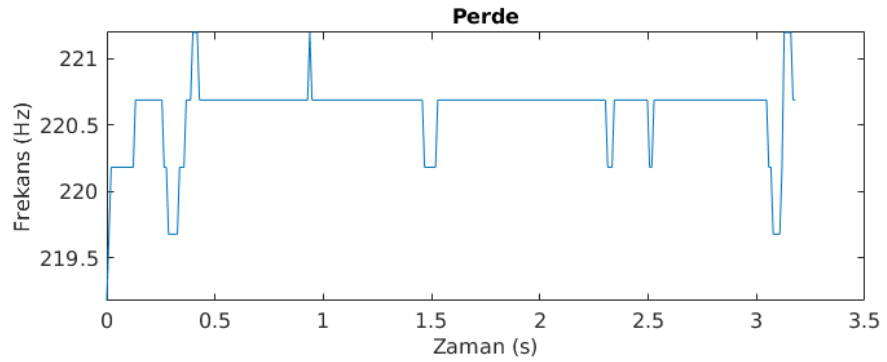
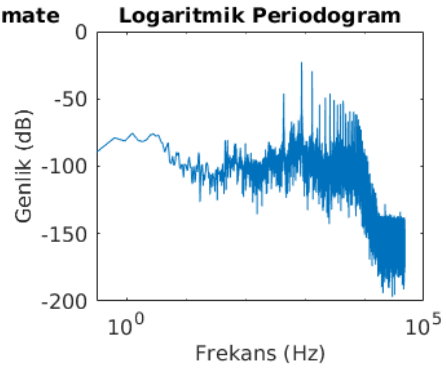
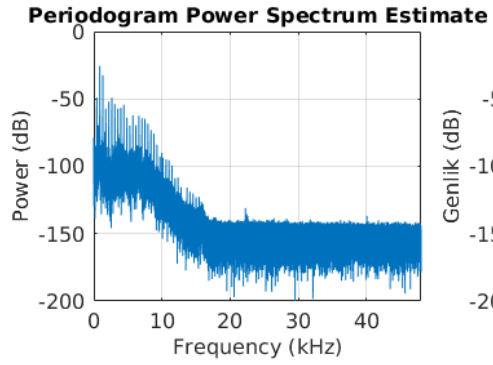
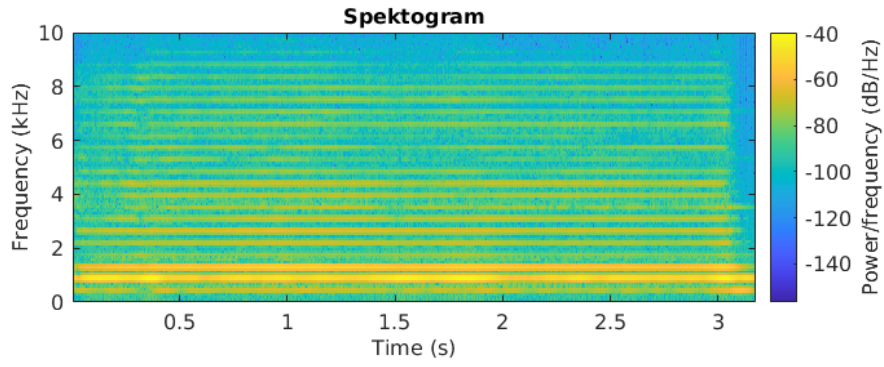
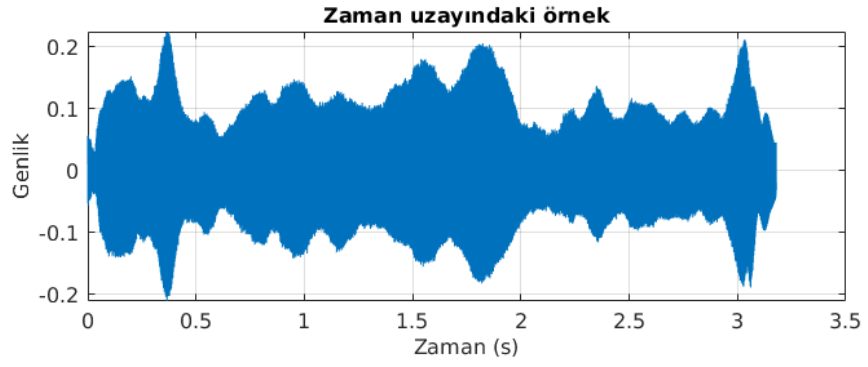
ÇARGAĞ-AB



ÇARGAH-XY

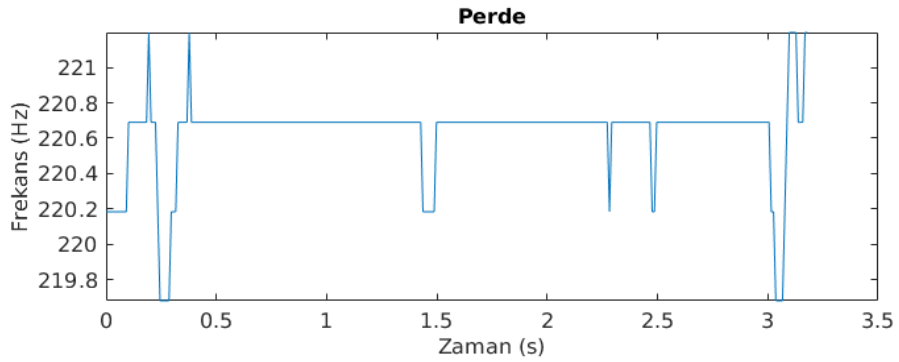
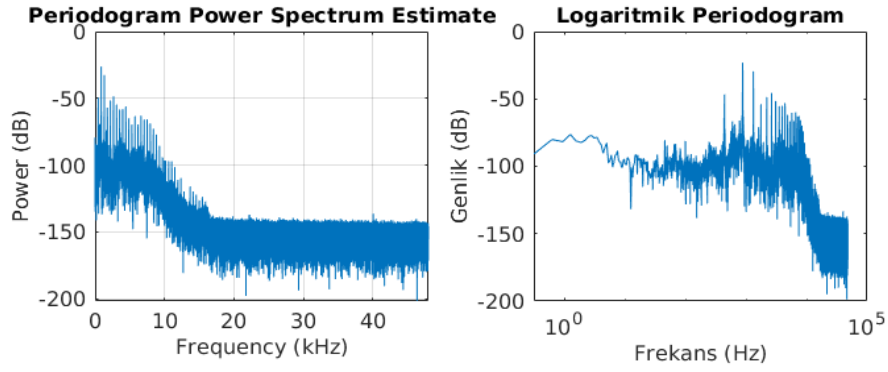
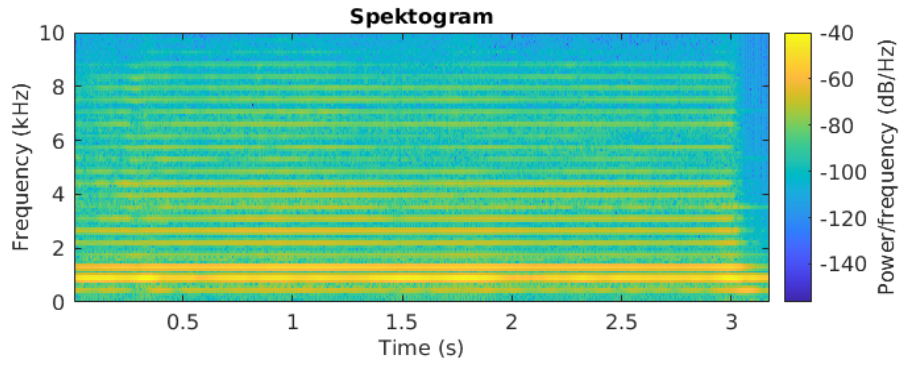
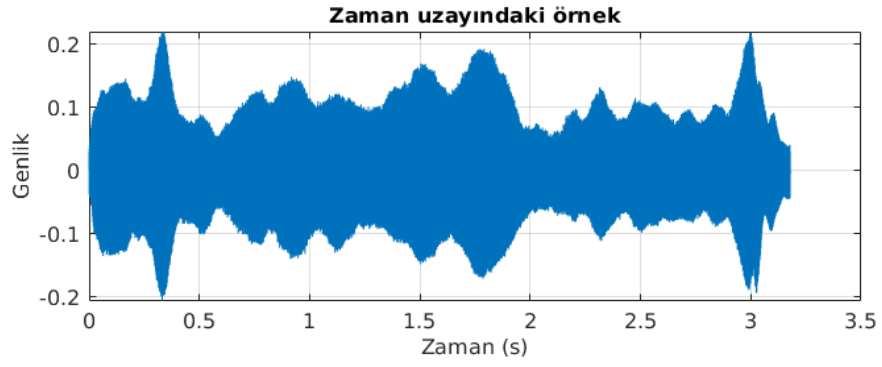


HİCAZ AB

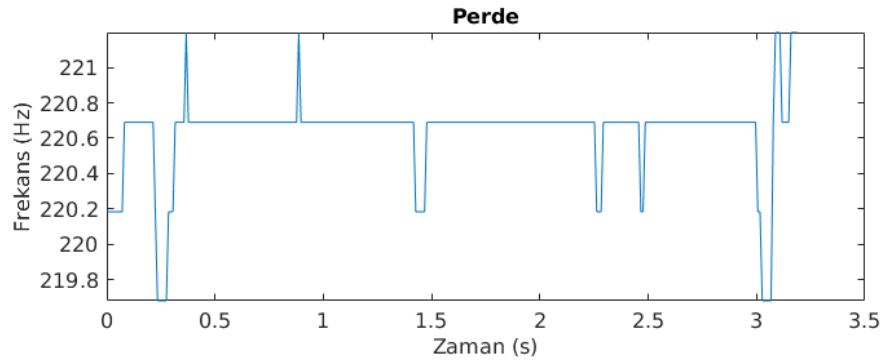
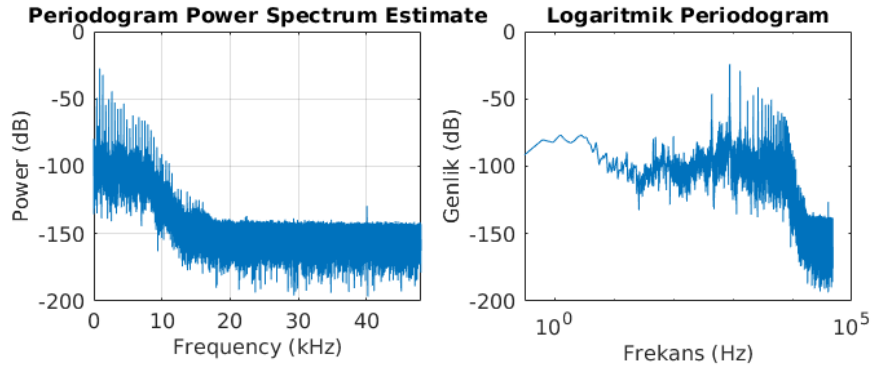
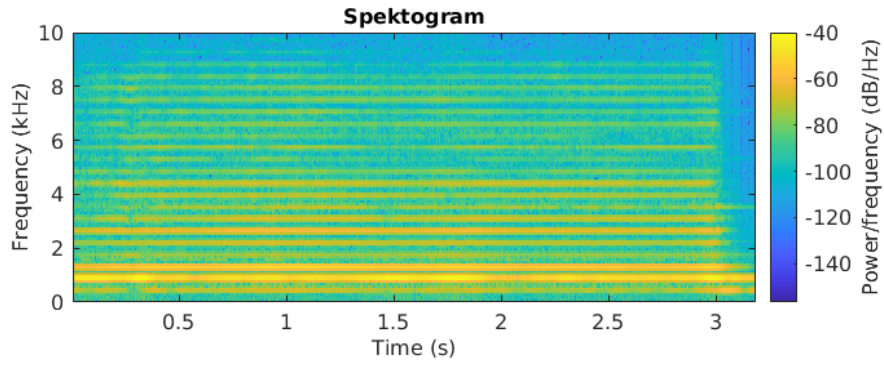
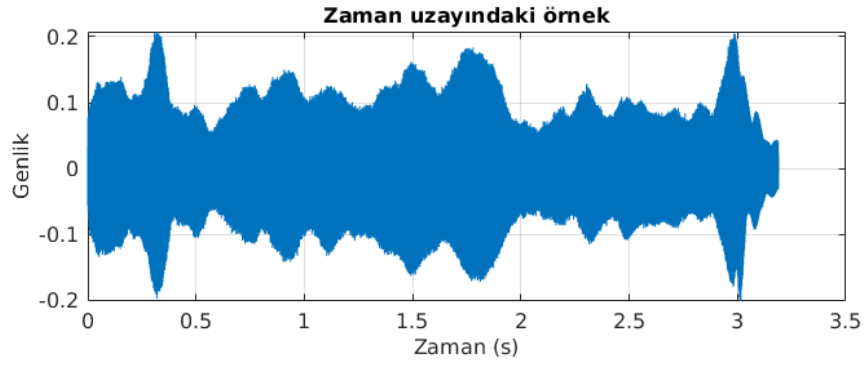


HİCAZ XY

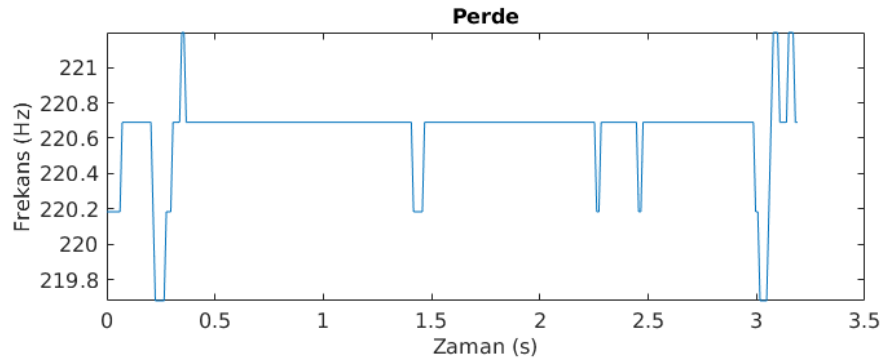
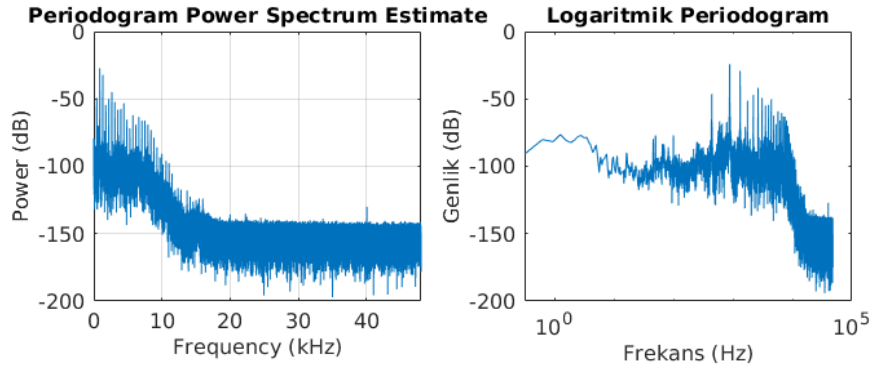
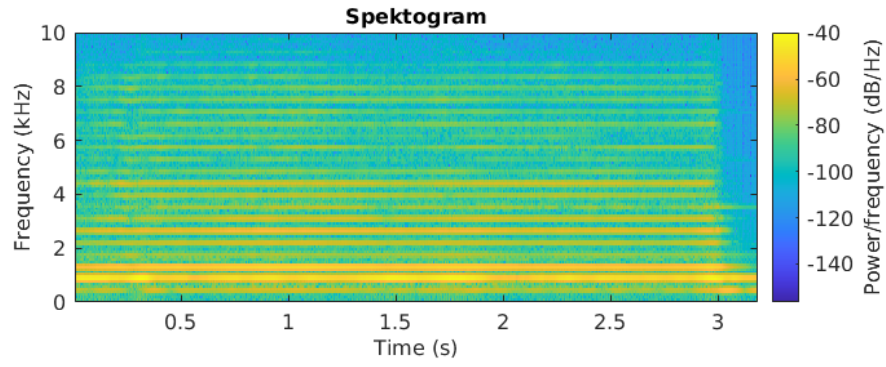
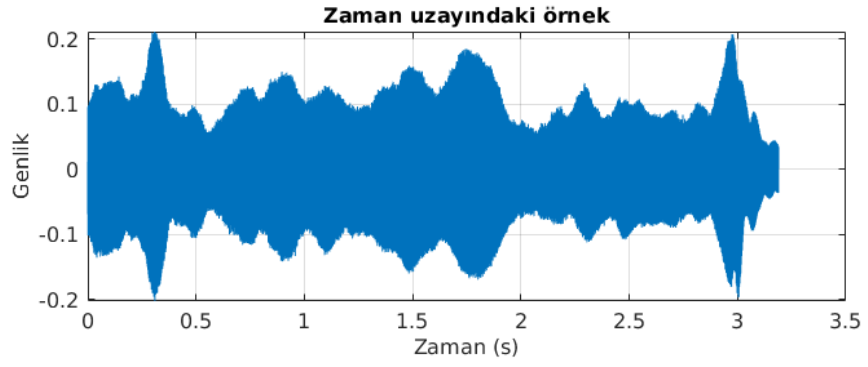




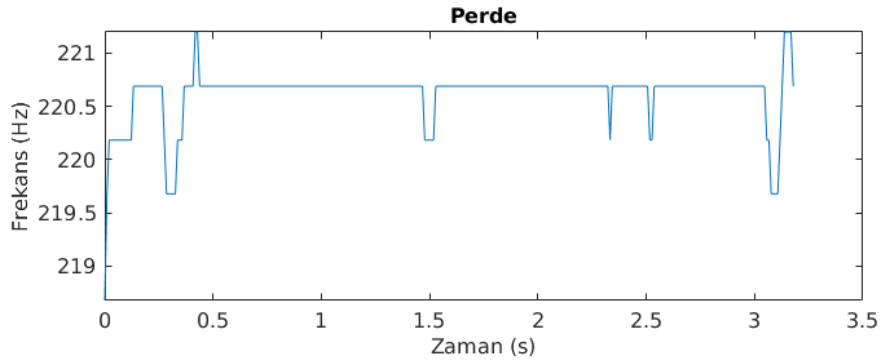
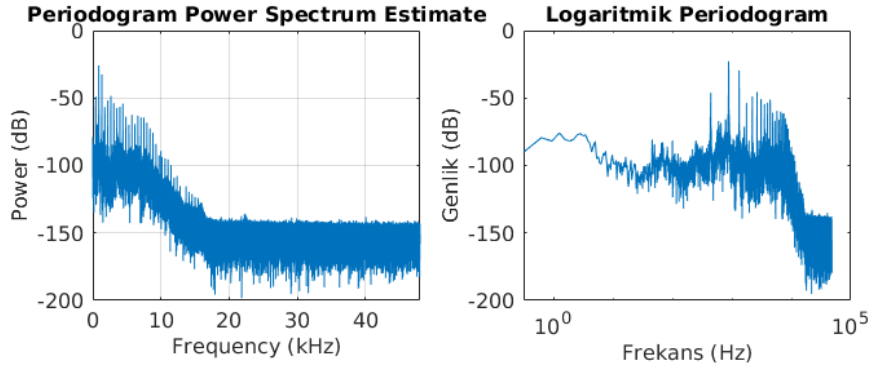
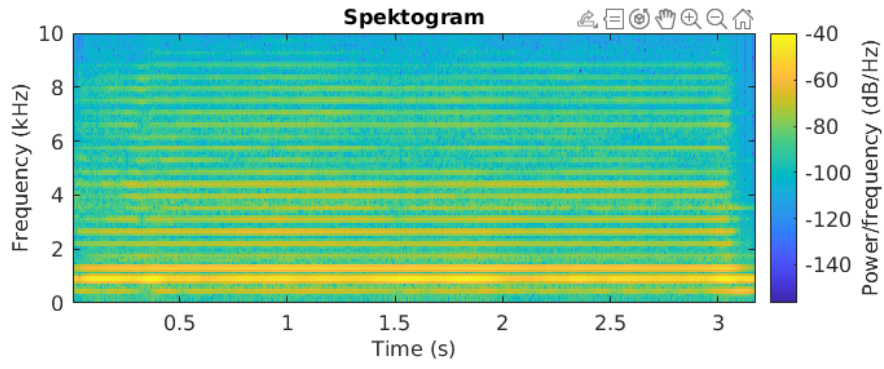
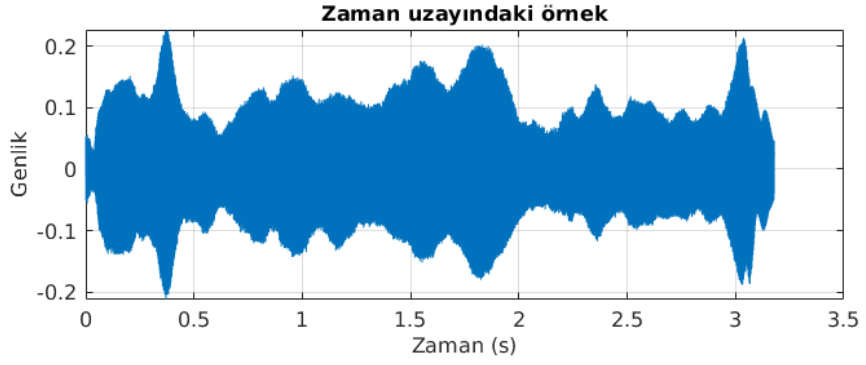
Hümayun-AB



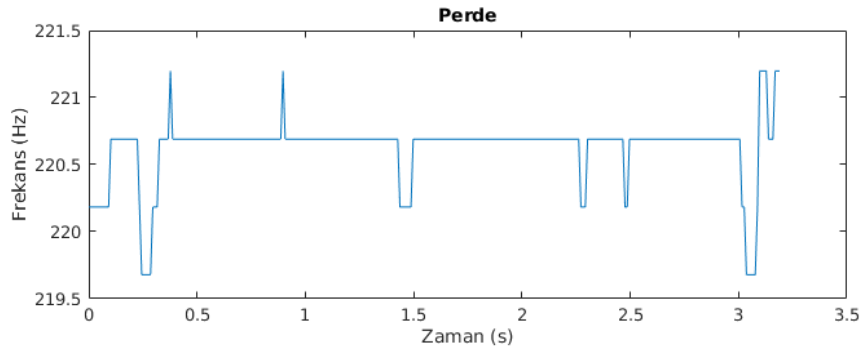
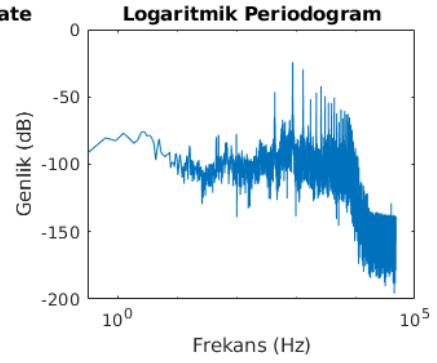
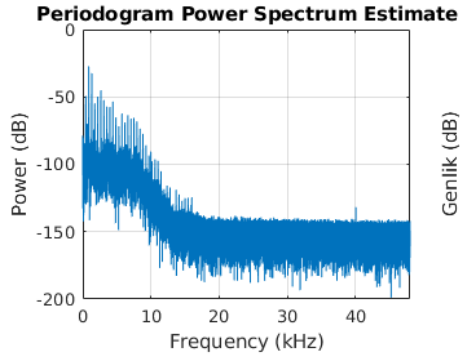
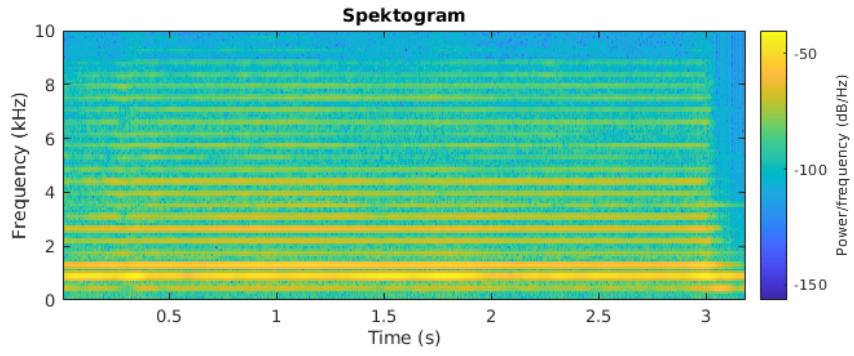
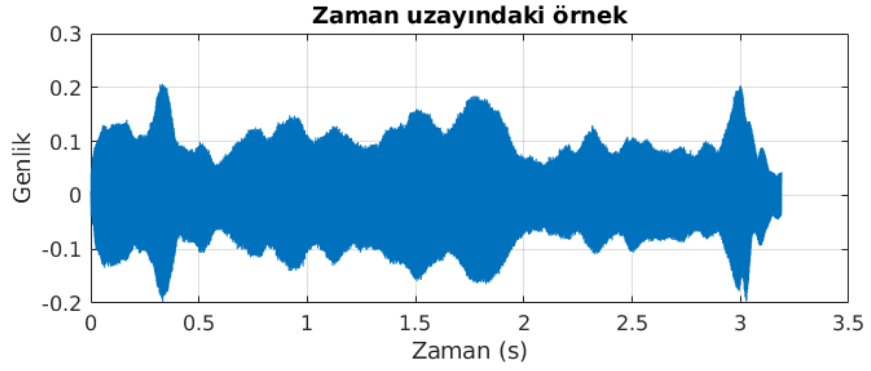
Hümayun-XY



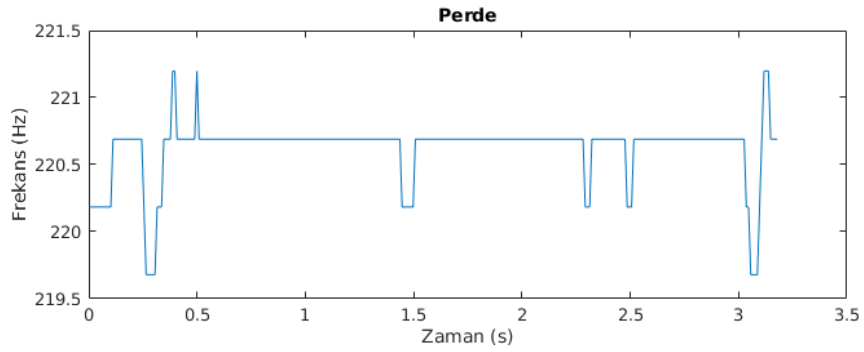
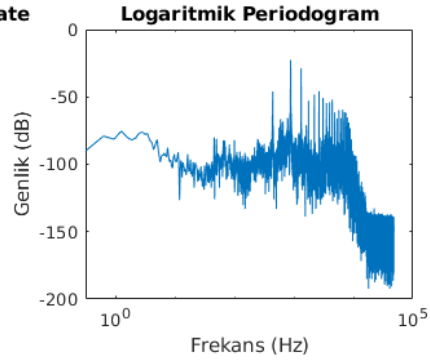
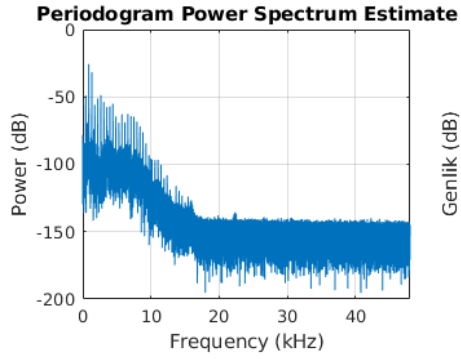
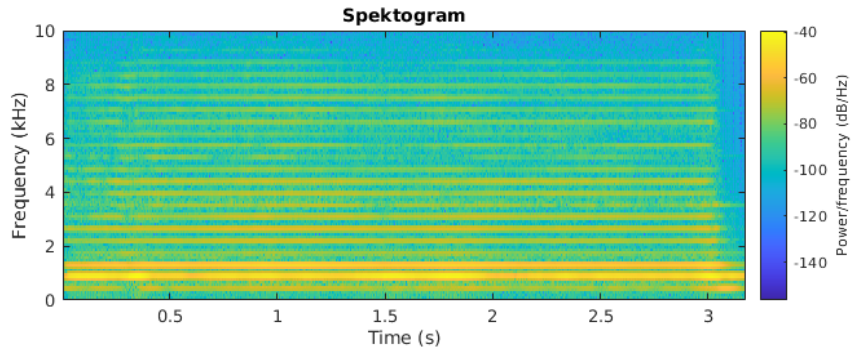
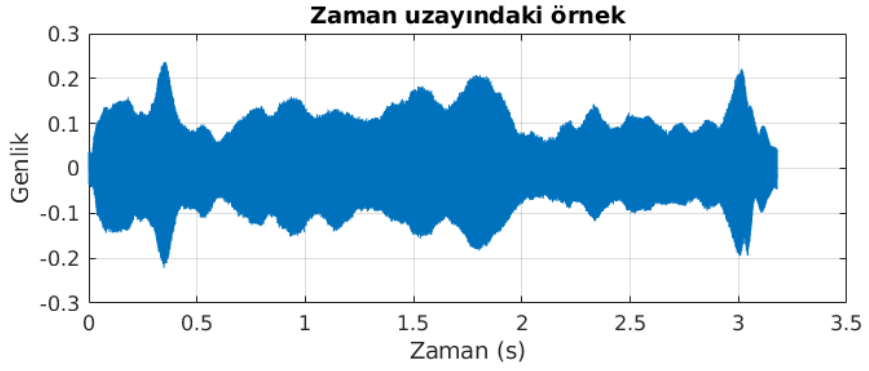
Hüseyini-AB



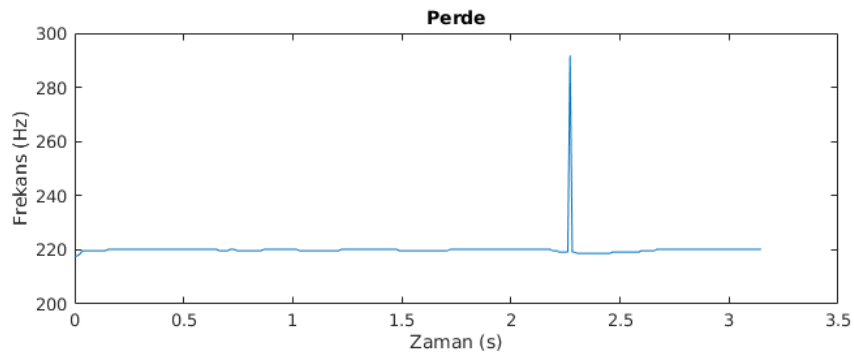
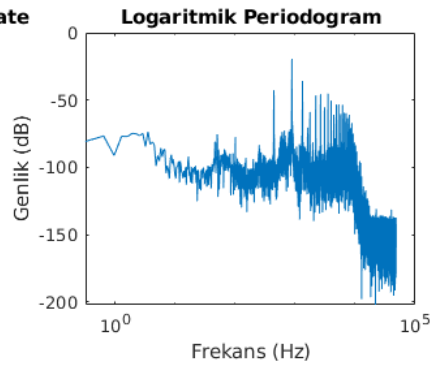
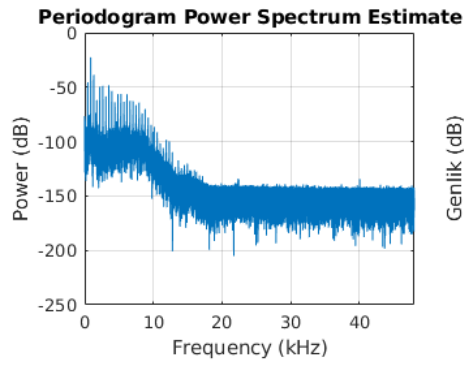
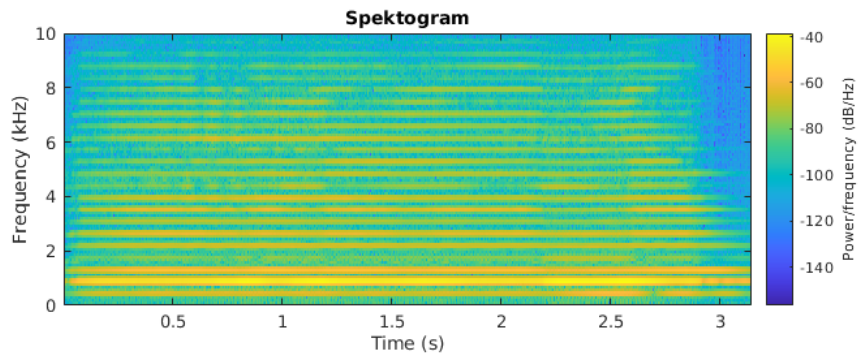
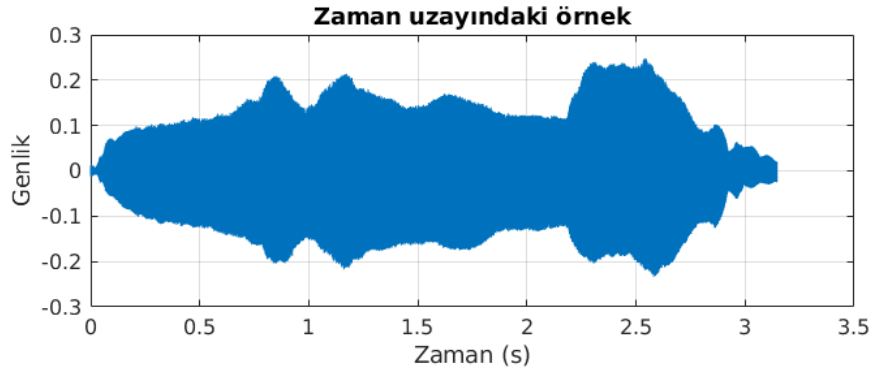
Hüseyini-XY



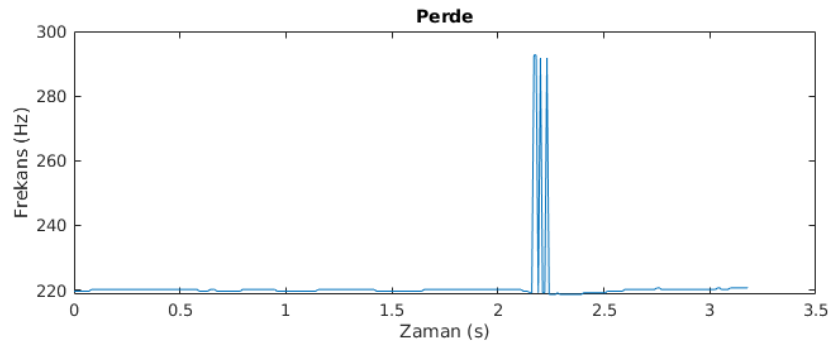
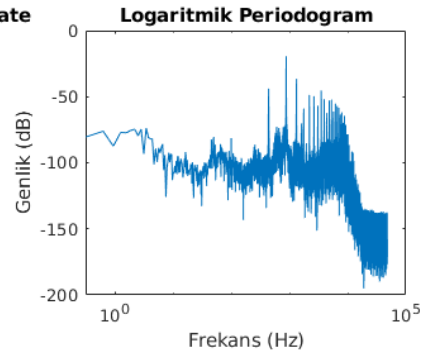
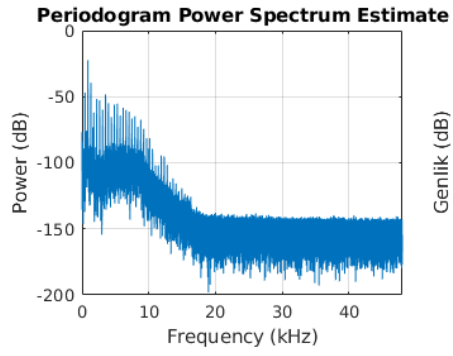
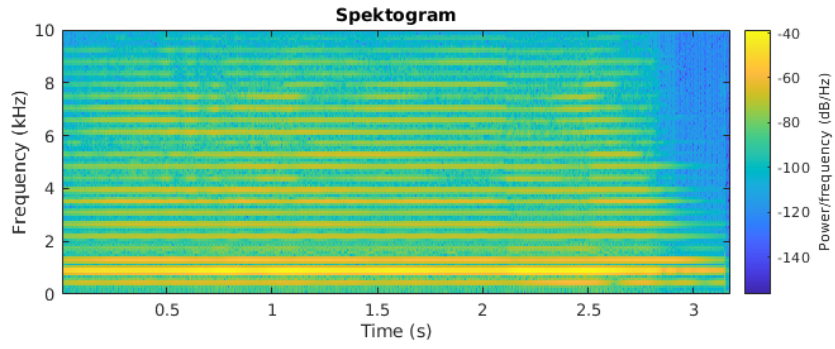
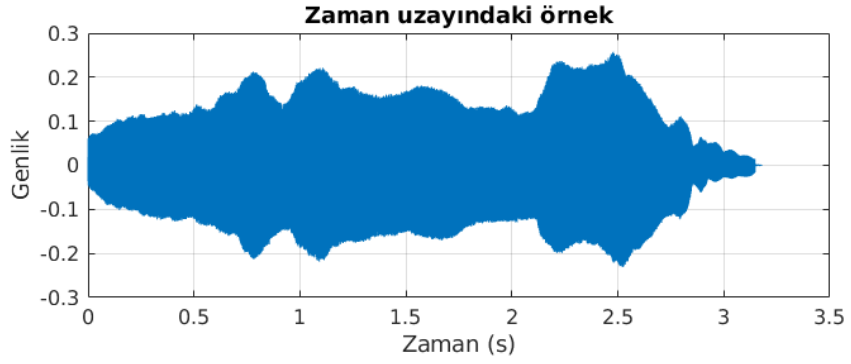
Neva-AB



Neva-XY

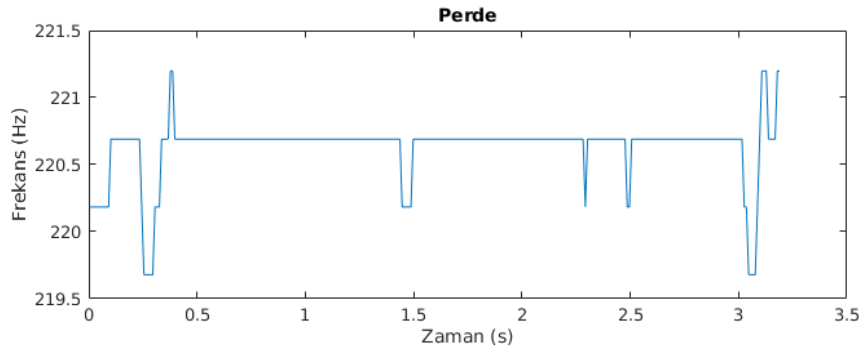
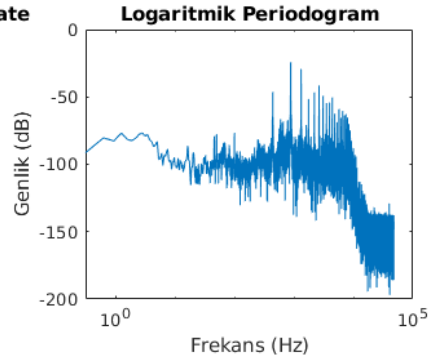
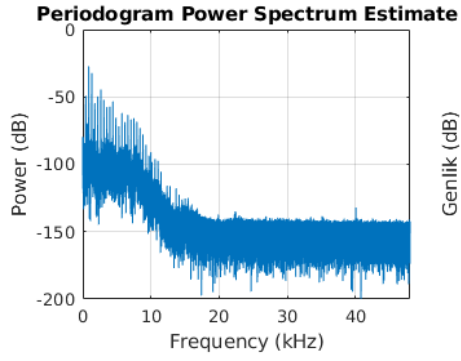
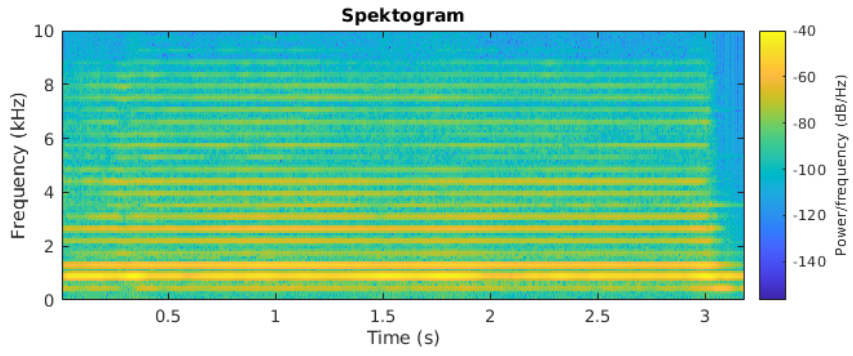
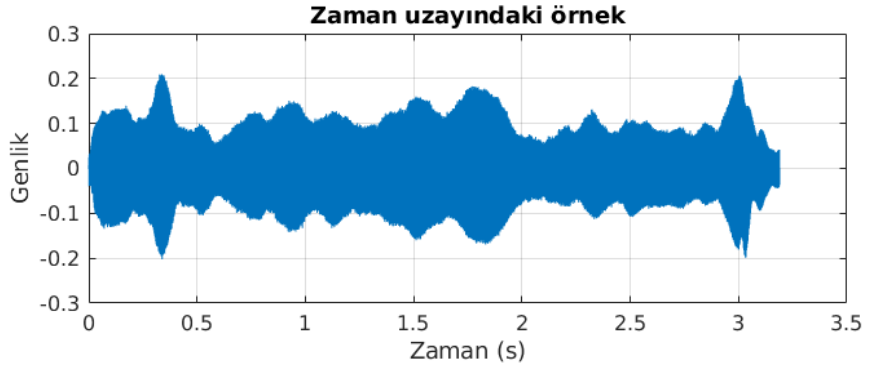


Rast-AB

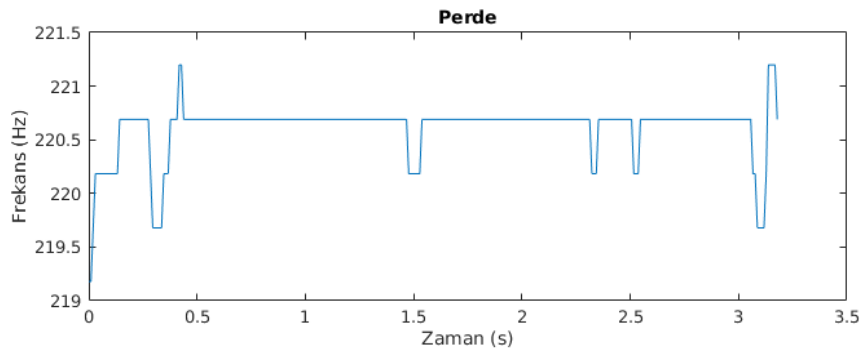
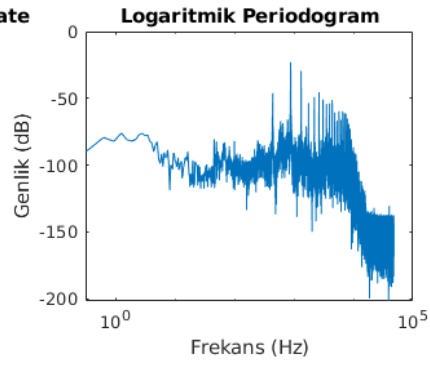
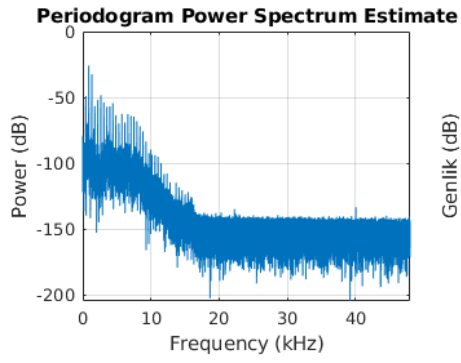
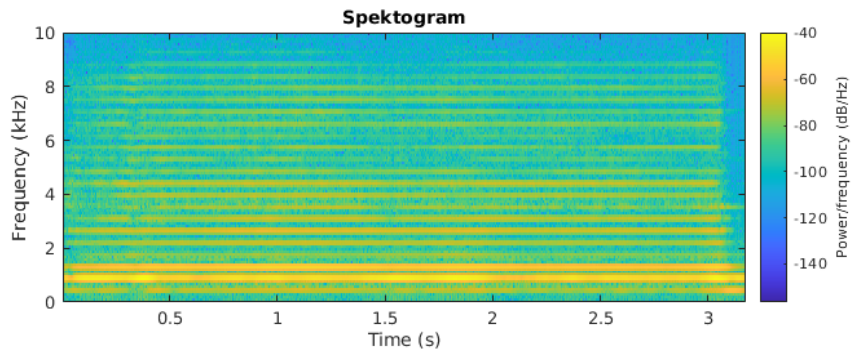
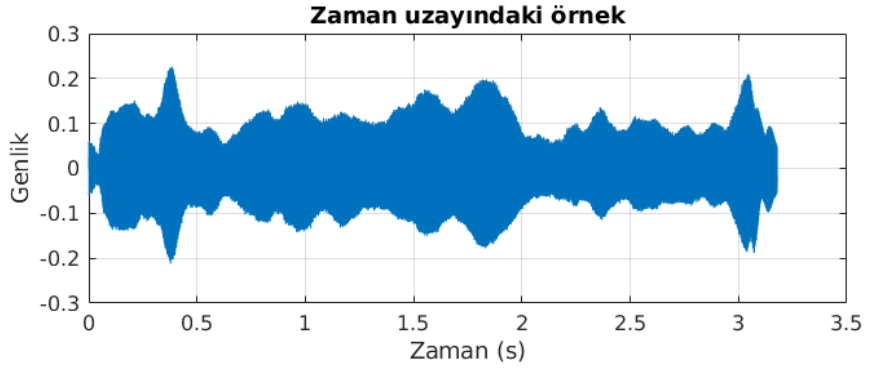


Rast-XY

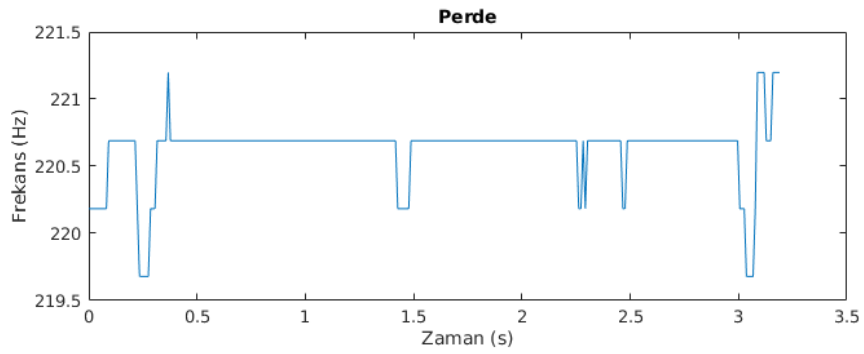
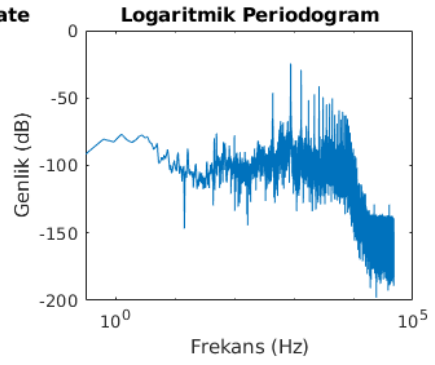
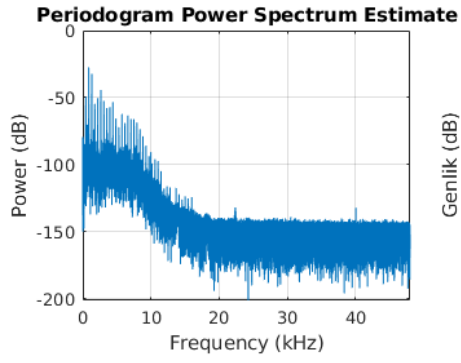
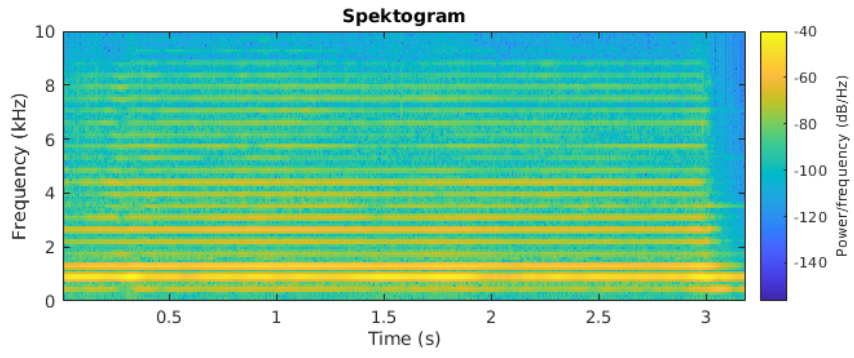
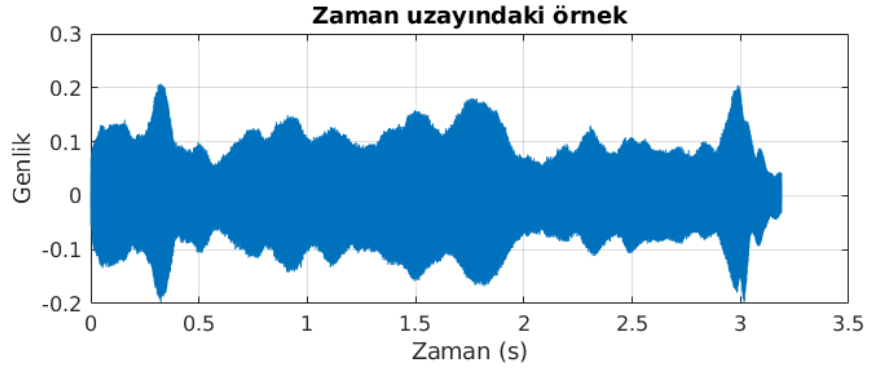




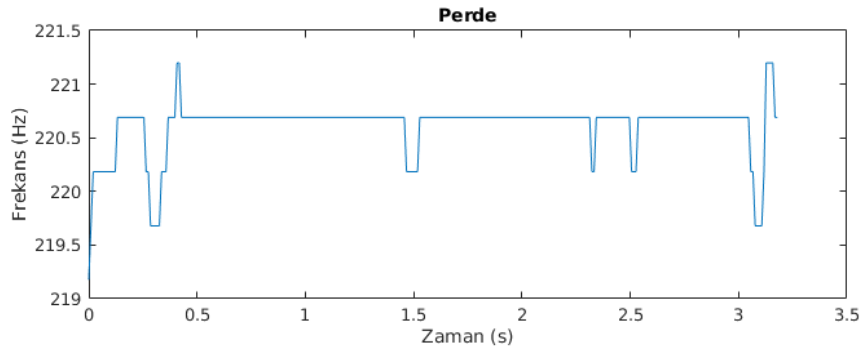
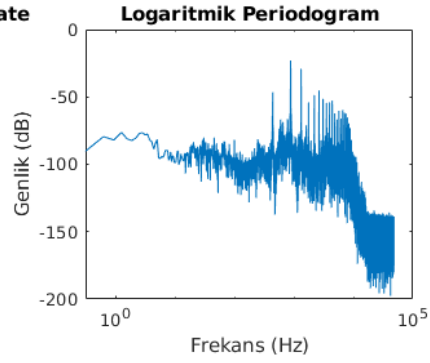
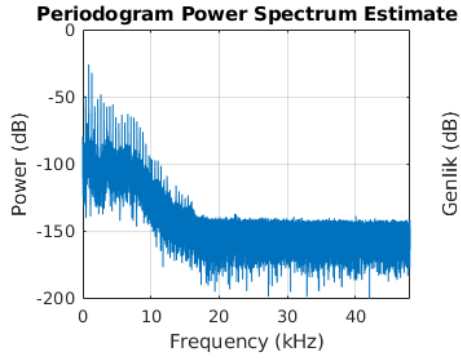
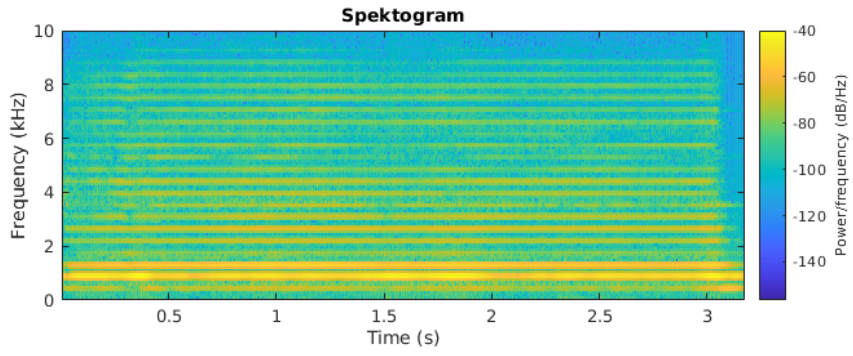
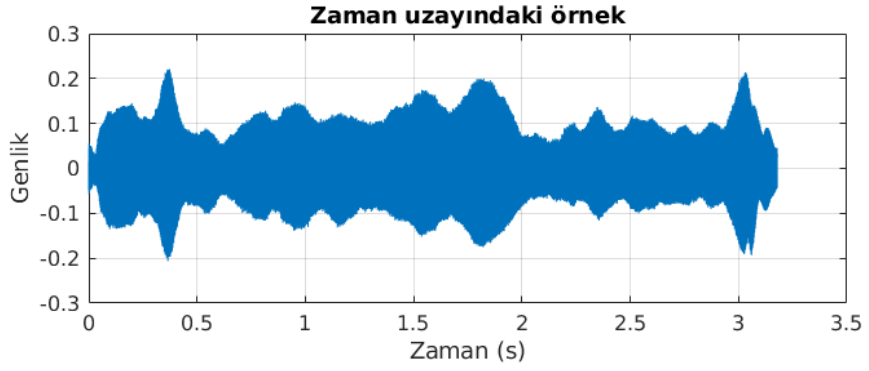
Uşşak-AB



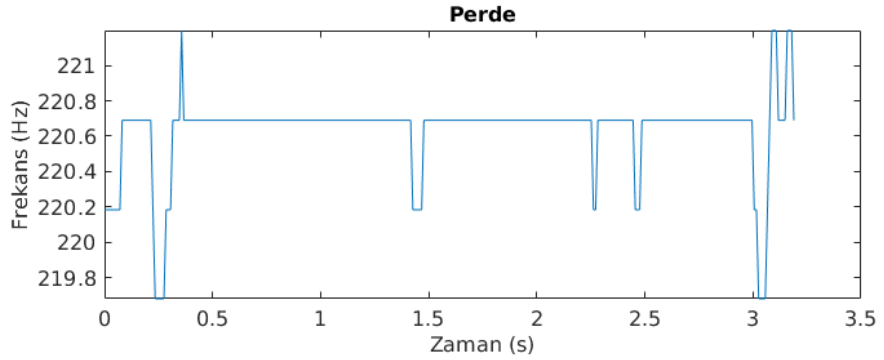
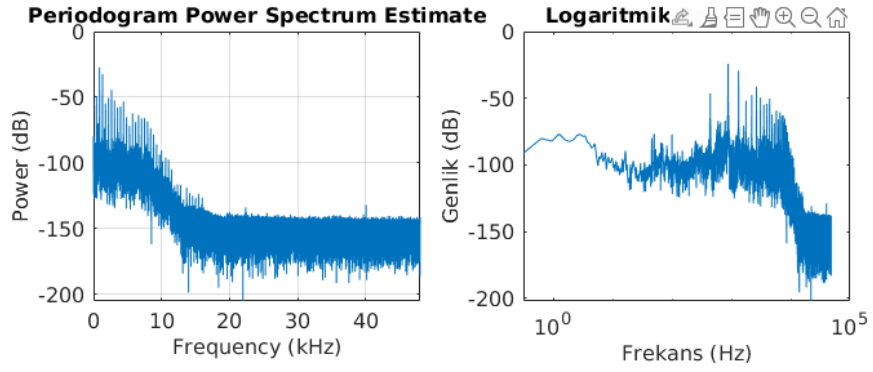
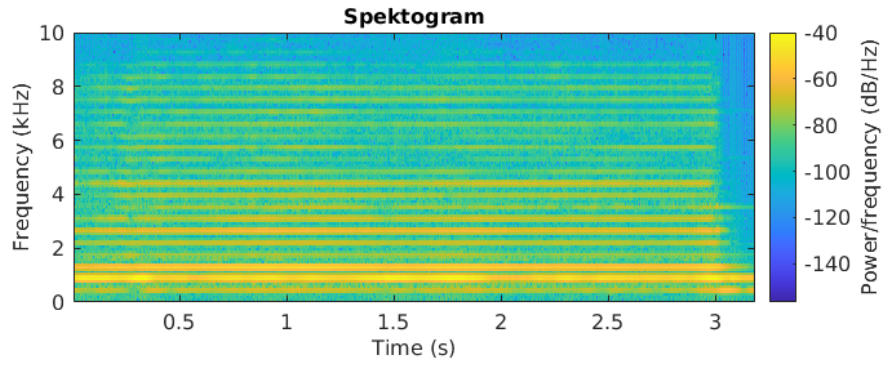
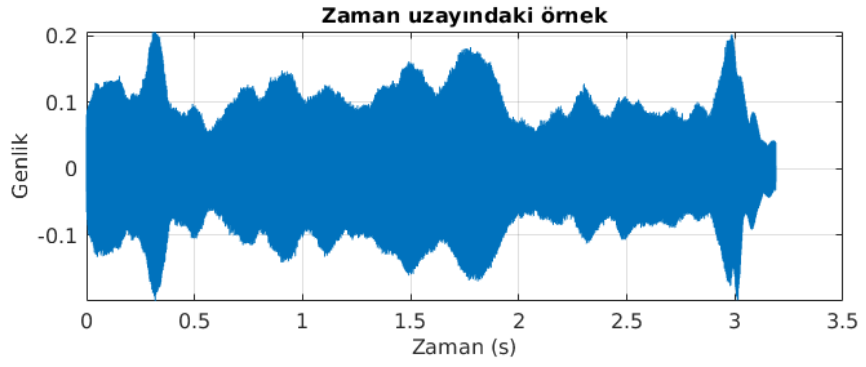
Uşak-XY



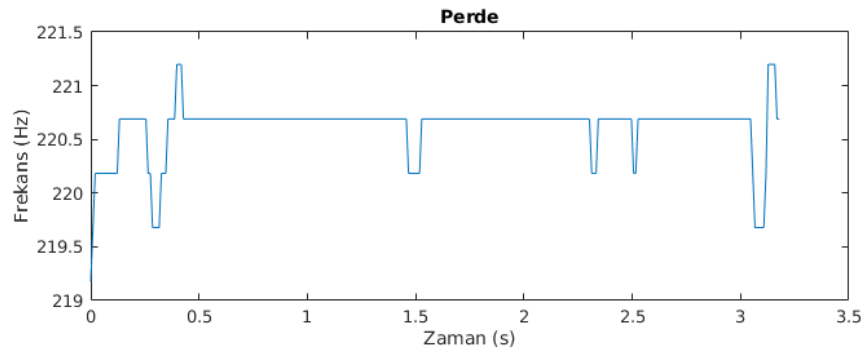
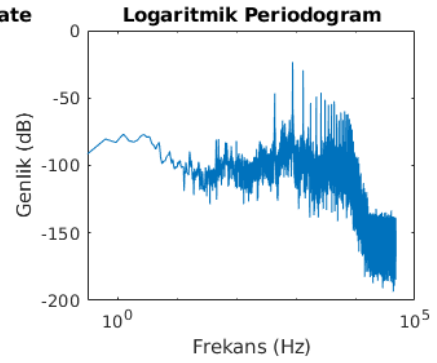
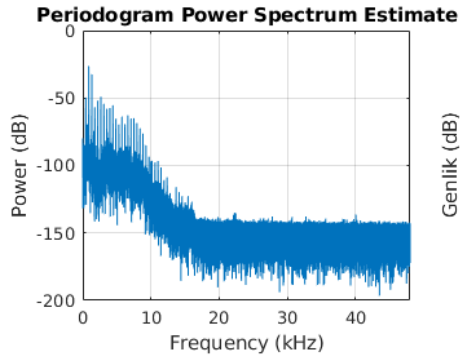
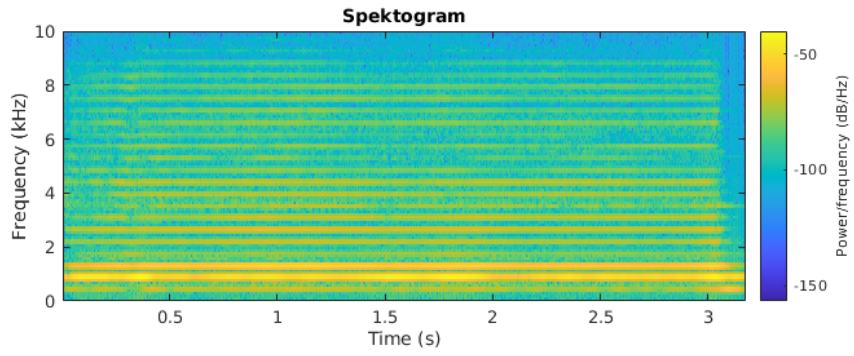
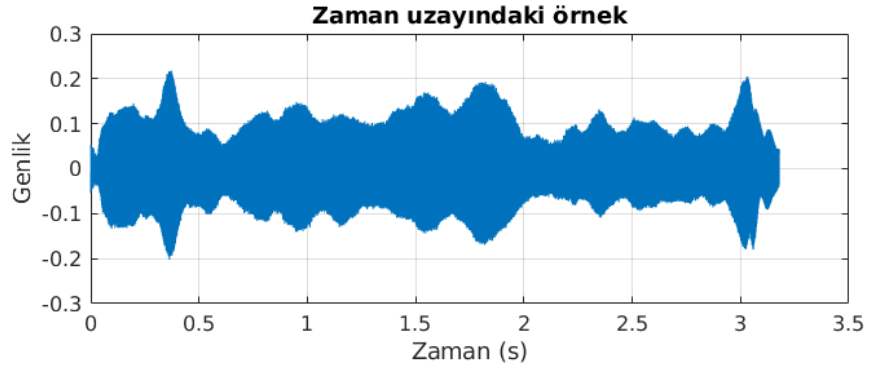
Uzzal-AB



Uzzal-XY



Zirgüleli-AB



Zirgüleli-XY