Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Müzik Anabilim Dalı

GELENEKSEL ÇALGILARIMIZDAN BAĞLAMANIN DİJİTAL KAYIT ORTAMLARINA AKTARILMASINAİLİŞKİNYAKLAŞIMLAR

Kürşat TAYDAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Doç.Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU

SİVAS
Haziran 2011

GELENEKSEL ÇALGILARIMIZDAN BAĞLAMANIN DİJİTAL KAYIT ORTAMLARINA AKTARILMASINAİLİŞKİN YAKLAŞIMLAR

Kürşat TAYDAŞ

Cumhuriyet Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin Müzik Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

SİVAS
Haziran 2011

KABUL VE ONAY

Kürşat TAYDAŞ'ın hazırlamış olduğu "Geleneksel Çalgılarımızdan Bağlamanın Dijital Kayıt Ortamlarına Aktarılmasına İlişkin Yaklaşımlar " başlıklı bu çalışma 21.06.2011 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Müzik Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof.Dr. Ş. İlknur OKATAN (Başkan)

İmza

Doç.Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU (Danışman)

İmza

Doç.Dr. Erol BAŞARA (Üye)

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. ..../..../.....

İMZA
Prof.Dr. Mehmet ARSLAN
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yoğun programı arasında tez danışmanlığımı üstlenen, mütevazi kişiliği ile tanımaktan onur duyduğum hocam Sayın Doç Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU'na

Çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen değerli dostum Öğr.Gör.Arda EDEN'e

Bağlama icracısı olma yolunda kendilerinden feyz aldığım büyük usta Mehmet ERENLER'e ve merhum hocam Burhan TARAZ'a

Tüm müzik çalışmalarımda beni yüreklendiren, kendilerinden çaldığım zamana rağmen her an desteklerini hissettiğim kızım Dilşad'a ve eşim Mehtap'a

Aileme ve bana inanan tüm dostlarıma teşekkür ederim.

ÖZET

TAYDAŞ,Kürşat; "*Geleneksel Çalgılarımızdan Bağlama'nın Dijital Kayıt Ortamlarına Aktarılmasına İlişkin Yaklaşımlar*" Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2011 SİVAS

Bu çalışmada geleneksel Türk Müziği çalgılarımızdan bağlamanın dijital kayıt ortamlarına aktarılmasında uygulanan yöntem ve teknikler incelenmiştir.

Tezin birinci ve ikinci bölümünde çalışmanın amacı ve yöntemi belirlenmiş, bulgular değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde ses kayıt tekniklerini oluşturan kuramsal bilgilere yer verilmiştir. Bu bilgiler ses ve sesin oluşumu ile başlayarak kayıt aşamasına kadar olan aralıkta detaylandırılmıştır.

Tez konusuna ilişkin stüdyo çalışması ve frekans analizleri dördüncü bölümde verilmiştir. Bu bölümde ayrıca dinleyici testi sonuçları tablolar haline getirilmişve sonuçların açıklaması yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Ses Kaydı, Mikrofon, Bağlama

ABSTRACT

TAYDAŞ, Kürşat; "*Approaches To Tranferring of Baglama, A Traditional Turkish Musical Instrument, To The Digital Sound Recording Environments*." Master Thesis, June 2011 SİVAS

In the thesis, the technics and methods used in transferring the "bağlama" as aTurkish traditional musical instrument to the digital recording media is analyzed.

The aim and method of the thesis are determined and the findings are evaluated in the first andsecond chapters of the thesis.

The theoretical information which is composed to the sound recording technics takes place in the third chapter. The information starts with the voice and the composing of the voice and it is detailed till the recording stage.

Studio workings about the thesis subject and frequency analysis are given in the fourth chapter. At the same time, the results of the audience test are formed in the tables and the interpretation of the results is made in the same chapter.

Key words

Sound Recording, Microphone, Bağlama

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **İ**

ÖZET ..... **İİ**

ABSTRACT ..... **İİİ**

İÇİNDEKİLER ..... **İV**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **X**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **XV**

BÖLÜM 1 ..... **1**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Problem **3**

1.2. Alt Problemler **3**

1.3. Amaç **3**

1.4. Önem **3**

1.5. Sayıltılar **3**

1.6. Sınırlılıklar **4**

BÖLÜM 2 ..... **5**

2. YÖNTEM **5**

2.1. Araştırmanın modeli **5**

2.2. Evren ve örneklem 5

2.3. Verilerin elde edilmesi 6

2.4. Verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması 6

BÖLÜM 3 7

BULGULAR VE YORUM 7

3. SES VE SESİN ÖZELLİKLERİ 7

3.1. Ses 7

3.1.1. Ses dalgaları 7

3.1.1.1. Ses Dalgalarının Parametreleri 8

3.1.1.2. Frekans (Frequency) 9

3.1.1.3. Genlik (Amplitude) 10

3.1.1.4. Sesin Hızı (Velocity) 11

3.1.1.5. Dalga Boyu (Wave Lenght) 13

3.1.1.6. Faz (Phase) 14

3.1.1.7. Tını (Harmonic Content) 19

3.1.1.8. Zarf (Envelope) 23

3.2. Ses Şiddeti 24

3.2.1. Desibel 24

3.2.2. Desibel ve Güç Değerleri 27

3.2.3. Ses Basınç Seviyesi 28

3.2.4. dB SPL 30

3.2.5. Ses Şiddeti ve Mesafe İlişkisi 31

3.3. İşitme Duyum ve Psikoakustik 33

3.3.1. İnsan Kulağı 33

3.3.2. Psikoakustik Algı 35

3.3.3. Fletcher – Munson Eğrileri 36

3.3.4. A,B,C,D Ağırlıklı Filtreleri (A,B,C,D Weighting Filters) 38
3.3.5. Early Reflections (İlk Yansımalar) 39
3.3.6. Reverberation (Geç Yansımalar-Yankıma) 39
3.3.7. Doubling (Katlama) 40

3.4. Sinyal Ölçüm Birimleri 41
3.4.1. VU Metre 41
3.4.2. dBm (Desibel Miliwatt) 41
3.4.3. dBu (Desibel Unterminated) 42
3.4.4. dBV 43
3.4.5. Dengeli (Balanced) ve Dengesiz (Unbalanced) Sinyal 49
3.4.6. D / I Box (D/I Kutusu) 51

3.5. Mikrofonlar 52
3.5.1. Mikrofonların Çalışma Prensipleri 52
3.5.1.1. Elektromanyetik Mikrofonlar 53
3.5.1.1.1. Dinamik Mikrofonlar 53
3.5.1.1.2. Ribbon (Şeritli) Mikrofonlar 55
3.5.1.2. Elektrostatik Mikrofonlar 56
3.5.1.2.1. Kondansatör Mikrofonlar 57
3.5.1.2.2. Elektret Kondansatör Mikrofonlar 60

3.6. Mikrofonların Genel Özellikleri 61
3.6.1. Directionality (Yönsel Özellikleri) 61
3.6.1.1. Omnidirectional (Tüm yönlü) mikrofonlar 61
3.6.1.2. Unidirectional (Tek yönlü) Mikrofonlar 62
3.6.1.3. Bidirectional (İkiyönlü) Mikrofonlar 63
3.6.2. Frequency Responce (Frekans Tepkisi) 64
3.6.3. Transient Response (Geçiş Tepkisi) 65
3.6.4. Sensitivity (Hassasiyet) 66
3.6.5. Impedance (Empedans) 66
3.6.6. Max SPL (Sinyal Aşırı Yüklenmesi) 67

3.7. Mikrofonlama Teknikleri 68

3.7.1. Yakın (Closed) Mikrofonlama 68
3.7.1.1. Sızıntı 69
3.7.1.2. 3:1 Kuralı 70
3.7.2. Uzak (Distant) Mikrofonlama 70
3.7.3. Vurgulu (Accent) Mikrofonlama 71
3.7.4. Çevre (Ambiance) Mikrofonlama 72

3.8. Stereo Mikrofonlama Teknikleri 73
3.8.1. AB (Spaced Pair) (Aralıklı Çift) Mikrofonlama Tekniği 74
3.8.2. XY Mikrofonlama Tekniği 75
3.8.3. M-S Mikrofonlama Tekniği 76
3.8.4. Blumlein Mikrofonlama Tekniği 77
3.8.5. ORTF Mikrofonlama Tekniği 78
3.8.6. NOS Mikrofonlama Tekniği 78
3.8.7. DIN Mikrofonlama Tekniği 79

3.9. Dijital Kayıt Teknolojileri 79

3.10. Sampling (Örnekleme) 80
3.10.1. DAC (Digital –Analog Converter) 80
3.10.2. Sampling Rate (Örnekleme Oranı) 81
3.10.3. Nyquist Teoremi 81
3.10.4. Oversampling 82
3.10.5. Quantization 82
3.10.6. Dither 83

3.11. Hard Disk Kayıt Sistemleri 83

3.12. Ses Kaydı ve Prodüksiyon Aşamaları 84
3.12.1. Ses Kaydına Hazırlık 85
3.12.2. Kayıt 86
3.12.3. Editing (Düzenleme İşlemleri) 87
3.12.4. Miks 87
3.12.5. Mastering 88

3.13. Bağlama Ailesi 88
3.13.1. Divan Sazı 89
3.13.2. Bağlama 89
3.13.3. Cura 89

3.14. Telli Çalgılarda Uygulanan Kayıt Yöntemleri 90
3.14.1. Gitar Kaydında Uygulanan Yöntemler 91
3.14.2. Mandolin Kaydında Uygulanan Yöntemler 92
3.14.3. Kitara (Ukulele) Kaydında Uygulanan Yöntemler 93
3.14.4. Buzuki Kaydında Uygulanan Yöntemler 93
3.14.5. Banjo Kaydında Uygulanan Yöntemler 93

BÖLÜM 4 95

4. **KAYIT VE DEĞERLENDİRME 95**

4.1. Kullanılan kayıt donanım ve yazılımı 95
4.1.2. Yapılan Kayıtlarla İlgili Açıklama 99
4.1.3. Birinci Pozisyon-Bağlama 100
4.1.4. İkinci Pozisyon-Bağlama 103
4.1.5. Üçüncü Pozisyon - Bağlama 106
4.1.6. Birinci Pozisyon - Divan Sazı 109
4.1.7. İkinci Pozisyon - Divan Sazı 112
4.1.8. Üçüncü Pozisyon - Divan Sazı 115
4.1.9. Birinci Pozisyon - Cura 118
4.1.10. İkinci Pozisyon - Cura 121

4.2. Dinleyici testi 124

SONUÇ VE ÖNERİLER 131

SONUÇLAR 131

ÖNERİLER 131

KAYNAKÇA 132

EKLER 134

EK 1 DİNLEYİCİ TESTİ 134

EK 2 CD KAYIT LİSTESİ 135

EK 3 CD 137

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3-1 Ses dalgaları 8

Şekil 3-2 Sinüs Dalgası üzerinde genlik 10

Şekil 3-3 Zaman içerisindeki genlik temsili 11

Şekil 3-4 Dalga Boyu ve çevrim 13

Şekil 3-5 Dalga boyu 13

Şekil 3-6 Sinüs dalgaları ile Faz temsili 16

Şekil 3-7 Basit dalga formları 21

Şekil 3-8 Karmaşık dalga formu 21

Şekil 3-9 Armoniklerin Temsili 22

Şekil 3-10 Elektronik Zarf (ADSR) 24

Şekil 3-11 Ses şiddeti ve mesafe ilişkisi 32

Şekil 3-12 Kulağın yapısı 35

Şekil 3-13 Fletcher-Munson eğrileri 37

Şekil 3-14 A weighting eğrisi 38

Şekil 3-15 A,B,C,D weighting eğrileri 39

Şekil 3-16 Yansıma- Zaman İlişkisi 40

Şekil 3-17 İndüksiyon akımı 53

Şekil 3-18 Dinamik mikrofon kesiti ve empedans uyumlaştırıcı transformatör 54

Şekil 3-19 Dinamik mikrofon 54

Şekil 3-20 Ribbon (Şeritli Mikrofon)..... 55

Şekil 3-21 RCA Firmasının Klasik RCA44 Ribbon Mikrofonu..... 56

Şekil 3-22 Kondansatör mikrofonun yapısı..... 57

Şekil 3-23 Kondansatör mikrofon yükselteci..... 58

Şekil 3-24 Kapasitif-Kondansatör Mikrofonların çalışma temsili..... 59

Şekil 3-25 Neumann U87 Klasik Mikrofon ve yapısı..... 59

Şekil 3-26 Elektret kondansatör mikrofon..... 60

Şekil 3-27 Omnidirecitional polar pattern..... 62

Şekil 3-28 Cardioid mikrofonun ses alış şekli..... 63

Şekil 3-29 Cardioid polar pattern..... 63

Şekil 3-30 Bidirectional mikrofon polar patterni..... 63

Şekil 3-31 Flat frequency responce..... 64

Şekil 3-32 Shure SM57 Frekans tepkisi..... 64

Şekil 3-33 Üç farklı mikrofonun transient response grafiği..... 65

Şekil 3-34 Mikrofon üzerindeki attention pad..... 67

Şekil 3-35 3:1 Kuralı..... 70

Şekil 3-36 Vurgulu (Accent) Mikrofon yerleşimi..... 72

Şekil 3-37 AB Mikrofonlama Tekniği..... 74

Şekil 3-38 AB Mikrofonlama tekniğinin gitar üzerinde gösterimi..... 75

Şekil 3-39 AB Tekniği için gelişirilmiş özel aparat..... 75

Şekil 3-40 XY Tekniği üstten görünüm 76

Şekil 3-41 XY tekniği için aparat kullanımı 76

Şekil 3-42 M-S mikrofon yerleşimi 77

Şekil 3-43 M-S Pick-up patterni 77

Şekil 3-44 Blumlein pic-up patterni 78

Şekil 3-45 ORTF Mikrofon yerleşimi 78

Şekil 3-46 Bağlama-Divan ve Cura 90

Şekil 3-47 Gitar İçin Mikrofon Yerleşimleri 92

Şekil 4-1 Neumann U87 95

Şekil 4-2 Neumann U87 Frekans Yanıtı ve Polar Pattern Grafiği 95

Şekil 4-3 AKG C414B-ULS 96

Şekil 4-4 AKG C414 B ULS Frekans Yanıtı ve Polar Pattern Grafiği 96

Şekil 4-5 AKG C391B 97

Şekil 4-6 - AKG C391B Frekans yanıtı grafiği 97

Şekil 4-7 Shure SM57LC 97

Şekil 4-8 - Shure SM57 Frekans yanıtı grafiği 98

Şekil 4-9 Bağlama Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 100

Şekil 4-10 –Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 101

Şekil 4-11 Bağlama İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 103

Şekil 4-12 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 104

Şekil 4-13 Bağlama Üçüncü Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 106

Şekil 4-14 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 107

Şekil 4-15 Divan Sazı'nın Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 109

Şekil 4-16 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 110

Şekil 4-17 Divan Sazı'nın İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 112

Şekil 4-18 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 113

Şekil 4-19 Divan Sazı Üçüncü Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 115

Şekil 4-20 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 116

Şekil 4-21 Cura'nın Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 118

Şekil 4-22 – Cura'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 119

Şekil 4-23 Cura'nın İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi 121

Şekil 4-24 – Cura'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 122

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Güç değerleri ve dB ilişkisi 28

Tablo 2 Ses Basınç Seviyesi Örnek Değerleri 29

Tablo 3 Pa ve dB SPL değerleri tablosu 31

Tablo 4 dBu değerlerinin Volt Karşılıkları 43

Tablo 5 dBV - Volt karşılıkları tablosu..... 45

Tablo 6 dBV - Volt ve dBU karşılıkları..... 47

Tablo 7 Çalışma prensiplerine göre mikrofonlar tablosu..... 52

Tablo 8 Bağlama 1.Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları 125

Tablo 9 Bağlama 2. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları 125

Tablo 10 Bağlama 3. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları 126

Tablo 11 Divan Sazı 1. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları..... 127

Tablo 12 Divan Sazı 2. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları..... 127

Tablo 13 Divan Sazı 3. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları..... 128

Tablo 14 Cura 1.Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları..... 129

Tablo 15 Cura 2. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları..... 129

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Bugün bilinen ilk ses kaydı 1860 yılında Paris'li Edouard-Leon Scottde Martinville'in yaptığı bir Fransız halk şarkısının ses kaydıdır. Bu kaydın en önemli özelliği ise Thomas Edison'un fonograf adlı icadından 17 yıl önce yapılmış olmasıdır. Martinville fonotograf adlı icadıyla 9 Nisan 1860 tarihinde ses dalgalarını gaz lambası isiyle karartılmış kağıda işlemleyerek bu kaydı gerçekleştirmiştir (Cnntürk, 2008).

Tarihte sesin görsel temsili alanında Thomas Edison'a kadar birçok kişi çalışmalarda bulunmuş ama sesin görsel temsilini yeniden çalma fikrini bulan kişi ise Edison olmuştur. Edison 1877 de " konuşan makine " adını verdiği aygıtla ilk ses kaydı ve geri dinlemeyi başarmıştır. " Fonograf " olarak adlandırılan bu aygıt ses titreşimlerini döner bir silindire sarılmış kalay folyo üzerine izler halinde kaydediyordu. Daha sonra folyo diyaframa bağlı bir iğne ile okutularak sesin duyulması sağlanıyordu.

Ülkemizde ilk ses kaydı çalışmaları ise 1900'lü yılların başlarında kimi zaman devlet kurumlarının isteğiyle, kimi zaman yabancı firmaların girişimleriyle yapılmıştır.

1900 yılında İstanbul'a gramofon plakları kaydetmek için gelen Alman ses teknisyeni Tantixanılarında, sadece İstanbul'da gerçekleştirmeye çalıştığı kayıtları anlatmakla kalmamıştır.Aynı zamanda üstün gözlem gücü ve betimleme yeteneği sayesinde, okuyucusunun gözünde, bulunduğu ülkenin toplumsal ve sosyal özelliklerini ayrıntılı tasvirlerle canlandırmaya çalışmıştır (Kalan Müzik, 2010).

Yukarıdaki alıntıdan da anlaşılacağı gibi ithal teknoloji ithal elemanlarla hayata geçirilmiştir. Bu yabancı elemanların yanında görerek öğrenen ve alaylı tabir edilen teknik elemanlar zaman içerisinde müzik piyasasında yer alsa da 1990'lı yıllarda yurtdışında müzik-prodüksiyon ve ses kayıt eğitimi gören kişilerin tekrar

ülkemize dönerek müzik üretim alanında aktif rol almaya başlaması ile ithal elemanlara olan ihtiyaç kaybolmuştur.

Günümüzde müzik teknolojileri eğitimi veren kurumlar ile müzik teknolojileri ve ses kaydı ile ilgili yayınlar çoğunlukla evrensel çalgıları kapsamaktadır. Yerel çalgılar ve özellikle Türk Müziği çalgıları bu kapsamda çok fazla yer almamaktadır. Bunun sonucunda Türk Müziği çalgılarına yönelik bir kayıt teknikleri literatürü oluşmamıştır.

Kayıt cihazları ve kayıt ortamları teknolojik gelişmeler çerçevesinde sürekli değişim göstermiş ve günümüzde tamamen dijital kayıt ortamlarına geçilmiştir. Ortam ve kullanılan ekipmanlar ne kadar gelişse de temelde bir sesi kaydetmek için ihtiyaç duyulacak ilk ekipman mikrofon olarak kabul edilmektedir.

Bu çalışmada Türk Müziği'nin temel çalgılarından olan bağlama üzerinde farklı kayıt tekniklerinin, bağlamanın ses kaydına yansıması araştırılarak bu çalgıiçin uygunbir teknik oluşturulması hedeflenmektedir.

1.1.Problem

Geleneksel çalgılarımızdan bağlamanın dijital kayıt ortamlarına aktarılmasındakullanılan yöntemlerin geliştirilmesi ve bağlama çalgısına özel teknik ve yöntemler nasıl olmalıdır?

1.2.Alt Problemler

1. Ses kayıt teknikleri arasında geleneksel Türk Müziği çalgılarından bağlamanın dijital kayıt ortamlarına aktarılmasında uygulanacak mikrofonlama ve kayıt tekniklerine yönelik bir içerik bulunmamaktadır.

2. Çalgının doğal tınısını koruyarak dijital ortama aktarmak için uygulanacak yöntemler nelerdir?

1.3.Amaç

Araştırmanın amacı geleneksel Türk Müziği çalgılarından bağlama ailesi için kayıt teknikleri geliştirmek, uygulanan teknikleri analiz ederek;doğru teknikleri saptamak ve bağlama ailesi kayıtlarına yeni yaklaşımlar getirmektir.

1.4.Önem

Araştırma geleneksel Türk Müziği çalgılarından bağlama için kayıt tekniklerinin geliştirilmesi ve bu tekniklerin tespitinin oluşturulması açısından önem taşımaktadır.

1.5.Sayıltılar

Araştırmada kullanılan çalgıların Kültür Bakanlığı bünyesinde çalışan saz sanatçılarının tavsiye ettiği nitelik ve ölçülerde olduğu varsayılmıştır.

Araştırmanın kayıt ve analiz aşamasının yapıldığı ortam ve kullanılan ekipmanların dünya standartlarında olduğu ve her çalgı için aynı ortamın kullanıldığıdır.

1.6.Sınırlılıklar

Araştırma bağlama ailesi çalgılarından“bağlama”“divan sazı” ve “cura” ile sınırlandırılmıştır.

Kullanılan araştırma ortamı Cumhuriyet Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Ses Kayıt stüdyosu ve içerdiği teknik ekipmanlarla sınırlandırılmıştır.

BÖLÜM 2

2. YÖNTEM

"Geleneksel Çalgılarımızdan Bağlama'nın Dijital Kayıt Ortamlarına Aktarılmasına İlişkin Yaklaşımlar" başlıklı bu araştırmada kaynak tarama, örnek toplama, örneklerin analiz edilerek karşılaştırılması, deneysel gözlem ve bu gözlemlerin incelenmesi yöntemleri kullanılmıştır.

Öncelikle ses ve sesin yapısı araştırılmış, daha sonra analog ve dijital kavramları incelenmiştir. Daha sonra ise sırasıyla kayıt ortamları, mikrofonlar, ses kayıt donanımları ve mikrofonlama teknikleri araştırılmıştır.

Kaydedilen sesin üzerinde istenilen duyumu sağlamak için kullanılan ses işlemcileri araştırılmış, evrensel nitelikli çalgıların kayıt teknikleri ile ilgili veriler toplanmıştır.

Geleneksel çalgılarımızdan "Bağlama" ile ilgili araştırma yapılmış çalgının mikrofon ve mikrofon yerleşim pozisyonu değişkenlerine göre kayıtları yapılmış, elde edilen sonuçlar uzman görüşleri alınarak tablo ve grafik halinde yorumlanmıştır.

2.1.Araştırmanın modeli

Araştırma, kullanılan yöntemler bakımından uygulamalı, nedensellik ve amaç açısından ise deneysel ve geliştirici bir araştırmadır.

2.2.Evren ve örneklem

Araştırmanın evreni geleneksel Türk Müziği çalgıları, örneklemi ise bağlama çalgısıdır.

2.3.Verilerin elde edilmesi

Araştırmada, kaynak tarama, örnek toplama, bulunan örneklerin analizi, deneme ve gözlem ve anket yöntemleri ile gerekli veriler elde edilmiştir.

Örnek toplama aşamasında kullanılacak olan çalgılar Kültür ve Turizm Bakanlığı Sivas Devlet Türk Halk Müziği Korosu saz sanatçılarının kullandığı bağlamalar arasından seçilmiştir.

Kayıtlar, akustik yalıtımı ve düzenlemesi yapılmış standart bir ses kayıt stüdyosu olan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Ses Kayıt Stüdyosunda yapılmıştır.

Telli çalgılarda uygulanan teknikler incelenmiş ve sap, gövde ve eşik bölgelerinin kayıtlarda mikrofon yerleşim pozisyonu olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Buradan yola çıkarak bağlama için mikrofon yerleşim pozisyonları oluşturulmuştur.

2.4.Verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması

Geleneksel çalgılarımızdan bağlamanın dijital kayıt ortamına aktarılmasına ilişkin toplanan veriler çözümlenerek tablo ve grafikler getirilerek karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

Ortaya çıkan sonuçlar araştırmanın amacı doğrultusunda yorumlanmıştır.

BÖLÜM 3
BULGULAR VE YORUM

3. SES VE SESİN ÖZELLİKLERİ

3.1.Ses

Kulağımızı uyaran ve bunu sonucunda beynimizde duyumlara yol açan etkilerin bir ses oluşturduğundan söz ederiz (Zeren, 2003).

Fizik konusu olarak ses bir maddedeki moleküllerin titreşimi sonunda katı, hava, gaz ortamlarından oluşan basit mekanik düzensizliklerdir. Bu düzensizlikler ise titreşim olarak adlandırılmaktadır.Beyin ise bu titreşimleri ses olarak algılamaktadır.

Sesin oluşması için titreşim gerekmektedir. Titreşen cisimlerin meydana getirdiği dalgalar ses dalgaları (sound waves) olarak adlandırılmaktadır. Ses dalgalarıilerleyebilmek için, başka bir maddenin varlığına ihtiyaç duymaktadır. İşittiğimiz seslerin çoğunluğu havada ilerleyerek kulağımıza ulaşmaktadır. Ses dalgaları katı ve sıvı maddelerde de ilerleyebilmektedirler.

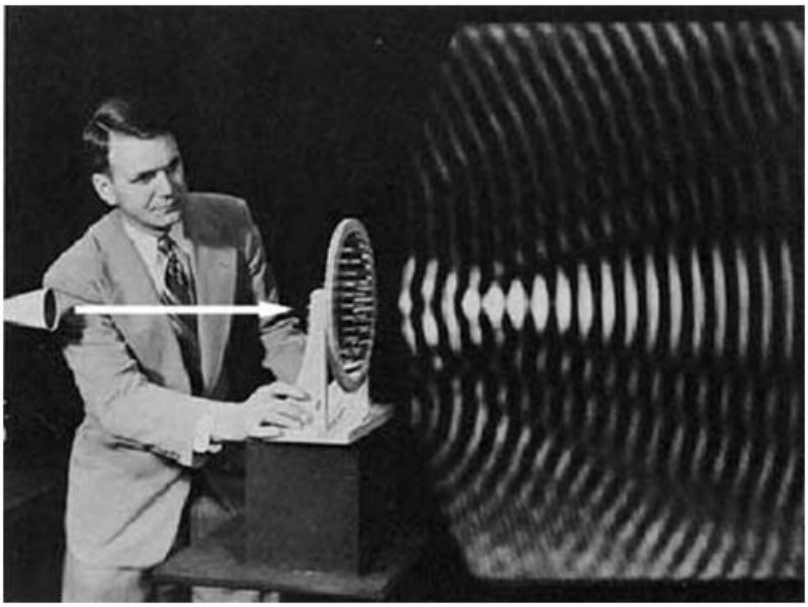
“Gerilmiş bir gitar teline dokunulduğunda, tel düzenli bir şekilde salınım yapar veya titreşir. Gitar telini oluşturan atomlar, atomlar arası kuvvetlerle birbirine bağlanmıştır. Uyarılmadıklarında atomlar kararlı denge konumlarında olup, telin tamamı dengededir. Tele dokunulduğunda, teldeki bir grup atomun yeri denge konumuna göre değişir ve bu atomlar komşu atomlara kuvvetler uygulayarak onlarında yerini değiştirir. Bu yer değiştirme bir sonraki komşu atomlara da aktarılır ve dolayısıyla telin tamamı boyunca ilerleyerek telde şekil değişikliği yaratır. Dolayısıyla telin tamamı düzenli bir şekilde hareket ederek, dalga olarak tanımlanan olayı meydanı getirir” (Fishbane, T. Thornton, & Gasiorowicz, 2006, s. 375).

3.1.1. **Ses dalgaları**

Dalgalar genel olarak, mekanik ve elektromanyetik dalgalar olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Elektromanyetik dalgalar, yayılmak için bir ortama ihtiyaç

duymazlar ve boşlukta da yayılabilirler. Mekanik dalgalar ise, enerjilerini aktarabilmek için ortam taneciklerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden boşlukta (örneğin uzayda) yayılamazlar.

Ses dalgaları da mekanik dalgalar olduklarından yayılmak için maddesel bir ortama ihtiyaç duyarlar. Ses, nesnelerin titreşiminden meydana gelen ve uygun bir ortam içerisinde (hava, su vb.) bir yerden başka bir yere, sıkışma (compressions) ve genleşmeler (rarefactions) şeklinde ilerleyen bir dalgadır. Dolayısıyla ses, bir basınç dalgası olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3-1 Ses dalgaları

1960'lı yıllarda çekilen bu fotoğrafta özel bir düzenekle kornadan çıkan ses bir mercekten geçirilerek ses dalgaları görüntülenmiştir.

3.1.1.1.Ses Dalgalarının Parametreleri

Herhangi bir ses dalgasının karakteristik özelliklerini ve grafiksel temsilini belirlemek için aşağıdaki parametrelerden yararlanılmaktadır.

a. Frequency (Frekans)
b. Amplitude (Genlik)
c. Velocity (Hız)
d. Wavelenght (Dalga Boyu)
e. Phase (Faz)
f. Harmonic Content (Tını - Harmonik içerik)
g. Envelope (Zarf) (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005)

3.1.1.2.Frekans (Frequency)

Ses dalgası ya da bir audio sinyalin birim zaman içerisindeki yinelenme sayısı. Hertz (Hz) ile ölçümlenir. Frekans (f) =1/periyot (t) tur(Durmaz, 2009).

Frekans birimi olan Hertz (Hz) 1888 yılında radyo dalgalarını keşfeden Alman fizikçi Henrich Hertz (1857-1894)'in soyadı ile anılmaktadır.Frekans 1950 li yıllara kadar İngilizce konuşulan ülkelerde İngilizce olarak ifade edilmiştir. Cycle per second (cps). Saniyedeki çevrim sayısı. Yetişkin insan kulağı 16 Hz ile 16 kHz frekans aralığını algılayabilmektedir (kHz=kilohertz, 1000 Hertz, 16 kHz = 16 000 Hz.)(Talbot-Smith, 2002).

Bir saniye içerisindeki titreşim sayısı arttıkça, diğer bir deyişle frekans sayısı yükseldikçe ses tizleşir, frekans düştükçe ses kalınlaşır. Frekans ve perde (pitch) doğru orantılıdır. Örneğin piyanodaki La4 notasının frekans değeri 440 Hz ve daha ince olan Mi5 notasının frekans değeri 659 Hz dir.

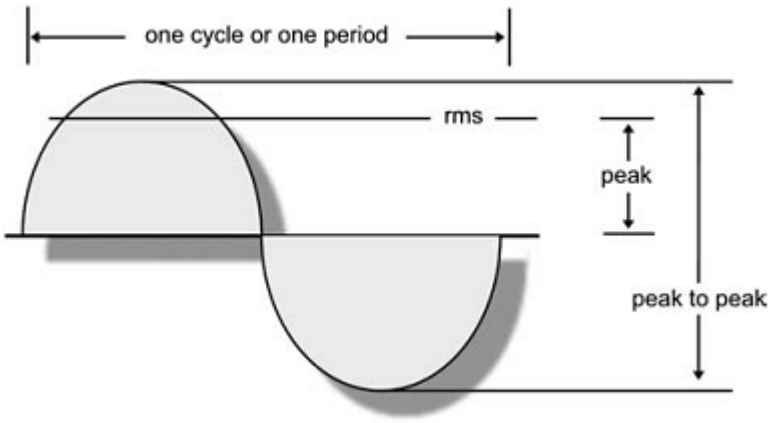
Her ne kadar insan kulağının işitebileceği aralık 20 Hz – 20kHz olarak kabul edilse de, 20 kHz gibi yüksek frekansları çok az insan duyabilir. Çocuklar ve gençler 17kHz, yetişkinler ise 15kHz'in üzerindeki frekansları genelde duyamamaktadır.

"Yaş ilerledikçe üst frekansları duymak zorlaşır. İşitme kaybı ilk olarak üst seslerde gözlemlenir" (Önen, 2007, s. 23).

3.1.1.3.Genlik (Amplitude)

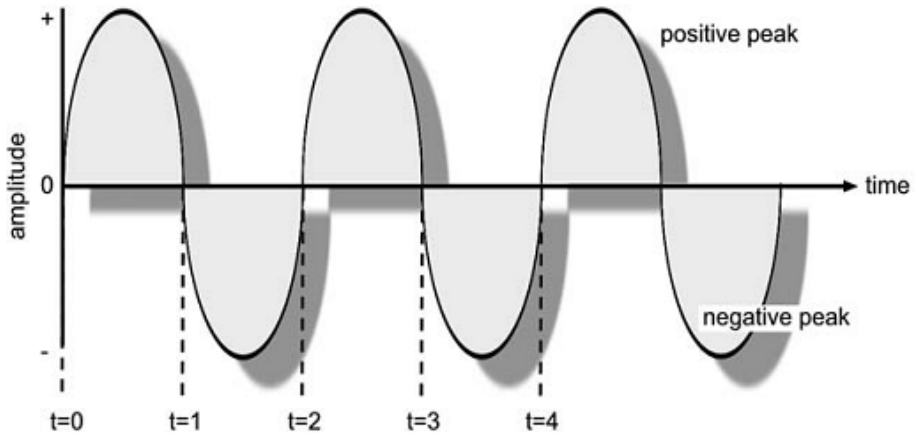
Bir dalga tepesi ile dalga çukuru arasındaki uzaklığın yarısına genlik adı verilmektedir. Genlik, ses dalgalarının dikey büyüklüğünün bir ölçüsüdür. Ses dalgalarını oluşturan sıkışma ve genleşmeler arasındaki fark, dalgaların genliğini belirlemektedir.

"Genlik farklı şekillerde ölçülebilir. Sinyal seviyesinin en üst (maksimum) noktası peak olarak adlandırılır. Pozitif peak değeri ve sıfır noktası arasındaki fark peak value (peak değeri), pozitif ve negatif peak değerleri arasındaki fark ise peak to peak value (iki peak noktası arasındaki değer) olarak adlandırılır" (Önen, 2007, s. 26).



Şekil 3-2Sinüs Dalgası üzerinde genlik

RMS (Root-Mean-Square), sinyalin belli bir süre içine elde edilen ortalama genlik değeridir. Ses sinyalinin ortalama seviye değerleri kendi içlerinde fazla farklılık göstermez ancak peak değerleri sürekli değişir. Sinyalin belli bir süre içindeki genel yüksekliğini hesaplamak için RMS değeri kullanılır(Önen, 2007).



Şekil 3-3 Zaman içerisindeki genlik temsili

3.1.1.4.Sesin Hızı (Velocity)

Sesin yayılması için maddesel ortama ihtiyacı vardır. Ses boşlukta yayılamaz, ses dalgalar halinde yayılır. Kaynaktan çıkan ses madde taneciklerini titreştirerek bu şekilde yayılmaktadır.

Ses dalgasının her bir tam devrinde bir sıkışma ve seyrelme serisi vardır. Tanecikler arasında yayılan ses, bu tanecikler ne kadar sık ise o kadar hızlıdır.Sesin yayılma hızı katıdan sıvıya – sıvıdan gaza azalmaktadır.

Dalga hızı bir dalganın ortamda aldığı yolun, o yolu almak için harcanan zamana oranıdır. Yani dalganın birim zamanda aldığı yoldur.

Hız = Alınan yol / Harcanan zaman

“Tanecikleri büyük ortamlarda, dalgalar daha yavaş hareket ederler” (Zeren, 2003, s. 71).

Ses hızı bazı etkenlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu etkenler ortam sıcaklığı ve ortamın cinsidir. Sıcaklık arttıkça sesin hızı artmaktadır. Ses en yavaş gazlarda, sonra sıvılarda ve en hızlı katılarda yayılmaktadır.

“Sesin hızı hava içinde 21°C sıcaklıkta saniyede yaklaşık 344 metredir (344 m/sn) Ses sıvı ve katılarda havada olduğundan daha hızlı yol alır. Örnek olarak, sesin yayılma hızı su içinde yaklaşık 1450 metre (1,4 km/sn), çelikte ise saniyede yaklaşık 5000 metredir (5 km./sn)”(Önen, 2007, s. 22).

Sesin hava içindeki hızını sıcaklığa bağlı olarak metre cinsinden hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$c = 20.5 \times \sqrt{(273 + T)}$

c: ses hızı (metre/saniye)

T: Sıcaklık (°C)

20.5 : Sabit değer

Örnek olarak 21°C sıcaklıkta sesin hava içindeki hızını hesaplamak için ;

$c = 20.5 \times \sqrt{(273 + 21)}$

$c = 20.5 \times \sqrt{294}$

$c = 20.5 \times 17.15$

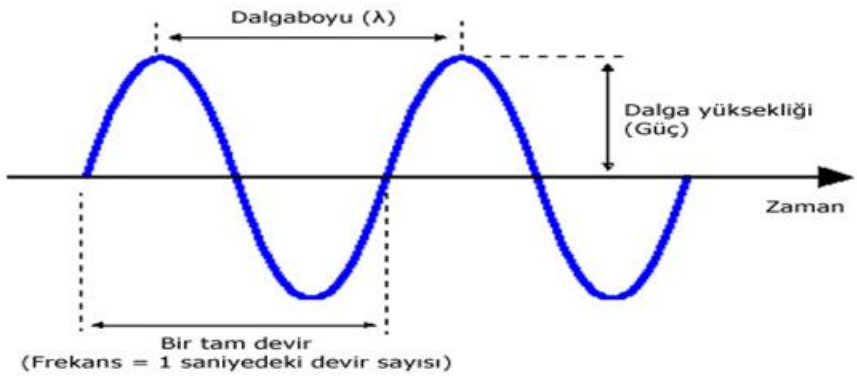
c = 343.86 metre/saniye

Hava içindeki ses hızı her 1 °C’lik sıcaklık artışı için yaklaşık olarak 0.6 metre/saniye artmaktadır.

Birim olarak feet/saniye kullanılan ses hızı hesaplamalarında sıcaklık değeri olarak Fahrenheit (°F) alınır. Ses hızı ortalama 1130 feet/saniye olarak kabul edilir. Hesaplama değeri yaklaşık 71°F (21.6°C) üzerinden yapılmıştır. (Önen, 2007)

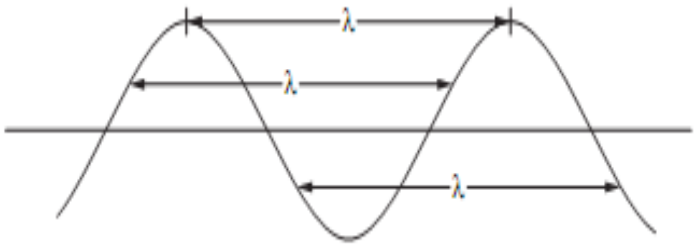
3.1.1.5.Dalga Boyu (Wave Lenght)

“Sürekli dalga yapısında, ard-arda gelen noktalar arasındaki fiziksel uzunluk. Düşük frekans değerindeki dalga uzunluğu fazla, yüksel değerli frekanslarda ise daha kısadır” (Durmaz, 2009, s. 359).



Şekil 3-4 Dalga Boyu ve çevrim

Bir dalganın ardışık iki tepe veya iki çukur noktası arasındaki mesafe bize dalga boyunu vermektedir. Dalga boyu λ (lambda) ile gösterilmektedir.



Şekil 3-5 Dalga boyu

Ses dalgalarının boyu sesin yayılma hızının frekansına bölünmesi ile bulunmaktadır.

$\lambda = c \div f$

λ = Dalga Boyu (Wavelenght) metre

c = Ses Hızı (Metre /saniye)

f = Frekans (Hertz)

“Örnek olarak; hava sıcaklığının 21 °C olduğunu dolayısıyla ses hızının yaklaşık 344 metre / saniye olduğu düşünülürse, 2 kHz’in dalga boyu 17 cm, 70 Hz’in dalga boyu ise yaklaşık 5 metre olmaktadır.

$\lambda = c \div f$

$\lambda = 344 \div 2000$

$\lambda = 0{,}17$ metre

Frekans arttıkça dalga boyu kısalır ve periyodküçülür”(Önen, 2007, s. 24).

3.1.1.6.Faz (Phase)

“Bir dalga periyodunda, tamamı 360° den oluşan açı dizisi. Periyodik dalga formunun bir periyodu için faz değeri 360° dir (yarısı pozitif, öteki yarısı negatif). Periyodun 1/4 lük kesimi 90° dirve en yüksek (peak) pozitif, 3/4 lük değeri ise 270° dirve negatif peak değeridir.0° - 180° arası pozitif, 180° - 360° arası negatif değerlerdedir”(Durmaz, 2009, s. 257).

Faz, bir dalga formu oluşumunun zamana karşı değişimlerini gösterir. Bir sinüs dalgasının oluşumunun 360°’lik periyotta incelenmesidir. Dalga bu derecelenmenin herhangi bir yerinde başlamış kabul edilebileceği gibi normal olanı 0 derecede ve 0 genlikte başlamasıdır, maksimum genliğe 90°’de yükselir, 180°’de genliği sıfırdır.

Genlik 270°’de en düşük negatif değerini alır, tekrar yükselerek 360°’de oluşumunu tamamlayarak sıfır genlik değerine dönmektedir.

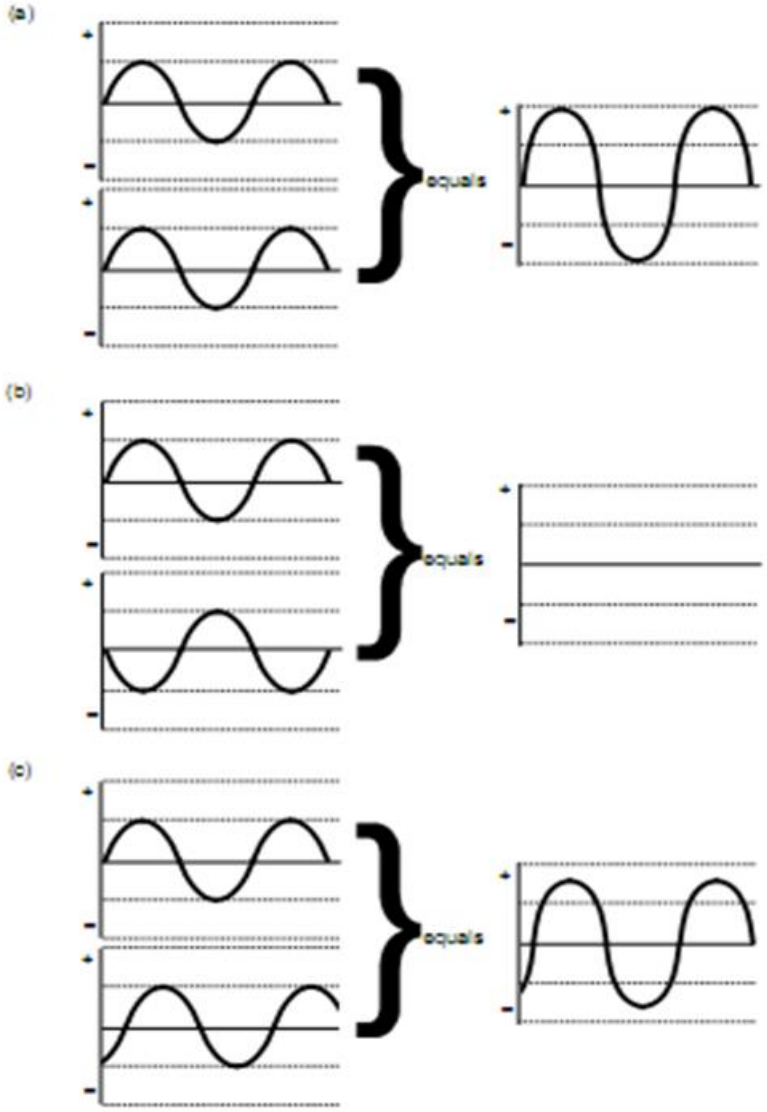
İki ayrı kaynak tarafından aynı sesi aynı genlikte üretmek mümkün olabilmektedir. Ancak genlikleri aynı olsa da dalga formları, ortamda karşılaştıkları anoluşumlarının farklı evrelerinde bulunmaktadırlar. Böyle durumlarda bu iki dalga birbirine göre farklı fazlarda kabul edilmektedir.

Eğer birbirinin aynı 2 ses dalgası, doğru fazda karşılaşırlarsa, frekans, şekil ve değerleri değişmeyerek orijinal genlikleri 2 katına yükselmektedir. Eğer birbirinin aynı iki dalga tamamen farklı zamanlarda oluşarak ters fazda (Faz dışı 180°) karşılaşırlarsa birbirlerini yok etmekte ve sonuç grafiği olarak düz bir çizgi oluşturmaktadırlar.

"İki dalganın ortamda karşılaştıkları an, birbirlerine göre açı farklılıkları, faz değişim değerlerini verir. İki dalga formu karşılaştığı anda aralarındaki faz farkı 0° ile 90°arasında ise genliklerin aritmetik toplamları alınırsa bu birleşimden olumlu, eğer karşılaştığı anda aralarındaki faz farkı 90° ile 360° arasında ise toplam genlik bu birleşimden olumsuz etkilenir"(Pamir, 2009, s. 42).

"İki sinüs dalgasının genlik tepe noktaları (peak amplitude) zaman içinde aynı yerde ise, bu iki dalga aynı fazdadır; başka bir deyişle ifade edecek olursak, bu iki dalga arasında faz farkı yoktur"(Önen, 2007, s. 27).

"İki sinüs dalgasının genlik tepe noktaları (peak amplitude) zaman içinde farklı yerlerde ise, bu iki dalga arasında faz farkı vardır, ya da başka bir deyişle faz kayması vardır. Örnek olarak iki sinüs dalgası arasında 90° faz farkı olduğunda birinci sinüs dalgası sıfır noktasındayken (0° veya 180°), ikinci sinüs dalgası artı veya eksi tepe noktasındadır (90° veya 270°)"(Önen, 2007, s. 27).



Şekil 3-6Sinüs dalgaları ile Faz temsili

a) Dalgalar aynı fazda ise birbirini güçlendirirler.
b) Dalgalar ters fazda ise birbirlerini söndürürler.
c) Dalgalar aynı fazda ama aralarında zaman farkı varsa bileşke dalganın bazı frekanslarında açısal değişimlere neden olur.

(Rumsey & Cormick, 2006)

Faz kaymaları frekansa ve zaman farklılıklarına göre değişmektedir. Faz kaymasını hesaplamak için şu formül kullanılmaktadır.

$Ø = \Delta t \times f \times 360°$

Ø = Faz kayması (derece)

Δt = Zaman farkı (saniye)

F = Frekans (Hertz)

Aralarında 5 ms zaman farkı bulunan 100 Hz iki sinüs dalgasının faz farkı ;

$Ø = \Delta t \times f \times 360°$

$Ø = 0.005 \times 100 \times 360°$

Ø = 180° olacağından bu sinüs dalgaları birbirini yok edecektir.

Eğer aralarındaki zaman farkı 10 ms olsaydı

$Ø = \Delta t \times f \times 360°$

$Ø = 0.01 \times 100 \times 360°$

Ø = 360° = 0° yani iki sinüs dalgası arasında faz farkı yoktur.

“Faz farklılıkları ses kaynağından çıkan ses dalgalarının iki farklı alıcıya (örnek olarak iki mikrofona) farklı zamanlarda ulaşmasından da ileri gelir. Faz farlılıklarının bir başka sebebi ise; ses kaynağından doğrudan gelen ses dalgaları ile oda veya mekân içinde sert yüzeylerden yansıyan ses dalgalarının kulağımıza ya da mikrofona farklı zamanlarda ulaşmasıdır. Her iki durumda da oluşan zaman farklılıkları (ya da gecikmeyi), mesafe farkını ses hızına bölünerek bulunabilir”(Önen, 2007, s. 29).

$\Delta t = \Delta d \div c$

Δt: zaman farkı (saniye)

Δd: Mesafe farkı (metre)

c: Ses hızı (metre/saniye)

Örnek olarak; iki mikrofonun açık olduğunu ve birinci mikrofonun ses kaynağından 1 metre, ikinci mikrofonun ise ses kaynağından 2 metre uzaklıkta olduğu koşulda, 21ºC'de ses hızı yaklaşık 344 metre/saniye olduğundan, ses dalgasının birinci mikrofona ulaştıktan sonra ikinci mikrofona ulaşması için gereken süre 2,9 milisaniyedir.

$\Delta t = \Delta d \div c$

$\Delta t = (2-1) \div 344$

$\Delta t = 0.0029$ saniye

Δt değeri faz kaymasını hesaplamak için kullanılan formüle yerleştirilirse aşağıdaki formül elde edilmektedir.

$\Ø = \Delta t \times f \times 360º$

$\Ø = (\Delta d \div c) \times f \times 360º$

Δd : Mesafe farkı (metre) f : Frekans (Hertz)

c : Ses hızı (metre/saniye)

"İki mikrofonun açık olduğu ve birincimikrofonun ses kaynağından 52 cm, ikinci mikrofonun ise ses kaynağından 121 cm uzaklıkta, hava sıcaklığı 21 ºC, dolayısıyla ses hızını 344 metre/saniye olarak kabul edildiği takdirde, iki mikrofon tarafından alınan ses dalgası, tek bir kanalda birleştirildiğinde bazı frekanslar faz farkından dolayı kaybolur,bazı frekanslar ise seviye olarak yükselir. Örnek olarak250 Hz, 180ºfaz farkından dolayı kaybolacak; 500 Hz ise seviye olarak iki katına çıkar"(Önen, 2007, s. 30).

250 Hz için:

$\Ø = (\Delta d \div c) \times f \times 360º$

$\Ø = (1.21 - 0.52) \div 344) \times 250 \times 360º$

Ø = (0.69 ÷ 344) x 250 x 360º

Ø = 0.002 x 250 x 360º

Ø = 180º

500 Hz için:

Ø = (Δd÷ c) x f x 360º

Ø = (1.21- 0.52) ÷ 344) x 500 x 360º

Ø = (0.69 ÷ 344) x 500 x 360º

Ø = 0.002 x 500 x 360º

Ø = 360º = 0º (Önen, 2007, s. 29-30)

3.1.1.7.Tını (Harmonic Content)

"Spectrumun ya da dalga görünümünün öznel ifadesi. Birinin ötekine göre farkını algılamamıza yarayan ırasal özelliği. Örneğin, aynı frekans değerindeki bir sesi çalan trompet, piyano, davul gibi farklı çalgıları birbirinden ayırabilmemizi sağlayan özel nitelikler"(Durmaz, 2009, s. 338).

Tını müzik enstrümanlarının çıkarttığı sesleri ayırt etmemizi sağlayan özelliktir. En basit dalga formu olan sinüs dalgası aynı frekanslarda farklı kaynaklardan üretilse bile ayırt edilememekte sadece ses seviyesi artış göstermektedir. Buna karşılık karmaşık dalga formları ise tını sayesinde birbirinden ayırt edilebilmektedir. Karmaşık bir dalga formu içinde en düşük frekans aynı zamanda en yüksek genliğe sahiptir ve fundamental frekans yani temel frekans olarak adlandırılmaktadır. Bu, sesin perdesini belirlemektedir. Yine bir enstrümanda temel frekansla birlikte buna bağlı olarak kısmi frekanslar üretilmektedir. Temel frekanstan yüksek olanlar İngilizce terminolojide overtones yada upper partials olarak isimlendirilmiştir. Tını temel frekans ile kısmi frekansların karışımından

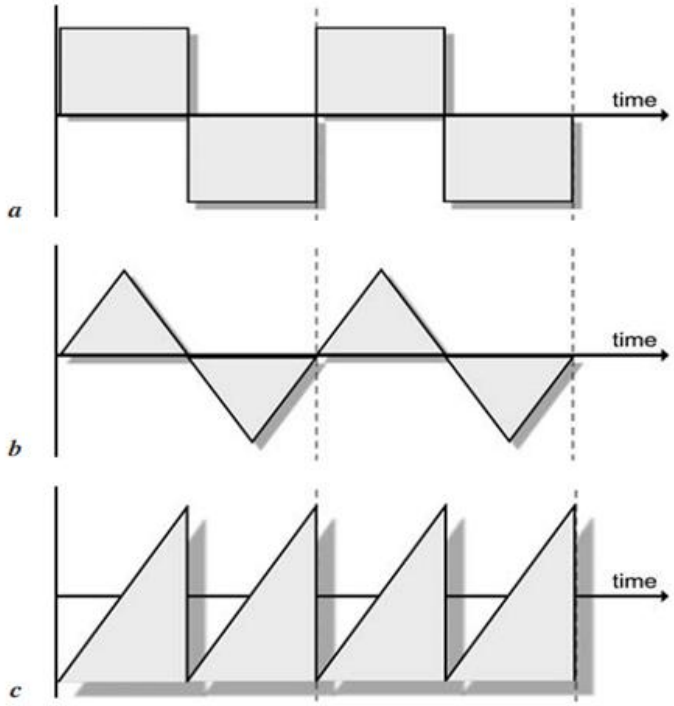
meydana gelmektedir. Türkçemizde isse ses rengi olarak adlandırılmaktadır (Önen, 2007).

Temel frekans ile birlikte tınlayan ve giderek tizleşen bütün kısmi frekanslar armonik (harmonics) olarak adlandırılmaktadır. Armonikler temel frekansın tam sayıda çarpımıyla bulunmaktadır. Örneğin ; C3 (3. Oktav Do) 220 Hz ve bir oktav üstü C4 440 Hz dir.

Müzik enstrümanları çok çeşitli sesler üretmektedirler. Bu çeşitlilik genlik, faz ve armoniklerinin çeşitliliğinden kaynaklanmaktadır. Sonuçta ortaya çıkan dalga formu ise her ne kadar sinüs dalgasına benzerlik gösterse de daha karmaşık yapıda olmaktadır.

Müzikal dalga formları, basit ve kompleks olarak ikiye ayrılmaktadır. Basit dalga formları kare, üçgen ve testere formundaki dalgalardır ve bunlar belli armonik yapıya sahiptirler.

Basit dalgalar süreklilik gösteren bir şekilde aynı yapıyı tekrarlamaktadırlar. Bu nedenle basit dalgalar olarak adlandırılırlar. Her bir çevirimi diğerinin aynısı ve simetriğidir.

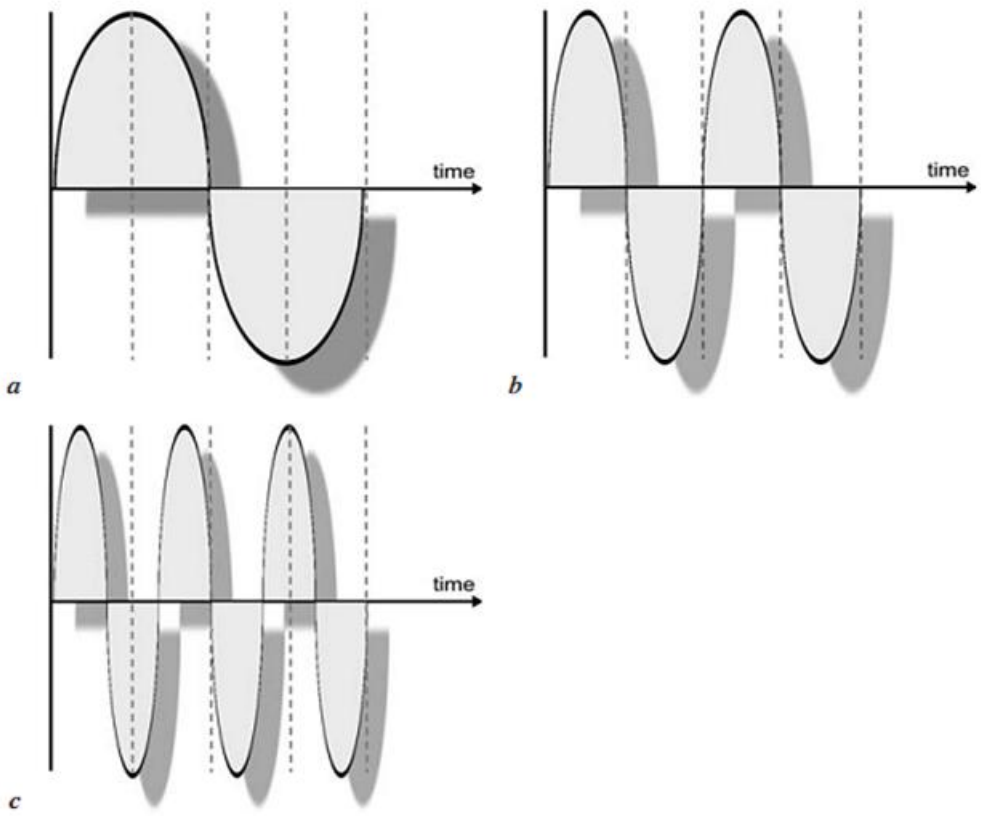


Şekil 3-7Basit dalga formları

a. Kare dalga formu
b. Üçgen dalga formu
c. Testere dalga formu

Karmaşık yapıdaki kompleks dalgalar ise simetrik değillerdir. Armonik içerikleri sürekli değişiklik gösterdiğinden şekilleri de sabit değildir (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005).

Şekil 3-8Karmaşık dalga formu



Şekil 3-9 Armoniklerin Temsili

a. Birinci armonik - temel ses (Fundamental waveform)
b. İkinci armonik
c. Üçüncü armonik (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005, s. 46).

Bir enstrümanın yada insan sesinin doğal halini kaydedebilmek için kullanılacak kayıt donanımları da çok önemlidir. Kullanılacak her donanımın; (mikrofon, preamplifikatör, hoparlörler) doğal sesi yakalayıp tekrar duyurabilmesi için frekans cevaplarının tam (flat) olması gerekmektedir. Kullanılan mikrofon üst frekanslara daha duyarlıysa, ya da kullanılan pre-ampli bas ve orta frekansları daha ortaya çıkarıyor ise sonuçta kaydedilen sesi doğal haline getirmek için ekolayzır kullanmak gerekecektir.

3.1.1.8.Zarf (Envelope)

Enstrüman seslerini birbirinden ayırt etmemize yarayan tek etken tını değildir. Tını ile birlikte Türkçe karşılığı zarf olarak kullanılan envelope da aynı şekilde belirleyici bir özellik olarak kabul edilmektedir. Bir nota seslendirildiğinde sonsuza dek duyulamamaktadır. Belirli bir süre sonra duyulabilirliğini yitirmektedir. Her müzik enstrümanı farklı bir zarfiçermektedir.

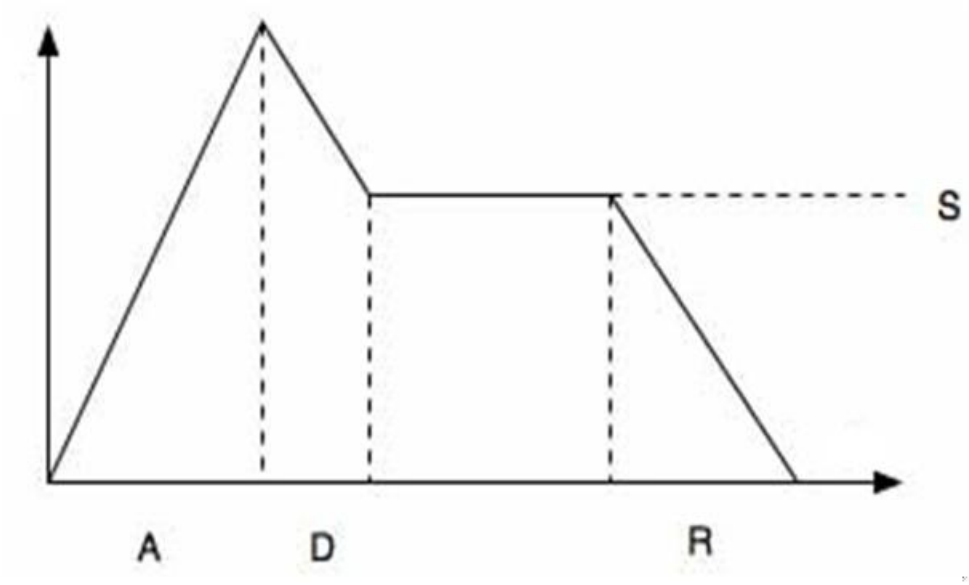
"Zarf çalınan bir notanın ses seviyesinin zaman içerisindeki değişimidir" (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005, s. 48).

Zarf (envelope) akustikzarf ve elektronik zarf olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Akustik Zarf (Acoustic Envelope), Ses dalgasının süre içinde seviye açısından yapısı olarak tanımlanmaktadır. Akustik zarf üç bölümden oluşmaktadır. Attack (çıkış), sustain (kalış), düşüş (decay)

a. Attack (Çıkış) : Sinyalin başlangıcı ve en yüksek noktaya ulaştığı bölüm
b. Sustain (Kalış) : Sinyalin attack bölümünden sonra seviye olarak küçük farklılıklarda uzadığı bölüm
c. Decay (Düşüş) : Sinyalin seviye olarak azalıp kaybolduğu bölümdür.

"Elektronik Zarf: Elektronik zarf genelde ADSR olarak bilinir. ADSR, bir elektronik müzik aletinin sinyalinin genlik (amplitude) ya da diğer bir deyişle seviye açısından yapısıdır. ADSR, atak, düşüş, kalış ve serbest bırakma sözcüklerinin İngilizce karşılıkları olan attack, decay, sustain ve release kelimelerinin baş harflerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur. Attack, sinyalin başlayıp seviye olarak en üst noktaya ulaştığı zamandır. Decay, sinyalin üst noktasından uzama seviyesin düştüğü bölümdür. Sustain, sinyalin uzadığı bölüm, Release ise sinyalin seviyesinin azalıp kaybolduğu bölümdür" (Önen, 2007, s. 33).



Şekil 3-10 Elektronik Zarf (ADSR)

3.2.Ses Şiddeti

Ses şiddeti, ses dalgalarının taşıdıkları enerjiye bağlı olarak birim alana uyguladıkları kuvvettir. Birimi genellikle 'metrekare başına Watt' (W/m2) olarak ifade edilmektedir. Sesin şiddeti, ses kaynağına olan uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Ses şiddeti, tını ve frekans ile birlikte sesin en önemli özelliklerindendir. Basınç, güç ve voltaj değerlerindeki büyük değişiklikler, algılanan ses şiddeti üzerinde küçük değişikliklere sebep olduğundan dolayısesve sinyal ölçümlerinde doğrusal (lineer) skala yerine logaritmik skala kullanılır (Önen, 2007).

3.2.1. **Desibel**

Desibelin yaygın olarak ses şiddeti birimi olduğu sanılır ama ses şiddeti karşılaştırmalarında da kullanılabilen bir karşılaştırma birimidir.

"Telefon kullanılmaya başlandığında ilgili kurumlar bir iletim birimi bulmak/kullanmak sorunu ile karşılaşmışlardır. Doğal olarak, o dönemdeiletim ya da haberleşme denince akla çoğunlukla telefon gelmekteydi. Bu konuda ki ilk öneri,

Alexander Graham Bell tarafından telefonun bulunmasından iki yıl sonra 1887 de W. H. Pierce tarafından ortaya atılmıştı. O zaman Amerika ve Avrupa da kullanılmaya başlanan telefon standartları arasında bir uyum yoktu. Amerikalı ve Avrupalı telefon şirketlerinin kendi kıtaları için daha uygun olacağını düşündükleri ve ısrar ettikleri birkaç birim üzerinde uzlaşmalar oldu. Eylül1927'de İtalya'da tam olarak bir uzlaşma sağlanamasa da iki adet birim üzerinde karar verildi. Birinci birimde "e" doğallogaritmanın tabanını ve üst kuvvetleri oranını temel alan birim ile 10 sayısının güçleri oranının temel alan birim kaldı. Birinci birimde doğal logaritma kullanıldığı için bulucusu John NAIPER onuruna "neper" denmesi önerildi. İkinci birimde ondalık logaritma kullanılıyordu ve bu birime de telefonu bulmuş olan Alexander Graham BELL onuruna "Bell" denilmesi önerildi. Desibel, Bell biriminin onda biri olarak kullanılmaktadır" (Vikipedi, 2011).

Desibel (dB) elektriksel ve akustik ölçümlerde sıkça kullanılan bir terimdir, iki farklı niceliğin değerlerinin birbirine olan oranını temsil eden bir sayıdır.

Bu,basınç ya da voltaj gibi herhangi bir nicelikteolabilmektedir.

Örneğin; bir vericinin gücü 1 W'dan 2W'a çıkarılırsa, güçteki desibel cinsinden artış:

$$dB = 10\log(2/1) = 3\ dB$$

Elimizde 5 W'lık bir verici olsa ve biz bunun gücünü 10W'a çıkarsak desibel cinsinden artış yine 3 dB olacaktır.

$$dB = 10\log(10/5) = 3\ dB$$

Logaritmik olması sebebiyle bu birimi kullanarak çok büyük değerleri küçük değerlerle ifade etmek mümkün olmaktadır.

Desibel, çok geniş bir ölçüm aralığını çok daha küçük ve kullanışlı bir aralığa ölçekleyip indirmeye yarayan logaritmik bir orandır. Örnek olarak; voltaj cinsinden bir desibel ilişkisi şöyle ifade edilebilmektedir:

dB = 20 x log(V1/V2)

20 sabit çarpan, V1 voltajlardan biri, V2 diğeri, log da logaritma 10 tabanıdır.

Örnek:

100 volt ile 1 volt arasındaki ilişkinin desibel cinsinden karşılığı nedir?

dB = 20 x log(100/1)

dB = 20 x log(100)

dB = 20 x 2 (log 100=2 olduğundan)

dB = 40

Bu demektir ki 100 volt 1 volt'dan 40dB daha büyüktür.

Örnek :

0.01 volt ile 1 volt arasındaki ilişkinin desibel cinsinden karşılığı nedir?

dB = 20 x log(0.001/1)

dB = 20 x log(0.001)

dB = 20 x (-3) (0.001'in 10 tabanına göre logaritması -3 olduğundan)

dB = -60

Bu demektir ki 0.001 volt 1 volt'dan 60dB daha küçüktür.

Aynı şekilde:

Eğer bir voltaj diğer bir voltaja eşitse aralarındaki farklılık 0dB'dir.

Eğer bir voltaj diğerinin iki katıysa aralarındaki fark 3dB'dir.

Eğer bir voltaj diğerinin on katıysa aralarındaki fark 20dB'dir.

3.2.2. **Desibel ve Güç Değerleri**

İki güç değerinin oranını desibel olarak ifade etmek için şu formül kullanılmaktadır:

dB = 10 log (P ÷ Pref)

P : Güç değeri (Watt)

Pref: Referans olarak aldığımız güç değeri (Watt)

Desibeli güç değerine çevirmek için şu formül kullanılmaktadır:

(dB /10)

P = Pref x 10

Gücü iki katına çıkartınca 3 dB artış, gücü yarıya düşürünce ise 3 dB azalma olmaktadır.

Güç x 2 dB + 3

Güç / 2 dB + 3

Gücü on katına çıkartınca 10 dB artış, gücü onda birine düşürünce ise 10 dB azalma olmaktadır.

Güç x 10 dB + 10

Güç ÷ 10 dB - 10

Bir değerin kendisi ile oranı desibel cinsinden hesaplandığında sıfırdır.

Log 1 = 0

Aşağıdaki tabloda 1 Watt referans olarak alındığında, dB ile diğer güç değerlerinin oranları görülmektedir(Önen, 2007, s. 37).

Tablo 1 Güç değerleri ve dB ilişkisi

Güç (Watt)	dB
1	0
10	10
100	20
250	24
500	27
1.000	30
2.000	33
2.500	34
5.000	37
10.000	40
100.000	50

3.2.3. **Ses Basınç Seviyesi**

"Ses basınç seviyesi (Sound Pressure Level) Ses basınç düzeyinin logaritmik ölçümü"(Durmaz, 2009, s. 316).

Kısaca SPL olarak ifade edilen Ses Basınç Seviyesi (Sound Pressure Level) ses dalgalarının belirli bir alan üzerinde yarattığı basınçtır. Daha yüksek ses basınç seviyesi daha yüksek ses ile aynı anlamı taşır. Referans SPL (SPL_{ref}) değeri ise normal bir insanın duyabileceği en düşük ses seviyesi, diğer bir deyişle duyma eşiğidir. (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005).

Ses basınç seviyesi Paskal (Pa) ya da dyne/cm2 birimleri ile ifade edilir.10 dyne/cm² , 1 Paskal'a eşittir.

10 dyne/cm² = 1 Pa (Newton/m²)

"İnsanlarda duyma eşiği (threshold of hearing) 0.00002 Pa olarak kabul edilir" (Önen, 2007, s. 37).

Tablo 2 Ses Basınç Seviyesi Örnek Değerleri

Duyma eşiği	0.00002 Pa
Yaprak hışırtıları	0.0002 Pa
Oda; gece	0.002 Pa
Konuşma	0.02 Pa
Gürültülü bir sokak	0.2 Pa
Gürültülü bir fabrika	2 Pa
Rock müzik prova stüdyosu	20 Pa
Ağrı eşiği	200 Pa

"Ağrı eşiği (treshold of pain) frekansa bağlı olarak değişmektedir. Tablo 3,2'de görüldüğü üzere, düşük ve yüksek ses basınç seviyeleri arasında Sayısal olarak çok büyük farklılıklar vardır. Seviyeleri ifade ederken, doğrusal (lineer) değer yerine logaritmik değer kullanmak bize kolaylık sağlar"(Önen, 2007, s. 38).

3.2.4. **dB SPL**

"Ses basınç seviyeleri logaritmik olarak ifade edildiğinde birim olarak dB SPL (Sound Pressure Level) kullanılmaktadır.

Pascal olarak verilen ses basınç seviyesini dB SPL' e çevirmek için ;

dB SPL = 20 log (P ÷ (P_{ref})

P: Basınç seviyesi (Pascal)

P_{ref}: Referans olarak alınan basınç seviyesi (Pascal)

Referans olarak Pascal cinsinden duyma eşiği seviyesi (0.00002 Pa) olarak alınmaktadır.

Ortalama bir konuşma seviyesi olan 0.02 Pa değerini duyma eşiğini (0.00002 Pa) referans alarak dB SPL cinsinden ifade etmek gerekirse;

dB SPL = 20 log (P / P_{ref}

dB SPL = 20 log (0.02 ÷ 0.00002)

dB SPL = 20 log (1000)

dB SPL = 20 x 3

dB SPL = 60 dB SPL bulunur"(Önen, 2007, s. 38).

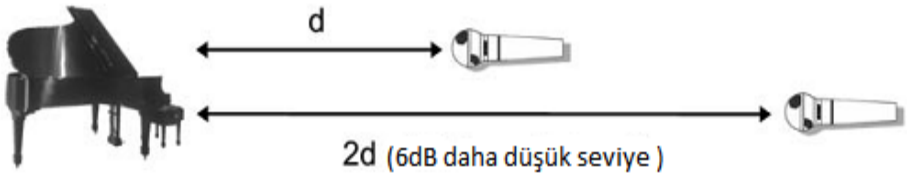
Tablo 3 Pa ve dB SPL değerleri tablosu

	Pa	dB SPL
Duyma eşiği	0.00002	0
Yaprak hışırtıları	0.0002	20
Oda; gece	0.002	40
Konuşma	0.02	60
Gürültülü bir sokak	0.2	80
Gürültülü bir fabrika	2	100
Rock müzik prova stüdyosu	20	120
Ağrı eşiği	200	140

3.2.5. Ses Şiddeti ve Mesafe İlişkisi

Ses dalgaları enerjilerini 3 boyutlu ortamda taşırken, kaynaktan uzaklaştıkça ses dalgalarının şiddeti azalmaktadır. Artan uzaklıkla birlikte ses dalgalarının şiddetinin azalması ses dalgalarındaki enerjinin daha geniş alanlara yayılmasından kaynaklanmaktadır. Ses dalgaları 2 boyutlu bir ortamda dairesel olarak yayılmaktadır. Enerji korunduğu için, enerjinin yayıldığı alan arttıkça güç azalmalıdır. Şiddet ve uzaklık arasındaki ilişki ters-kare ilişkisidir.

Açık havada ses ölçüm yapılan bir nokta ile ses kaynağı arasındaki mesafe iki kat artırılırsa ses şiddet düzeyi 6 dB SPL azalmaktadır. (Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005)



Şekil 3-11 Ses şiddeti ve mesafe ilişkisi

Açık havada referansalınan bir mesafeye göre başka birmesafede ses şiddetini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılabilir:

SPL2 = SPL1 – 20 log (d2÷d1)

SPL1 : d1 mesafesinde ölçülen ses şiddeti (dB SPL)

SPL2 : d2 mesafesine göre hesaplanan ses şiddeti (dB SPL)

d1: Referans olarak alınan mesafe (metre)

d2: Ses şiddetinin hesaplanacağı mesafe (metre)

Kaynağa 1 metre uzaklıkta 100 dB SPL olarak ölçülen ses şiddetinin 20 metredeki değerini hesaplayacak olursak;

SPL2 = SPL1 – 20 log (d2÷d1)

SPL2 = 100 – 20 log (20÷1)

SPL2 = 100 – 20 log (20)

SPL2 = 100 – (20 x 1.30)

SPL2 = 100 – 26

SPL2 = 74 dB SPL

Mesafeyi iki katına çıkararak tekrar hesapladığımızda 6dB SPL düşüş yaşanması gerekmektedir. 74 dB SPL – 6 dB SPL =68 dB SPL

20 metre mesafede ses şiddeti 74 dB SPL olduğuna göre mesafeyi 40 metreye çıkardığımızda;

SPL2 = SPL1 – 20 log (d2÷d1)

SPL2 = 100 – 20 log (40÷1)

SPL2 = 100 – 20 log (40)

SPL2 = 100 – (20 x 1.60)

SPL2 = 100 – 32

SPL2 = 68 dB SPL

3.3.İşitme Duyum ve Psikoakustik

3.3.1. İnsan Kulağı

Kulak işitme ve denge organıdır. Dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç kısımda incelenmektedir.

Dış kulak kıkırdaktan yapılmış kıvrımlı kulak kepçesi ve dış kulak yolundan oluşmaktadır. Dış kulak yolu ile orta kulağın birleştiği yerde bağ dokudan yapılmış, ses dalgaları ile titreşebilen kulak zarı bulunmaktadır.

Orta kulak küçük bir odacık şeklinde olan bu bölümde şekillerine göre adlandırılan çekiç, örs ve üzengi kemikleri bulunmaktadır. Üzengi kemiği iç kulak başlangıcındaki oval pencereye bağlıdır. Orta kulakta oval pencerenin alt kısmında yuvarlak pencere bulunmaktadır.

Kemikler, ses dalgalarının kuvvetlendirilerek iç kulağa iletilmesinde görevlidir. Orta kulak "Östaki borusu" denilen bir kanalla yutağa bağlanır. Bu yapı, kulak zarının iki tarafındaki hava basıncını dengede tutmaya yaramaktadır.

İç kulakta dışları kemik, içleri zar yapılı labirent ve torbalar bulunmaktadır. Labirentin işitme ile ilgili kısmı helezon şeklinde kıvrılmıştır. Bu kısma salyangoz (kohlea) denir. Salyangoz içinde birbirinden ince zarlarla ayrılan üç kanal bulunmaktadır:

1. Vestibular kanal: Orta kulaktaki oval pencereye bağlıdır. İçi perilenf denilen bir sıvı ile doludur.

2. Kohlear kanal: Ortada, içi endolenf ile dolu kanaldır. Asıl işitmeyi sağlayan corti organı bu kanalda bulunur.

3. Timpanik kanal: Orta kulaktaki yuvarlak pencereye bağlıdır. İçi perilenf sıvısı ile doludur.

İşitme organı (corti organı) ve mekanizması

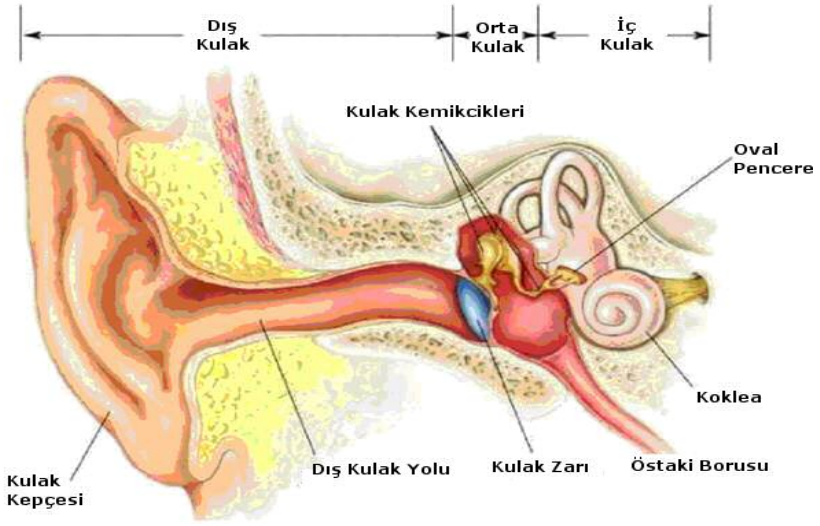
Mekanik ses uyarılarını elektrik impulslarına dönüştüren reseptörlere işitme veya corti organı denilmektedir. Bu reseptörler zar cochlea'nın (ductus cochlearis) içinde yerleşmiş olarak işitme siniri (n. cochlearis) ile irtibat halindedirler. Dış kulak yolu içinde ilerleyen ses dalgaları, kulak zarını titreştirerek buraya temas eden kulak kemikçiklerini harekete geçirmektedir.

Burada amplitüdü yükselen ses dalgaları, kemik labirent içindeki perilenfa'ya taşınmaktadır. Buradan da endolenfa membranına ulaşmaktadır. Endolenfa'daki dalgalanma ince saç kılı şeklindeki reseptörleri (corti organı) uyarmaktadır. Bu işlem, sinir impulslarının başlamasını ve işitme siniri ile beyne taşınmasını sağlamaktadır.

İşitme duyusu

“Kulak kepçesi tarafından yakalanan akustik dalga dış kulaktaki kulak zarı tarafından orta kulaktaki örs, çekiç ve üzengi kemikleri aracılığı ile iç kulaktaki salyangoz organına aktarılır. Salyangoz akustik dalgayı beynin yorumlayabileceği elektriksel işarete dönüştürmekle görevlidir. Bu aktarma ve elektriksel işarete çevirme işlemleri, insan duyma sisteminin karakteristik özelliklerinin ana

belirleyicisidir. Duyma sisteminde iki adet algılayıcının olmasının en büyük avantajı çift yollu (stereo) duymaya izin vermesidir"(ORL-D İşitme Cihazları, 2009).



Şekil 3-12Kulağın yapısı

İnsan kulağı, frekansı 20 Hz ile 20000 Hz arasında olan, dolayısıyla periyotları 0.07 sn. ile 0,00005 sn. arasında değişebilen ve genlikleri milimetrenin milyonda biri kadar küçük olan titreşimleri analiz edebilecek duyarlılıktadır (Zeren, 2003).

3.3.2. **Psikoakustik Algı**

Psikoakustik (Psychoacoustics) İnsan beyninin sesleri nasıl algıladığını inceleyen bilim dalıdır.Kulağımıza ulaşan seslerin yönlerinin nasıl belirlendiği de psikoakustik alanına girse de esas çalışma alanı beyindir.

İnsanların kulakları arasında ortalama 18 cm. civarında bir mesafe bulunmaktadır. Sağdan yada soldan gelen seslerin o yöndeki kulağa ulaşma süresi ile diğerine ulaşması arasında çok azda olsa bir fark oluşmaktadır. Beyin bu farkı analiz ederek yön belirlemede kullanmaktadır.

Kulaklar arasında bir uzaklık ve sesi gölgeleyen kafamız olduğundan dolayı sağ veya sol taraftan gelen bir ses kendi tarafındaki kulağa belli bir yükseklikte gelirken, diğer taraftaki kulağa daha alçak olarak ulaşmaktadır. Arada oluşan farkı beynimiz analiz ederek sesin yönünü bulmada kullanmaktadır.

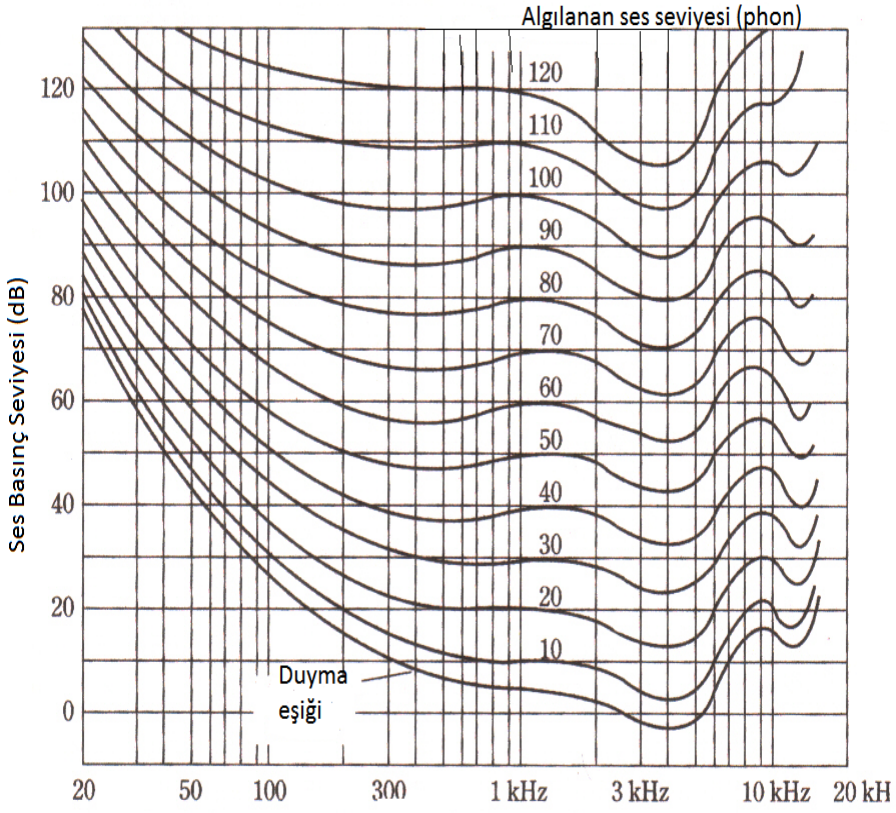
Ulaşan seslerin arasındaki yükseklik ve zaman farkı önden veya arkadan gelen sesleri nasıl ayırt edebildiğimizi açıklayamamaktadır. Bu ayırımda beynimizin kullandığı en etkili yöntemler dış kulağın ve kafa hareketlerinin yarattığı farkları analiz etmektir.

"Belli bir ses seviyesinin üzerinde seslerle karşılaşıldığında orijinal seste bulunmayan armonik bozulmalar oluşur. 1kHz'lik gürültülü bir sinüs dalgası 1kHz, 2kHz ve 3 kHz'in karışımı olarak algılanabilir. Kulak uygun ses seviyesindeki bir kemanın üst doğuşkanlarını duyabilir"(Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005, s. 58).

Kulağın frekans tepkisi (Frequency Response) işitilen sesin gürlüğüne göre değişiklik göstermektedir. Fletcher – Munson Eğrileri çeşitli ses seviyelerinde farklı frekansların ortalama olarak nasıl algılandığını ifade etmektedir.

3.3.3. **Fletcher – Munson Eğrileri**

"İnsan kulağının duyarlı olduğu frekans bandı sınırları içinde her frekans bandı için nasıl farklı gürlükte algılandığını gösteren algısal davranış eğrileridir. 1933 yılında araştırmacı Fletcher ve Munson insan kulağının farklı frekanslar için duyarlılığını ölçümledi ve "Eşgürlük Eğrisi" adıyla grafiksel olarak belirledi. İnsan kulağının 3 kHz ve 4 kHz bölgesinde öteki frekans bölgelerine oranla daha duyarlı olduğu, daha hafif gürlükteki sesleri algılayabildiği ortaya çıktı. 1956 yılında D.W. Robinson ve P.S. Dadson bu grafiği tekrar modifiye ederek bugünkü biçimini tanımladılar. Bugün ISO 226:1987 Normal Equal-Loudness Level Contours" adıyla ve yaygın olarak Robinson-Dadson eğrisi olarak anılır"(Durmaz, 2009, s. 148).



Şekil 3-13Fletcher-Munson eğrileri

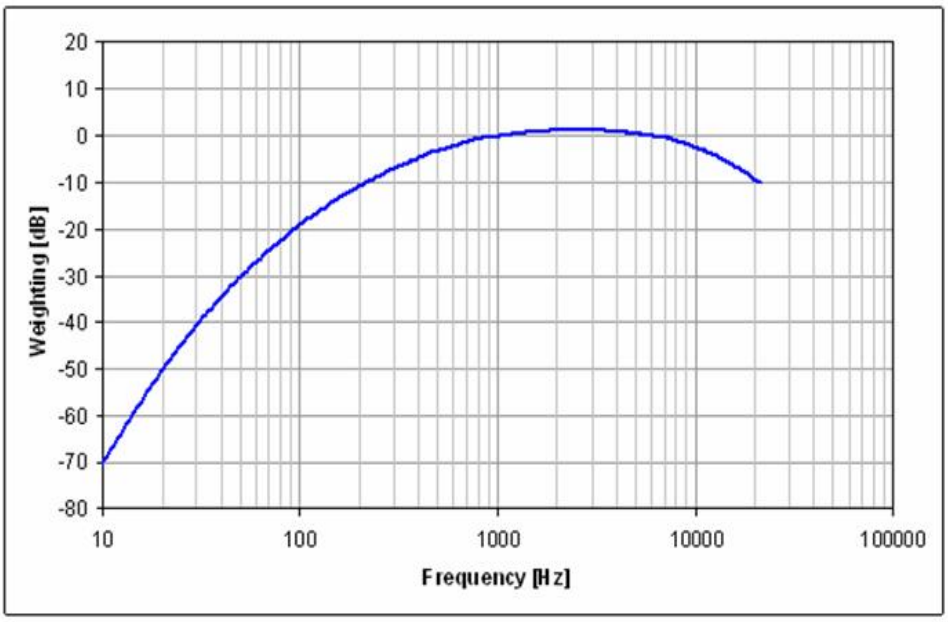
Ses şiddeti, ses basınç seviyesi ya da ses seviyesi dB SPL ile ifade edilmekte ve bu ölçülen bir değer olarak kabul edilmektedir. Loudness ise algılanan ses seviyesidir. Fletcher ve Munson adında iki bilim insanı, insan kulağının hangi frekanslara daha çok, hangi frekanslara daha az duyarlı olduğu üzerinde araştırmalar yapmış ve eş gürlük eğrileri (equal loudness contours) adı verilen bir çizelge geliştirmişlerdir. Bu eğriler, 1 kHz'de algıladığımız ses seviyesini diğer frekanslara eşit olarak algılamak için gerekli olan seviyeyi göstermektedir. Çizelgede algılanan ses seviyesi (loudness) için birim olarak fon (phon) kullanılmıştır. Fletcher-Munson Eğrileri'nde fon cinsinden ifade edilen algılanan ses seviyesi 1 kHz üzerinde her zaman dB SPL olarak ifade edilen ses basınç seviyesine sayısal olarak eşit olmaktadır.

"Eğriler incelendiğinde alt ve üst frekansların 1 kHz ile eşit seviyede algılanabilmesi daha fazla seviyeye ihtiyaç duyulduğunu görüyoruz. Örnek olarak, 100 dB SPL seviyesindeki 1 kHz ile aynı yükseklikte algılanması için 10 kHz'in seviyesinin 105 dB SPL; 50 Hz'in seviyesinin ise 110 dB SPL olması gereklidir. Başka bir örnek olarak, 3.5 kHz'in 80 dB SPL seviyesindeki 1 kHz ile eşit seviyede algılanabilmesi için 70 dB SPL yeterli olacaktır"(Önen, 2007, s. 41-42).

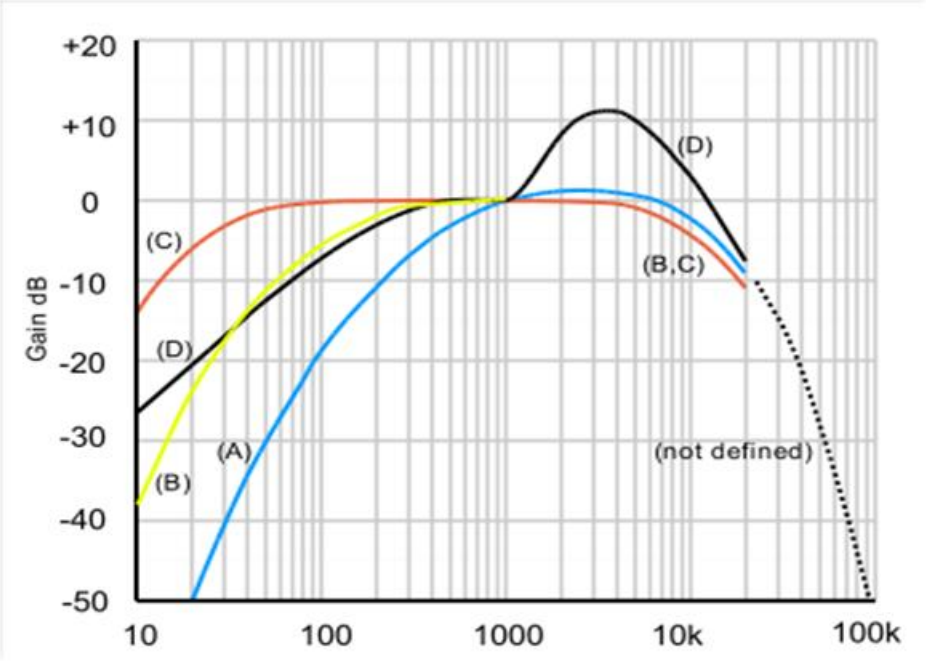
3.3.4. **A,B,C,D Ağırlıklı Filtreleri (A,B,C,D Weighting Filters)**

Weighting eğrileri sesin gerçek seviyesine karşın algılandığı seviyeyi gösteren grafiksel eğrilerdir. En yaygın olanı A Weighting Eğrisi'dir

"Günlük kullanımda kısaca dBA olarak ifade edilen A tip eğridir. Merkezi 2,5kHz, 100 Hz bölgesi 20 dB, 20 kHz bölgesi ise 10 dB baskılanmış, bu nedenle düşük frekans bölgeleri azalmış, yüksek bölge frekansları da daha mütevazı biçimde düzenlenmiş olan geniş tip bandpass filtredir. Bu aynen Fletcher-Munson eğrisinin 30 dB SPL (ya da 30 phon)'luk ters duran bölgesi gibidir. Başka bir deyişle bu tip filtre insan kulağına öykünür"(Durmaz, 2009, s. 16).



Şekil 3-14 A weighting eğrisi



Şekil 3-15 A,B,C,D weighting eğrileri

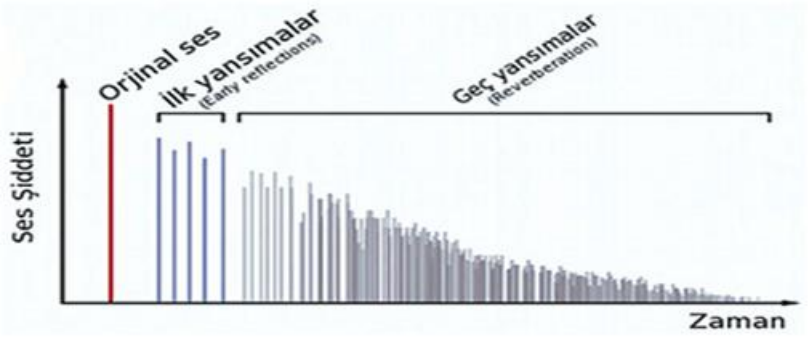
3.3.5. **Early Reflections (İlk Yansımalar)**

Kaynaktan çıkan ses kulağa iki yolla ulaşmaktadır. Birincisi direkt kaynaktan çıkan ses, diğeri ise ortamdan yansıyan sestir. Bunlar ilk yansımalar olarak adlandırılır. İlk yansımalar odanın büyüklüğü, yapısı ve yansıma oranı ile ilgili ipuçları vermektedir. İlk yansımalar direkt sesten 50ms. kadar daha sonra kulağa ulaşmaktadır. Beyin direkt sesle birlikte gelen ve 30ms.den daha kısa süreli ilk yansımaları ayırt edemez, birlikte algılar. Bunun sonucunda ses daha hacimli ve güçlü olarak algılanmaktadır.

3.3.6. **Reverberation (Geç Yansımalar-Yankıma)**

Doğal bir ortamda bir ses duyduğumuzda algıladığımız sesler üç bölüme ayrılmaktadır. Birincisi, sesin orijinalidir. Henüz herhangi bir duvar vb. yansıtıcı yüzeyden gelen sesler kulağımıza ulaşmamıştır. İkincisi ilk veya erken yansımalardır (early reflections). Yüzeylerden (yan duvarlar, tavan, yer) ilk yansıyan sesler kulağımıza ulaştığında bu kısmı oluşturmaktadırlar. Son olarak reverb'ün kuyruğu (tail), yansıyan seslerin tekrar diğer yüzeylere çarpıp yansıdıktan sonra kulağımıza

ulaşan kısmıdır. Aşağıdaki şekilde zaman içinde kulağımıza gelen bu yansımalar ve şiddetleri grafik halinde gösterilmiştir.



Şekil 3-16 Yansıma- Zaman İlişkisi

Ses kaynağından çıktıktan sonra ortamın duvarlarından yansıyarak geri döner. Dönen sesler kaynak durduktan sonra da devam etmektedir. Çok fazla yansıması olan ortamlarda ses kaynak sustuktan sonra yankılanmayı sürdürür. Gittikçe gürlüğü düşen yansımalar sese sıcaklık hissi ve genişlik kazandırarak dinleyene 50ms kadar sonra ulaşmaktadır(Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005).

3.3.7. **Doubling (Katlama)**

Bir sinyal 4 – 20ms kısa gecikmeyle tekrar ettirilirse beyin bunu iki katı olarak algılar. Bu işleme doubling (katlama) denilmektedir. Müzisyenler stüdyo çalışmalarında orijinal kaydı dinlerken tekrar üzerine çalar - kaydederler ve bu çalım ilkinin aynısı olsa dahi oluşan küçük gecikmeler ve tuşe farklılıkları nedeniyle tamamen aynısı olamaz. Delay cihazları bu gecikmeyi düşük maliyetle ve daha kolay bir şekilde simüle edebilmektedirler. Bu etki gecikme yapılan kanalda sesin pitch (perde) değerine küçük müdahalelerle daha da pekiştirilir(Huber & Runstein, Modern Recording Techniques, 2005).

3.4.Sinyal Ölçüm Birimleri

3.4.1. **VU Metre**

Analog ses sinyallerin hacimsel değerlerini VU (Volume Unit) yani volume birimi olarak gösteren elektronik devre elemanlarına VU Meter denilir. Analog olarak yaylı bir mekanizması ya da çok nadir de olsa led lambalı olabilen VU Meter yavaş tepkiye girer. Ortalama tepki süresi 300 ms. kadardır. -20 ile +3Vu değerleri arasını gösterir(Durmaz, 2009).

Profesyonel cihazlar ile yarı profesyonel ve ev tipi ses cihazları arasında sinyal seviye farklılıkları bulunmaktadır.

0VU 600 ohm yükte 1,23V ya da +4 dBu değerine karşılı gelir ve test sinyallerinde referans kabul edilir. IEC268-10-17 olarak ta bilinir.

3.4.2. **dBm (Desibel Miliwatt)**

dBm, tanım olarak, 1 mW`a göre mutlak güç seviyesini göstermektedir. dBm desibel den farklı olarak bir oran olarak kabul edilmemektedir.

dBm 600 ohm empedansta 1 miliwatt'ı referans olarak almaktadır.

0dBm = 1mW@600 Ohm = 0,775 Volt

dBm 600 ohm empedanslı eki tip profesyonel analog cihazlarda kullanılmaktadır. Bu cihazların normal seviyesi +4 dBm =1,228 Volt'tur

0VU = +4 dBm = 1,228 Volt @ = 600 Ohm

50 Watt değerindeki bir vericinin çıkış değeri dBm olarak hesaplanırsa ;

dBm = 10xlog P (mW)

dBm = 10 x log 50000

dBm = 10 x 4,69

dBm = 46,9 bulunur.

3.4.3. **dBu (Desibel Unterminated)**

dBu dBm'den farklı olarak herhangi bir empedans değerini kullanmaktadır.

0 dBu 0,775 Volt'a eşittir.

dBu biriminin voltaj olarak karşılığı için ;

V = $10^{(dB \div 20)}$ x dB_{ref}

dB_{ref} olarak alınan dB değeridir.

0 dBu 0,775 Volt'a eşit olduğundan dBu – Volt hesaplamasında dB_{ref} 0,775 değeri kullanılır.

Modern profesyonel cihazlarda sinyal seviyeleri için dBu kullanılmaktadır. Eski tip profesyonel cihazlarda olduğu gibi modern profesyonel cihazlarda da normal seviye 1,228 Volt yani +4 dBu dur (Önen, 2007).

V = $10^{(dB \div 20)}$ x dB_{ref}

V = $10^{(4 \div 20)}$ x 0,775

V = $10^{(0,2)}$ x 0,775

V = $10^{(0,2)}$ x 0,775

V = 1,585 x 0,775

V = 1,228 Volt

0 VU = +4 dBu = 1,228 Volt (herhangi bir empedansta)

Bu formül ile bazı dBu değerlerinin Volt cinsinden karşılıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4 dBu değerlerinin Volt Karşılıkları

dBu	VOLT
+24	12.283
+20	7.750
+12	3.085
+10	2.451
+6	1.546
+4	1.228
+3	1.095
+2	0.976
+1	0.870
0	0.775
-1	0.691
-2	0.616
-3	0.549
-4	0.489
-6	0.388
-10	0.245
-12	0.195
-20	0.077
-24	0.049

3.4.4. **dBV**

dBV yarı-profesyonel ve ev tipi cihazlarda kullanılan sinyal seviyesi birimidir. Burada 0 dBV, 1 Volt'a eşittir.

0dBV = 1 Volt

dBV değerinin voltaj olarak karşılığını bulmak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

dBV → Volt

V = $10^{(dB \div 20)}$ x dB_{ref}

x dBref

dBref dBu biriminde olduğu gibi, referans olarak alınan dB değeridir. 0 dBv, 1 Volt'a eşit olduğu içindB referans değerinin 1 olması gerekir; fakat bu sayının çarpana etkisi olmadığı için formülden çıkartılabilir:

dBV → Volt

$$V = 10^{(dB \div 20)}$$

Yarı-profesyonel ve ev tipi cihazların normal çalışma seviyesi -10 dBV'dir, bu da 0,316 Volt'a eşittir(Önen, 2007).

$$V = 10^{(dB \div 20)}$$

$$V = 10^{(-10 \div 20)}$$

$$V = 10^{(-0,5)}$$

V= 0,316 Volt

0 VU = -10 dBV = 0,316 Volt

Bu formülle bazı dBV değerlerinin Volt karşılıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5 dBV - Volt karşılıkları tablosu

dBV	VOLT
+24dBV	15,849 Volt
+20 dBV	10,000 Volt
+12 dBV	3,981 Volt
+10 dBV	3,162 Volt
+6 dBV	1,995 Volt
+4 dBV	1,585 Volt
+3 dBV	1,413 Volt
+2 dBV	1,259 Volt
+1 dBV	1,122 Volt
0 dBV	1,000 Volt
-1 dBV	0,891 Volt
-2 dBV	0,794 Volt
-3 dBV	0,708 Volt
-4 dBV	0,631 Volt
-6 dBV	0,501 Volt
-10 dBV	0,316 Volt
-12 dBV	0,251 Volt
-20 dBV	0,100 Volt
-24 dBV	0,063 Volt

Herhangi bir voltaj değerinin dBu veya dBV olarak karşılığını bulmak için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$dB = 20 \log (V \div V_{ref})$$

Bu formül ile dBU hesaplanırken 0 dBU 0,775 Volt'a eşit olduğu için V_{ref} değerinin 0,775 alınması gerekmektedir.

$$dBU = 20 \log (V \div 0{,}775)$$

Buna göre 1,228 Volt'un dBU karşılığı hesaplanacak olursa;

dBU = 20 log (1.228 ÷ 0,775)

dBU = 20 log (1,585)

dBU = 20 x 0,200

dBU = 4

1,228 Volt +4 dBU ya eşittir.

"Aynı formül ile dBV 'yi hesaplarken 0 dBV, 1 Volt'a eşit olduğundan V_{ref} değeri 1 olarak alınır. 1 sayısı bölmede etkili olmayacağından bu dğer çıkarılıp formül basitleştirilirse;

dBV = 20 log (V)

Buna göre 0,316 Volt'un dBV karşılığı hesaplanırsa ;

dBV = 20 log (0,316)

dBV = 20 x (0,5)

dBV = -10" (Önen, 2007, s. 51).

Tablo 6 dBV - Volt ve dBU karşılıkları

+1,78 dBV	1,228 Volt	+4 dBu
0 dBV	1,000 Volt	+2,2 dBu
-2,2 dBV	0,775 Volt	0 dBu
-10 dBV	0,316 Volt	-7,8 dBu

Eski tip profesyonel cihazlarda dBm kullanılır. 0 dBm 600 Ohm empedansta 0,775 Volt'tur.

Modern profesyonel cihazlarda ise birim olarak dBu kullanılır. 0 dBu herhangi bir empedansta 0,775 Volt'tur. 0 VU = +4 dBu = 1,228 Volt

Yarı-profesyonel ve ev tipi cihazlarda ise birim olarak dBV kullanılır. 0 dBV 1 Volt'aeşittir. 0VU = -10 dBV

"İngilizcede profesyonel cihazlara kısaca "pro", yarı profesyonel cihazlara "semi-pro" veya ev tipi ve profesyonel arasında kalan anlamına gelen "prosumer" , ev tipi cihazlara ise "consumer" denilmektedir"(Önen, 2007, s. 51).

Voltajın yarıya düşmesi veya iki katına katlanması sinyalde yaklaşık olarak 6 dB fark etmektedir. Örnek olarak:

1 Volt = 0 dBV

Voltaj yarıya düşürülürse ;

0.5 Volt = -6 dBV

Voltajı iki katına çıkartılırsa sinyal 6 dB artar.

2 Volt = +6 dBV

Voltaj değerinde 3:1 oranında değişiklik yaklaşık 10 dB'lik fark demektir.

Örnek olarak:

1 Volt = 0 dBV

0.316 Volt = -10 dBV

3.162 Volt = +10 dBV

Voltajın on kat artması veya onda biri değerine düşmesi sinyalde tam 20 dB'lik fark demektir. Örnek olarak:

1 Volt = 0 dBV

0.1 Volt = -20 dBV

10 Volt = 20 dBV

başka bir örnek:

0.775 Volt = 0 dBu

0.077Volt = -20 dBu

7.750Volt = +20 dBu (Önen, 2007, s. 52)

Dikkat edilmesi gereken çok önemli bir nokta, +4 dBu ve -10 dBV arasında 14 dB'lik bir fark olmadığıdır. İki farklı birim arasında toplama ve çıkartma yapılamaz. +4 dBu, 1.228 Volt'a eşittir; -10 dBV ise 0.316 Volt'a. +4 dBu ve -10 dBV arasında 0.912 Volt fark vardır (Önen, 2007).

İki voltaj arasındaki değeri dB cinsinden hesaplamak için:

$$dB = 20 \log (V1 \div V2)$$

Buna göre 1.228 Volt ve 0.316 Volt arasındaki farkı dB cinsinden hesaplanırsa:

$$dB = 20 \log (1.228 \div 0.316)$$

$$dB = 20 \log (3.886)$$

dB = 20 x 0.590

dB = 11.8

Yarı profesyonel veya ev tipi bir cihazın çıkışını profesyonel bir cihazın girişine bağlarsanız sinyal seviyesi normal çalışma seviyesinin 11.8 dB kadar altında kalacaktır. Profesyonel cihazlar, çok fazla dip gürültüsü olmadan, giriş seviye ayarıyla, sinyaldeki bu 11.8 dB'lik farkı telafi edebilir.

"Eğer profesyonel bir cihazın çıkışını yarı profesyonel veya ev tipi bir cihazın girişine bağlarsanız aradaki bu 11.8 dB'lik farktan dolayı prosumer veya consumer cihazın girişi distort olabilir. Bu durumda profesyonel cihazın çıkış seviyesini azaltmanız gerekecektir"(Önen, 2007, s. 52-53).

3.4.5. **Dengeli (Balanced) ve Dengesiz (Unbalanced) Sinyal**

Ses taşıyan tüm kablolar anten gibi çalışmaktadır. Televizyonlardan, bilgisayar ve video monitörlerinden, elektrik ve enerji kaynaklarından, priz ve elektrik kablolarından ve daha birçok yerden gürültü kapmaktadırlar. Kablonun uzunluğu arttıkça bu gürültü de artmaktadır.

Ev tipi ve yarı profesyonel ses cihazları ile sintisayzır gibi müzik aletleri sinyali taşımak için tek iletkenli kablo kullanmaktadır. Bu iletken tel, yüksek frekanslı gürültülerden ve dip seslerinden korunmak amacıyla kalkan (shield) adı verilen, Türkçe'de genellikle şase olarak adlandırılan telle sarılmaktadır. Bu şekilde taşınan sinyale dengesiz (unbalanced) sinyal denilmektedir. Sinyali bu taşıma ve koruma şekli kablo uzunluğu arttıkça veya elektrik hatlarından kaynaklanan bir takım sebepler yüzünden her zaman etkili olmamaktadır.

Balanced (Dengeli) sinyal içiniki iletken ve bir şaseden oluşan kablo kullanılmaktadır. Bu iki iletken de aynı sinyali taşır ancak dengeli sinyal kullanan cihazın çıkışında bu iki aynı sinyalden birinin fazı ters çevrilir (180º). Diğer bir deyişle kablonun içinde bir iletkende sinyalin voltajı pozitifken (+) diğer iletkende negatiftir (-). İki iletken, kablonun içinde birbirlerine çok yakın olduğu için, aynı gürültü ve dip sesten etkilenirler. Dolayısıyla bir iletken üzerindeki gürültü pozitif

(+) olduğu zaman diğer iletkende de pozitiftir (+). Kablonun diğer ucundaki cihazın girişinde ilk cihaz tarafından fazı ters çevrilen sinyalin fazı bir defa daha ters çevrilir (180º). Toplam çevrim 360º olduğu için sinyalin fazı ilk haline gelmiş olur.

180º + 180º = 360º = 0º

Sinyalin fazının çevrilmesi sırasında sinyal üzerindeki gürültünün de fazı ters çevrilmiş olur ve sonuç olarak voltaj farklılıklarından dolayı gürültü önlenmiş olur.

"Örnek olarak; sinyal bir iletken üzerinde +1 Volt olduğu zaman diğer iletken üzerinde -1 Volt olacaktır. Gürültü veya dip ses bir iletken üzerinde +0.2 Volt olduğuzaman, iki iletken de aynı gürültüyü kaptığı için, diğer iletkende de +0.2 Volt olacaktır. Sinyalin bağlı olduğu devre voltaj faklarını dikkate alarak çalışır. İki iletken üzerindeki sinyalin farkı (+1 Volt) – (-1 Volt) = 2 Volt; iki iletken üzerindeki gürültü veya dip sesin farkı (+0.2 Volt) – (+0.2 Volt) = 0 Volt'tur. Bu basit hesaptan da anlaşıldığı gibi dengeli sinyal sayesinde gürültü yok edilmiş oluyor"(Önen, 2007, s. 53).

"Dengeli sinyalin çalışma prensibi daha basit olarak şöyle açıklanabilir: Sinyal, çıkışta iki iletkene birden gönderilir fakat ikinci iletkendeki sinyalin fazı ters çevrilir. Kablo içinde her iki iletken de aynı sinyali taşınmasına karşın, fazları birbirlerine göre 180 derece terstir. İki iletken, kablonun içinde birbirine çok yakın olduğu için aynı gürültü ve dip sesten etkilenir. Bir iletken üzerindeki gürültü pozitif (+) olduğu zaman diğer iletken üzerinde de pozitiftir (+), aralarında faz farkı yoktur. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, kablonun içinde iletkenlerin üzerindeki sinyallerin fazlarının birbirlerine göre ters fakat her iki iletkenin üstündeki gürültünün aynı fazda olduğudur. Kablonun diğer ucunun bağlı olduğu dengeli sinyal girişindeki devre ikinci iletkendeki sinyalin fazını tekrar ters çevirir. Dolayısıyla iki iletken üzerindeki sinyallerin fazları aynı olur. İkinci iletkenin fazının ters çevrilmesi sırasında bu iletken üzerindeki gürültünün fazı da ters çevrilir. Bu durumda sinyaller aynı fazda ama sinyaller üzerindeki gürültü birbirlerine göre ters fazdadır. Fazları ters olan iki aynı sinyal birbirini yok eder. Sonuç olarak gürültü de bir sinyal olduğuna göre faz farklılığından dolayı kablodaki gürültü bu teknikle yok

edilmiş olur. Dengesiz sinyal için kablo uzunluğu, tercih olarak, 2-3 metre, en fazla 4-6 metre olmalıdır. Dengeli sinyal için kablo uzunluğu 300 metre veya daha fazla olabilir"(Önen, 2007, s. 53-54).

3.4.6. **D / I Box (D/I Kutusu)**

Dengesiz sinyali uzun mesafelere taşımak için mutlaka dengeli sinyale çevirmekgerekmektedir, aksi halde gürültü çok fazla olacaktır. Dengesiz sinyali dengeli sinyale çevirmek için çevirici üniteler ve cihazlar bulunmaktadır.En çok bilinen ve kullanılan yol bir DI Kutusu (DI Box) kullanılmaktır.

"DI (direct injection) kutusu, ya da direct input box, dengesiz sinyali dengeli sinyale ve yüksek empedanslı bir kaynağı düşük empedansa çevirir. DI kutusu, line seviyesinde dengesiz sinyali alır ve bunu mikrofon seviyesinde dengeli sinyale çevirir. D/I Box kullanmanın diğer bir avantajı da düşük seviyede bir sinyali DI Box kullanarak miksere girdiğimizde mikserin mikrofon preamplifikatörünü kullanarak sinyal seviyesini yükseltebilmektir"(Önen, 2007, s. 54).

3.5.Mikrofonlar

Akustik bir ses kaynağını dijital kayıt ortamlarına aktarırken kayıt zincirinin ilk halkasında mikrofonlar bulunmaktadır. Prensipte mikrofonun yaptığı iş akustik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmektir. Bir enerjiyi başka bir şekle dönüştüren cihazlar İngilizce transducer olarak adlandırılmaktadırlar. Mikrofon da bir transducer dır (Önen, 2007).

Bütün mikrofonlar ses dalgalarına tepki gösteren çeşitli şekillerde yapılmış diyafram ya da benzeri bir elemana sahiptirler. Mikrofona gelen ses dalgaları diyaframa çarpar ve ses basıncındaki değişikliklere göre diyafram içe veya dışa doğru hareket ederek mekanik titreşim yapar. Bu titreşimler sonucunda mikrofonun çıkış uçlarında bir gerilim oluşmaktadır. Çıkış uçlarında meydana gelen gerilim, hareket eden parçanın ya hızı ya da titreşimlerinin genliği ile orantılıdır.

Mikrofonlar, birçok biçim, ses tonu, işlev türleri ve ses alma şekillerinde üretilmektedir. Belli bir uygulamada hangi çeşit mikrofon kullanılmalı sorusu, kimi kişilerin bütün kariyerini özetleyen bir sorudur (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

3.5.1. **Mikrofonların Çalışma Prensipleri**

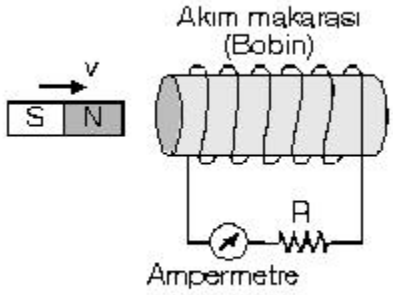
Mikrofonlar çalışma prensiplerine göre iki başlık altında incelenebilirler.

1. Elektromanyetik
2. Elektrostatik

Tablo 7 Çalışma prensiplerine göre mikrofonlar tablosu

3.5.1.1.Elektromanyetik Mikrofonlar

Bir mıknatıs akım makarasının içine doğru hızla yaklaştırıldığında ya da makaradan uzaklaştırıldığında ampermetreden akım geçmektedir.İndüksiyon akımının meydana gelmesinin nedeni kapalı bir devre halinde bulunan iletkenden geçmekte olanmagnetik alan kuvvet çizgilerinin sayısının değişmesidir. Kuvvet çizgileri hızlı değişirse indüksiyon akımı büyük, yavaş değişirse küçük olur (Sözen, 2003, s. 76-85).



Şekil 3-17 İndüksiyon akımı

İndüksiyon akımını meydana getiren kuvvet indüksiyon elektromotor kuvveti ve oluşan olay ise elektromanyetik indüksiyon olarak adlandırılmaktadır.

Elektromanyetik prensiple çalışan mikrofonlar bu teorik temel üzerinden çalışmaktadırlar.

3.5.1.1.1.Dinamik Mikrofonlar

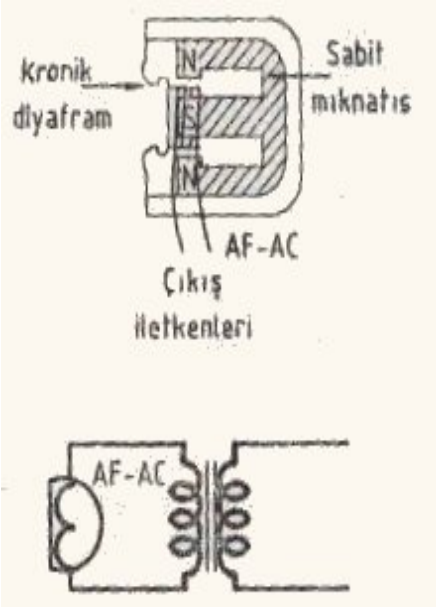
Ses dalgalarıyla titreşen diyafram, bağlı bulunduğu bobini, sabit mıknatıs içerisinde ileri-geri hareket ettirir. Sabit mıknatısın kutupları arasında Φ magnetik fluks 'u (magnetik alan hatları) vardır.Bobin iletkenleri hareket sırasında bu magnetik alan hatlarını kesmektedir (MEGEP, 2007).

Lenz kanununa göre, bir magnetik alan içerisinde "v" hızıyla hareket eden "ı" boyundaki bir iletkenin uçları arasında E=I/V değerinde bir gerilim oluşturmaktadır.Bu kurala uygun olarak sürekli ileri-geri titreşim halinde bulunan

bobinde de ses frekansına uygun olarak değişen bir gerilim (AF AC - Audio Frequency Alternating Current) oluşur.

Mikrofon bobini uçlarında oluşan gerilim, bir ses frekans yükseltecine verildiğin de, hoparlörden aynı frekansta çıkış alınır. Böylece mikrofona yapılan konuşma veya melodi kuvvetlendirilmiş olarak sese dönüştürülür.

Dinamik mikrofon bobininin direnci çok küçük, birkaç ohm "Ω" kadardır. Yükselteç ile aralarında bir empedans uygunluğu sağlama bakımından, genellikle mikrofon gövdesi içerisine, şekil 18 'de görüldüğü gibi 50, 250, 600 Ω çıkışlı küçük bir transformatör yerleştirilir. Bu bakımdan kullanılacak yükseltecin giriş direncine uygun bir mikrofon seçildiği takdirde yükselteç verimi artacak ve daha güçlü bir çıkış sağlanacaktır (silisyum.net, 2008).



Şekil 3-18 Dinamik mikrofon kesiti ve empedans uyumlaştırıcı transformatör

Şekil 3-19 Dinamik mikrofon

Dinamik mikrofonlar “Magnetik Mikrofon” (Magnetic Microphones) ve Hareketli Bobinli Mikrofon(Moving Coil Microphones) olarak da adlandırılırlar.

Dinamik mikrofonlar yapıları itibariyle şoka dayanıklı olduklarından daha çok sahnede ve canlı performanslarda tercih edilmektedirler. Ancak ses frekans karakteristikleri homojen değildir, yani ses kaynağı mikrofondan uzaklaştıkça sesin içindeki bas frekans bileşenlerine dinamik mikrofonun duyarlılığı azalır, dolayısı ile çıkışlarındaki sinyalin sesin orijinal karakterine olan yakınlığı mikrofonun ses kaynağına ne kadar yakın olduğuyla bağlantılı olmaktadır.

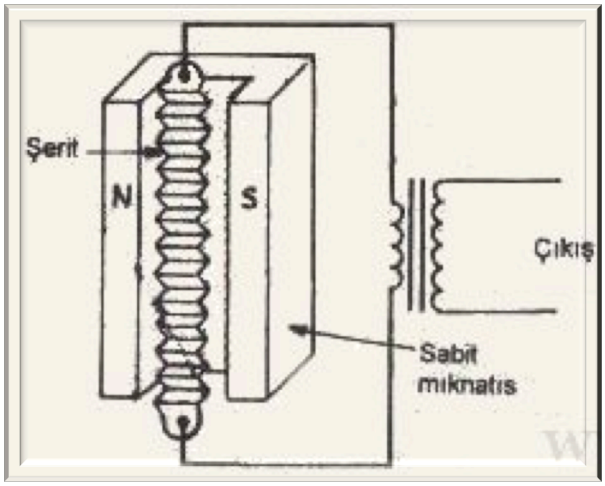
Bu karakteristiğin faydaları da vardır, ideal mesafenin dışındaki frekanslara sağır olduklarından geri beslemeye isteksiz olurlar, bu sebeple özellikle sahne performanslarında tonlamada ses ayırımına yardımcı olmaktadırlar.

3.5.1.1.2. Ribbon (Şeritli) Mikrofonlar

Ribbon (Şeritli) mikrofonlar da dinamik mikrofonlar gibi, sabit mıknatısın magnetik alan etkisinden yararlanılarak geliştirilmişlerdir.

Şekil 20'de görüldüğü gibi, bir sabit mıknatısın iki kutbu arasına bir alüminyum (Al) şerit yerleştirilerek iki ucundan çıkış alınmıştır.

Ses bobini ileileri-geri titreşen Alüminyum şeridin magnetik alan çizgilerini kesmesi sonucu iki ucu arasında bir AC gerilim oluşmaktadır(silisyum.net, 2008).



Şekil 3-20 Ribbon (Şeritli Mikrofon)

Bu mikrofonlarda kullanılan diyafram 2 mikron kalınlığında çok ince bir alüminyum şerit halindedir.

Ribbon mikrofonlarda çıkış empedansı çok düşük olduğundan, bu mikrofonları empedansını 150-600 Ohm arasına çıkaran bir transformatör ile beraber kullanmak gerekir. Birçok üretici bu transformatör devresini mikrofonun içerisine dahil etmektedir (Sözen, 2003).

Ribbon mikrofonların sesleri üst frekanslar dışında oldukça detaylı ve doğaldır. Özellikle insan sesi için çok tercih edilirler.

Dinamik mikrofonların aksine çok hassas yapıda olan ribbon mikrofonlar rüzgar sesine hassasiyeti nedeniyle dış ortamlarda pek tercih edilmezler (Önen, 2007).

Şekil 3-21 RCA Firmasının Klasik RCA44 Ribbon Mikrofonu

3.5.1.2.Elektrostatik Mikrofonlar

Elektrostatik duran veya çok yavaş hareket eden elektrik yüklerini inceleyen bir bilim dalıdır (Vikipedi, 2011).

Elektrostatik mikrofonlar elektriksel sinyali üretirken, durgun yüklü ortamda değişken kapasite oluşturma ilkesine göre çalışmaktadırlar (Durmaz, 2009). Bu aynı zamanda kondansatörün çalışma prensibidir.

3.5.1.2.1. Kondansatör Mikrofonlar

Türkçede kapasitif mikrofon olarak adlandırılan kondansatör mikrofonlar adından da anlaşılacağı gibi iki kondansatör plakasından oluşmaktadır. Bu iki plaka arasında Şekil 3-22 Kondansatör mikrofonun yapısı'nda gösterildiği gibi ya bir izole madde ya da hava aralığı vardır. Birinci plaka, alüminyum gibi esnek bir maddeden yapılmıştır.

Bir kondansatörün iki plakası arasındaki gerilim: V=Q/C 'dir.

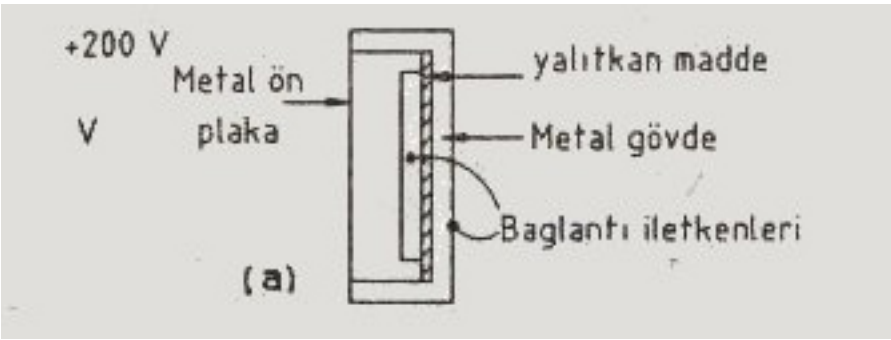
Q: Kondansatör yükü,

C: Kapasite

Ses basıncı ile plakalar titreştikçe "C" kapasitesi değişir. Dolayısıyla, değişik "V" gerilimi üretilir.

Görüldüğü gibi şarj edilmiş bir kondansatörün plakaları arasındaki "d" aralığı değişince, "C" kapasitesi değişmekte ve dolayısıyla plakalar arası "V" gerilimi değişmektedir.

Ses basıncına uygun olarak titreşim yapan diyafram kondansatör plakasını titreştirmekte ve plakalar aralığını değiştirmekte, böylece ses frekansına uygun bir gerilim değişimi (AF-AC, ses frekansı AC değişimi) sağlanmaktadır. Bu gerilim mikrofonun özel yükseltecinde kuvvetlendirilerek asıl yükseltece iletilir (MEGEP, 2007).



Şekil 3-22 Kondansatör mikrofonun yapısı

Kapasitif mikrofon büyük bir dirence sahiptir.Eğer mikrofondan çıkan iletkenler doğrudan ses frekansı yükseltecine götürülürse, çok zayıf olan "AF-AC" işareti, hem daha çok zayıflayacak, hem de mikrofon uçları büyük direnç nedeniyle açıkmış gibi etki yapacaktır. Bu etki nedeniyle kablo iletkenlerinin arasında ve toprağa karşı kapasite oluşacağından, elektrostatik ve elektromagnetik etkileşimle, ses frekansı bir takım parazitler etkisinde kalabilecektir (Sözen, 2003).

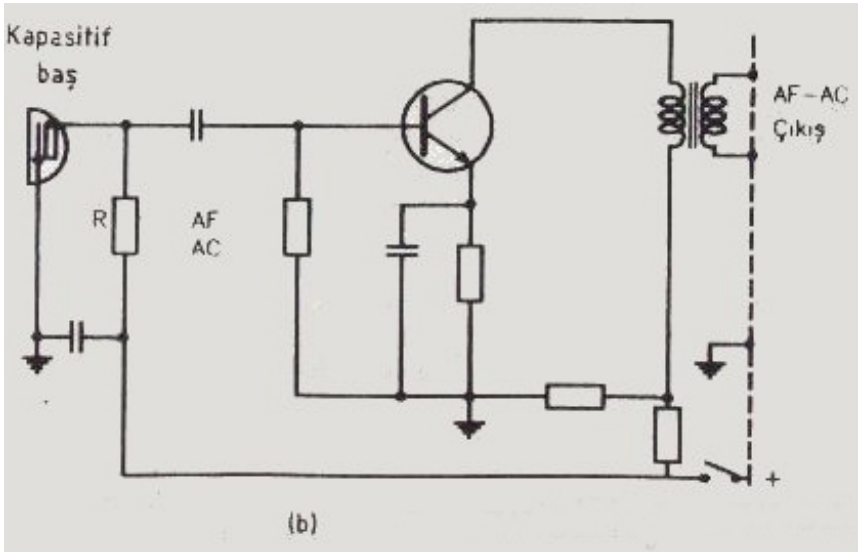
Bu nedenle, mikrofon gövdesi içerisine bir yükselteç konulmaktadır.

Şekil 3-23 Kondansatör mikrofon yükselteci.mikrofon özel yükselteci verilmiştir. Mikrofona gelen kablo, mikrofonun ve yükseltecin DC gerilimini taşıyacak ve "AF-AC" iletimini sağlayacak şekilde 4 iletkenli olacaktır.

DC gerilim hem mikrofon yükseltecinin polarma gerilimini sağlamakta hem de R direnci üzerinden, mikrofon plakalarını şarj etmektedir.

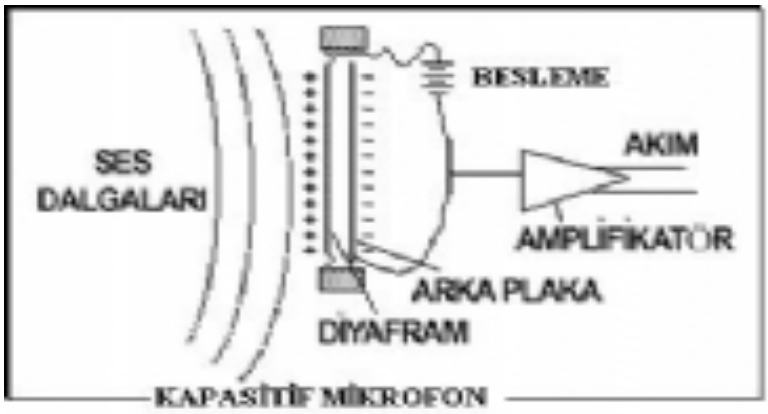
R direnci büyük değerli bir direnç olup 80-500 KΩ arasında değişir.

Plakalar arası gerilim değişimi, kuplaj kondansatörü üzerinden JFET transistöre gelmekte ve burada kuvvetlendirilerek bir empedans uydurucu transformatör üzerinden, "AF-AC" olarak, asıl yükseltece verilmektedir (silisyum.net, 2008).



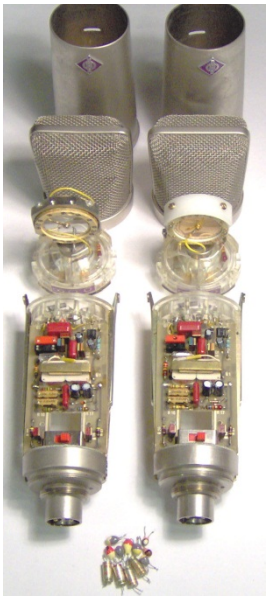
Şekil 3-23 Kondansatör mikrofon yükselteci.

Kondansatör mikrofonlarda ses dalgalarının basıncı, ince metal diyaframı etkiler. Diyaframın esnemesiyle kondansatör gibi çalışan düzeneğin kapasitesi değişir. Bu değişim sesin özelliğine göre çıkışta elektrik sinyalleri oluşturur. Bu mikrofonlarda plakaları pozitif ve negatif yüklemek için bir beslemeye ihtiyacı vardır bu besleme phantom power ile sağlanır .Phantom power DC 1,5Volt ile 48Volt arasın da değişebilir (silisyum.net, 2008).



Şekil 3-24 Kapasitif-Kondansatör Mikrofonların çalışma temsili

Kondansatör mikrofonların temel üstünlükleri arasında alt ve üst frekanslara karşı çok duyarlı olmaları, seslerinin berrak ve temiz oluşları, distorsiyon azlığı sayılabilir. Daha çok stüdyo kayıtlarında tercih edilmektedirler.



Şekil 3-25 Neumann U87 Klasik Mikrofon ve yapısı

3.5.1.2.2. Elektret Kondansatör Mikrofonlar

Rondela şeklindeki, ince bir yarı iletken maddenin iki yüzü, elektrostatik bir yöntemle, moleküler bir aranjman yapılarak pozitif (+) ve negatif (-) olarak yüklenir. Bu yarı iletkenin en büyük özelliği, elektrik yüklerini sürekli korumasıdır. Bu tür yarı iletkenlere elektret (electret) adı verilmiştir (Sözen, 2003).

Elektret kapsül, kristal mikrofonlardakine benzer bir yöntemle diyaframa bağlanmaktadır. Diyafram titreştiğinde, titreşen elektret kapsülünün moleküler yapısı değişmektedir. Bu değişim sonunda da iki yüzündeki elektrotlar arasında bir AF-AC gerilimi oluşmaktadır.Elektrot gerilimi, bir ses frekansı yükseltecine verilerek kuvvetlendirilir. Elektret mikrofonda yüksek dirençli bir mikrofon olup, burada da, yüksek frekanslı mikrofonlarda uyulması gereken kurallara uyularak blendajlı kablo kullanılmalı ve kablonun boyu fazla uzun olmamalıdır (silisyum.net, 2008).

Elektret mikrofonların başlıca özellikleri:Yapımının kolay ve ucuz,frekans karakteristiğininise geniş ve düz olmasıdır.Küçük boyutlu olduğundan kullanımı kolaydır. (Örneğin yakaya takılabilmektedir) Önlem alındığında distorsiyonsuz bir çıkış yapılabilmektedir. Özel besleme gerilimine gerek bulunmamaktadır (Sözen, 2003).

Şekil 3-26 Elektret kondansatör mikrofon

3.6.Mikrofonların Genel Özellikleri

Stüdyo kayıtları, konser, konuşma, film diyalogları, ses efekt kayıtları gibi birçok amaçla mümkün olan en iyi sesi kaydetmek için kullanılan mikrofonların, bu durumlarda nasıl tepki vereceği, hangi durum için hangi tip mikrofon kullanılacağı ve nasıl yerleştirilmesi gerektiği hakkında yorum yapabilmek için mikrofonların temel karakteristik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

3.6.1. **Directionality (Yönsel Özellikleri)**

Yönsel özellikler mikrofonların hangi yönden gelen seslere karşı duyarlı olduğunu göstermektedir. Mikrofonun sesi alma modeli İngilizce pick-up pattern olarak literatüre yerleşmiştir. Bunun grafiksel olarak ifadesi ise polar pattern (kutupsal model) olarak isimlendirilmiştir.

Mikrofonlar için kullanılan üç farklı pick-up pattern vardır.

Omnidirectional (Tüm yönlü)

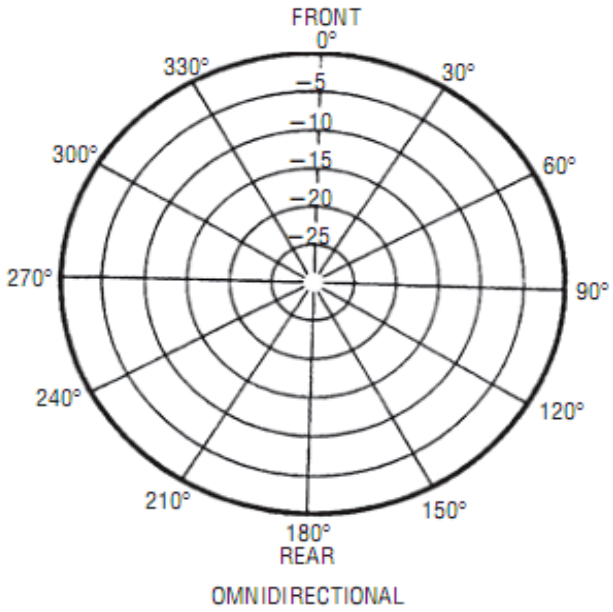
Unidirectional (Tek yönlü)

Bidirectional (İki yönlü)

3.6.1.1.Omnidirectional (Tüm yönlü) mikrofonlar

Bu tip mikrofonlar her doğrultudan gelen sese aynı duyarlılığı göstermektedirler. Farklı ses kaynaklarını tek bir mikrofonla kayıt etmek için tercih edilmektedirler. Önemli bir dezavantajı ise her yönden gelen seslere duyarlı olduğu için istenmeyen seslerin de kayda yansımasınaneden olmalarıdır. Feedback (geri besleme) probleminden dolayı konser seslendirmelerinde pek tercih edilmemektedirler (Önen, 2007).

Aşağıda Şekil 3-27 Omnidirecitional polar pattern grafiği gösterilmektedir..



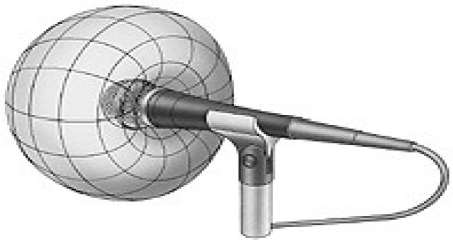
Şekil 3-27 Omnidirecitional polar pattern

3.6.1.2.Unidirectional (Tek yönlü) Mikrofonlar

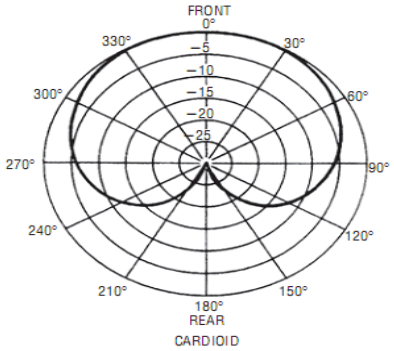
Bu tip mikrofonlar tek yönde duyarlıdır yönelme karakteristliği kalbe benzediği içinde cardioid (yüreksel) mikrofonda denir. Tek yönlü mikrofonlar önden gelen seslere çok duyarlı arkadan gelen seslere çok az ve yandan gelen seslere tüm yönlü mikrofonlara göre daha az duyarlıdır (Sözen, 2003).

Unidirectional ve cardioid yapıdaki mikrofonların hyper cardioid ve süper cardioid olarak iki tipi daha bulunmaktadır.Cardioid mikrofonlar ön taraftan gelen seslere göre yandan gelen seslere 5-6dB, arkadan gelen seslere ise 25-30dB daha az duyarlıdırlar (Önen, 2007).

Cardioid mikrofonlar belirli bir bölgedeki ses kaynağınıyakalamak için daha çok tercih edilmektedir. Bunun sonucunda, kayıt ortamından kaynaklanan yansımalar ve başka kaynaklardan gelen istenmeyen sesler mikrofon tarafından yakalanmamış olmaktadır. Ayrıca bu yapıları, feedback sorununu da olabildiğince aza indirgemektedir. Dinamik mikrofonların çoğunluğu cardioid yapıya sahiptirler.



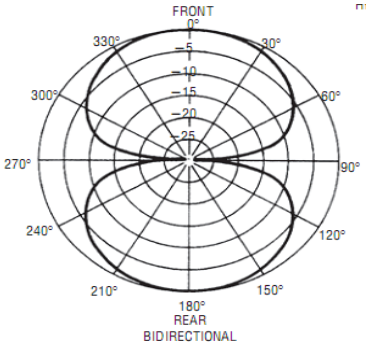
Şekil 3-28 Cardioid mikrofonun ses alış şekli



Şekil 3-29 Cardioid polar pattern

3.6.1.3.Bidirectional (İkiyönlü) Mikrofonlar

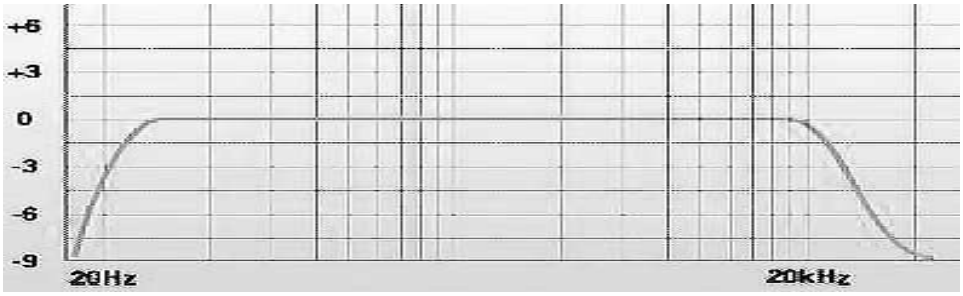
Bu tip mikrofonlar iki yöne duyarlıdırlar, etki alanları 8 rakamına benzediği için figüre of 8olarak adlandırılmışlardır. Bu tür mikrofonlar genellikle karşılıklı konuşmalarda kullanılır. Bu mikrofonların önü ve arkası sesi aynı yoğunlukta alırken yanlardan gelen seslere duyarsızdırlar (Sözen, 2003).Şekil 3-30 Bidirectional mikrofon polar patternigösterilmiştir.



Şekil 3-30 Bidirectional mikrofon polar patterni

3.6.2. **Frequency Responce (Frekans Tepkisi)**

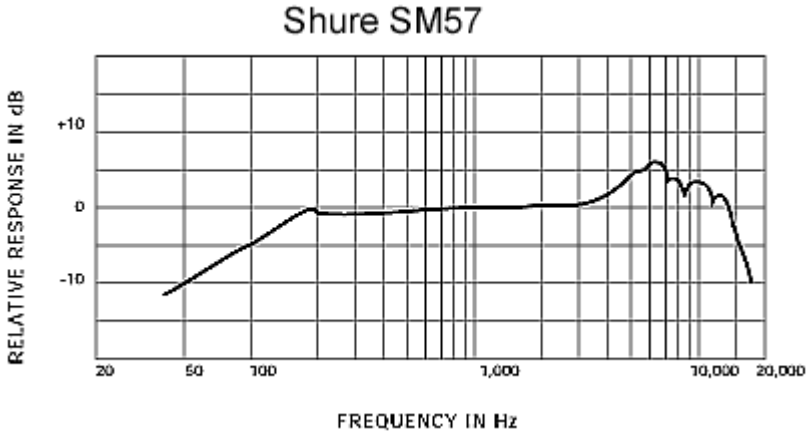
Mikrofonların sesleri duyup üretebildiği frekans aralığı frequency range ya da frequency responce olarak adlandırılır. Bu aralık Hz cinsinden ifade edilen bir değerle başlar ve kHz değerinde biter. Bazı mikrofonlar duyabildikleri frekans aralığındaki tüm frekansları eşit değerde ve seviyede üretirler. Bu flat frequency responce olarak adlandırılır (Önen, 2007).



Şekil 3-31 Flat frequency responce

Flat frequency responce teorik olarak mümkün olsa da teknik olarak çok mümkün olmamaktadır.

Bazı mikrofonlar ise duyabildikleri aralık içindeki birtakım frekansları daha az ya da daha yüksek seviyede üretmektedirler. Dünyaca standart mikrofonlardan biri olarak kabul edilen Shure SM57 insan kulağında yakınlık etkisi yaratan 5 kHz civarını diğerlerine göre daha yüksek oranda üretmektedir.



Şekil 3-32 Shure SM57 Frekans tepkisi

Cardioid yapıdaki mikrofonlarda kaynağa yaklaştırıldıkça alt frekanslar daha fazla vurgulanmaya başlamaktadır. Bu proximity effect (yakınlık etkisi) olarak nitelendirilmiştir. Her ne kadar istenmeyen bir etki gibi görünse de çoğu spiker ve solist tarafından sese kattığı dolgunluk için tercih edilmektedir.

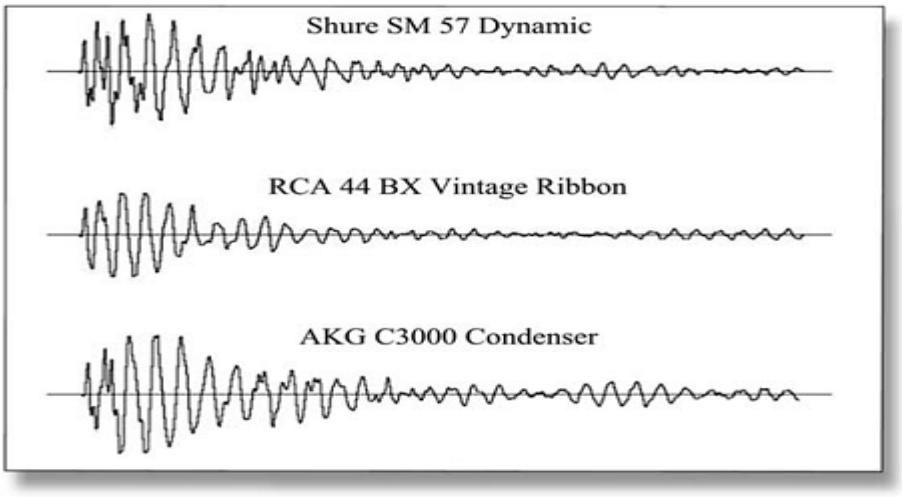
Mikrofon alırken kullanım kılavuzu ve kataloğunda frekans tepkisi ve polar patternlerini incelemek kullanım alanına göre mikrofon seçimi için yerinde bir davranış olacaktır.

3.6.3. **Transient Response (Geçiş Tepkisi)**

Transient response (Geçiş Tepkisi) mikrofon diyaframının ses dalgalarına ne kadar hızlı tepki verdiğidir. Standart bir ölçüm şekli ve birimi bulunmadığından firmalar farklı birim ve değerlerle ifade etmektedirler(Önen, 2007).

Dinamik mikrofonların diyaframları büyük ve ağır olduğundan ses dalgalarına daha yavaş tepki vermektedirler. Buna bağlı olarak sesleri sert ve vurgulu üretmektedirler.

Ribbon ve Condanser mikrofonlar ise diyaframları daha hafif olduğundan ses dalgalarına daha hızlı tepki vermekte ve buna bağlı olarak sesleri daha detaylı ve temiz olarak üretmektedirler.



Şekil 3-33 Üç farklı mikrofonun transient response grafiği

3.6.4. **Sensitivity (Hassasiyet)**

Hassasiyet, bir mikrofonun standart ses basınç seviyesine sahip bir sinyal ile sürülmesi durumunda (genellikle 74 veya 94 dB SPL), oluşturabildiği elektriksel çıkış seviyesidir (Sözen, 2003).

Yüksek hassasiyete sahip bir mikrofon, düşük hassasiyete sahip bir mikrofona göre daha yüksek çıkış seviyesine sahiptir. Bu özellik, düşük çıkış seviyesine sahip bir mikrofonun, standart hat seviyesine (line-level) getirilebilmesi için ne kadarlık güçlendirilmeye ihtiyaç duyduğunu belirlemektedir.

Pek çok modern mikrofon, eksi modellere oranla daha büyük hassasiyete sahiptir. Şerit mikrofonlar genellikle dinamik ve kondansatör mikrofonlara oranla daha düşük hassasiyete sahipken, küçük diyaframlı kondansatör mikrofonlar, büyük diyaframlılara göre yine daha az hassastır(Eden, 2007).

3.6.5. **Impedance (Empedans)**

Üzerinde gerilim bulunan her cihaz ve elemanın bir direnci vardır.Ölçüm DC gerilim üzerinden yapılıyorsa direnç değeri ölçülür ve birimi "Ohm " 'dur. Ölçüm AC gerilim üzerinden yapılıyorsa empedans değeri ölçülür ve birimi yine "Ohm " 'dur.Mikrofonların empedansı da, belirli bir ses frekansı uygulanırken çıkan uçlarından ölçülen empedans değeridir. Bu empedansın ölçümü normal olarak fabrikasınca yapılır. Z veya Ω ile ifade edilir (Sözen, 2003).

Mikrofonlar low-Z (düşük empedansı) ve high-Z (yüksek empedanslı) olarak üretililirler. 600 Ω ve aşağısı düşük empedans 10kΩ ve yukarısı ise yüksek empedanslı olarak kabul edilmektedir.Profesyonel kullanımda her zaman düşük empedanslı mikrofonlar tercih edilmektedir. Yüksek empedanslı mikrofonlar 5-6 metre den uzun kablo kullanımında üst frekanslarda bozulma ve seste boğuklaşmaya neden olmaktadırlar (Önen, 2007).

3.6.6. **Max SPL (Sinyal Aşırı Yüklenmesi)**

SPL (sound pressure level – ses basınç seviyesi) referans bir standart olup, sesin ne kadar yüksek bir seviyeye sahip olduğunu belirlemektedir. Yüksek ses basınç seviyeleri mikrofonlarda aşırı yüklenmeye sebep olabilmektedir. Bir mikrofonun hangi düzeydeki ses basınç seviyelerine dayanabileceği, temel olarak yapısına bağlı bulunmaktadır.

Dinamik mikrofonlar 140 dB gibi çok yüksek ses basınç seviyelerine dayanabilmektedir. Şerit mikrofonlar ise yüksek ses basınç seviyelerine en dayanıksız olan mikrofonlardır ve çok çabuk zarar görebilirler.

Kondansatör mikrofonlar genellikle çok aşırı seviyelere maruz kalmadıkça diyaframlarından kaynaklı bozulmalar meydana getirmezler. Ancak kapsülleri tarafından üretilen elektrik enerjisi çok fazla olursa, kapsül içerisinde bulunan ön yükseltici aşırı yüklenebilir.

Bu sorunu gidermek için pek çok kondansatör mikrofon bir seviye düşürücü anahtara sahiptir (attenuation pad). Ancak unutulmamalıdır ki bu anahtarın kullanıldığı durumlarda sinyal – gürültü oranı da aynı seviyede düşer. Mikrofon normal ses basınç seviyelerinde kullanılacağı zaman anahtar eski haline geri getirilmelidir (Eden, 2007).

Şekil 3-34 Mikrofon üzerindeki attention pad

3.7.Mikrofonlama Teknikleri

Mikrofon seçimi kayıt konusunun en önemli başlığı olsa da buna bağlı olarak mikrofonun yerleşimi de ayı ölçüde önem taşımaktadır.

Profesyonel kayıt literatüründe yer alan mikrofonlama teknikleri katı kurallar olarak algılanmamalıdır. Bu teknikler müzikal anlayışa, yeni müzik tarzlarına, gelişen teknolojiye, zamana ve yeni donanımlara bağlı olarak değişiklik gösterebilirler (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Çağdaş stüdyo ve sahne kayıtlarında ses kaynağı ve mikrofon arasındaki mesafeye bağlı olarak dört ana mikrofonlama tekniği vardır. Bunlar;

Yakın mikrofonlama

Uzak mikrofonlama

Vurgulu mikrofonlama

Çevre mikrofonlamasıdır.

3.7.1. **Yakın (Closed) Mikrofonlama**

Yakın mikrofonlama terimi, mikrofonun ses kaynağına en yakın 2 cm ile en uzak bir metre arasında bir mesafede konuşlandırılmak için kullanılır. Uygulamada ise 2cm ile 30 cm arası mesafeler tercih edilmektedir. Bu teknik, çağdaş stüdyolarda çok kanallı müzik yapımında en çok kullanılan tekniktir. Yakın mikrofonlama, iki ana işleve hizmet eder:

Sese yanınızdaymış gibi bir etki verir.

Çevreden gelen başka seslerin kayda girmesini engeller (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Ses şiddeti mesafesinin karesiyle azaldığı için, 2 metre mesafeden gelen bir ses, 8 cm gibi bir mesafeden gelen aynı şiddette olan bir sesle karşılaştırılınca

nispeten önemsizdir. Dolayısıyla pratikte sadece mikrofonun doğrultusundaki ses kayda girecektir. Dışarıdan gelen sesler kayda alınmayacaktır

Yakın mikrofonlama tekniğinin avantajları olmasına karşın, yakınlık kavramı abartılmamalıdır.Mikrofon, mümkün olduğu kadar değil, gerektiği kadar yakın konuşlandırılmalıdır. Çünkü fazla yakın mikrofonlama, ses kaynağının rengini değiştirebilir. Bu renk değiştirme olayı genelde 2 ile 15 cm arasında etkili olur. Mikrofon çok çok yakın konuşlandırılınca ses kaynağının bütün frekans ve tınısının alınamaması olasıdır. Çünkü bu durumda ses kaynağının yüzeyinin sadece küçük bir bölümü mikrofon tarafından duyulmaktadır. Bu da, küçük alana özgü ses denge sonucu verir. Bu aşırı yakın mesafelerde, mikrofonun konumunu sadece 2 veya 3 cm öteye değiştirmek, alınan sesi büsbütün değiştirir (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Bu durumu çözmek için ;

1.Kayıt başlamadan önce, dinleyerek ve aranılan ses bulununcaya kadar mikrofonu kaynak olan enstrümanın yüzünde gezdirilebilir.

2. Alma açısını genişletmek için mikrofon ve ses kaynağı arasındaki mesafe artırılabilir.

3.7.1.1.Sızıntı

Çok kanallı kayıt yönteminin ana amacı ses kaynakları arasında bir yalıtım sağlamak ve birbirlerine karışmalarını önlemektir. Aynı anda birden fazla çalgıyı farklı kanallara kaydederken bir çalgının sesinin diğer çalgının mikrofonu tarafından alınması sızıntı olarak adlandırılmaktadır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Sızıntı, kaydın miksaj aşamasında faz sorunları ve seste istenmeyen etkilere yol açacaktır.

Sızıntıyı kontrol altına almak için

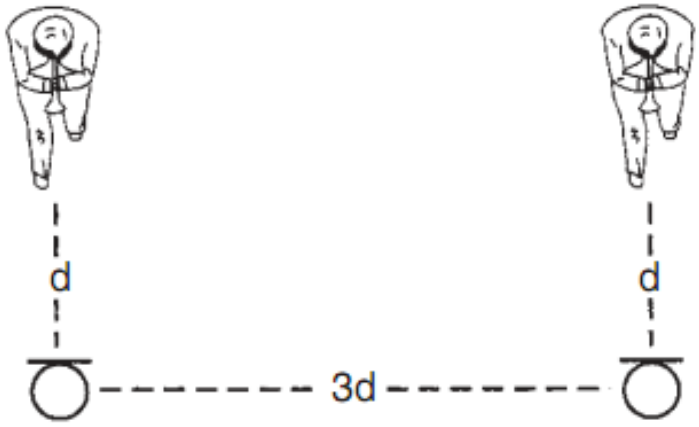
a. Ses kaynaklarını fiziksel olarak birbirinden ayırmak
b. Her mikrofonu kendi ses kaynağına yaklaştırmak
c. Tekyönlü mikrofon kullanmak
d. Gobo olarak bilinen akustik ayırıcılar kullanmak en çok tercih edilenyöntemler arasında yer almaktadır.

3.7.1.2.3:1 Kuralı

Aynı anda birden fazla mikrofonla çalışırken yaşanan en büyük sorun sesin her mikrofona aynı sürede ulaşmadığı için ortaya çıkan faz problemleridir.

3:1 Kuralı teknik olarak her mikrofonla kendi ses kaynağı arasındaki mesafe ne ise, mikrofonlar arası mesafe onun en az 3 katı olmalıdır şeklinde ifade edilebilmektedir (Önen, 2007).

Örnek olarak; ses kaynağına 20 cm uzaklıkta bir mikrofon yerleştirilmişse ikinci mikrofon 60 cm mesafede olmalıdır.



Şekil 3-35 3:1 Kuralı

3.7.2. Uzak (Distant) Mikrofonlama

Uzak mikrofonlama, bir veya birden fazla mikrofonun ses kaynağından bir metre ya da bir metreden daha uzak bir mesafelerde yerleştirilmesi ile yapılmaktadır. Bu teknikle genellikle orkestra,müzik topluluğu ve korolar kaydedilmektedir. Uzak mikrofonlamanın önemli bir faydası kayıt ortamının akustik etkisini (yansımalar,

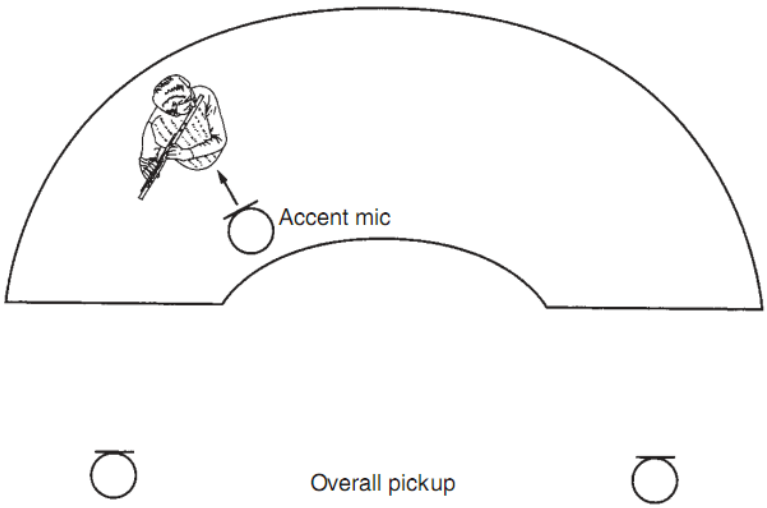
kırılmalar) kayda yansıtmasıdır. Özellikle akustiği iyi mekanlarda çok iyi sonuç alınmaktadır. Hem ses kaynağının direk sesini alırken hemde ortam seslerini almak uzak mikrofonlama ile mümkün olmaktadır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

3.7.3. **Vurgulu (Accent) Mikrofonlama**

Aslında bir uzak mikrofonlama tekniğidir. Bazı durumlarda yakın ve uzak mikrofonlama tekniklerini bir arada kullanmak gerekebilir.

Örneğin; klasik batı müziği kayıt yöntemleri genelde uzak mikrofonlama tekniklerine dayanmaktadır. Böylece doğrudan ve dolaylı (çevresel, ambiyans) sesler arasında hoş bir denge sağlanır. Ama performansta bir solo bölümü varsa, o solo enstrümanı almak için fazladan bir mikrofon gerekebilir. Oysa solo enstrümanı fazla yakından mikrofonlanırsa, o enstrüman diğer enstrümanlara göre dinleyiciye çok fazla yakın gibi durur. Diğer enstrümanların çok çok önünde duruyor gibi. Bu solo enstrümanın sesini daha doğal almak için, uzak ve yakınmikrofonlama arasında bir "uzlaşma" mesafesi seçilir.

Vurgulama mikrofonu kullanırken, mikrofonlama mesafesi çok dikkatli seçilmelidir. Ayrıca, miksaj sırasında vurgulama mikrofonunun aldığı sinyal, bütüneustaca eklenmelidir. Basitçe, stereo yelpazesinde vurgulama kanalı, solistin ve diğer enstrümanlarınrengini veya dengesini bozmamalıdır. İyi bir vurgulama mikrofonlama tekniği, sadece solo bölümünde varlığını daha fazla hissettirir. Ayrı bir mikrofon olarak algılanmamalıdır(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).



Şekil 3-36 Vurgulu (Accent) Mikrofon yerleşimi

3.7.4. Çevre (Ambiance) Mikrofonlama

Bazı durumlarda doğrudan ses kaynağından çok odanın sesi kaydedilmek istenir. Bu amaçla yapılan mikrofonlama çevre mikrofonlamasıdır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Bir odanın çevre sesini (ambiyansı) almak için bir veya iki mikrofon kullanılabilir. Örneğin, bir tane tümyönlü (omnidirectional) mikrofon, odaya doğru uzatılabilir. Bu doğal yankıları yakalar.

Canlı konser kayıtlarında, çevre mikrofonları konser alanının çeşitli yerlerineyerleştirilir. Böylece yakın mikrofonlamada kaybedilen doğal derinlik tekrar kayda eklenebilir. Aynı zamanda seyircilerin tepkileri ve alkış sesleri içinde kullanılır.

Stüdyo kayıtlarında ise kaydın daha dolgun olması amacıyla çevre mikrofonları kullanılabilir. Örneğin, daha önce kaydedilmiş bir kanal, stüdyo monitörlerinden yüksek sesle çalınır ve bu ses, iki tane çevre mikrofonu tarafından tekrar kayda alınırsa, daha dolgun ve büyük bir sound elde edilebilir. Bu yeni kayıt orijinal sinyal ile miksajda dengelenir (Önen, 2007).

3.8.Stereo Mikrofonlama Teknikleri

Herhangi bir ses kaynağını iki mikrofonla ya da stereo olarak kaydetmek için stereo mikrofonlama teknikleri kullanılır. Bu teknikler kaydın niteliğine göre yakın veya uzak mikrofonlama olarak uygulanabilirler (Önen, 2007).

Stereo mikrofonlama, canlı ortamlarda gruplar ve solistleri kaydetmede güvenilir çözümken, aynı zaman çok kanallı kayıtlarda da başarılı bir biçimde kullanılabilmektedir.

Stereo kayıt; gitar, piyano, banjo, bateri, tokmaklı santur (hammer dulcimer), marimba, korolar, geri vokaller vb. gibi birçok akustik enstrümanın tonunu ve genişliğini yakalamakta çok başarılı bir tekniktir. Nitekim hemen hemen her enstrüman veya ses kaynağı stereo olarak bir çift mikrofonla kaydedilirse daha geniş ve "oradaymışçasına" bir izlenim bırakır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Stereo mikrofonlama tekniklerinde M-S ve bazı özel uygulamalar hariç iki mikrofonunda aynı marka ve model olmasına özen gösterilmelidir. İdeali fabrikadan arka arkaya çıkmış iki mikrofon kullanmaktır. Bu mikrofonlar matched pair olarak isimlendirilmektedir.

Dünya da standart olarak kabul edilen yedi stereo mikrofonlama tekniği vardır.

1. AB (Spaced Pair)
2. XY
3. M-S
4. Blumlein
5. ORTF
6. NOS
7. DIN

Bu teknikler arasında en yaygın olarak kullanılanları AB, XY ve M-S teknikleridir (Önen, 2007).

3.8.1. **AB (Spaced Pair) (Aralıklı Çift) Mikrofonlama Tekniği**

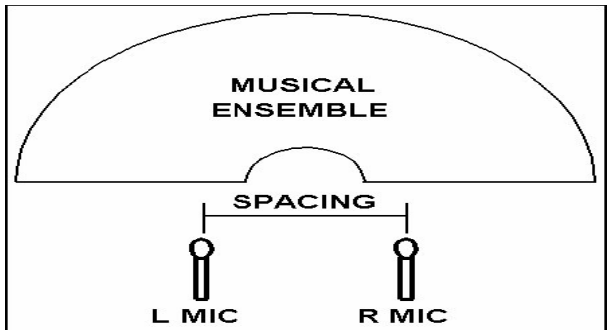
İki mikrofonun arlarında belli bir mesafe bırakılarak ses kaynağının önüne yerleştirilmesine AB veya Spaced Pair (aralıklı çift) adı verilir (Önen, 2007).

Bu teknikte çoğu zaman iki matched pair mikrofon kullanılır. Bu mikrofonlar omnidirectional olabileceği gibi cardioid mikrofonlarda kullanılabilir.

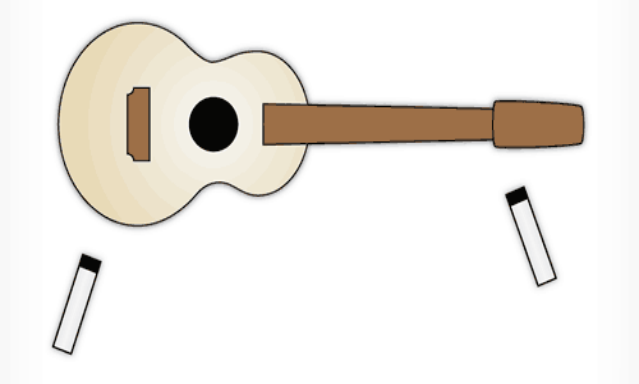
Mikrofonlar, ses kaynağının hizasına dikey olarak bulunduğu varsayılan orta çizgiye göre simetrik olarak yerleştirilir.

Dikkat edilmesi gereken noktalardan en önemlileri 3:1 kuralına uyulması ve sinyalin monoya çevrilmesi halinde faz problemi oluşabileceğidir. Mikrofonlar arasındaki mesafe dikkatli ayarlanmalıdır. Mesafe artırtıldıkça stereo alan genişler fakat orta sesler kaybolmaya başlar(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

"Mikrofonların birbirine uzaklığı kaydedilen uygulamaya göre değişir. İdeali 50cm. ile 3 metre arasındadır" (Önen, 2007, s. 120).



Şekil 3-37 AB Mikrofonlama Tekniği



Şekil 3-38 AB Mikrofonlama tekniğinin gitar üzerinde gösterimi

Şekil 3-39 AB Tekniği için gelişirilmiş özel aparat.

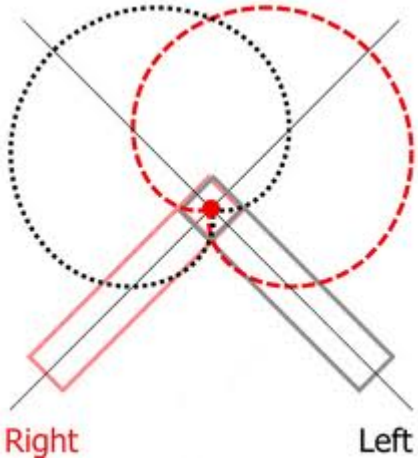
3.8.2. **XY Mikrofonlama Tekniği**

XY Mikrofonlama tekniğinde yatay düzleme göre iki ayrı yöne bakan (“x” ve “y” eksenlerine bakan) bir çift “matched pair” tekyönlü mikrofon kullanır. Mikrofonlar arası açı, genelde ses kaynağına göre simetrik olarak seçilir. 45°-60° arasındadır. Ses kaynağının en sağından ve en solundan gelen ses seviyesi, birbirine göre uyumlu neredeyse aynı olmalıdır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Mikrofonların diyaframları birbirine dokunmayacak şekilde mümkün olduğunca yakın yerleştirilir. Böylece iki mikrofon arasında faz kaymasının oluşması engellenir.

Çoğunlukla cardioid yapıdaki mikrofonların tercih edildiği XY mikrofonlamalarında AB tekniğine göre önemli bir avantaj sinyal monoya dönüştürüldüğünde faz sorunu yaşanmamasıdır. Bu mikrofonlar arasında mesafe olmadığından sesin iki mikrofona da aynı anda ulaşmasına bağlıdır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Her iki mikrofonda kendi yönünden gelen alt ve üst frekanslara karşı duyarlıdır. Yön önemi olmaksızın iki mikrofonda bas seslere başka bir deyişle alt frekanslara eşit değerde duyarlılık göstermektedir(Önen, 2007).



Şekil 3-40 XY Tekniği üstten görünüm

Şekil 3-41 XY tekniği için aparat kullanımı

3.8.3. **M-S Mikrofonlama Tekniği**

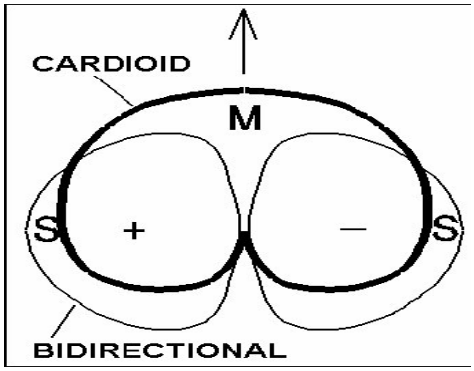
M-S tekniğinin açılımı mid-side (orta-yan) 'ın kısaltmasıdır. Bu stereo mikrofonlama tekniğinde, birbirine yakın iki mikrofon kullandığı için X-Y tekniğine benzer. M-S tekniği, iki ayrı mikrofonla uygulanabildiği gibi, bir tane özel üretim M-S stereo mikrofonla da uygulanabilir (Önen, 2007).

Klasik M-S yerleşiminde mikrofonlardan biri "orta konummikrofonu" olarak seçilip "M" olarak adlandırılır. Bu mikrofon çoğu zaman ses alma şekli bakımından cardioid yapıdadır. "S" olarak adlandırılan diğer mikrofon ise genellikle bidirectional (iki yönlü –figure of 8) yapıdadır ve 90° sağa sola bakar.Birinci mikrofon "M" ses

kaynağından gelen doğrudan sesleri yakalarken ikinci mikrofon "S" ise ambiyans (çevre) seslerini yakalar(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Bu iki mikrofondan gelen sinyaller MS Matrix adı verilen bir devrede işlenerek sağ ve sol kanallara dağıtılır. Bu devre, cardioid (orta-mid) mikrofondan gelen sinyali hem sağ, hem de sol kanala gönderir; iki-yön (yan-side) mikrofondan gelen sinyali sol tarafa ve yine aynı sinyali, fazını ters çevirerek sağ tarafa gönderir. M-S tekniğindeyapılan kayıtlar monoya dönüştürüldüğünde faz problemi yaşanmaz. M-S Matrix devresi olmadan bir mikser ve çok kanallı ses kayıt yazılımı kullanarak bu teknik elde edilebilir.

Şekil 3-42M-S mikrofon yerleşimi

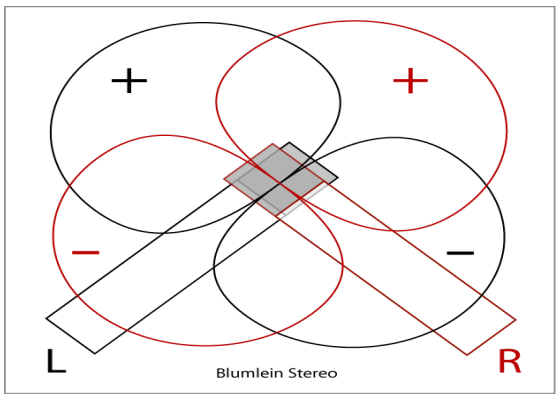


Şekil 3-43 M-S Pick-up patterni

3.8.4. **Blumlein Mikrofonlama Tekniği**

Blumlein tekniği X-Y tekniği ile hemen hemen aynı olup sadece mikrofon seçimi ile ayrışırlar. Blumlein tekniğinde kullanılan mikrofonların her ikiside iki yönlüdür.

"Blumlein mikrofonlama tekniği daha çok çevre seslerinin kaydı için kullanılır. Akustik olarak iyi olan mekanlarda çok iyi sonuç verir"(Önen, 2007, s. 123).



Şekil 3-44 Blumlein pic-up patterni

3.8.5. **ORTF Mikrofonlama Tekniği**

"ORTF (Office de Radio Television Francaise) tekniğinde, iki cardioid mikrofon, 110° açıyla, diyaframlarının arasında 17 cm mesafe kalacak şekilde yerleştirilir. Daha çok klasik müzik kayıtlarında kullanılır"(Önen, 2007, s. 123).

Şekil 3-45 ORTF Mikrofon yerleşimi

3.8.6. **NOS Mikrofonlama Tekniği**

"NOS (Nederlandsche Omroep Stichting) tekniğinde, iki cardioid mikrofon, 90° açıyla, diyaframlarının arasında 30 cm mesafe kalacak şekilde yerleştirilir" (Önen, 2007, s. 124).

3.8.7. **DIN Mikrofonlama Tekniği**

"DIN (Deutsches InstItut für Normung) tekniğinde iki kardiyot mikrofon 90° açıyla, diyaframlarının arasında 20 cm mesafe kalacak şekilde yerleştirilir" (Önen, 2007, s. 124).

3.9.Dijital Kayıt Teknolojileri

Dijital ses teknolojisinin temelleri, 1937'de Alec H.Reves'in Fransa'da International Telephone & Telegraph şirketi için çalışırken PCM kavramını (pulse code modulation) keşfetmesine dayanmaktadır. PCM ilk önceleri şifreli telefon görüşmeleri için kullanılmış, daha sonra, 1960'larda ise halka açık hatlarda da kullanılmaya başlanmıştır. PCM, analog sinyallerin belirli periyotlarda örneklenip, ikili (binary) sayı sistemine dijital olarak dönüştürülmesidir (Önen, 2007, s. 95).

Dijital ses teknolojisi, çok yeni bir teknoloji olmamasına karşın en önemli gelişimlerini 1990'lı yılların başından itibaren gerçekleştirmiştir.

1980'lerin başında Philips ve Sony tarafından ses kayıtlarının son kullanıcıya plak veya kaset yerine daha temiz bir şekilde ulaştırılmasına yarayan kompakt disk (CD) formatı geliştirilmiştir.

1990'lı yıllar, analog ve dijital teknoloji arasında kalış bir dönemdir. Büyük bütçeli prodüksiyonlarda, kayıtlar genellikle 24 kanallı 2 inç analog bantlara yapılıyor ve stereo analog banda ya da DAT a gönderiliyordu. Küçük bütçeli prodüksiyonların kayıtları için analog 8 veya 16 kanal kayıt cihazları yerine Alesis firmasının ADAT formatı tercih edilmeye başlanmıştır.

2000'li yıllara gelindiğinde, yazılımların geliştiği, işlemcilerin güçlendiği ve en önemlisi analog-dijital, dijital-analog dönüştürücülerin çok daha kaliteli hale geldiği görülmektedir.

3.10. Sampling (Örnekleme)

"Bir sinyalin değerlerini belirli zaman aralıkları ile saptama, örnek almadır. Belirlenen bir saat atımı hızında, gelen sinyal dilimlere ayrılarak her bir dilim örneği veri kümesi biçiminde saklama işlemi. Belirli bir zaman dilimi içinde, belirle aralıklarla sinyalin genlik bilgileri saptanır"(Durmaz, 2009, s. 300).

Dijital ses cihazları analog sinyaldeki anlık voltajı ölçer ve bu ölçümleri digital words (dijital kelimeler) e çevirir. Bu işlem İngilizce sampling Türkçe örnekleme olarak adlandırılmaktadır (Önen, 2007).

Dijital samplingin temelinde 3 elektronik cihaz vardır.

1. ADC (Analog-Dijital Konvertör)

2. Hafıza birimi ve yedekleme birimleri (RAM-ROM-EPROM)

3. DAC (Dijital-Analog Konvertör)

Bu cihazlar 3 işlemi yerine getirmektedir. ADC Analog sinyali Dijitale çevirir ve Hafıza birimine yollar hafıza biriminde editlenebilen sinyal DAC ile tekrar analoga dönüştürülerek dışarı verilir.

3.10.1. **DAC (Digital –Analog Converter)**

Temel olarak DAC iki bölümden oluşan bir elektronik devredir. Bu devrenin giriş katı bir direnç şebekesinden (ladder network) oluşur ve binary data bu şebekeye uygulanır. Eğer 4 bitlik bir binary data işliyorsak bu katta dört tane giriş olur ve her girişe bir direnç seri bağlanmıştır. Bu dirençlerin diğer uçları da yine birbirlerine paralel bağlı dirençlerle ortak bir noktada toplanmaktadır (Önen, 2007).

Devrenin ikinci katı toplama işlemini yapan (summing) bir operasyonel amplifikatörden oluşur. Bu operasyonel amplifikatörün bir kazanç mekanizması vardır. Giriş katını oluşturan şebekedeki dirençlerin birbirlerine ortak bağlanmış olan ucu da bu operasyonel amplifikatörün girişine bağlanmıştır. Operasyonel amplifikatör girişteki dirençler üzerinden uygulanan binary datayı kazanç

mekanizması ile karşılaştırır ve aradaki farkı çıkışından bir analog voltaj değeri olarak verir. Bu voltaj da girişe uygulanan ama sürekli değişen binary data'ya bağlı olarak değişeceğinden girişe uygulanan dijital bilgi analoğa çevrilmiş olur (Midisyen, 2007).

3.10.2. **Sampling Rate (Örnekleme Oranı)**

Örneklenmekte olan sinyalden birim zamanda alınan örnek sayısıdır(Durmaz, 2009).

Sampling rate ya da sample rate birim olarak kHz cinsinden ifade edilmektedir. 44.1 kHz saniyede 44,100 örnek, 48 kHz saniyede 48,000 örnek alındığı anlamına gelmektedir.

3.10.3. **Nyquist Teoremi**

Nyquist sampling teoremine göre bir sinyaldeki en yüksek frekans fMax ise 2*fMax'de örnekleme alınması o sinyalin dijital olarak temsil edilebilmesi için yeterli olmaktadır. İnsan kulağının duyabileceği max frekans 22 kHz olduğuna göre 22kHz*2 = 44kHz, yeterli olmaktadır.

Eğer bir sinyal Nyquist teoreminin gerektirdiği sample rate'in altında örneklenirse, örneklenen sinyalin dijital temsilinde gerçekte olmayan düşük frekans elemanları oluşur. Buna da Aliasing denilmektedir (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

"Örnek olarak; 40 kHz sample rate ile çalışırken 20 kHz üzeri frekanslar alias frekanslardır. Sinyal analogdan dijitale çevrilmeden önce bu frekanslar aliasing filter adı verilen bir filtreden geçirilir. Uygulamada bu frekansların tamamını kesecek bir filtre olmadığından sample rate ve frekans aralığı arasındaki oran genelde %45 olarak kabul edilir. 20Hz – 20kHz frekans aralığı için 40 kHz yerine 44,1 kHz sample rate kullanılmasının nedeni budur"(Önen, 2007, s. 98).

3.10.4. **Oversampling**

Sinyalin analogdan dijitale çevrilmesi sırasında analog-dijital çevrimci (A/D converter) içine uygulanan bir işlemdir. Oversampling işleminde, kullanılacak sample rate (örnekleme oranı) 128 ile çarpılır. Örnek olarak 44.1 kHz ile çalışılıyorsa analog dijital çevrimcinin girişi 44.1x128 = 5644.8 kHz ya da diğer bir deyişle 5.6448MHZ olarak çalışır. Bu sayede oversampling converter içindeki gürültüyü daha geniş birfrekans aralığınayayar ve gürültüyümümkün olduğuncainsan kulağının duymadığı frekanslar üzerine dağıtmaya çalışır. Bu işlemden sonra sample rate decimator adı verilen bir devreyle örnekteki 44.1 kHz e azaltır. Bu işleme downsampling adı verilir.

"Dijitalden analoğa (D/A) geçiş sırasında ise oversampling basit antialiasing filtrelerin karakteristiklerini geliştirmek için uygulanan bir işlemdir. Sample rate 2 ve 8 arasında bir sayı ile çarpılır. Örnek olarak 44.1x2=88.2 kHz. Daha sonra yine Nyquisst teorisine bağlı kalınarak ulaşılması istenen en üst frekanstan itibaren bir filtre uygulanır. Bu işlemin avantajı, üst frekansları kesen filtrelerin performanslarını mümkün olduğunca artırmasıdır. Filtre işleminden sonra sample rate ilk değeri kadar azaltılır"(Önen, 2007, s. 99).

3.10.5. **Quantization**

Digital words (dijital kelimeler) bit'lerden oluşmaktadır. Bir bit'ten oluşan bir kelimede sadece iki seçenek vardır. 0 veya 1. İki bit içeren bir kelime ise dört farklı seçeneğe sahiptir.: 00,01,10,11. Bilgisayarlardaki yazı ve kelime işlem programları 8 bit içeren dijital kelimeler kullanır ve bunlara byte (bayt) adı verilmektedir (Durmaz, 2009, s. 33-35).

Quantization analog sinyaldeki voltaj değerlerinin dijital sistemde temsil edilen değerlerine çevrilmesi işlemidir.

Word lenght (kelime uzunluğu) arttıkça detay ve kalite de artar. Ses sinyalleri açısından 3 bit ile yapılan bir kayıtta voltaj ölçümleri sadece sekiz farklı seçenek mümkün olduğu için en yakın değere yuvarlanır. 4 bit ile yapılan bir kayıtta ise onaltı

seçenek vardır. Sinyaldeki voltaj değerleri onaltı farklı değerde temsil edilebilir fakat bu arada kalan voltaj değerleri temsil edilebilen en yakın değere yuvarlandığı için kaliteli bir kayıt için çok yetersizdir.

"Bit sayısı aynı zamanda dinamik aralık açısından önem taşır.16 bit kayıtlarda dinamik alan 96 dB ilen 24 bit kayıtlarda 144 dB dir. Her bit artışı dinamik aralıkta 6 dB artış sağlar"(Önen, 2007, s. 100).

3.10.6. **Dither**

"Quantization işleminden önceki (analog-dijital) sinyale eklemlenmiş gürültü öğeleri"(Durmaz, 2009, s. 110).

Analog sinyaldeki voltaj değerleri, dijital ortamda .bit sayısının elverdiğiölçüde farklı değerlerle temsil edilir. Arada kalan değerler ise temsil edilen en yakındeğere yuvarlanır. Örnek olarak; 1.25 Volt yarıya düşürüldüğünde, bu değeri(0.625 Volt) temsil edebilmek için noktanın sağ tarafında bir hane daha olduğundandaha fazla bir bit sayısına ihtiyaç duyulur. Eğer çalışılan bit değeri yeterli değilse 0.625 Voltdijital sistemde 0.62 ya da 0.63 Volt olarak temsil edilecektir ve bu da kalitede ve detayda kayıp yaşanmasına neden olacaktır (Önen, 2007).

Bu durumun önüne geçmek için quantization işlemi sırasında, rastlantısal sayılardan oluşan bir noise, (gürültü) sinyalin üzerine aktarılır.

Dithering, dalga formunun üzerine bilerek gürültü ekleme işlemidir. Bu işlem dalga formu üzerindeki köşeli yapıyı bozarak sinyalin analog dalga formuna yaklaşmasını sağlar.

3.11. Hard Disk Kayıt Sistemleri

Hard Disk Kayıt Sistemleri, bantlı analog ve dijital kayıt sistemlerine göre bir çok avantaja sahiptir. Hard disk kayıt sistemlerinde anında erişim (Random Access) adı verilen, diskin herhangi bir yerindeki veriye anında ulaşma özelliği sayesinde, bantlı sistemlerde büyük problem olan ileri, geri sarma işlemleri ortadan kalkmıştır.

Buna bağlı olarak edit işlemleri de, bantlı sistemlere göre çok daha kolaydır. Har disk sistemlerindeki anında erişim düzenleme (editing) sayesinde, ses dosyasından herhangi bir bölümü çıkartmak, bölümlerin yerlerini değiştirmek, ya da kopyala yapıştır işlemleri sayesinde bir bölümü çoğaltmak, tekrar ettirmek çok kolaydır.

Çoğu hard disk sistemi düzenleme işlemlerini asıl kaydı silmeden (non-destructive) olarak yapmamıza imkan verir. Bu şekilde çalışırken, sistem, ses dosyasının aslını saklar, yaptığımız değişiklikler doğrultusunda dosyayı bölge (region) adı verilen parçalara böler. Herhangi bir bölge üzerinde değişiklik yapmak istediğimizde ise, sistem bu parçanın bir kopyasını çıkartır ve değişiklikleri bu kopya üzerinde gerçekleştirir. Böylelikle, geriye dönmek istediğimizde, hiçbir kayıp olmadan ses dosyamızın ilk haline ulaşabiliriz (Önen, 2007, s. 163-164).

Dijital bir sistemin ses dosyaları üzerinde gerçekleştirdiği tüm işlemler ve uyguladığı tüm efektler Digital Signal Processing olarak adlandırılır. Modern hard disk kayıt sistemlerinin birçoğu dijital sinyal işlemeyi (DSP-Digital Signal Processing) hem eş zamanlı (real-time) hemde eş zamanlı olmayan (non real-time) şekilde gerçekleştirmeye izin verir.

Eş zamanlı sinyal işlemede (real-time signal processing) sistem uygulanan işlemler için ayrı bir dosya yaratmaz. Ses ve müzik kayıt programlarında birçok plug'in (eklenti) kompresör,EQ, eşzamanlı(real-time) çalışır. Eşzamanlı sinyal işleme bilgisayarların işlemcilerine aşırı derece yük bindirir. Bu nedenle harici DSP donanımları kullanılmaktadır.

Eş zamanlı olmayan (non real-time) sinyal işlemede ise yapılan işlemler direkt olarak ses dosyası üzerine yada kayıt komutu (save) verilinceye kadar temporary file adı verilen geçici bir dosya da saklanır.Orjinal dosyaya dokunulmaz.

3.12. Ses Kaydı ve Prodüksiyon Aşamaları

Ses kaydı konusunda teknik konular dışında doğru yada yanlış gibi kesin ifadeler yoktur. Amaçlanan ses tamamen kişisel tercihlere dayanmaktadır.

Mikrofonlama işlemine başlamadan önce çalgının akustik olarak tatmin edici bir tonu olup olmadığına karar verilmelidir. Kayıt sonrasında sinyal işlemciler kullanarak hedeflenen tona ulaşmaya çalışmak zaman kaybına yol açacaktır. Bu nedenle çalgıyı değiştirmek daya iyi tonu olan bir çalgı kullanmak gerekmektedir.

Mikrofon seçimi çalgının frekans aralığı göz önüne alınarak yapılmalıdır. Akustik ve faz problemleriyle karşılaşmamak için gerekenden fazla sayıda mikrofon kullanılmamalıdır.

Mikrofonların mesafesi ayarlanırken kayıt alınacak mekanın akustiği göz önüne alınmalıdır. Çok yakın mesafelerde ortam yansımaları kayda girmeyecek ve proximity (yakınlık) etkisi oluşacaktır.

Bir prodüksiyona yönelik ses kaydının beş önemli aşaması bulunmaktadır.

3.12.1. **Ses Kaydına Hazırlık**

Kayıt öncesi kayıtla ilgili hazırlıkların yapıldığı kısımdır. Kaydı yapılacak olan müzik türüne uygun hazırlıklarla başlar.

Çalgılar belirlenerek kayıt odası belirlenen çalgılara göre düzenlenir. Çoklu icra ya da bilinen adıyla hücum kayıt yapılacaksa, seslerin birbirine karışmasını önlemek ve en az düzeye indirmek için çeşitli akustik düzenleme elemanları, seperatorler kullanılır.

Çalgıların frekans aralıklarına uygun olarak belirlenen mikrofonların çalgılara uygun mesafede yerleşimi ve çalan kişinin pozisyonuna göre gerekli ayarları yapılır. Çalan kişinin kulaklık üzerinden iyi bir duyum sağlamasına çalışılır.

Kullanılacak donanımlar ve yazılımlar hazırlanır. Bir kayıt kartında her kanal ile ilgili bilgiler not edilir.

Hazırlık aşamasında her türlü detayın düşünülmesi kaydı başarılı kılacak faktörlerin en önemlilerindendir.

3.12.2. **Kayıt**

Kayıt sırasında kaydı yapan ses mühendisi ya da kayıt teknisyeni sinyalde oluşabilecek aşırı yükselmelere karşı seviye göstergelerini sürekli takip eder ve kayıt esnasında çalan ya da söyleyen kişilerden oluşabilecek performans hatalarını tespit ederek düzeltilmesini sağlar.

Kayıt sırasında en iyi ses elde edilmeye çalışılmalıdır. Daha sonra birtakım sinyal işlemciler kullanılarak kayıtta oluşan hataların ve istenmeyen seslerin düzeltilmesi her zaman mümkün olmamaktadır.

Daha çok bilgisayar tabanlı kayıt sistemlerinin yaygın olduğu günümüz kayıt dünyasında eski sistemlerde problem olan birçok teknik artık rahatlıkla uygulanabilmektedir.

Bu tekniklerin başında, önceden kaydedilmiş bir sesi dinlerken başka bir sesi yeni bir kanala kaydetme işlemi (overdubbing) gelir. Kayıt sırasında oluşabilecek performans hatalarını en aza indirmek ve en iyi performansı yakalamak için overdubbing büyük kolaylık sağlamaktadır.

Herhangi bir kanalda bulunan hatayı düzeltmek için sadece hatalı bölümün başında kayda girmeye punch-in ve hatalı bölümün sonunda kayıttan çıkma işlemi ise punch-out adı verilmektedir.

En iyi olanı seçmek için özellikle vokal kayıtlarında birden çok kanala yapılan kayıtlar arasından en iyi bölümlerin seçilip yeni bir kanalda birleştirilme işlemi ise combing olarak adlandırılmaktadır. Combing işlemi analog sistemlerde seste kalite kaybına yol açtığı ve uygulamasının zor oluşundan dolayı az kullanılırken dijital tabanlı kayıt sistemlerinde en aranılan özelliklerden biri olmuştur.

Her ne kadar dijital sistemlerde kanal sayısı sıkıntısı pek yaşanmasa da birden çok kanalı bir ya da daha fazla kanala aktarma işlemine ise bouncing denilmektedir. Analog sistemlerde bant üzerindeki kanal sayısı dolduğunda tek çözüm bazı kanalları kendi içerisinde miksleyerek başka bir kanala kaydetmektir(Önen, 2007).

3.12.3. **Editing (Düzenleme İşlemleri)**

Dijital kayıt sistemleri öncesinde analog bant üzerine yapılan kayıtların edit işlemleri bantları teyp üzerinde el ile hareket ettirerek edit noktasının bulunması ve bu noktadan önce ses olup olmaması durumuna göre belli bir açı ile bandın kesilmesi şeklinde yapılmaktaydı.

Dijital sistemlerde ilk edit işlemleri, stero banda aktarılan kaydın dijital ortama aktarılarak burada edit yapılması şeklinde olmuştur. Analog bandın kesilmesi sırasında oluşabilecek risklerden uzak, yanlış işlemin bir konutla geri alınabildiği bu sistemler edit için büyük avantaj sağlamışlardır.

Çoğunlukla dijital kayıt sistemlerinin kullanıldığı günümüzde,edit işlemleri kayıt ile bir arada yürütülmektedir. Kayıt sırasında oluşan istenmeyen sesler, tekrarlanacak ölçülerin kopyalanması ya da fazlalıkların çıkarılması işlemi bilgisayarlar ile kolaylıkla yapılmaktadır.

3.12.4. **Miks**

"En az iki farklı sinyali birbiri ile uyumlu bir sinyal olacak şekilde tek sinyal halinde birleştirmek"(Durmaz, 2009, s. 221).

Prodüksiyonun kayıt sonrasındaki aşamasında kaydedilen tüm kanalların ses ve frekans dengelerinin sinyal işlemciler kullanılarak ayarlandığı ve stereo alandakikonumlarının belirlendiği miks işlemleri yapılmaktadır.

Kanallar arasındaki ses yükseklikleri dengelenirken kanalda yer alan çalgı ya da vokalin parça içerisindeki işlevi göz önüne alınmalıdır. Miks sırasında diğer unsurların solist çalgıyı ya da vokali maskelememesine dikkat edilmelidir. Herşeyi orta alanda toplamadan stereo alan üzerine dağıtmak müziğin daha anlaşılır ve geniş duyulmasını sağlayacaktır.

Çalgıların daha temiz ve detaylı duyulması, tüm kanalların birbiri ile çakışmasını engellemek için frekans aralıklarına EQ (equaliser) kullanılarak müdahale edilir.

Yapılan kaydın daha geniş duyulması, mekan akustiğinden kaynaklanan birtakım etkileri engellemek ve kayda boyut kazandırmak için reverb, chorus ve delay gibi zaman tabanlı sinyal işlemciler kullanılır.Kaydın aşırı ses yüksekliği ile bozulmaya uğramaması ve belirli bir dinamik alanı korumak amacıyla da kompresor, limiter ve gate gibi dinamik sinyal işlemcileri kullanılır.

Özellikle farklı bir duyum amaçlanmıyorsa çalgıların doğal sesleri hedeflenmelidir.

3.12.5. **Mastering**

"Kayıt işlem zincirinde ana kalıp-mastar oluşturacak ve çoğaltma yapma için kullanılacak, bitmiş esas programın bulunduğu en son halka,işlem. Ön kalıplama yöntemi ile provası oluşturulduktan sonra son üründe olması istenen özelliklere sahip dizi işlemlere sokulmuş ana kalıp"(Durmaz, 2009, s. 211).

Mastering işleminde; kompresor ve EQ (equaliser) kullanılarak müzik albümüne yer alan parçalar arasındaki genel ses dengesi sağlanır ve albümün geneline netlik kazandırılmaktadır.

Albümde yer alan parçaların albümün gelen yapısına göre sıralaması yapılmakta ve parçalar arasındaki boşluk- geçiş zamanları ayarlanmaktadır.

Mastering işleminin en önemli özelliği ise, yapılan kaydın farklı ortamlarda ve cihazlarda (tv,radyo,oto,müzikçalar) ses seviye farklılıkları göstermemesi için uygun seviyelerin ayarlanmasıdır.

Müzik albümünün istenilen ayarlamaları yapıldıktan sonra çoğaltılmak üzere master disk hazırlanmaktadır.

3.13. BağlamaAilesi

Bağlama Türk halk çalgıları arasında en fazla yaygınlığa sahip olan çalgıdır. Türk Halk Müziği'nin tüm yörelerine ait ezgiler bu yörelerin tavırları ile birlikte bağlama ile icra edilmektedir (Kurt, 1989).

Türk Halk Müziği çalgıları içerisinde telli, mızraplı çalgılar grubunda yer alan bağlama, boyutlarına göre farklı isimlerde anılır ve bu isimler bağlama ailesi başlığında birleştirilmiştir.

Bağlama ailesi boyutlarına göre; meydan sazı, divan sazı, çöğür, bağlama, bozuk, aşık sazı, tambura, cura bağlama şeklinde sıralanmaktadır.

3.13.1. **Divan Sazı**

Meydan sazıdnan sonra bağlama ailesinin en büyük sazıdır. Günümüzde 6 ya da 7 tel takılarak kullanılan divan sazı daha eski dönemlerde üçerli üç grup olarak dokuz telli olarak ta kullanılmıştır (Kurt, 1989).

Divan sazında akord sistemi 4 lü aralıktır. Alt tel RE orta tel SOL ve üst tel DO sesine akord edilir.

Form boyu 49-50 cm, sap boyu 65 cm.dir.

3.13.2. **Bağlama**

Bağlama ailesinin temel sazı ve bu aileye adını veren çalgımızdır. Bir oktav içerisinde 17 perdesi bulunur. 6 ya da 7 tel takılarak kullanılır. Form boyu 42 cm, sap boyu 55 cm'dir (Kurt, 1989).

Bağlamada akord sistemi 4 lü aralıktır. Alt tel LA orta tel RE ve üst tel SOL sesine akord edilir.

3.13.3. **Cura**

Bağlama ailesinin en küçük çalgısıdır. Tiz sesleri karşılamak için kullanılır.

Cura'nın akord sistemi 4 lü aralıktır. Alt tel LA orta tel RE ve üst tel SOL sesine akord edilir.

Cura'nın form boyu 26 cm, sap boyu 35 cm. dir.

Şekil 3-46 Bağlama-Divan ve Cura

3.14. Telli Çalgılarda Uygulanan Kayıt Yöntemleri

Her kültürün kendine ait telli çalgıları bulunmaktadır. Bu çalgıların kayıt yöntemleri ile ilgili olarak; gövde yapıları,akustik özellikleri,kullanılan teller,çalınış stilleri ve nasıl çalındıkları (parmak,pena vs.) düşünüldüğünde bir genelleme yapmak olası değildir.

Bu tip çalgıları kaydederken mikrofon yerleşimi için en iyi yöntem ; bir kulağın el ile kapatılarak diğer kulağı mikrofon gibi düşünülmesi ve 30 cm. mesafede çalgı çevresinde hareket ederek çalgının en iyi duyulduğu noktayı yakalamaktır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Mikrofon seçimi ise çalgının tonu ve kayıttaki fonksiyonuna göre yapılmalıdır. Ritm amaçlı kullanılan telli çalgılarda ribbon ya da dinamik mikrofon tercih edilebilir. Solo bir icra sözkonusu ise condenser mikrofon kullanmak daha iyi netice verecektir(Önen, 2007).

3.14.1. **Gitar Kaydında Uygulanan Yöntemler**

Gitar batı müziğinde telli çalgılar sınıfında yer alan, parmak ya da pena ile çalınabilen ve birçok müzik türünde farklı çeşitleri kullanılan bir çalgı ailesidir.

Akustik ve klasik gitarlarda gövde içinde ve çalgının içindeki havadan dolayı rezonans sorunları vardır. Gitarların ortasında bulunan delik hoparlörlerdeki bas portları gibi çalışır. Bu delik bas sesleri güçlendirir ancak tiz seslerde problem çıkarabilmektedir. Yine bu delik ve çevresi gitardaki akustik enerjinin en yoğun olduğu bölgedir(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

Konser seslendirmelerinde sesi daha fazla duyurabilmek için bu bölgeden mikrofonlama yapılır. Ancak stüdyolarda ses yüksekliği sorunu olmadığından bu bölgeden mikrofonlama yapılmamalıdır. Bu bölge boğuk, parlak olmayan bir ton elde etmemize neden olmaktadır.

Gitaristin gitarı gövdesiyle fazlaca sarması titreşimi keseceğinden orta ve üst frekans dengesi azalır. Bunu telafi etmek zordur.

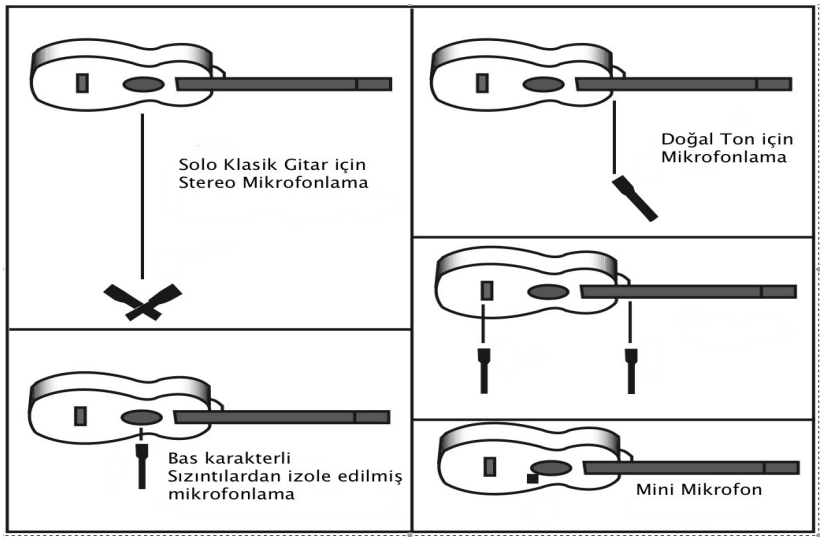
Gitar köprü kısmından mikrofonlandığında doğal bir ton elde edilebilmektedir. Bu pozisyon hem dengeli hem de gövdeli bir ton vermektedir. Ritm gitarlar için idealdir.

Daha ince ve parlak bir ton için gitarın sapının gövde ile birleştiği yere bakacak şekilde mikrofonlama yapılabilir.

Mikrofonun gitara olan mesafesi ise dinleyerek karar verilecek bir konudur. Genel olarak 10 – 30 cm iyi sonuç verir. Daha yakın mikrofonlama yapıldığında gitarın gövdesinin bir bölgesi kaydedilecektir. Genel bir ses için mikrofon gitardan biraz daha uzaklaştırılmalıdır.

Daha geniş ve stereo bir kayıt için iki cardioid mikrofon X-Y tekniği ile kullanılabilir. X-Y olarak konumlandırılmış mikrofonlar gitarın sap ile gövdesinin birleşim noktasına bakacak şekilde yerleştirilir.

Bir başka teknikte geniş diyaframlı bir mikrofon gitarın köprü kısmına, küçük diyaframlı bir mikrofon ise beşinci perde hizasından yerleştirilerek uygulanır. Faz problemine karşılık mikrofonların birinin fazı ters çevrilebilir (Önen, 2007).



Şekil 3-47 Gitar İçin Mikrofon Yerleşimleri

3.14.2. **Mandolin Kaydında Uygulanan Yöntemler**

Mandolin kaydında çalış şekline göre küçük ya da büyük diyaframlı condenser mikrofonlar kullanılabilir. Yuvarlak delikli mandolinlerde; yaygın olarak ses deliğinin önünden 15-45 cm. Mesafede mikrofon yerleşimi yapılmaktadır.

F delikli mandolin modellerinde ise alt f deliğinin önünde yine 15-45 cm. mesafeden mikrofonlama yapılmaktadır.

Daha uzak mikrofonlama yapıldığında pena sesi kayda daha az yansımakta ve daha dengeli bir ton elde edilmektedir(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

3.14.3. **Kitara (Ukulele) Kaydında Uygulanan Yöntemler**

Kitara Hawai bölgesine ait gitara benzeyen ancak daha küçük ebatlarda ve parmakla çalınan bir çalgıdır.

Sap ve teknenin birleşim yerinden küçük diyaframlı condenser mikrofon ile 15-30 cm. mesafeden mikrofonlanmaktadır(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

3.14.4. **Buzuki Kaydında Uygulanan Yöntemler**

Buzuki uzun saplı uda benzeyen bir Yunan çalgısıdır. Akustik olarak mandolin kaydı ile aynı teknikler geçerlidir.

En fazla kullanılan yuvarlak delikli buzukilerde ses deliğinin önünden 15-45 cm. mesafe ile mikrofonlanırken, f delikli modellerde alt f deliğinin önünden 15-45 cm. mesafeden mikrofonlanmaktadır (Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

3.14.5. **Banjo Kaydında Uygulanan Yöntemler**

Banjo Amerikan halk müziğinde yaygın olarak kullanılan Afrika kökenli teelli bir çalgıdır. Ses teknesi üzerinde gerili olan derisi ile Türk çalgılarından cümbüş ile benzerlik göstermektedir.

Çalgının derisi ile oluşturduğu rezonansı kaybetmeden doğal hali ile kaydetmek için derinin ortasına doğru bir mikrofon yerleşimi yapılmaktadır.

Çalgının sesi yüksek olduğundan condenser mikrofonlarda attention pad kullanılmakta yada dinamik mikrofon tercih edilmektedir.

Stereo kayıtta ise derinin ortasına bakan bir mikrofon ve eşik kısmından ikinci mikrofon kullanılarak daha dengeli bir ton elde edilmeye çalışılmaktadır.

Çalgının doğan sesini dengeli bir şekilde kaydetmek için mikrofon yerleşimi 50 ile 100 cm. arasında bir mesafede olmalıdır(Huber & Williams, Professional Microphone Techniques, 1999).

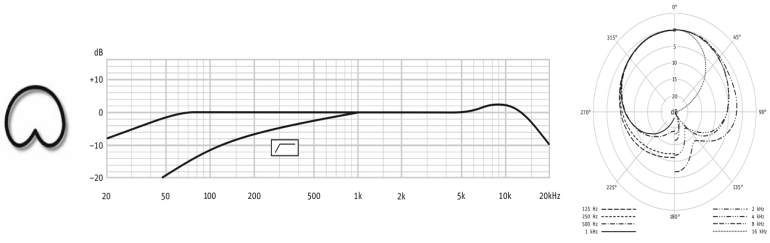
BÖLÜM 4

4. KAYIT VE DEĞERLENDİRME

4.1. Kullanılan kayıt donanım ve yazılımı

Neumann U87 : Omnidirectional, cardioid ve figure-8 olmak üzere üzerindeki anahtar ile seçilebilen üç yön pattern'ine sahip geniş bir dual diyafram kapsüle sahiptir. Mikrofonun arkasında ise seste bozulma olmadan 127 dB'e kadar olan ses basınç seviyelerinde çalışmasını sağlayan bir adet 10 dB kazanç azaltım anahtarı bulunmaktadır.

Şekil 4-1 Neumann U87

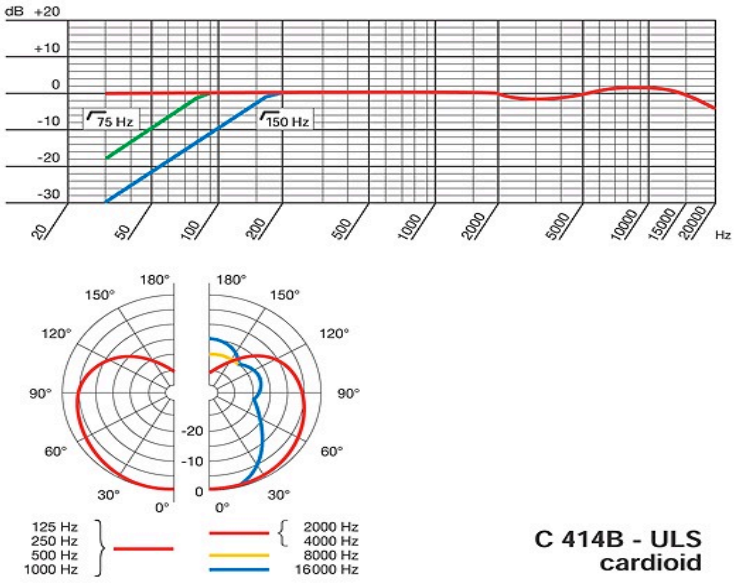


Şekil 4-2 Neumann U87 Frekans Yanıtı ve Polar Pattern Grafiği

AKG C414B-ULS : Omnidirectional, cardioid, hyper cardioid ve figure-8 olmak üzere üzerindeki anahtar ile seçilebilen dört yön pattern'ine sahip geniş bir dual diyafram kapsüle sahiptir.Mikrofonun arkasında ise seste bozulma olmadan

160dB'e kadar olan ses basınç seviyelerinde çalışmasını sağlayan bir adet 10 dB kazanç azaltım anahtarı bulunmaktadır.

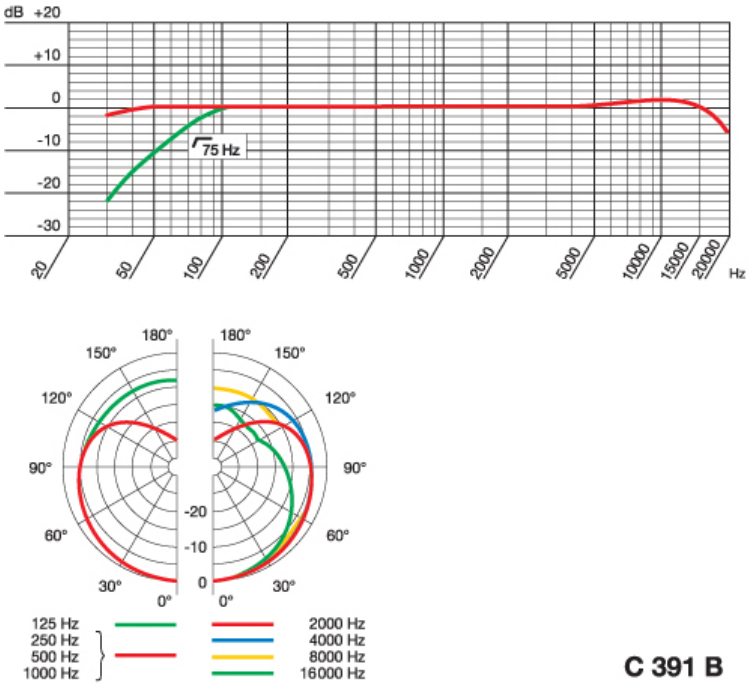
Şekil 4-3 AKG C414B-ULS



Şekil 4-4 AKG C414 B ULS Frekans Yanıtı ve Polar Pattern Grafiği

AKG C391B : Küçük diyaframlı cardioid mikrofondur. Üzerinde 10 dB kazanç azaltım anahtarı ve 75Hz filtre bulunmaktadır.

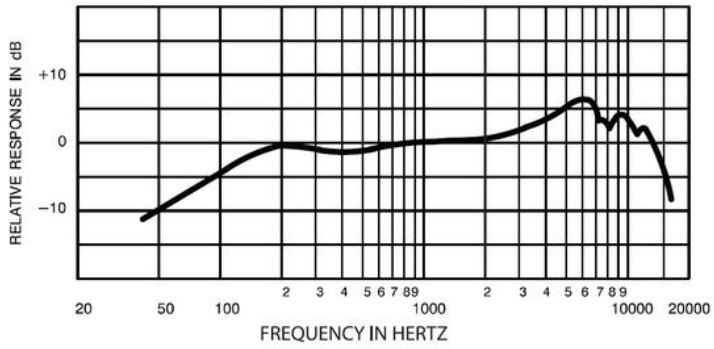
Şekil 4-5 AKG C391B



Şekil 4-6 - AKG C391B Frekans yanıtı grafiği

Shure SM57LC : Cardioid dinamik mikrofondur.

Şekil 4-7 Shure SM57LC



Şekil 4-8 - Shure SM57 Frekans yanıtı grafiği

Kayıtlar OSX işletim sistemi üzerinde çalışan Digidesign Pro Tools HD 2 sistemi kullanılarak alınmıştır. Sistem, Pro Tools Accel kartı, Pro Tools Core kartı, Control 24 kumanda masası, 96 IO A/D – D/A dönüştürücü ve Pro Tools 9.2 HD yazılımından oluşmaktadır. Mikrofon ön-yükselticisi olarak Control 24 üzerinde bulunan Focusrite marka ön-yükselticiler kullanılmıştır.

Yapılan kayıtlar bilgisayar ortamında Wavelab yazılımı kullanılarak analiz edilmiş analiz sonuçları kayıt notları olarak eklenmiştir.

Frekans bölgeleri

- 20 – 200 Hz aralığı - Low
- 200 Hz – 1 kHz aralığı - Low mid
- 1 kHz – 5 kHz aralığı - High mid
- 5 – 20 kHz aralığı - High

olarak tanımlanmıştır.

4.1.2. Yapılan Kayıtlarla İlgili Açıklama

Standart ölçülerdeki bağlama TRT ve Kültür Bakanlığı korolarınca benimsenmiş ve halen kullanılan alt tel : do, orta tel:fa ve üst tel: si bemol olarak akortlanmış ve geleneksel Türk halk müziğinde karar sesi olan la-mi-la akoru bu akort düzeninde do-sol-do olarak tek vuruşta çalınmıştır.

Ayrıca seslendirilen bir ezgi, bağlamanın sap ve gövde birleşimi, gövde orta kısmı ve eşik kısmından olmak üzere 3 ayrı bölgeden 4 farklı mikrofon kullanılarak kaydedilmiştir. Cura boyut olarak küçük oluşu ve 3. Pozisyonda çalım sırasında bölge kol ile kapandığından 2 pozisyonda mikrofonlanmıştır.

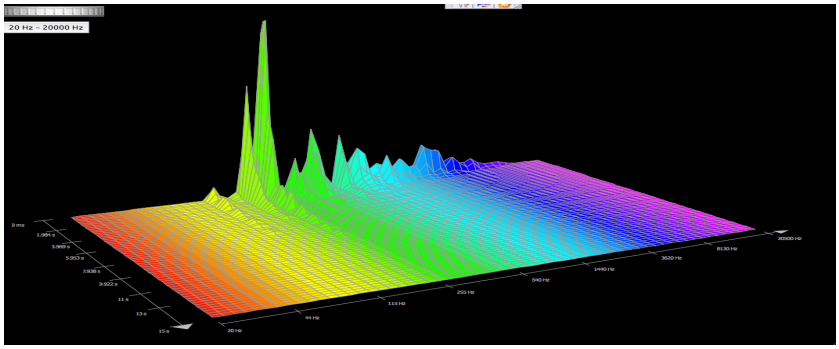
Kullanılan mikrofonlar ses kayıt dünyasında en çok tercih edilen ve standart olmuş mikrofonlardır.

4.1.3. Birinci Pozisyon-Bağlama

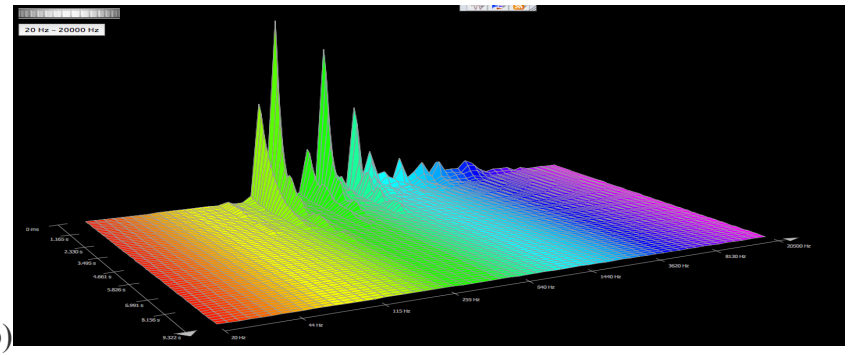
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar bağlamanın sapı ile gövdesinin birleştiği bölgeden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir.Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleriŞekil 4-10 –Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-9Bağlama Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

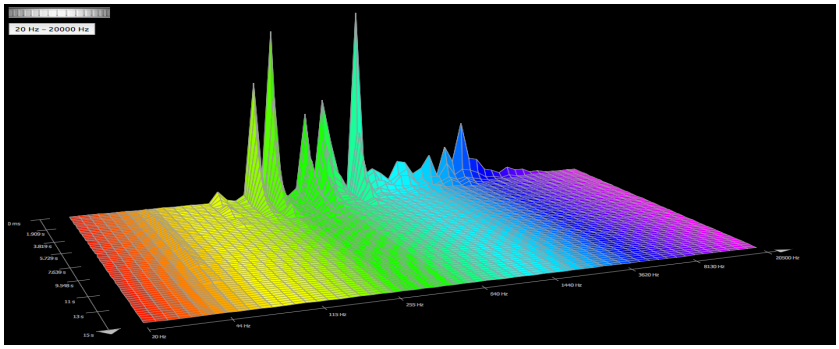
(a)



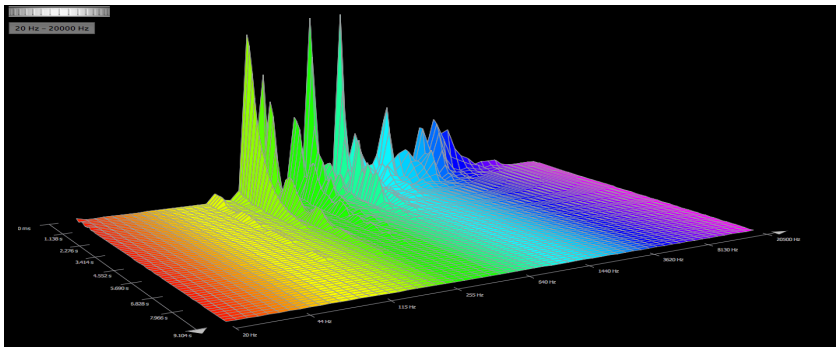
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-10 –Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ile alınan kayıtlarda Low frekans bölgesinin diğer bölgelere oranla daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Low mid bölgeden High frekans bölgesine doğru genlikler belli bir eğimle azalmaktadır.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda Low frekans bölgesi ile birlikte Low mid bölgede de seviye artışı gözlemlenmektedir. Bununla beraber high mid ve high frekans alanlarında kademeli bir azalma söz konusudur.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low bölgenin U87 ve 414 ile benzerlik gösterdiği, ancak low mid frekans bölgesinde 600 Hz frekans bölgesi genliğinin nispeten yüksek olduğu göze çarpmaktadır. High mid bölgede 3500 Hz civarında küçük bir artış gözlemlenmekle birlikte high bölgede belirgin bir farklılık görülmemektedir.

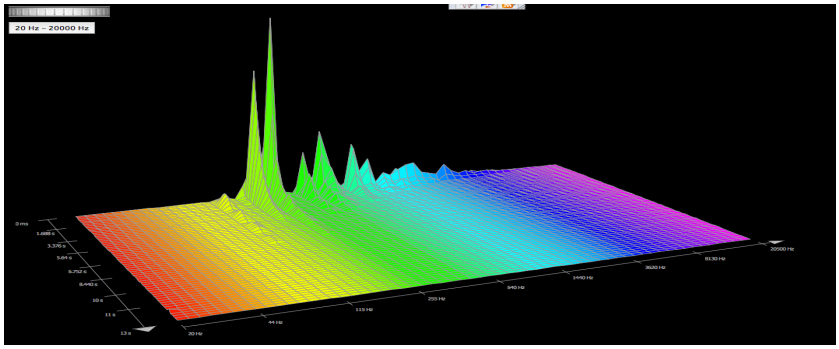
SM57 ile alınan kayıt analizinde Low bölgede 150 Hz frekansın diğer mikrofonlara oranla daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bununla beraber en yüksek low mid genliği SM57 ile ölçülmekte, benzer biçimde high mid bölgede bazı frekansların genliklerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. High bölgede belirgin bir farklılık görülmemektedir.

4.1.4. İkinci Pozisyon-Bağlama

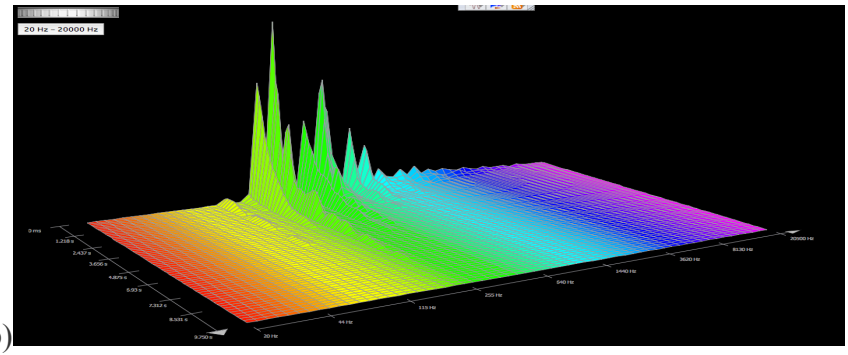
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar bağlamanın ön kapak orta bölgesinden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleri Şekil 4-12 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-11Bağlama İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

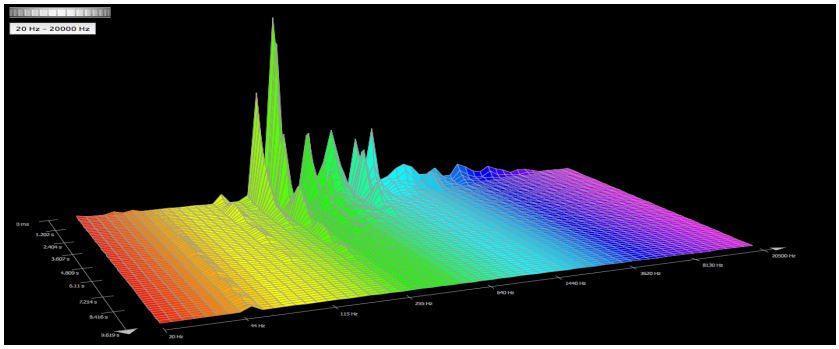
(a)



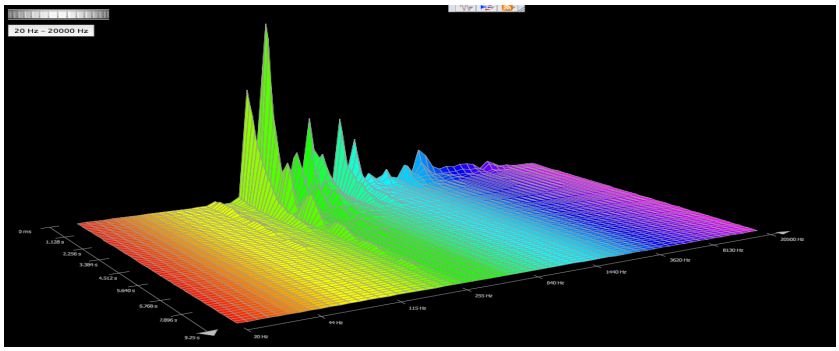
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-12 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

2. pozisyondan her mikrofon ile alınan tüm kayıtlarda high mid ve high bölgelerde belirgin bir düşüş olduğu, bununla beraber ağırlığın low mid ve low bölgeye doğru kaydığı gözlemlenmektedir.

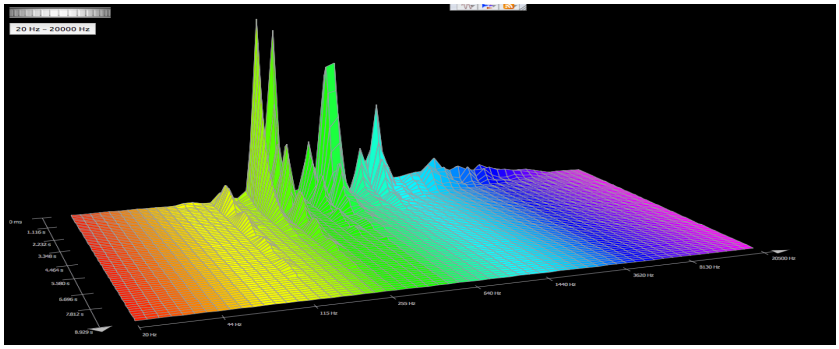
Bu pozisyonda tüm mikrofonlar arasında high mid ve high frekans bölgesine en düşük yanıt veren mikrofonun 414 olduğu görülmektedir.

4.1.5. Üçüncü Pozisyon - Bağlama

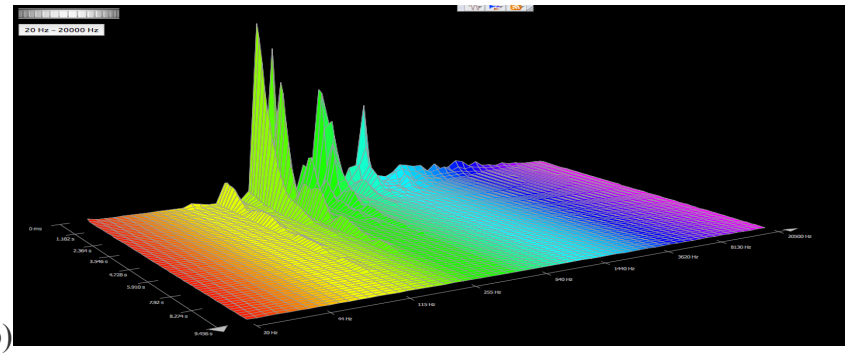
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar bağlamanın alt eşik bölgesine yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleriŞekil 4-14 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-13Bağlama Üçüncü Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

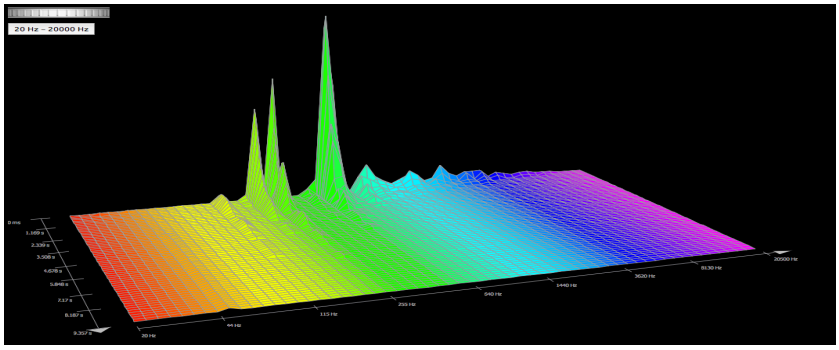
(a)



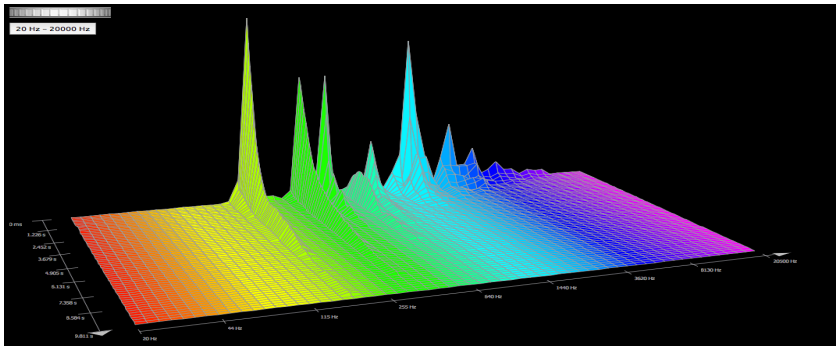
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-14 – Bağlama'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

3. pozisyondan alınan tüm kayıtlarda mikrofonların belirgin bir biçimde farklı frekans örüntüleri sergilediği görülmektedir.

Low bölgede U87 ve 414'ün en yüksek genliğe sahip olduğu gözlemlenmekle birlikte, C391 ile alınan kayıt analizinde aynı bölgedeki genlikte bir miktar azalma olduğu, SM57'de ise 150 Hz frekansının ortaya çıktığı ve diğer mikrofonlarda az da olsa gözlemlenen 125 ve 250 Hz frekanslarının tamamen kaybolduğu görülmektedir.

Low mid bölgede C391B ile alınan kayıt analizinde 400 Hz frekansı civarında büyük bir artış gözlemlenmekle birlikte aynı bölgedeki diğer frekansların oldukça düşük bir genliğe sahip olduğu görülmektedir. Neumann U87 ve AKG C414'ün kayıt analizinde 800 Hz – 2000 Hz aralığında bir miktar genlik artışı gözlemlenmektedir.

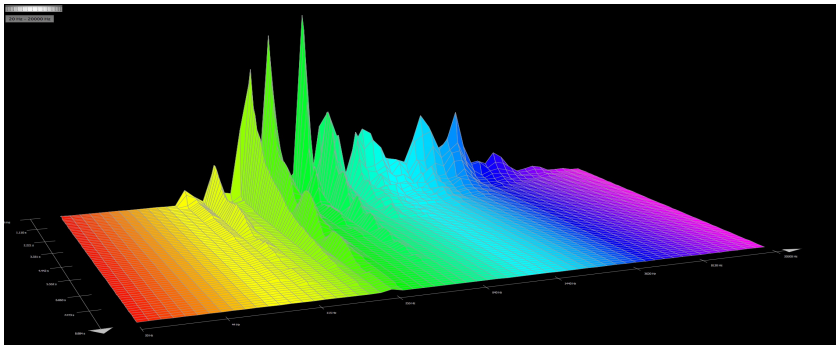
High frekans bölgesinde tüm mikrofonlar için benzer bir frekans yanıtı söz konusu olmakla beraber, SM57 ile alınan kayıt analizlerinde özellikle 1400 Hz civarı başta olmak üzere high mid bölgenin çeşitli frekanslarında artışlar göze çarpmaktadır.

4.1.6. Birinci Pozisyon - Divan Sazı

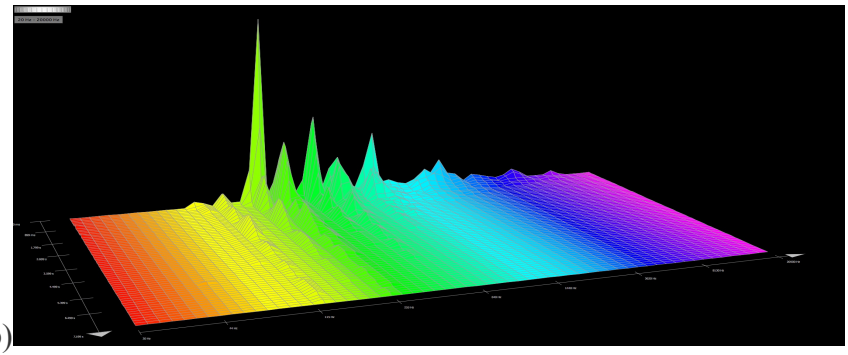
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar divan sazının sapı ile gövdesinin birleştiği bölgeden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleriŞekil 4-16 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 'nde görülmektedir.

Şekil 4-15 Divan Sazı'nın Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

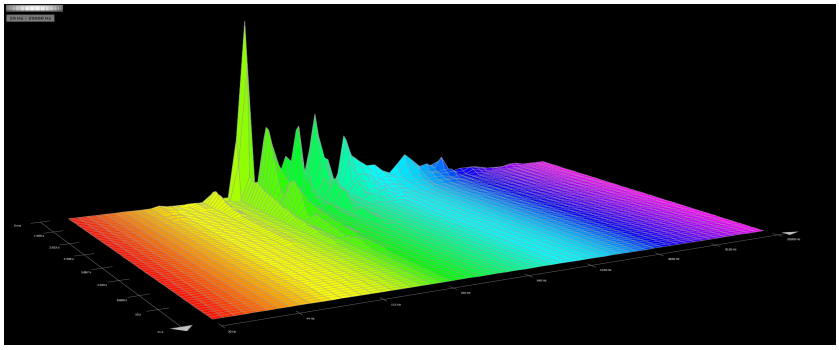
(a)



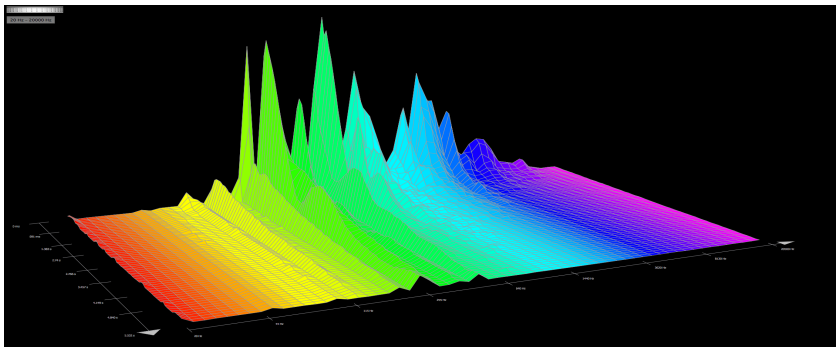
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-16 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ile alınan kayıtlarda Low mid frekans bölgesinin diğer bölgelere oranla daha yüksek seviyede olduğu görülmektedir. 350 Hz. Civarında bir artış olmakla beraber sinyal genliği Low mid bölgeden High frekans bölgesine doğru azalmaktadır.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda Low frekans bölgesinde seviye artışı gözlemlenmektedir. 200-250 Hz. Civarındaki frekanslarda daha fazla duyarlılık sözkonusudur ve bununla beraber high mid ve high frekans alanlarında kademeli bir azalma söz konusudur.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low bölgenin 414 ile benzerlik gösterdiği, ancak low mid frekans bölgesinde 600 Hz frekans bölgesi genliğinin nispeten yüksek olduğu göze çarpmaktadır. High bölgede belirgin bir farklılık görülmemektedir.

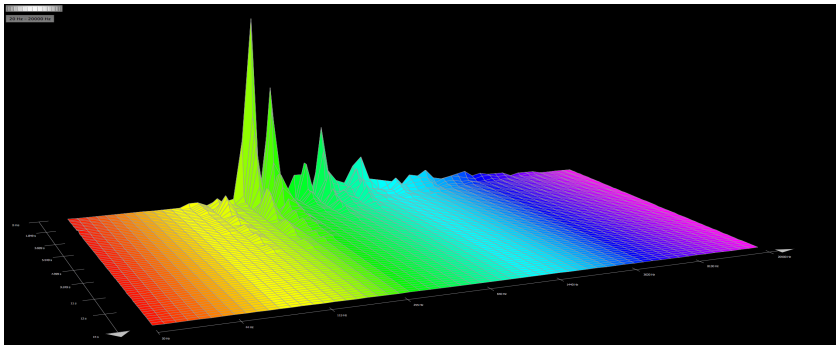
SM57 ile alınan kayıt analizinde tüm frekans bölgelerinde bazı yükseklikler gözlemlenmiş ve bu mikrofonun diğerlerine oranla detayları abartılı olarak aktardığı belirlenmiştir. Low bölgede 200 Hz frekansın,low mid bölgede 250 ile 450 Hz frekans aralığının, high mid bölgede, 1 kHz ve 2,5 kHz civarındaki frekansların diğer mikrofonlara oranla daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bununla beraber en yüksek low mid genliği SM57 ile ölçülmekte, benzer biçimde high mid bölgede bazı frekansların genliklerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. High bölgede ise mikrofonun karakteristik özelliği olan 5 kHz civarında yükselme eğilimi gözlemlenmiştir.

4.1.7. İkinci Pozisyon - Divan Sazı

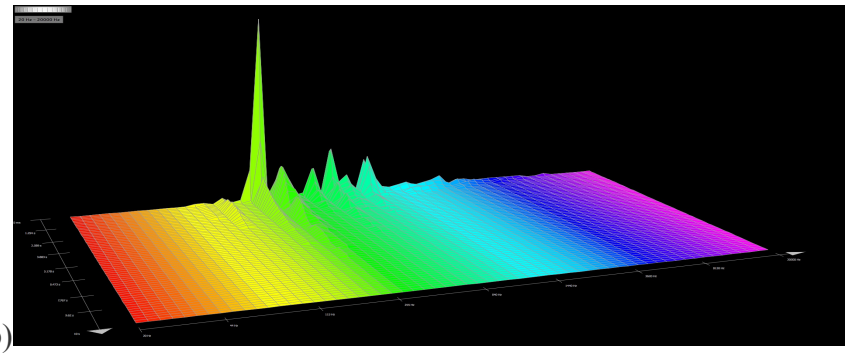
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar divan sazının ön kapak orta bölgesinden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleri Şekil 4-18 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-17 Divan Sazı'nın İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

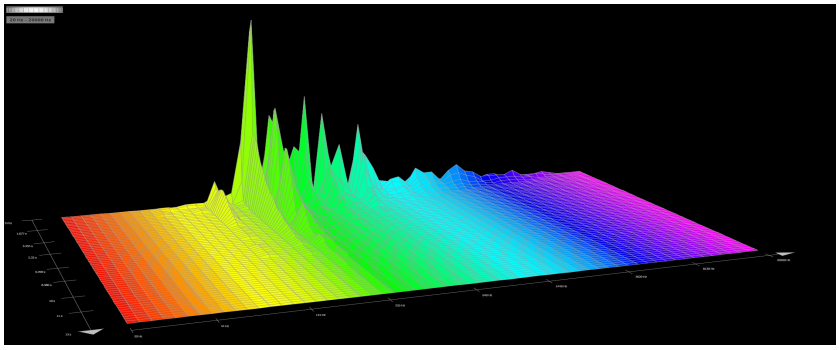
(a)



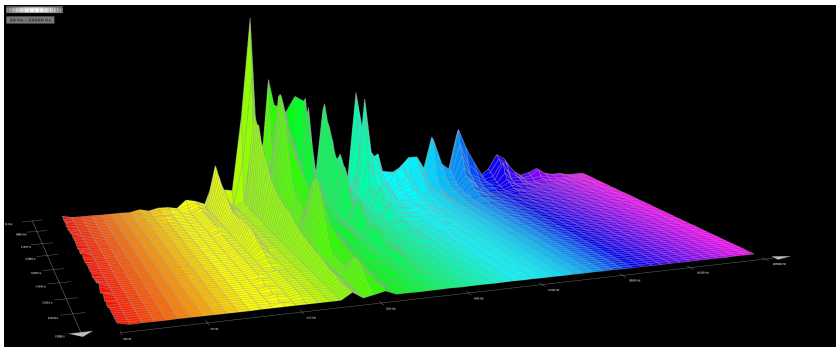
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-18 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ve AKG C414 ile alınan kayıtlarda benzerlikler görülmüştür. Ancak Neumann U87 nin Low mid frekans bölgesinde C414 e göre daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda Low frekans bölgesinde seviye artışı gözlemlenmektedir. 250 Hz. Civarındaki frekanslarda daha fazla duyarlılık sözkonusudur ve bununla beraber high mid ve high frekans alanlarında kademeli bir azalma söz konusudur.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low bölgenin 414 ile benzerlik gösterdiği, ancak low mid frekans bölgesinde 400 ve 600 Hz frekans bölgesi genliğinin nispeten daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. High bölgede yine genlik yükseklikleri görülmektedir.

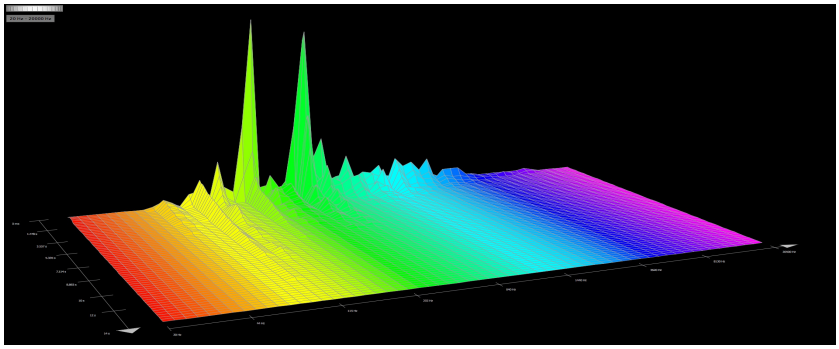
SM57 ile alınan kayıt analizinde tüm frekans bölgelerinde bazı yükseklikler gözlemlenmiş ve bu mikrofonun diğerlerine oranla detayları abartılı olarak aktardığı belirlenmiştir. Low bölgede 200 Hz frekansın,low mid bölgede 250, 400 ve 600 Hz frekans aralığının, high mid bölgede, 5 kHz civarındaki frekansların diğer mikrofonlara oranla daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Bununla beraber en yüksek low mid genliği SM57 ile ölçülmekte, benzer biçimde high mid bölgede bazı frekansların genliklerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. High bölgede ise mikrofonun karakteristik özelliği olan 5 kHz civarında yükselme eğilimi gözlemlenmiştir.

4.1.8. Üçüncü Pozisyon - Divan Sazı

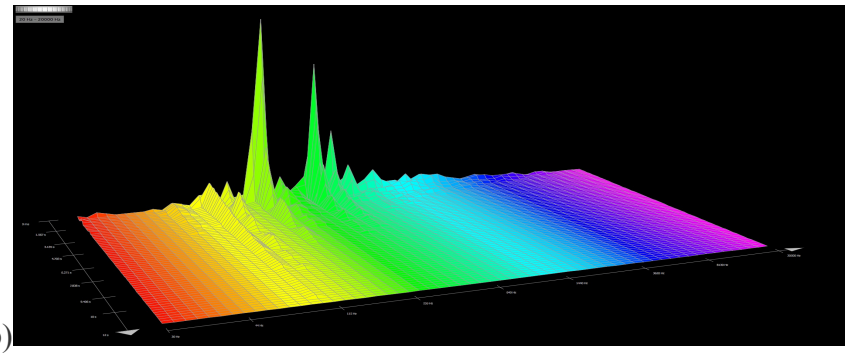
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar divan sazının alt eşik bölgesine yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleri Şekil 4-20 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-19 Divan Sazı Üçüncü Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

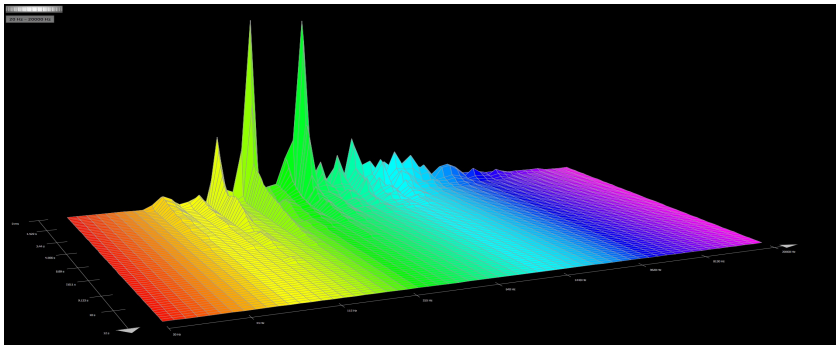
(a)



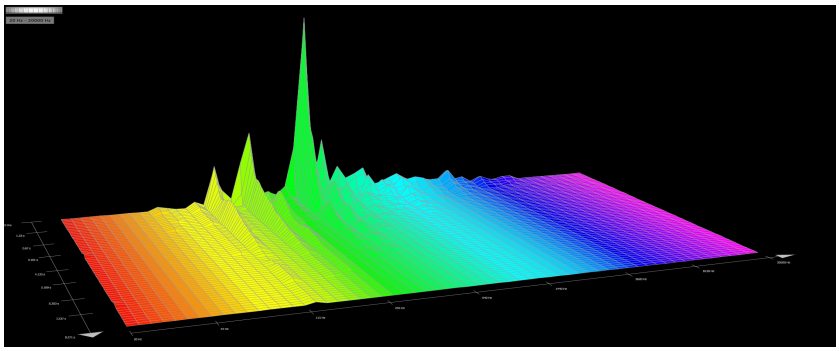
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-20 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 3. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ve AKG C414 ve AKG C391B ile alınan kayıtlarda benzerlikler görülmüştür. Bu üç mikrofon ile alınan kayıtların analizinde low frekans bölgesinde 150 Hz. ve low mid frekans bölgesinde 300 Hz civarında genlik yükselmesi gözlemlenmiştir. Neumann U87 bu pozisyonda 100 Hz altındaki frekanslarda varlık göstermiştir.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda Low frekans bölgesinde en yüksek genlik 150 Hz civarında tespit edilmiş, 250 Hz. ve 350 Hz. frekanslarında ise genlik yükselmesi görülmüştür.High mid ve high frekans alanlarında kademeli bir azalma söz konusudur.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low bölgenin U87 ve C414 ile benzerlik gösterdiği, ancak low frekans bölgesinde 100 Hz in ön plana çıktığı, low mid frekans bölgesinde 400 ve 600 Hz frekans bölgesi genliğinin nispeten daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

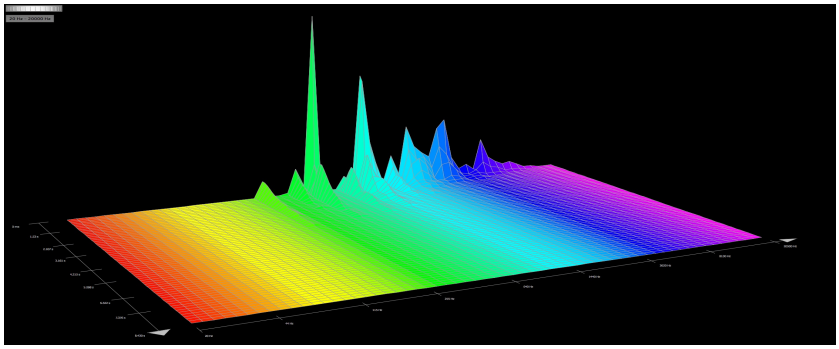
SM57 ile alınan kayıt analizinde low frekans bölgesinde 150 Hz frekansının yükseldiği ve low mid frekans bölgesinin 300 Hz ile tüm frekansların üzerine çıktığı görülmüştür.

4.1.9. Birinci Pozisyon - Cura

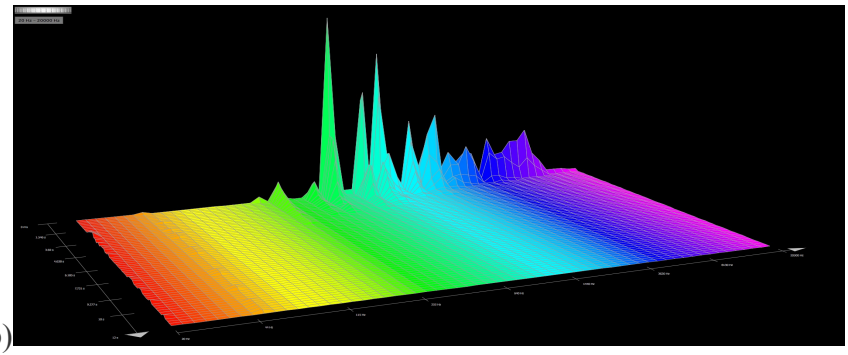
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar Cura'nın sapı ile gövdesinin birleştiği bölgeden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleri Şekil 4-16 – Divan Sazı'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri 'nde görülmektedir.

Şekil 4-21 Cura'nın Birinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

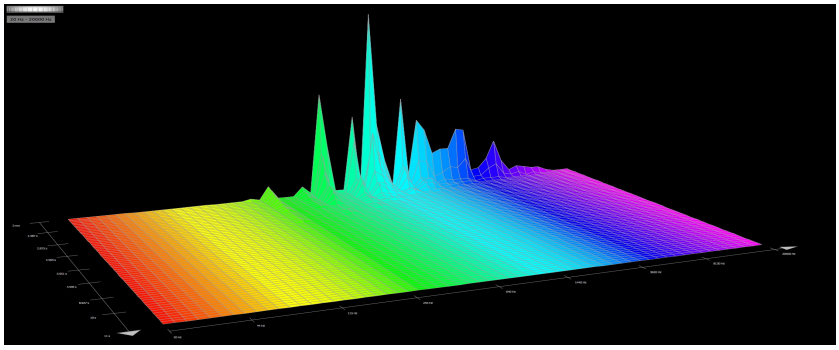
(a)



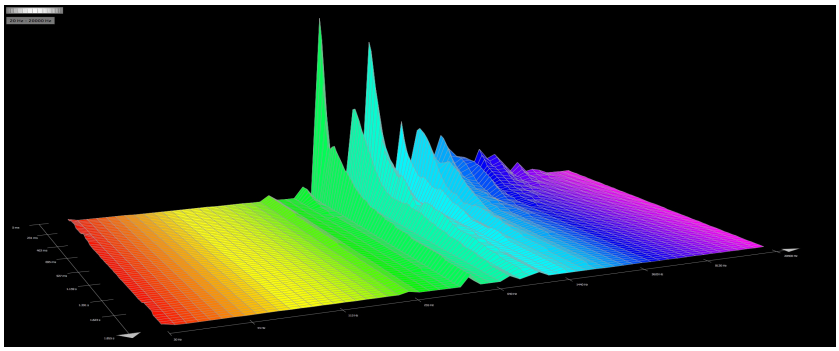
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-22 – Cura'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 1. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ve AKG C414 ve AKG C391B ile alınan kayıtlarda benzerlikler görülmüştür. Bu üç mikrofon ile alınan kayıtların analizinde low mid frekans bölgesinde 300 Hz. ve 650 Hz civarında genlik yükselmesi gözlemlenmiştir. Neumann U87 bu pozisyonda 300 Hz civarındaki frekansları diğer mikrofonlara oranla daha belirgin olarak göstermiştir.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda Low mid frekans bölgesinde en yüksek genlik 300 Hz civarında tespit edilmiş, 500 Hz. civarındaki frekanslarında ise genlik yükselmesi görülmüştür.High mid ve high frekans alanları U87 ile benzerlik içerisindedir.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low bölgenin U87 ve C414 ile benzerlik gösterdiği, ancak high mid ve high frekans bölgesind 1,5 kHz ve 2 kHz civarında artış gözlemlenmiştir.

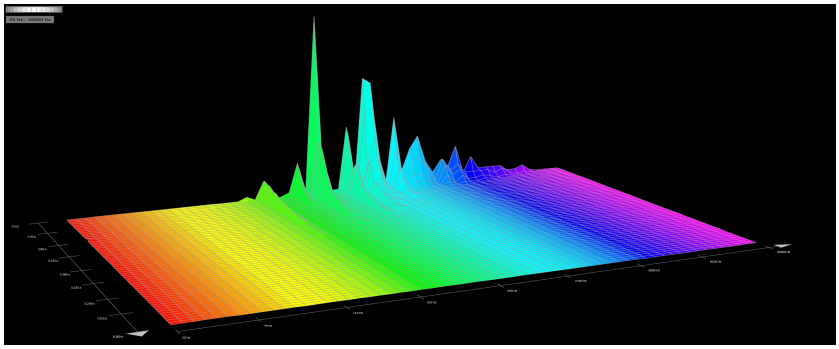
SM57 ile alınan kayıt analizinde low mid frekans bölgesinde 300 Hz frekansının yükseldiği ve yine low mid frekans bölgesininde 800 Hz civarının genliğinde yükseklik olduğu gözlemlenmiştir.High mid frekans bölgesi high frekans bölgesine doğru gittikçe azalan bir genliğe sahiptir.

4.1.10. İkinci Pozisyon - Cura

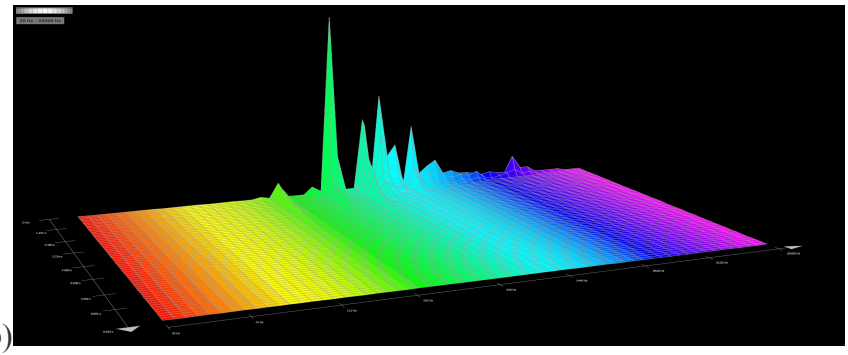
Neumann U87i, AKG C414, AKG C391B ve Shure SM57 marka ve model mikrofonlar Cura'nın ön kapak orta bölgesinden yaklaşık 20 cm uzaklıkta konumlandırılmıştır. Mikrofonların tümünde cardioid patern tercih edilmiştir. Herhangi bir filtreleme yapılmamıştır. Bu şekilde kaydedilen karar akorunun frekans analizleri Şekil 4-24 – Cura'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri'nde görülmektedir.

Şekil 4-23 Cura'nın İkinci Pozisyon Mikrofon Yerleşimi

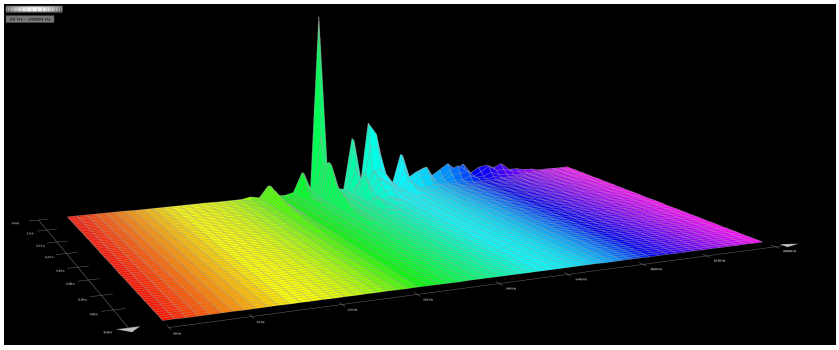
(a)



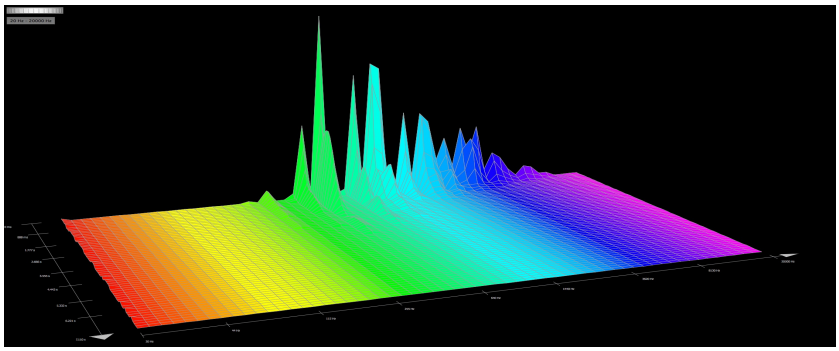
(b)



(c)



(d)



Şekil 4-24 – Cura'nın (a) Neumann U87i, (b) AKG C414, (c) AKG C391B, (d) Shure SM57 marka ve model mikrofonlar ile 2. pozisyondan kaydedilen karar akoru analiz grafikleri

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde;

Neumann U87i ve AKG C414 ve AKG C391B ile alınan kayıtlarda benzerlikler görülmüştür. Tüm mikrofonlarda 300 Hz. civarının en yüksek genliğe sahip frekans bölgesi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Neumann U87i low mid frekans bölgesinde 650 Hz. civarında yüksek genlik göstermiştir.

AKG C414 ile alınan kayıtlarda diğer mikrofonlarda olduğu gibi Low mid frekans bölgesinde en yüksek genliğin 300 Hz. civarında olduğu gözlemlenmiştir. 500 Hz. ve 750 Hz. civarındaki frekanslarda ise genlik yükselmesi görülmüştür.High mid ve high frekans alanları U87i ile benzerlik içerisindedir.

AKG C391B ile alınan kayıtların analizinde Low mid bölgenin U87 ve C414 ile benzerlik gösterdiği, ancak 400 Hz civarında tepkisiz olduğu gözlemlenmiştir. High mid ve high frekans bölgesibelirli bir eğimle genlik azalması göstermektedir.

SM57 ile alınan kayıt analizinde tüm diğer mikrofonlarda olduğu gibi en yüksek genliğin low mid frekans bölgesinde 300 Hz civarında olduğu gözlemlenmiştir. SM57 mikrofon ile alınan kayıtların diğer mikrofonlar ile alınan akyıtların aksine high mid ve high frekans bölgelerinde sinyal genliğinde artışlar içerdiği gözlemlenmiştir.

4.2. Dinleyici testi

Çalışmanın bu bölümünde, oluşturulan kayıtların farklı dinleyici grupları tarafından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dinleyici grupları ; her grupta 25 kişi olacak şekilde bağlama icracısı, ses mühendisi-kayıt teknisyeni, müzik öğrencileri ve diğer meslek gruplarından oluşmaktadır.

TRT ve Devlet Korolarında çalışan saz sanatçıları ile, müzik bölümleri bağlama anadal eğitimi son sınıf öğrencileri bağlama icracıları grubunu,

Profesyonel stüdyolarda serbest çalışan kayıt teknisyenleri ve tonmaisterler ile müzik teknolojisi bölümü mezunları ve son sınıf öğrencileri ses mühendisi-kayıt teknisyeni grubunu,

Müzik öğretmenliği, müzik bilimleri bölümlerindeki son sınıf öğrencileri müzik öğrencileri grubunu,

Farklı meslek gruplarından kişiler ise diğer grubunu oluşturmuşlardır.

Gruplara kayıtlar ile ilgili bir açıklama yapılmamış sadece dinleme neticesine zihinlerindeki bağlama sesine göre form üzerinde uygun gördükleri alanı işaretlemeleri istenmiştir.

Farklı mikrofonlar ve pozisyonlarda oluşturulan toplam 32 kayıt dinleyiciler tarafından DOĞAL – YAPAY – SERT – YUMUŞAK şeklinde form üzerinde işaretlenmiştir.

Toplam 100 kişinin katılımı ile oluşturulan test sonuçlarıbilgisayar ortamında analiz edilmiş, elde edilen veriler tablo haline getirilmiştir.

Doğal ve yumuşak tanımlamaları iyi sonuçlar olarak kabul edilmiştir.

Tablo 8 Bağlama 1.Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Bağlama 1.Pozisyon AKG C391B	21,0	62,0	6,0	11,0
Bağlama 1.Pozisyon Shure SM57	34,0	41,0	6,0	19,0
Bağlama 1.Pozisyon Neumann U87i	20,0	15,0	64,0	1,0
Bağlama 1.Pozisyon AKG C414ULS	20,0	25,0	5,0	50,0

1.Pozisyon bağlama kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 34 ile Shure SM57 ile alınmış, en yapay sonuç ise %62 ile AKG C391B ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %64 ile Neumann U87i, en yumuşak kayıt ise %50 ile AKG C414ULS kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 9 Bağlama 2. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Bağlama 2.Pozisyon AKG C391B	13,0	31,0	51,0	5,0
Bağlama 2.Pozisyon Shure SM57	32,0	30,0	9,0	29,0
Bağlama 2.Pozisyon Neumann U87i	34,0	16,0	6,0	44,0
Bağlama 2.Pozisyon AKG C414ULS	8,0	15,0	75,0	2,0

2.Pozisyon bağlama kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 34 ile Neumann U87i ile alınmış, en yapay sonuç ise %31 ile AKG C391B ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %75 ile AKG C414ULS, en yumuşak kayıt ise %50 ile Neumann U87i kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 10 Bağlama 3. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Bağlama 3.Pozisyon AKG C391B	52	10	36	2
Bağlama 3.Pozisyon Shure SM57	32	38	10	20
Bağlama 3.Pozisyon Neumann U87i	19	27	46	8
Bağlama 3.Pozisyon AKG C414ULS	30	20	1	49

3.Pozisyon bağlama kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 52 ile AKG C391B ile alınmış, en yapay sonuç ise %38 ile Shure SM57 ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %46 ile Neumann U87i, en yumuşak kayıt ise %50 ile AKG C414ULSkaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 11 Divan Sazı 1. Pozisyon Dinleyici Testi Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Divan Sazı 1. Pozisyon AKG C391B	13	42	44	1
Divan Sazı 1. Pozisyon Neumann U87i	17	27	5	51
Divan Sazı 1. Pozisyon Shure SM57	15	40	7	38
Divan Sazı 1. Pozisyon AKG C414ULS	16	16	63	5

1.Pozisyon divan sazı kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 17 ile Neumann U87i ile alınmış, en yapay sonuç ise %42 ile AKG C391B ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %63 ile AKG C414ULS, en yumuşak kayıt ise %51 ile Neumann U87i kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 12 Divan Sazı 2. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Divan Sazı 2. Pozisyon AKG C391B	18	31	47	4
Divan Sazı 2. Pozisyon Neumann U87i	27	22	14	37
Divan Sazı 2. Pozisyon Shure SM57	13	40	6	41
Divan Sazı 2. Pozisyon AKG C414ULS	29	19	44	8

2.Pozisyon divan sazı kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 29 ile AKG C414ULS ile alınmış, en yapay sonuç ise %40 ile Shure SM57 ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %47 ile AKG C391B, en yumuşak kayıt ise %41 ile Shure SM57 kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 13 Divan Sazı 3. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Divan Sazı 3. Pozisyon AKG C391B	25	27	43	5
Divan Sazı 3. Pozisyon Neumann U87i	28	26	7	39
Divan Sazı 3. Pozisyon Shure SM57	14	37	35	14
Divan Sazı 3. Pozisyon AKG C414ULS	11	30	5	54

3.Pozisyon divan sazı kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 28 ile Neumann U87i ile alınmış, en yapay sonuç ise %37 ile Shure SM57 ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %43 ile AKG C391B, en yumuşak kayıt ise %39 ile Neumann U87i kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 14 Cura 1.Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Cura 1. Pozisyon AKG C391B	24	39	14	23
Cura 1. Pozisyon Neumann U87i	28	19	47	6
Cura 1. Pozisyon Shure SM57	19	31	8	42
Cura 1. Pozisyon AKG C414ULS	56	17	16	11

1.Pozisyon cura kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 56 ile AKG C414ULS ile alınmış, en yapay sonuç ise %39 ile AKG C391Bile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %47 ile Neumann U87i, en yumuşak kayıt ise %42 ile Shure SM57kaydı olarak tespit edilmiştir.

Tablo 15 Cura 2. Pozisyon Dinleyici Test Sonuçları

KAYIT	Doğal %	Yapay %	Sert %	Yumuşak %
Cura 2. Pozisyon AKG C391B	52	23	9	16
Cura 2. Pozisyon Neumann U87i	44	17	11	28
Cura 2. Pozisyon Shure SM57	28	21	8	43
Cura 2. Pozisyon AKG C414ULS	23	34	8	35

2.Pozisyon cura kayıtları dinleyici testi sonuçlarına göre en doğal sonuç % 52 ile AKG C391B ile alınmış, en yapay sonuç ise %34 ile AKG C414ULS ile alınan kayıtta elde edilmiştir.

En sert kayıt %11 ile Neumann U87i, en yumuşak kayıt ise %43 ile Shure SM57 kaydı olarak tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇLAR

Ses kaydının kalite ve doğallık faktörlerini belirleyen en önemli unsur kullanılan mikrofonlar ve bu mikrofonların çalgıya göre yerleşimidir.

Divan sazında büyük diyaframlı condenser mikrofonların çalgının frekans aralığını iyi algıladığı, ancak 3.pozisyon kayıtlarında sert sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Cura için tüm mikrofonlarda yaklaşık sonuçlar elde edilmiştir.

Bağlamada ise 2.pozisyonda büyük diyaframlı mikrofonların çalgının doğal sesini daha iyi temsil ettiği ortaya çıkmıştır.

Bağlama ailesi çalgılarının kayıtlarında büyük diyaframlı condenser mikrofonlar kullanmanın faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Mikrofon yerleşimi için en uygun bölgenin, çalışmada 2.pozisyon olarak isimlendirilen çalgının gövde orta bölgesi olduğu sonucuna varılmıştır.

ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan çalgıların üretildiği ağaçlar (ardıç ve dut) dışında farklı ağaçlardan yapılan çalgıların farklı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Bu sebeple bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı ağaçlardan yapılan çalgıların tercih edilmesi yeni sonuçlara ulaşılmasını mümkün kılabilir.

Bu tez için yapılan kayıtların ve analizlerin, çalgının kayıt içerisindeki işlevi düşünülerek, eşlik veya solo çalgı olması durumuna göre tekrarı farklı sonuçlar verebilir.

Bağlama ailesi çalgılarının kayıtlarında büyük diyaframlı mikrofonların 2.pozisyon olarak adlandırılan gövde orta bölgesinden kullanılması kayıtların doğallığı açısından fayda sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Cnntürk. (2008, 3 28). *Cnnturk*. (Cnnturk, Düzenleyen) Şubat 5, 2011 tarihinde Cnnturk web sitesi: http://www.cnnturk.com/2008/ yasam/diger/ 03/28/ dunyanin.en.eski.ses.kaydi.bulundu/442466.0/index.html adresinden alındı

Durmaz, S. (2009). *Müzik Teknolojisi ve Audio Terimleri Sözlüğü.* İstanbul: Cinius yayınları.

Eden, A. (2007, Kasım 20). Ses Teknolojisi Temelleri. Sivas, Türkiye.

Fishbane, P. M., T. Thornton, ,. S., & Gasiorowicz, S. (2006). *Temel Fizik Cilt 1- Cilt 2.* Ankara: Arkadaş Yayınevi.

Huber, D. M., & Runstein, R. E. (2005). *Modern Recording Techniques.* Burlington, USA: Focal Press.

Huber, D. M., & Williams, P. (1999). *Professional Microphone Techniques.* Georgia, USA: ArtistPro.

Kalan Müzik. (2010, Ocak 5). *Kalan Müzik.* Mart 6, 2010 tarihinde Kalan Müzik: http://www.kalan.com/scripts/Dergi/Dergi.asp?t=3&yid=4524 adresinden alındı

Kurt, İ. (1989). *Bağlamada Düzen ve Pozisyon* (Cilt 1). İstanbul: Pan Yayıncılık.

MEGEP. (2007, Ocak 1). Elektrik Elektronik Teknolojisi Seslendirme Sistemi Kurulumu. *Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi* . Ankara, Türkiye.

Midisyen. (2007, Şubat 22). *midisyen's weblog*. Ağustos 24, 2010 tarihinde midisyen' weblog: http://midisyen.wordpress.com/tag/sampler/ adresinden alındı

ORL-D İşitme Cihazları. (2009, 02 14). *http://www.saglikcilarrehberi.com*. 05 21, 2010 tarihinde http://www.saglikcilarrehberi.com: adresinden alındı

Önen, U. (2007). *Ses kayıt ve Müzik Teknolojileri.* İstanbul: Çitlembik Yayınları.

Pamir, S. (2009, Nisan). Mikrofon Fazı Üzerine. *SOUND* , 42.

Rumsey, F., & Cormick, T. M. (2006). *Sound and Recording an Introduction.* Oxford, UK: Focal Press Elsevier.

silisyum.net. (2008, Ağustos 20). *Silisyum.net*. Şubat 16, 2011 tarihinde Silisyum.net: http://www.silisyum.met adresinden alındı

Sözen, M. (2003). *Sinemada Ses Kullanımı.* Ankara: Detay Yayıncılık.

Talbot-Smith, M. (2002). *Sound Engineering Explained - Second Edition.* Oxford: Focal Press.

Vikipedi. (2011, Nisan 08). *Vikipedi*. Mayıs 18, 2011 tarihinde Vikipedi Özgür Ansiklopedi: http://tr.wikipedia.org/wiki/Desibel adresinden alındı

Zeren, A. (2003). *Müzik Fiziği.* İstanbul: Pan Yayıncılık.

EKLER
EK 1 DİNLEYİCİ TESTİ

"Geleneksel Çalgılarımızdan Bağlamanın Dijital Kayıt Ortamlarına Aktarılmasında Uygulanan Yöntem ve Tekniklerin İncelenmesi" Başlıklı Araştırmaya Yönelik		
Dinleyici Testi		
Mesleğiniz:	( ) Bağlama İcracısı	( ) Ses Mühendisi-Teknisyeni
	( ) Müzik Öğrencisi	( ) Diğer

Track No:	DOĞAL	YAPAY	SERT	YUMUŞAK
Track 01				
Track 02				
Track 03				
Track 04				
Track 05				
Track 06				
Track 07				
Track 08				
Track 09				
Track 10				
Track 11				
Track 12				
Track 13				
Track 14				
Track 15				
Track 16				
Track 17				
Track 18				
Track 19				
Track 20				
Track 21				
Track 22				
Track 23				
Track 24				
Track 25				
Track 26				
Track 27				
Track 28				
Track 29				
Track 30				
Track 31				
Track 32				

EK2 CD KAYIT LİSTESİ

Track No:	İçerdiği Kayıt
Track 01	Bağlama 3. Pozisyon AKG C391B
Track 02	Bağlama 3. Pozisyon AKG C414ULS
Track 03	Bağlama 3. Pozisyon Neumann U87i
Track 04	Bağlama 3. Pozisyon Shure SM57
Track 05	Bağlama 2. Pozisyon AKG C391B
Track 06	Bağlama 2. Pozisyon AKG C414ULS
Track 07	Bağlama 2. Pozisyon Shure SM57
Track 08	Bağlama 2. Pozisyon Neumann U87i
Track 09	Bağlama 1. Pozisyon AKG C391B
Track 10	Bağlama 1. Pozisyon AKG C414ULS
Track 11	Bağlama 1. Pozisyon Neumann U87i
Track 12	Bağlama 1. Pozisyon Shure SM57
Track 13	Divan Sazı 3. Pozisyon AKG C391B
Track 14	Divan Sazı 3. Pozisyon AKG C414ULS
Track 15	Divan Sazı 3. Pozisyon Neumann U87i
Track 16	Divan Sazı 3. Pozisyon Shure SM57
Track 18	Divan Sazı 2. Pozisyon AKG C414ULS
Track 19	Divan Sazı 2. Pozisyon Shure SM57

Track 20	Divan Sazı 2. Pozisyon Neumann U87i
Track 21	Divan Sazı 1. Pozisyon AKG C391B
Track 22	Divan Sazı 1. Pozisyon AKG C414ULS
Track 23	Divan Sazı 1. Pozisyon Shure SM57
Track 24	Divan Sazı 1. Pozisyon Neumann U87i
Track 25	Cura 2. Pozisyon AKG C414ULS
Track 26	Cura 2. Pozisyon Neumann U87i
Track 27	Cura 2. Pozisyon AKG C391B
Track 28	Cura 2. Pozisyon Shure SM57
Track 29	Cura 1. Pozisyon AKG C391B
Track 30	Cura 1. Pozisyon AKG C414ULS
Track 31	Cura 1. Pozisyon Shure SM57
Track 32	Cura 1. Pozisyon Neumann U87i

EK3 CD

Yapılan kayıtların bulunduğu ses CD’si