

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
MÜZİK TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI
Yüksek Lisans Tezi

**STÜDYO KAYIT SİSTEMLERİNDE SES KARTI SEÇİMİNDE ETKEN OLAN
KALİTE FAKTÖRLERİ: SES KARTLARININ GİRİŞ ÇIKIŞ KATLARININ
KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

Hazırlayan
Can PAŞA

Danışman
Doç. Dr. Suat VERGİLİ

İZMİR / 2021

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Stüdyo Kayıt Sistemlerinde Ses Kartı Seçiminde Etken Olan Kalite Faktörleri: Ses Kartlarının Giriş Çıkış Katlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Tarih

..../..../....

Can PAŞA

İmza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün / / Tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği' nin maddesine göre, Müzik Teknolojisi Bilim Dalı öğrencisi Can Paşa'nın "Stüdyo Kayıt Sistemlerinde Ses Kartı Seçiminde Etken Olan Kalite Faktörleri: Ses Kartlarının Giriş Çıkış Katlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi" konulu tezi incelenmiş ve aday / / tarihinde, saat 'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır. Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan bilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin olduğuna oy ile karar verilmiştir.

BAŞKAN**ÜYE****ÜYE**

ÖZET

Dijital teknolojinin, bununla beraber ses kayıt teknolojisinin gelişimiyle bilgisayar tabanlı ses kayıt sistemleri oldukça yaygınlaşmıştır. Bilgisayar tabanlı ses kayıt sistemlerinin yaygınlaşması ile dijital kayıt cihazlarının kullanımının yaygınlaşması da kaçınılmaz hale gelmiş olup bu cihazların başını da ses arabirimleri çekmektedir. Günümüzde ses arabirimleri, harici ve dahili olmak üzere onlarca marka ve model ile karşımıza çıkmakla beraber özellikle profesyonel ve yarı profesyonel kullanıcılar tarafından bu arabirimlerin birbirlerinden farklı -teknik veya çevresel- tercih faktörleri ortaya çıkmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı müzik teknolojisi profesyonelleri tarafından kullanılan ses arabirimlerinin tercih faktörleri ve bu faktörlerin önem sırasını belirlemek ve arabirimlerin teknik yetilerini ölçüp tercih faktörleri ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırmaktır.

Bu kapsamda öncelikli olarak belirlenen ses arabirimlerinin belirlenen ölçüm yazılımı aracılığı ile giriş çıkış katlarının teknik yetileri ölçülmüş olup, tercih faktörlerinin önem sırasını belirlemek adına müzik teknolojisi profesyonellerine yönelik anket çalışması yapılmıştır. Son olarak da belirlenen ses arabirimlerinin giriş ve çıkış katları üzerlerinden ses örnekleri alınarak dinleme testi uygulanmıştır.

ABSTRACT

With the development of digital and audio recording technology, computer-based audio recording systems have become quite widespread. With computer-based audio recording systems becoming more widespread, the use of digital recorders also has become inevitably widespread, notably the audio interfaces. Today, there are dozens of brands and models of audio interfaces, external and internal. Especially for professional and semi-professional users, different - technical or environmental - preference factors have emerged for these interfaces.

The aim of this study is to determine the preference factors of the audio interfaces used by music technology professionals and the order of importance of these factors and to measure the technical capabilities of the interfaces and compare the measurement results with the preference factors.

In this context, firstly the technical capabilities of the input and output were measured through the specified measurement software of the determined audio interfaces and a survey was conducted for music technology professionals in order to determine the order of importance of the preference factors. Lastly, the listening test was performed by taking sound samples from the input and output of the specified audio interfaces.

ÖNSÖZ

Profesyonel kullanım amaçlı üretilen ses arabirimlerinin giriş ve çıkış katlarının teknik yetilerinin karşılaştırılması ve bu arabirimler üzerinden ses örnekleri dinletilip teknik ve duysal test sonuçlarının karşılaştırılması üzerine yapılan bu çalışmada başından sonuna kadar gerek aktardığı bilgi birikim gerek büyük bir sabırla ihtiyacım olan her anda yanımda olan değerli hocam Doç. Dr. Suat VERGİLİ'ye göstermiş olduğu ilgi ve özverisi için teşekkür ederim. Çalışmamın devamında benden desteğini ve birikimini esirgemeyen İnönü Üniversitesi Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KURTULUŞ hocama teşekkürlerimi sunuyorum. Lisans ve Lisansüstü eğitim sürecinde çalışma ve bilgilerinden faydalanma fırsatı bulduğum fakülte ve enstitü hocalarım Prof. Dr. Feridun ÖZİŞ'e, Prof. Dr. Cihan IŞIKHAN'a, Dr. Öğr. Üyesi Serhat DURMAZ'a ve Öğr. Gör. Alp VAROL'e tüm eğitim hayatım boyunca bana kattıklarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmamda bana manevi destek olan çalışma arkadaşlarım Onur DİNÇ'e, Mehmet Can KULEYİN'e, Uğur BEGO'ya, Murat KARAOSMANLAR'a, Aydın Efe BEZİRCİLİOĞLU'na ve Kerem BEKAT'a ayrıca çalışmamın ölçüm aşamalarında ekipman desteklerini sunan tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR	xiv
GİRİŞ	1

BÖLÜM I

SES SİNYALİ İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Sinyal Nedir?.....	6
1.2. Analog Ses Sinyali	6
1.2.1. Voltaj	8
1.2.2. Sinüs Dalgası	8
1.3. Dijital Ses Sinyali.....	9
1.3.1. Örnekleme Teoremi (Sampling Theorem).....	10
1.3.2. Anti–Aliasing Filtre	11
1.3.3. Binary	11

BÖLÜM II

SES ARABİRİMLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE SES ARABİRİM BİLEŞENLERİ

2.1. Ses Arabirimleri (Audio Interfaces).....	14
2.1.1. Dahili Ses Arabirimleri (PCI/Internal Audio Interfaces).....	14
2.1.2. Harici Ses Arabirimleri (External Audio Interfaces).....	15

2.2. Ses Arabirimleri Üzerinde Bulunan Veri Aktarım Protokolleri	15
2.2.1. USB (Universal Serial Bus).....	15
2.2.2. FireWire.....	16
2.2.3. Thunderbolt.....	16
2.3. Ses Arabirim Bileşenleri	17
2.3.1. Mikrofon Ön Yükselteçleri (Microphone Preamplifiers).....	17
2.3.2. Analog/Dijital Çevirici (A/D Converter).....	19
2.3.3. Dijital/Analog Çevirici (D/A Converter).....	20

BÖLÜM III

ÖLÇÜM YÖNTEMİ, AŞAMALARI VE ANALİZLER

3.1. Ses Arabirimleri Giriş – Çıkış Katı Ölçümlerinde Kullanılan Yazılım, Test Modları ve Ölçüm Parametreleri.....	23
3.1.1. RightMark Audio Analyzer Ölçüm Yazılımı	23
3.1.2. Test Modları.....	24
3.1.2.1. Ses Arabirimi Çıkış Katı (Output/Playback) Testi	24
3.1.2.2. Ses Arabirimi Giriş Katı (Input/Recording) Testi	24
3.1.2.3. Tümüleşik (Complete/Recording & Playback) Ses Arabirimi Testi	25
3.1.3. Ölçüm Parametreleri.....	25
3.1.3.1. Frekans Cevabı (Frequency Response)	26
3.1.3.2. Toplam Harmonik Bozulma (Total Harmonic Distortion).....	26
3.1.3.3. Dinamik Aralık (Dynamic Range)	27
3.1.3.4. Stereo Crosstalk.....	27
3.1.3.5. Gürültü Seviyesi (Noise Level)	27
3.2. Ses Arabirimleri Giriş – Çıkış Katı Ölçümlerinde Gerçekleştirilen Ölçüm Aşamaları ve Analizleri	28
3.2.1. Referans Ses Arabiriminin Kalibrasyon Ölçümü ve Analizi.....	28
3.2.2. Ses Arabirimlerinin Giriş Katı Ölçümleri ve Analizleri.....	33
3.2.2.1. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçümü	33
3.2.2.2. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçümü.....	36
3.2.2.3. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçümü.....	40

3.2.2.4. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçümü	44
3.2.2.5. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçümü.....	48
3.2.3. Ses Arabirimlerinin Çıkış Katı Ölçümleri ve Analizleri	51
3.2.3.1. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçümü.....	51
3.2.3.2. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçümü	56
3.2.3.3. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçümü	60
3.2.3.4. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçümü.....	64
3.2.3.5. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçümü	67

BÖLÜM IV

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

4.1. Anket Araştırması Sonuçları.....	73
4.2. Dinleme Test Araştırması Sonuçları.....	74
4.3. Sonuçların Değerlendirilmesi	79
4.3.1. Anket Sonuçlarının RMAA Yazılımı ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi	79
4.3.2. Dinleme Testi Sonuçlarının RMAA Yazılımı ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi	80
4.4. Yorumlar ve Tartışmalar.....	85
4.5. Sonuç.....	91
KAYNAKÇA	95

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Analog Sinyal Sinüzoidal Dalga Temsili

Şekil 2. Sinüs Dalgası

Şekil 3. Dijital Sinyal Görsel Temsili

Şekil 4. Anti Aliasing Filtre

Şekil 5. Byte örneği

Şekil 6. Dahili Ses Arabirimi

Şekil 7. Harici Ses Arabirimleri

Şekil 8. Universal Serial Bus (USB) Konnektör

Şekil 9. FireWire Konnektör

Şekil 10. Thunderbolt Konnektör

Şekil 11. Triod Vakum Tüp Şeması

Şekil 12. Vakum Tüplü Önyükselteç

Şekil 13. Transistörlü Önyükselteç

Şekil 14. Analog/Dijital Çevrim

Şekil 15. Dijital/Analog Çevrim

Şekil 16. Ses Arabirimi Çıkış Katı Ölçüm Şeması

Şekil 17. Ses Arabirimi Giriş Katı Ölçüm Şeması

Şekil 18. Ses Arabirimi Loopback Ölçüm Şeması

Şekil 19. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Kablolama

Şekil 20. RMAA Loopback (Playback/Recording) Ölçüm Sekmesi

Şekil 21. RMAA Seviye Kalibrasyon Ekranı

Şekil 22. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Raporu

Şekil 23. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Frekans Cevabı Grafiği

Şekil 24. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm THD Grafiği

Şekil 25. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Şekil 26. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Şekil 27. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Kablolama

Şekil 28. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Raporu

Şekil 29. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

- Şekil 30. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 31. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 32. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 33. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 34. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 35. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 36. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 37. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 38. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 39. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 40. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 41. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 42. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 43. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 44. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 45. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 46. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 47. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 48. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 49. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 50. Ses Arabirim D Giriş Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 51. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 52. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 53. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 54. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 55. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 56. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 57. RMAA WAV Oluşturma ve Analiz Etme Sekmesi
- Şekil 58. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 59. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 60. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

- Şekil 61. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 62. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 63. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 64. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 65. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 66. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 67. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 68. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 69. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 70. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 71. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 72. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 73. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 74. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 75. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 76. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 77. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 78. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevabı Grafiği
- Şekil 79. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 80. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 81. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 82. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Kablolama
- Şekil 83. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Raporu
- Şekil 84. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği
- Şekil 85. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği
- Şekil 86. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği
- Şekil 87. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği
- Şekil 88. Rock Türü Örneği Frekans Spektrum Görüntüsü
- Şekil 89. Caz Türü Örneği Frekans Spektrum Görüntüsü
- Şekil 90. R&B/Hiphop Türü Örneği Frekans Spektrum Örneği

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. AES 17 (2020) Standartı Önerilen Birimler Grafiği

Tablo 2. Ses Arabirimleri Giriş Katı Ölçüm Tablosu

Tablo 3. Ses Arabirimleri Çıkış Katı Ölçüm Tablosu RMAA Notları

Tablo 4. Anket Araştırma Genel Tablo

Tablo 5. Lil Zey (RnB/Hip-Hop) Çıkış Katı Puanlaması

Tablo 6. Bill Evans (Jazz) Çıkış Katı Puanlaması

Tablo 7. Pearl Jam (Rock) Çıkış Katı Puanlaması

Tablo 8. Lil Zey (RnB/Hip-Hop) Giriş Katı Puanlaması

Tablo 9. Bill Evans (Jazz) Giriş Katı Puanlaması

Tablo 10. Pearl Jam (Rock) Giriş Katı Puanlaması

Tablo 11. Çıkış Katı Genel Puanlama

Tablo 12. Giriş Katı Genel Puanlama

Tablo 13. Dinleme Testi Giriş Katı Genel Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 14. Dinleme Testi Çıkış Katı Genel Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 15. Dinleme Testi Giriş Katı Rock Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 16. Dinleme Testi Çıkış Katı Rock Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 17. Dinleme Testi Giriş Katı Caz Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 18. Dinleme Testi Çıkış Katı Caz Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 19. Dinleme Testi Giriş Katı R&B/Hiphop Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Tablo 20. Dinleme Testi Çıkış Katı R&B/Hiphop Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

KISALTMALAR

A/D – Analog/Digital

D/A – Digital/Analog

TRS – Tip/Ring/Sleeve

S/PDIF – Sony/Philips Digital Interface

ADAT – Alesis Digital Audio Tape

MIDI – Musical Instrument Digital Interface

I/O – Input/Output

mV - miliVolt

V - Volt

dB - Desibel

dBu – Desibel Unit

RMAA – Rightmark Audio Analyzer

AES – Audio Engineering Society

dBFS – Desibel Full Scale

Hz - Herz

kHz - KiloHerz

SPL – Sound Pressure Level

THD – Total Harmonic Distortion



GİRİŞ

Ses oluşumu itibari ile düzenli titreşimlerin algı üzerindeki etkisini kimlendirir. Bu süreçte frekans, genlik, periyod gibi fiziksel nicelikleri ile birlikte perde, gürlük gibi psikoakustik niceliklerden oluşan sonik bir evrendir. Ses oluşumu itibari ile insan doğasının her eyleminde ona eşlik eder. Ses kimi zaman dini ritüellerin bir parçası olmuş kimi zamanda bu ritüellerin etkisini güçlendirmek için kullanılmıştır. Ses bir fenomen olarak sadece müzik endüstrisinin bir parçası değildir. Örneğin Hendy, Sesin Beşeri Tarihini anlattığı kitapta Utah Horshoe Kanyonu veya Arizona'daki Hieroglyph Kanyonun'da kaya sanatı avına çıkıldığında, resimlerin -insan figürleri, dağ koyunları veya geyikler- en fazla yoğunlaştığı yerlerin tam olarak yankının en güçlü olduğu veya seslerin en uzağa taşındığı noktada olduğunun fark edileceğini söylemiştir (Hendy, 2014). Aynı şekilde Gürültü Sanatı manifestosunun da yazarı Russolo'da ilkel halkların sesin kaynağının tanrısal bir kökeni olduğunu söyler. Yazar, bu iddiasını güçlendirmek için sesin, dinsel bir saygınlık konusu olduğunu ve ancak rahipler tarafından kullanıldığını rahiplerin de dinsel ritüelleri bu gizle zenginleştirdiklerini söyler (Russolo, Pratella, 2017: 117). Ses bu bağlamda zamanla birlikte müziğin ana ögesi olsa da bir fenomen olarak, kimi zaman sanat akımlarını cesaretlendirmiş kimi zaman da kavramsal sanatın yaratı alanını oluşturmuştur. Ses ekolojik endişelerin önemli bir paydası olmuş, yine bu bağlamda mimari-mekan odaklı tasarım ve enstalasyon gibi yeni yüzyıl sanat pratiklerinin medium'u olmayı başarmıştır.

Latin şair Ovidious'un masalında Echo'nun sesini dağlara kaydetmesi ya da Platon'un suyla çalışan çalgısının yanı sıra Keşiş Magnus'un insan sesi çıkartabilen makinasının yanında sesin kaydedilme süreci de yaklaşık olarak 19. Yüzyılın sonlarında başlamıştır (Işıkhani, 2013: 103). Fonografin icadı ile başlayan süreç sesin farklı medyalara kaydedilmesi ile günümüzde halen gelişimini sürdürmektedir. 1888 yılında motorlu fonografin icadı ile ses kayıt teknolojisinin gelişimi hız kazanmıştır. 20. Yüzyılın ilk çeyreğinde ise ilk *ribbon* (şerit) mikrofon üretilmiş olup aynı dönemde ribbon devresi ters çevrilmiş ve ilk ribbon hoparlör üretilmiştir. 1930 yılında *Blatterphone* adı verilen, halka açık konuşmaları ve şiirleri kaydetmek için kullanılan ve üzerinde 6mm çelik

makara bulunan kayıt cihazı icat edilmiştir. Bu süreci, 1935 yılında icat edilen ilk plastik temelli manyetik makara teybin icadı takip etmiştir. İcat edilen bu makara teyp ile 1936 yılında Londra Filarmoni Orkestrası kaydedilmiştir. 1946 yılında *Wire Recorder* adı verilen kayıtçının icadıyla ev kayıtlarının temelleri atılmıştır. 20. Yüzyılın son çeyreğinde ise Sony, Mitsubishi ve Studer firmaları tarafından çok kanallı dijital kayıt cihazları piyasaya sürülmüştür. Bu süreci Apple tarafından ilk Macintosh bilgisayarın piyasaya sürülmesi takip etmiştir. Bu bilgisayar, temel edit (düzeltme) ve playback (oyunatma) işlemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1991 yılında ADAT adı verilen dijital kayıtçılar piyasaya girmiştir. Bu dönemden itibaren insanların ses kayıt cihazlarına ulaşımı daha kolay hale gelmiştir.

Geçmişte, kişinin kendi müziğini nihai bir ürüne dönüştürme süreci özel ekipman ve profesyonel olarak yetenekli bir kadroyla donatılmış ticari bir kayıt stüdyosu gerektiriyordu. Büyük ölçekli entegre devrelerin girişi, seri üretim ve pazarlama–bilgi çağının en güçlü üç unsuru–ile sahneye başka bir seçenek daha geldi; müzisyenlerin, mühendislerin ve yapımcıların kendi stüdyolarına sahip olması. Bu süreçle beraber hemen hemen herkesin kişisel tesislerini inşa edebileceklerinin ve ustalaşmayı öğrenebileceklerinin farkına varıldı. Kısacası daha fazla gücü, sanatsal kontrolü ve bilgiyi doğrudan hayatın her kesiminden sanatçıların ve yaratıcı bireylerin eline veren bir teknoloji devriminin ortasında yaşıyoruz (Huber, Runstein 2014: 1)

Dijital teknolojinin gelişimiyle birlikte yaygınlaşan bilgisayar tabanlı kayıt sistemlerinin ayrılmaz birer parçası olan ses arabirimleri, günümüzde harici ve dahili olmak üzere onlarca çeşit ve birbirinden farklı veri aktarım protokolleri ile gerek büyük ticari stüdyolarda gerekse ev stüdyolarında yerlerini almıştır. Ön yükselteç (*preamplifier*), A/D ve D/A çevirici gibi komponentlerin tümü içerisinde entegre olarak bulunan ses arabirimleri, teknolojinin gelişimi, talep yoğunluğu ve pazar içerisinde rekabetin artması sonucunda tüketicinin karşısına birçok farklı marka ve modelle çıkmıştır.

Müzik teknolojisi sektörü içerisinde birbirinden farklı marka ve modelle bir pazara dönüşen ses arabirimleri, rekabetin yoğun olduğu her sektör içerisindeki ürünler

arasında olduğu gibi kıyaslanmaya/karşılaştırılmaya (*benchmarking*) başlamıştır. Kıyaslama/Karşılaştırma; aynı organizasyonda benzer operasyonlar gerçekleştiren bölümler arasında, aynı sektördeki rakip firmalar arasında veya farklı sektörde benzer süreçlere sahip firmalar arasında ürün, hizmet ve süreçlerin karşılaştırılması olarak tanımlanır (Bonicci, 2015).

Ses arabirimleri, kendi aralarında kıyaslama/karşılaştırma yapılırken temel olarak iki yöntem belirlenir. Birincisi, kendi aralarında eşdeğer parametreleri eşit koşullarda ölçüp raporlama, ikincisi ise A-B karşılaştırma (*A-B comparison*) adı verilen iki ürün arası geçiş testi. Bir parametre ayarını, bileşenini veya ses kalitesini karşılaştırmak için iki ses kaynağı veya ekipman arasında geçiş yapma işlemi. En iyi A-B karşılaştırmaları, dinleyicinin test sonuçlanıncaya kadar kaynakların kimliğini bilmediği 'kör testlerdir'. İki kaynağın anında değiştirilebilmesi sonuçlar açısından daha iyidir (Gallagher, 2009: 1).

Müzik teknolojisi profesyonellerinin ses arabirim tercihlerini belirleyen en etkili faktörler nelerdir? Bu tez çalışmasının amacı; farklı gruplardaki müzik teknolojisi profesyonellerinin ses arabirim tercih faktörlerini belirlemek, ardından tercih faktörleri ile ölçüm sonuçlarını karşılaştırmaktır. Belirlenen ses arabirimlerinin çeşitli parametreleri, (frekans cevabı, dinamik aralık, total harmonik bozulma, gürültü eşiği, stereo crosstalk) eşit koşullarda ölçülecek, ses arabirimi tercih faktörleri üzerinden müzik teknolojisi profesyonellerinin katılacağı anket çalışması yapılacak ve belirlenen dinleyicilerle ölçülen ses arabirimleri üzerinden dinleme testi yapılacaktır.

Müzik teknolojisi profesyonellerine yönelik yapılan anket çalışması sonucunda çalışmadaki ölçüm parametreleri ile ilgili olarak kullanılan ses arabirimlerinde frekans cevabı önemi 4. ve 5. seçenek cevapları ile %74,4 oranında önemli olarak cevaplanmıştır. Kullanılan arabirimlerde A/D dinamik aralığı 4. ve 5. seçenekler ile katılımcıların %79'u tarafından önemli olduğu belirtilmiş olup D/A dinamik aralığı 4. ve 5. seçenekler ile katılımcıların %76,7'si tarafından önemli olduğu belirtilmiştir. Kullanılan arabirimlerde toplam harmonik bozulma ise 4. ve 5. seçenekler ile katılımcıların %62,8'i tarafından önemli olduğu belirtilmiştir.

Bu ölçümler, anket sonuçları ve testler incelenerek ölçülen parametrelerle dinleme testleri arasındaki korelasyona bakılacaktır. Buradan hareketle çalışmanın evrenini ses arabirimleri, örneklemini ise müzik teknolojisi profesyonelleri oluşturmaktadır. Çalışmada deneysel model tercih edilmiştir. Kuramsal bilgilerin sağlanmasında kaynak tarama yönteminden faydalanılmıştır. Çalışma bu bakımdan müzik teknolojisi literatürüne katkı sağlayacağı varsayımından yola çıkarak Türkçe kaynak yetersizliğini gidereceği bakımından önem taşımaktadır.



1. BÖLÜM

SES SİNYALİ İLE İLGİLİ TEMEL KAVRAMLAR

1. Bölüm: Ses Sinyali ile İlgili Temel Kavramlar

1.1. Sinyal Nedir?

Bir mesajı iletmek için kullanılan, fiziksel bir fenomeni temsil eden ve gözlemlenebilen verilere *sinyal* denir. Duman, bir dizi bayrak, trafik ışığı, konuşma, görüntü ve sismik sinyaller örnek olarak gösterilebilir. Yunanlılar ve Romalılar, Hristiyanlık öncesi dönemde fenerler kullanmışlardır. İngiltere, 16.yy sonunda İspanyol donanmasının gelişini haber vermek için uzun fener zincirleri kullanmışlardır. Bu süre zarfında ise kelime sinyali bilgiye dönüştürülerek görme, işitme duyuları ile algılanabilir hale gelmiş olup günümüz sinyalizasyon sistemi, 1838'de Mors kodu icadı ile başlamış ve bu tarihten itibaren sürekli bir dizi gelişmeler devam etmiştir.

Elektronik alanında çalışmalar genişledikçe sinyal teriminin kullanımı bu alanda da yaygınlaşmış ve bir elektronik devre içerisindeki akım veya voltaj değişimlerinin ifade edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Güç kaynakları dışındaki tüm elektronik devrelerin tek amacı, bilgiyi sinyaller şeklinde işlemek, iletmek ve depolamaktır.

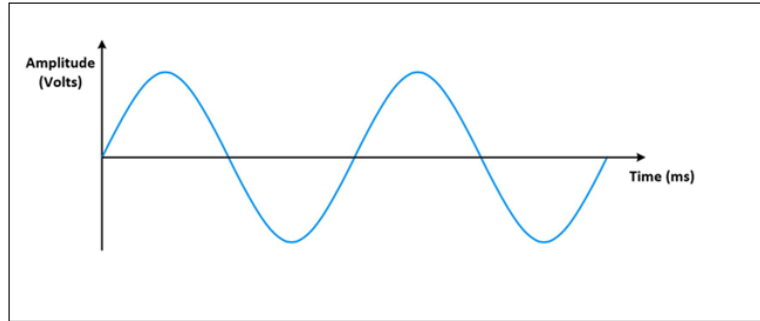
Doğadaki sinyaller, bazı istisnaları bulunmakla beraber genelde sürekli zaman sinyalleridir. Sürekli zaman sinyalleri, başlangıçtan bitişe kadar her an tanımlanır. Uzak bir galaksiden kaynaklanan bir elektromanyetik dalga ve bir yunus tarafından üretilen akustik bir dalga örnek olarak gösterilebilir. Ayırık zaman sinyalleri ise zamanın ayırık örneklerinde; her milisaniyede, her saniyede veya her günde tanımlanır. İnsan yapımı sinyaller sürekli ve ayırık zamanlı olabilir ayrıca bu sinyallerin tipleri üretilen ortamın analog veya dijital olmasına da bağlıdır.

1.2. Analog Ses Sinyali

Bir analog sinyal, bir veya birden fazla bağımsız değişkenin sürekli fonksiyonu olarak kabul edilir. En yaygın kullanılan değişken zamandır dolayısıyla *sürekli zaman* terimi genellikle analog sinyal tanımı için kullanılır.

Analog sinyal, sürekli değerlere sahiptir ve doğada nicel olarak ölçülebilen çoğu bilgi analog formda meydana gelir. Örnek olarak; hava sıcaklığı bir değer aralığında sürekli değişir. Belirli bir gün boyunca bir değerden diğer değere doğrudan atlamaz, aradaki tüm değerler arasında gezinir. Ayrıca voltaj, akım, ses, titreşim gibi fiziksel nicelikler de analog formda bilgiler taşır. Analog ses sinyali, uygulanan basınç değişimlerini temsil eden bir elektriksel dalga formudur. Bu ses sinyali, zamana göre voltaj değişimlerini taşıması bakımından iki boyutludur ve analog sistemlerde bu sinyal sürekli zaman içerisinde sonsuz değerlerle temsil edilirler.

Mühendisler, uzun zaman önce hava basıncına duyarlı bir mekanizma icat ettiler. Bu mekanizma yüksek hava basıncına maruz kaldığında pozitif, düşük hava basıncına maruz kaldığında negatif voltaj yaratır. Mikrofon adı verilen bu cihazın çıkışına bir osiloskop bağlandığında mikrofon tarafından üretilen analog voltaj görüntülenebilir. Osiloskop üzerinde dikey eksen voltajı, yatay eksen zamanı temsil eder (Lyons, Fugal, 2014: 18).



Şekil 1. Analog Sinyal Sinüzoidal Dalga Temsili

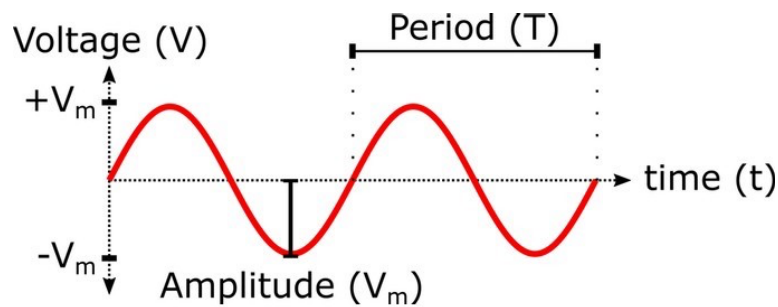
Analog sinyali ses özelinde gözleme yöntemlerinden biri de hoparlör konisini incelemektir. Bir hoparlör konisi, uygulanan elektrik voltajına göre içe veya dışa doğru hareket eder. Dışa doğru hareket ettiğinde hava basıncı yükselir ve moleküller sıkışır, içe doğru hareket ettiğinde hava basıncı düşer ve moleküller gevşer.

1.2.1. Voltaj

Bir elektrik devresinden akımın akması için mutlaka bir kuvvete ihtiyaç duyar. Bu kuvvet olmadığı takdirde serbest elektronlar hareket edemez yani elektrik akımı akmaz. Bu noktada serbest elektronları hareket ettirerek devreden elektrik akımının akmasını sağlayan kuvvete voltaj denir. Birimi Volt'tur. 'V' veya 'E' harfi ile gösterilir (Tuna, 2011: 11).

1.2.2. Sinüs Dalgası

Bilgi taşımak için, bir elektrik dalgasının voltajı veya frekansı gibi bazı özelliklerinin değişmesi gerekir. Bir elektrik sinyali genellikle düzenli aralıklarla tekrarlanır. Tekrarlanan bu dalga formlarına *periyodik* dalgalar denir. *Periyot (T)*, periyodik bir dalganın bir çevrimini tamamlama süresini temsil eder. Periyodik dalga formları elektronikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Osilatör gibi elektronik ekipmanlar; sinüzoidal, kare, üçgen, testere dişi gibi periyodik dalgalar üretirler. En temel ve saf periyodik dalga formu sinüzoidal dalgadır. Sinüs dalgası terimi sinüzoidal formundan dolayı genelde sinüs ve kosinüs fonksiyonları belirtir.



Şekil 2. Sinüs Dalgası

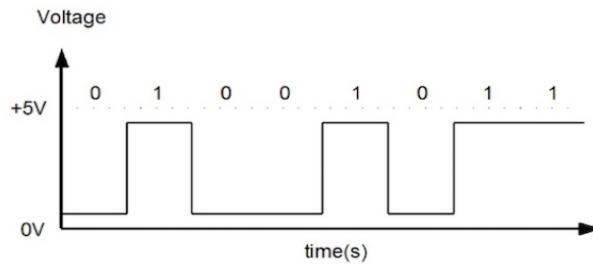
Sinüs ve kosinüs dalgaları periyodik ve tekildir. Bu basit dalga formları, her gün duyduğumuz karmaşık dalga formlarının yapıtaşlarıdır. Bir sinüs dalgasının genliği, zamanın veya faz rotasyonunun bir fonksiyonu olarak görüntülenebilir. Sinüs dalgası bir döngüsel (dairesel) hareketi tanımladığından bir tam döngü (360 derece) ile temsil edilir (Self, 2010: 15).

1.3. Dijital Ses Sinyali

Gallager'e (2009) göre dijital sinyal, süregelen analog voltaj yerine rakamlarla temsil edilen, süregelen olmayan elektriksel uyarılar serisi olarak iletilen ve saklanan bilgiler olarak tanımlanmıştır. Dijital ses sinyali, bir ses sinyalini taşımanın alternatif bir yoludur. Dijital bir sinyalin iki temel özelliği vardır;

- i. Sinyal sabit zaman aralıklarında, diğer bir deyişle zaman içinde ayrı ayrı değişir.
- ii. Sinyalin genliği ayrık adımlarla değişir.

Bu iki temel özellikten yola çıkılırsa, dijital sinyal içerisinde değerler belirli aralıklı ve sonludurlar. Buna karşın analog sinyalde ise bu değerler sürekli ve sonsuzdurlar. Bu nedenle bir analog sinyal dijitalle dönüştürülürken ilk olarak zamanda ayrık hale getirilmeli ikinci olarak ise genlikte ayrık hale getirilmelidir. Zamanda ayrık hale getirme işlemine *örnekleme (sampling)*, genlikte ayrık hale getirme işlemine *niceleme (quantization)* denir. Örnekleme alınma sıklığına ise *örnekleme frekansı/oranı* adı verilir. Bu işlemler için birkaç yol olsa da ortak ve evrensel yol olan *darbe kod modülasyonu (pulse code modulation)* yöntemi kullanılmaktadır. Darbe kod modülasyonu, bir darbe dizisi aracılığıyla genlik ve frekans bilgilerinin bir noktadan diğer noktaya aktarım teknolojisidir.



Şekil 3. Dijital Sinyal Görsel Temsili

1.3.1. Örnekleme Teoremi (Sampling Theorem)

Analog sinyal, dijitalle dönüştürülürken analog/dijital dönüştürücü (A/D converter) adı verilen elektronik bir cihaza girer ve bu cihazın çıkışında analog voltaj $n_1, n_2, n_3 \dots$ gibi bir sayı olarak tanımlanır. Bu dönüşüm sürecinde dönüştürücüye periyodik olarak voltaj darbeleri uygulanır. Bu dijitalle dönüşüm analog sinyalin spektrumuna ve örnekleme hızına bağlıdır. Dijital bir sinyalin örnekleme hızı, birim zamanda alınan örnek sayısına eşittir.

Analog sinyalden dijital sinyale dönüşüm iki adımda gerçekleşir. İlk adım örneklemedir. Örnekleme, periyotlar halinde ve düzenli aralıklarla oluşur. Her örnekleme noktasında analog sinyal, örneklenir ve diğer örnekleme noktasına kadar tutulur. Bu sürece *sample and hold* adı verilir. Örnekleme şemasında dikey kesik çizgiler örnekleme noktalarını göstermektedir. Örnekleme, örneklenen sinyaldeki en hızlı değişiklikleri yakalayacak kadar hızlı olmalıdır. Eğer örnekleme çok yavaş ise *katlanma (aliasing)* adı verilen problemten ötürü örneklenen sinyal özelliklerini önemli ölçüdeki yitirebilir (Van de Vegte, 2002: 7).

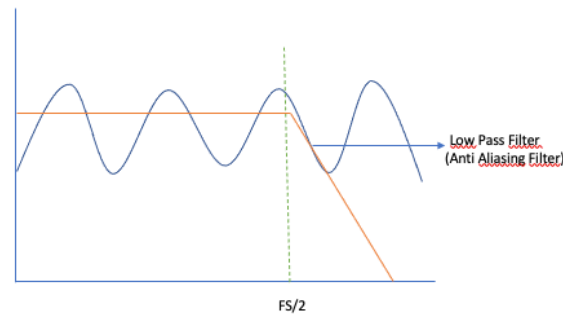
İkinci adım ise analog değerleri nicelemek ve sayısallaştırmaktır. Örnekleme esnasındaki tutma süresi bu işlem için yeterli zaman sağlar. Bu niceleme işlemi sırasında her örnekleme noktası üzerine ikili bir dijital kod atanır. Bu dijital kodlar ikili biçimde saklanırlar ve *bit* olarak adlandırılırlar (Van de Vegte, 2002: 8).

Örnekleme teoremine göre $S/2$ Hz bant genişliğine sahip bir sinyali tamamen temsil edebilmek için saniyede S kadar örnek alınması gerekir. Diğer bir deyişle bant genişliği 24 kHz olan bir sinyali doğru örnekleme için en az 48 kHz örnekleme frekansı/oranına ihtiyaç duyulur. Bir diğer örnekte ise örnekleme frekansı/oranı 100 Hz olan bir dönüşümde 40 Hz frekansındaki bir sinüs dalgası doğru biçimde örneklenirken 90 Hz frekansındaki bir sinüs dalgası doğru örneklenemez. Bu noktada örneklenen sinyal 90 Hz yerine 10 Hz olarak algılanabilir. Bu 10 Hz frekansı *katlanma gürültüsü (aliasing noise)* olarak adlandırılır.

1.3.2. Anti–Aliasing Filtre

Aliasing, örneklenecek diğer bir deyişle dijital ortama aktarılacak analog sinyalin frekans aralığına uygun olmayan veya kullanılması gereken örnekleme frekansından daha düşük örnekleme frekansı kullanılması sonucu meydana gelir. Yüksek frekans içeren bir sinyalin düşük frekans üzerindeki görüntüsüne *alias frekans* denir.

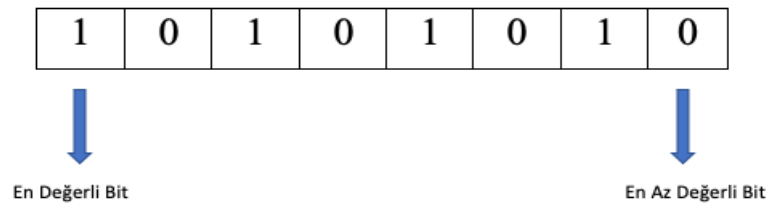
Örnekleme teoremini yerine getirebilmek adına dijital ortama aktarılan analog sinyal bir *low pass* filtre olan *anti-aliasing* filtreden geçirilir. Böylece tüm frekans bileşenleri örnekleme frekansının yarısından düşük olur. Anti-alias filtre, istenen frekans aralığının dışındaki bileşenlerin örneklenmesini ve istenen sinyal içine karışmasını önler. Filtrelenmiş sinyaller, filtrenin geçiş bandını telafi edebilmek adına *nyquist* oranından daha yüksek bir frekans ile örnekleme gerekir. Bu filtrelerin bant genişliği genellikle 3 ile 6 dB/oktav arasındadır.



Şekil 4. Anti Aliasing Filtre

1.3.3. Binary

Latince *binarius* kelimesinden gelen binary, 0 ve 1 rakamlarından oluşan iki tabanlı bir sayı sistemidir. Bu ikili sayı sisteminde her bir rakam (0 veya 1) *binary digit* (bit) denir. İki bit içeren bir kelime ile dört farklı seçenek (00, 01, 10, 11) oluşturulurken üç bit ile sekiz farklı seçenek vardır. Binary sistemde en sağdaki bit en az değerli (*least significant bit, LSB*), en soldaki bit ise en değerli (*most significant bit, MSB*) bit olarak adlandırılır. Sekiz bitlik her kelime *bayt* olarak adlandırılır.



Şekil 5. Byte örneği

İçerisinde sesleri farklı formlarda işleyecek olan ses arabirimleri ile ilgili kavramlara değinmeden önce bu bölümde ses sinyalleri ilgili temel kavramlar ve kuramsal bilgiler aktarıldı. Bir sonraki bölümde ses arabirimleri ile ilgili temel kavramlar ve içerisindeki komponentlerle ilgili bilgiler aktarılacaktır.

2. BÖLÜM

SES ARABİRİMLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMLAR VE SES ARABİRİM BİLEŞENLERİ

2. Bölüm: Ses Arabirimleri ile İlgili Kavramlar ve Ses Arabirim Bileşenleri

2.1. Ses Arabirimleri (Audio Interfaces)

Ses arabirimi, bilgisayarın ses işleme yeteneklerini genişleten ve geliştiren bir donanımdır. Diğer bir deyişle bilgisayar ortamı içerisinde yapılacak tüm ses işlemleri için ses arabirimlerine ihtiyaç duyulur. Bazı ses arabirimleri bilgisayar ana kartı içerisinde bulunurken bazıları ise harici olarak kullanılabilir.

2.1.1. Dahili Ses Arabirimleri (PCI/Internal Audio Interfaces)

Dahili ses arabirimi, bilgisayar tabanlı ses işleme dünyası içerisinde çoğunlukla en basit ve en az maliyetli olanıdır. Bilgisayar ana kartı üzerinde PCI yuvalarına takılıp üzerindeki giriş ve çıkışlarda genellikle 1/8" balanssız konnektörler kullanılmaktadır. Yüksek kalite ses işleme uygulamaları için uygun değildir. Bazı üst sınıf dahili arabirimlerde 1/4" TRS gibi balanslı konnektör, S/PDIF, ADAT gibi dijital bağlantılar da bulunur.



Şekil 6. Dahili Ses Arabirimi

Bazı PCI arabirimlerde tüm konnektörlerin bir arada bulunduğu bir I/O kutusu bulunur. Bunlar analog ses kartlarına göre daha az bilgisayar elektrik gürültüsüne maruz kalırlar. Bu tür arabirimler bazı analog girişleri ve MIDI sinyallerini kabul eder, dijital verilere dönüştürür ve bu verileri PCI yuvasındaki bir kart aracılığı ile bilgisayara gönderirler.

2.1.2. Harici Ses Arabirimleri (External Audio Interfaces)

Bilgisayara *usb*, *firewire* ve *thunderbolt* gibi harici protokoller ile bağlanan ve işlemek üzere gelen analog ses sinyallerini dijital ses sinyallerine dönüştüren bağımsız ünitelerdir. Bu üniteler çalışmak için gerekli elektriksel gücü kullanılan protokoller aracılığı ile bağlandığı bilgisayardan aldığı gibi harici güç üniteleri aracılığı ile de alabilmektedirler.



Şekil 7. Harici Ses Arabirimleri

2.2. Ses Arabirimleri Üzerinde Bulunan Veri Aktarım Protokolleri

2.2.1. USB (Universal Serial Bus)

Bir bilgisayarın çevre birimleri ve diğer arabirimler ile iletişim kurmasını sağlayan bir tak-çalıştır protokolüdür. Klavye, fare, harici ses arabirimi, hoparlör gibi birçok cihaz bu protokol ile bağlanabilmektedir.

1996'da sunulan ilk sürüm olan USB 1.0'ın veri hızı 12. Mbps iken USB 2.0'ın veri hızı 480 Mbps'dir. Üçüncü versiyon olan USB 3.0 diğer bir adıyla *superspeed USB* 'nin veri hızı 5 Gbps iken USB 3.1 protokolünün veri hızı ise 10 Gbps'ye kadar çıkabilmektedir.



Şekil 8. Universal Serial Bus (USB) Konnektör

2.2.2. FireWire

Apple tarafından geliştirilen bu protokol düşük maliyetli yüksek veri hızı sağlamak amacıyla ortaya çıkmıştır. Altı adet pinden oluşan bu protokolde pinlerden iki tanesi güç sağlarken diğer iki tanesi veri aktarımı için kullanılır. Kalan iki pin ise senkronizasyon için kullanılmaktadır. FireWire protokolünün veri hızı ise 400 Mbps – 800 Mbps arasındadır.



Şekil 9. FireWire Konnektör

2.2.3. Thunderbolt

Çevre birim bağlantısı sağlamak amacı ile Apple ve Intel tarafından geliştirilen bu protokolü 2011 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde üç versiyonu bulunan bu protokolden birinci versiyon olan TBv1'in aktarım hızı 10 Gbps iken ikinci versiyon

olan TBv2'nin aktarım hızı 20 Gbps'dir. Bu iki versiyonda bağlantı portu olarak *MiniDisplay Port* kullanılırken üçüncü versiyon olan TBv3 üzerinde *USB Type-C* portu kullanılmaktadır. Bu versiyonun aktarım hızı ise 40 Gbps'dir.



Şekil 10. Thunderbolt Konnektör

2.3. Ses Arabirim Bileşenleri

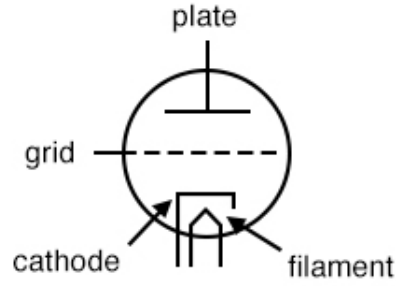
2.3.1. Mikrofon Ön Yükselteçleri (Microphone Preamplifiers)

Mikrofonlar düşük sinyal seviyelerine sahip dönüştürücülerdir. Bu düşük sinyal seviyelerini '*line*' sinyal seviyesine yükseltmek için yaklaşık 1000 volt (60 dB) veya daha fazla voltaj kazancı gerekli olabilir. Bu nedenle mikrofon ön yükselteçleri kullanılmaktadır. Mikrofon ön yükselteçleri bağımsız üniteler olarak bulunabileceği gibi bir konsol veya ses arabirimine entegre olarak da bulunabilirler (Ballou, 2008: 735).

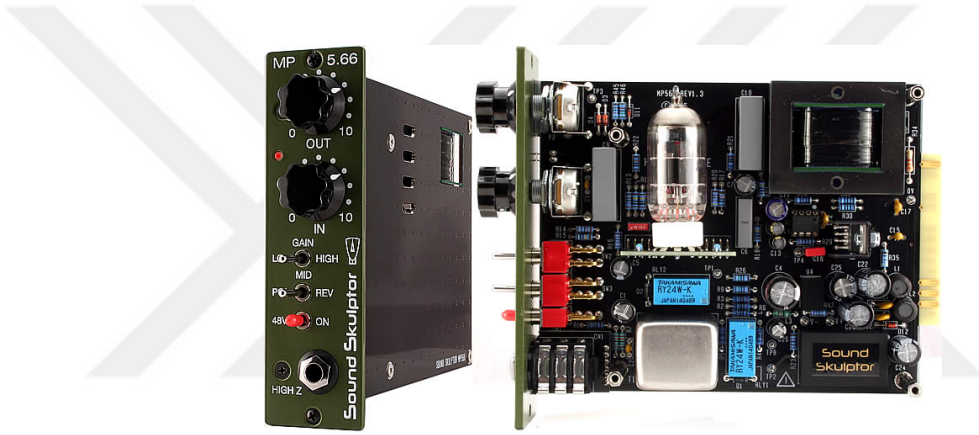
Bağımsız ünite olarak bulunan mikrofon ön yükselteç çeşitleri şu şekilde sıralanabilirler;

- Vakum Tüp Ön Yükselteçleri (Vacuum Tube Preamplifiers)
- Transistörlü Ön Yükselteçler (Solid – State Preamplifiers)

Görünüş itibarıyla ampüle benzeyen vakum tüplerinde anot ve katot adı verilen iki elektrot ve katot elektrotunu ısıtmak amaçlı ısıtıcı teller bulunur. İki elektrottan oluşan bu tüplere *diyot* denir. Sıklıkla ön yükselteç olarak kullanılan *triode* adı verilen üç elektrotlu vakum tüplerde ise *ızgara elektrotu* adı verilen üçüncü bir elektrot bulunur.



Şekil 11. Triod Vakum Tüp Şeması



Şekil 12. Vakum Tüplü Önyükselteç

Transistörler, küçük değerdeki akımla büyük miktardaki akımı kontrol etmek amaçlı kullanılan yarı iletken devre elemanlarıdır. Transistörler, kendisine gelen elektrik sinyallerini yükseltme veya anahtarlama amacı ile kullanılabilir. Bazı mikrofon ön yükselteçlerinde vakum tüp yerine transistör kullanılarak gelen mikrofon sinyalleri yükseltilir. Transistörlü ön yükselteçlerde sesin harmonik bozulma oranı vakum tüplü ön yükselteçlere göre daha azdır ve çıkan sonuç daha transparandır.



Şekil 13. Transistörlü Önyükselteç

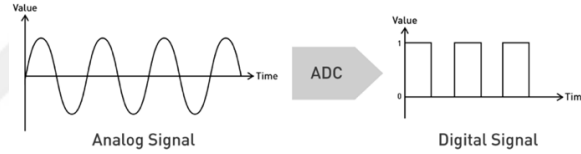
Mikrofon ön yükselteçleri 60-80 dB tavan kazanç seviyeleri ile 0-12 dB taban kazanç seviyeleri arasında çalışırlar. Shure SM57 gibi tipik bir dinamik mikrofon 94 dB SPL akustik sinyal girişinde 1.9 mV (-52 dBu) çıkışa sahipken Sennheiser MKH40 gibi yüksek hassasiyetli bir mikrofon 9 dB SPL akustik sinyal girişinde 2.5 mV (-30 dBu) çıkışa, 134 dB SPL akustik sinyal girişinde ise 2.5 V (+10 dBu) çıkışa sahip olacaktır. Bu tür yüksek sinyal seviye problemlerinde, sinyali kullanılabilir seviyelere çekmek için negatif kazanç gereklidir. Bu negatif kazanç ise ön yükselteç üzerinde bulunan ‘PAD’ butonu ile sağlanmaktadır (Ballou, 2008: 737).

2.3.2. Analog/Dijital Çevirici (A/D Converter)

Doğada analog sinyaller; ses, ışık, sıcaklık veya hareketi ölçebilen sürekli değerlere sahiptirler ve birçok dijital sistem bu tür dijital dönüştürücülerden gelen analog sinyalleri ölçerek çevresel etkileşime girerler.

Analog sinyaller sürekli ve sonsuz sayıda voltaj değerleri sağlarken dijital devreler sadece iki ayrı durum ile temsil edilirler. Bu nedenle sürekli değişen analog sinyalleri ayrık dijital sinyallere çevirirken A/D çeviriciye ihtiyaç duyulur. Temel olarak bir A/D çevirici, analog sinyalin saniyedeki görüntüsünü alır ve bu analog kodu temsil eden bir dijital kod üretir.

Bir A/D dönüştürücü ‘örnekleme’ ve ‘niceleme’ olmak üzere iki farklı işlem gerçekleştirir. Örnekleme, ayrı ve tek düze zaman aralıklarla ölçülen değerlerle sürekli bir zaman alanının temsildir. Bu işlem *Nyquist Teorem*’ine göre örneklenen sinyalin maksimum bant genişliği örnekleme frekansının yarısına eşit veya yarısından daha az olması gerektiğini söyler. *Niceleme*, örneklenen voltaj değerlerinin *bit*’ler aracılığı ile temsil edilen ayrık voltaj seviyelerine eşleştirme işlemidir. Analog örnekler sürekli gerçek sayılardır. Örnek olarak; bir sinüs dalgasının genliği 1V ile temsil ediliyorsa +1V ile -1V arasında sonsuz değerler vardır. Herhangi bir dijital sistemde ise bunu temsil etmek için sınırlı sayıda değerler kullanılır. *Niceleme*, sonsuz değerler kümesini sonlu değerler kümesine dönüştürme işlemidir. N sayıda bit 2^n *niceleme* seviyesine sahiptir. Örnek olarak 3 bit 8 *niceleme* seviyesindedir. Diğer bir deyişle 1V analog sinyalin tüm örnekleri 8 adımda *nicelenir*.



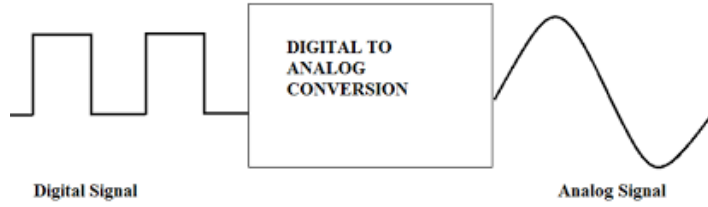
Şekil 14. Analog/Dijital Çevrim

2.3.3. Dijital/Analog Çevirici (D/A Converter)

Ses, ışık, sıcaklık gibi sürekli değerlere sahip sinyaller işlenmek adına elektrik sinyallerine çevrilirler. Bu elektrik sinyalleri analog sinyaller olup eğer dijital ortamda işlenecekse dijital sinyallere dönüştürülürler. Dijital verilere dönüştürülen bu sinyaller eğer analog ortamda değerlendirilecekse tekrar analog sinyallere dönüştürülürler. Dijital sinyalden analog sinyale çevrim işlemini yapan cihaza ise D/A çevirici adı verilir. D/A çevirici, kendisine gelen sayısal değerlere karşılık analog bir akım üretir. Örnek olarak 8 bit bir D/A çevirici 2^n formülünden dolayı 2^8 kadar diğer bir deyişle 256 adet farklı sayısal değeri analog bilgi olarak üretebilir.

V-ref ile V+ref değerleri bir D/A çeviricisinin maksimum voltaj çıkışını belirlemede kullanılır. Bir D/A çevirici girişinde tüm bitler 1 ise çıkış maksimum analog

değerde (V_{max}), D/A çevirici girişinde tüm bitler 0 ise çıkış minimum analog değerde (V_{min}) olur. Bir D/A çeviricisinin çıkış değeri; $V_o = V_{max} \times \frac{Giriş}{2^n}$ formülü ile hesaplanır.



Şekil 15. Dijital/Analog Çevrim

Bu bölümde, ses arabirimleri, içerisindeki komponentler ve bağlantı protokolleri ile ilgili temel kavramlar ve kuramsal bilgiler aktarıldı. Bir sonraki bölümde ses arabirimlerin ölçüm parametreleri, ölçüm yöntemi, ölçüm yazılımı ve analizlerle ilgili bilgiler aktarılacaktır.

3. BÖLÜM

ÖLÇÜM YÖNTEMİ, AŞAMALARI VE ANALİZLER

3. Bölüm: Ölçüm Yöntemi, Aşamaları ve Analizler

3.1. Ses Arabirimleri Giriş – Çıkış Katı Ölçümlerinde Kullanılan Yazılım, Test Modları ve Ölçüm Parametreleri

3.1.1. RightMark Audio Analyzer Ölçüm Yazılımı

Rightmark Audio Analyzer (Bundan sonra RMAA kısaltmasıyla belirtilecektir.); ses kartı, ses arabirimi, MP3 çalar, tüketici sınıfı CD/DVD oynatıcı veya bir hoparlör sistemi gibi herhangi bir ses ekipmanının analog ve dijital katlarının kalitesini test etmek için tasarlanmış bir ölçüm ve analiz yazılımıdır. Ölçümler, frekans analiz algoritmaları kullanılarak incelenen ses bölümünden geçen test sinyallerinin çalınması ve kaydedilmesi ile gerçekleştirilir.

RMAA, (fabrika ayarları aktifken) gürültü ve frekans analizlerinde frekans aralığı filtrelemesinde AES 17 standartına göre ölçüm yapmaktadır. AES 17 standartına göre; standart ağırlıklandırma filtresi, -5.63 dB ek kazanç ile ITU-R BS. 468-4 standartına uygun olmalıdır. (Bu birimde kazanç frekansı 2 kHz üzerine eklenecektir.) Bu kazanç-kaydırmalı (gain-shifted) yanıt “CCIR-RMS” filtresi olarak da bilinir. Ayrıca yine AES 17 standartına göre; ölçüm sonuçları, bu standarttaki her bir ölçüm yönteminde ana hatları verilen formda sunulacaktır. Buradaki amaç, rakip ekipmanlara arasında anlamlı karşılaştırma yapabilmek adına tek tip bir veri sunumu oluşturmaktır (AES 17, 2020).

Tablo 1. AES 17 (2020) Standartı Önerilen Birimler Grafiği

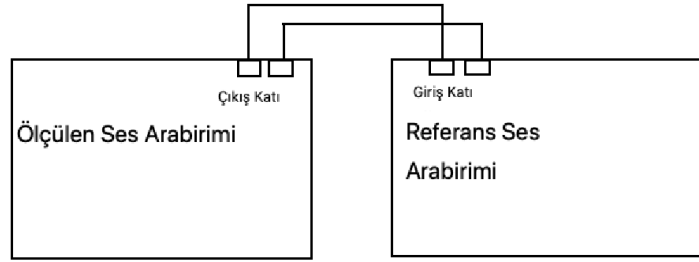
Parameter	EUT type			
	Analogue-to-Analogue	Analogue-to-Digital	Digital-to-Analogue	Digital-to-Digital
Input level	dBu	dBu	dBFS	dBFS
Output level	dBu	dBFS	dBu	dBFS
Gain	dB	-	-	dB
Phase	degrees	degrees	degrees	degrees
Group delay	seconds	seconds	seconds	seconds
Frequency	Hz	Hz	Hz	Hz
Ratio (THD+N, IMD, etc.)	dB	dB	dB	dB

3.1.2. Test Modları

RMAA içerisinde ses arabirimi veya farklı cihazların farklı kısımlarını incelemek için kullanılan test modları aşağıdaki gibidir;

3.1.2.1. Ses Arabirimi Çıkış Katı (Output/Playback) Testi

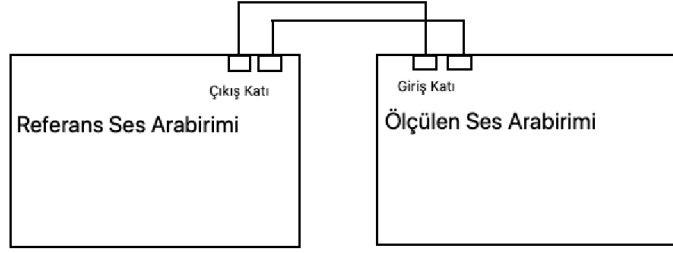
Bu mod, test sinyallerini kaydetmek için yüksek kaliteli bir referans ses arabirimi gerektirir. Teste başlamadan önce ölçülecek olan ses arabirimi çıkışı referans ses arabirimi girişine bağlanmalıdır. RMAA, ölçülen çıkış aracılığı ile test sinyalini çalar ve referans arabirimin girişine kaydedilen sonucu analiz eder. Referans sinyal bozulma seviyesinin sıfıra yakın olması beklenmektedir.



Şekil 16. Ses Arabirimi Çıkış Katı Ölçüm Şeması

3.1.2.2. Ses Arabirimi Giriş Katı (Input/Recording) Testi

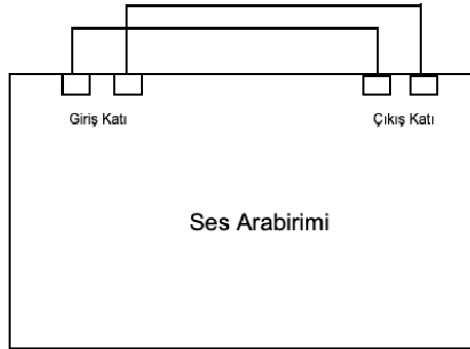
Bu mod için de yüksek kaliteli bir referans ses arabirimi gerekmektedir. Teste başlamadan önce referans arabirim çıkışları, ölçülecek olan arabirim girişlerine bağlanmalıdır. RMAA, test sinyalini referans arabirim çıkışı üzerinden ölçülecek arabirim girişini kullanarak kaydeder ve sonucu analiz eder. Bu test yönteminde de referans sinyal bozulma seviyesi sıfıra yakın olmalıdır.



Şekil 17. Ses Arabirimi Giriş Katı Ölçüm Şeması

3.1.2.3. Tümüleşik (Complete/Recording & Playback) Ses Arabirimi Testi

Bu test, herhangi bir ek ekipmana ihtiyaç duymaz. Bu yöntemde incelenecek arabirimin giriş ve çıkış katları arasında bağlantı yapılarak *loopback* test yapılır. Bu testin tek dezavantajı oluşan bozulmanın/distorsiyonun giriş mi yoksa çıkış katından mı kaynaklandığının bilinemeyecek olmasıdır.



Şekil 18. Ses Arabirimi Loopback Ölçüm Şeması

3.1.3. Ölçüm Parametreleri

Yukarıda belirtilen farklı test modları aracılığı ile yapılan bu ölçümler sonucunda gözlenecek ve raporlanacak ses arabirimi parametreleri şunlardır;

3.1.3.1. Frekans Cevabı (Frequency Response)

İnsan kulağının işitme aralığı 20 Hz – 20 kHz olarak kabul edilir. Bu sebeple müzik teknolojisi profesyonelleri tarafından kullanılan ses işleme/yürütme cihazlarının frekans cevap ölçümleri bu aralık içerisindeki duyarlılığa göre değerlendirilir. Cihazların frekans cevap grafikleri işitilebilir aralıktaki bilgileri; işlerken, yürütürken veya üretirken nasıl bir frekans duyarlılığına sahip olduklarını gösterir.

Frekans cevabı; hoparlör, ses arabirimi, mikrofon gibi seslendirme cihazlarının frekansları giriş katından çıkış katına aktarma yetisidir. Kimi cihazlar belirli frekans aralıklarına daha duyarlı olurken kimi cihazlar ise daha az duyarlıdır.

Frekans cevabı frekans karakteristiği karşısında genlik yanıtını belirtmenin kısa bir yoludur. Frekans cevabı genellikle dikey ekseninde cihazın çıkış seviyesinin yatay eksenindeki frekansına göre grafiği olarak sunulur. Müzik teknolojisi çalışmalarında genellikle yatay ekseninde frekans logaritması, dikey ekseninde de genlik birimi olarak desibel kullanılır. Buna kimi zaman “log-log “grafiği denmesiyle beraber insanoğlunun işitme mekanizması ile doğrudan ilişkilidir (White, Louie, 2004: 165).

3.1.3.2. Toplam Harmonik Bozulma (Total Harmonic Distortion)

Bir amplifikatör veya makara teyp gibi cihazların çıkış sinyalinin güç seviyesi dışında belki de giriş sinyalinin bir kopyası olması beklenir fakat hiçbir ses cihazı bu konuda mükemmel değildir. Bu sebepten dolayı çıkış sinyali, giriş sinyaline kıyasla her zaman daha fazla bozulmaya sahiptir. Bu bozulma, çıkış sinyaline eklenen giriş sinyali harmoniklerinden oluşmaktadır. Harmonik bozulma ölçümleri genellikle yüzdelik olarak ifade edilir ve harmonik bozulma ölçümleri için çeşitli harmonik miktarları gösteren spektrum analiz cihazları kullanılır. Eklenen tüm harmoniklerin toplam seviyelerine toplam harmonik bozulma (total harmonic distortion) denir (White, Louie, 2004: 177). Ayrıca harmonik bozulma ölçümlerinde, içerisinde temel frekans dışında bilgi barındırmadığı için saf sinüzoidal dalgalar kullanılır.

Toplam harmonik bozulma, ses cihazları spesifikasyonlarında aranan önemli parametrelerden biri olup ilgili ses cihazının ses işleme/yürütme sırasında ne kadar transparan olduğu konusunda da fikir veren temel parametrelerden biridir. Tüm harmonik bileşenlerin toplamının temel frekansa oranı olarak da ifade edilen toplam harmonik bozulma ölçümleri sonucunda cihaza giren sinyal ile cihazdan çıkan sinyalin tümüyle aynı olmadığı görülür.

3.1.3.3. Dinamik Aralık (Dynamic Range)

Kaydedilen veya görüntülenen sesin en düşük ve en yüksek genlik değerleri arasındaki oranı tanımlamak için kullanılır. Aynı zamanda sinyal-gürültü oranını belirlemenin de başka bir yoludur. Logaritmik ve tek başına anlamsız bir birim olan desibel ile ifade edilir. Dinamik aralık ölçümleri akustik ortamlarda dB SPL (Sound Pressure Level) ile ifade edilirken dijital ortam içerisinde dB *Full Scale* ile ifade edilir. Örnek olarak bir orkestranın dinamik aralığı 90 dB SPL ise bu orkestra içerisindeki en yumuşak pasajların en gürültülü pasajlardan 90 dB SPL daha az olduğu anlamına gelir. Ses arabirimleri için dinamik aralık, bir devrenin gürültü eşiği ile potansiyel maksimum seviye aralığı olarak ifade edilir.

3.1.3.4. Stereo Crosstalk

Stereo crosstalk (stereo çarpraz karışım), bir seslendirme cihazının sinyal yolları arasındaki sızıntı oranını ifade eden ölçümün parametresidir. Çoğu modern ses arabirimlerinde minimum iki adet analog kanal bulunmaktadır ve kimi zaman bu iki kanal arasında belirli miktarda parazit veya sızıntı meydana gelir. Stereo crosstalk ölçümü, cihaz üzerinde bir kanaldan diğer kanala sızan sinyal miktarı hakkında bilgi verirken aynı zamanda cihazın stereofonik performansı hakkında da bilgi vermektedir.

3.1.3.5. Gürültü Seviyesi (Noise Level)

Gallagher'a (2009) göre cihaz üzerinden sinyal akışı gerçekleşmezken cihaz tarafından oluşturulan gürültü seviyesidir. Diğer bir deyişle ses arabirimi, hoparlör, mikrofon gibi bir cihaz tarafından üretilen sabit gürültü seviyesidir. Her cihazın farklı

seviyelerde ürettiği bir gürültü seviyesi olup bu seviyenin olabildiğince düşük olması beklenmektedir. Gürültü seviyesi dijital ortamda *full scale* birimi ile ölçülürken akustik ortamda ses basınç seviyesi birimi ile ölçülür.

3.2. Ses Arabirimleri Giriş – Çıkış Katı Ölçümlerinde Gerçekleştirilen Ölçüm Aşamaları ve Analizleri

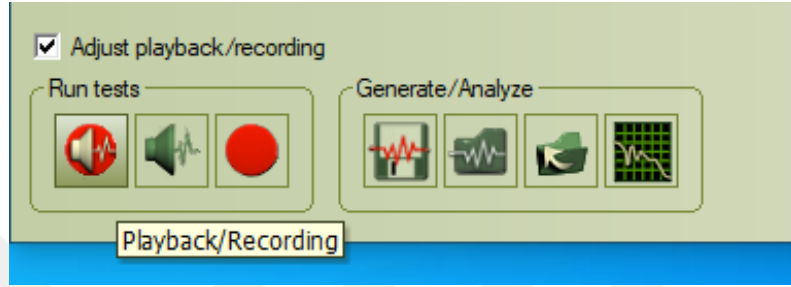
3.2.1. Referans Ses Arabiriminin Kalibrasyon Ölçümü ve Analizi

İlk olarak, ses arabirimlerinin giriş (input) ve çıkış (output) katlarının ölçümlerinde kullanmak -gerekli test sinyallerini göndermek- için belirlenen referans arabirime değerlendirme/ölçüm yazılımı (RMAA) aracılığı ile *loopback* test yapılmıştır. Bu test esnasında belirlenen referans ses arabiriminin birinci ve ikinci çıkışlarından birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Yapılan bağlantı sonrasında RMAA üzerinde ölçüm öncesi seviye kalibrasyonu yapılarak ölçülen arabirimlerin ortak ve maksimum bit derinliği ve örnekleme frekansı olan 24 bit – 96 kHz seçilerek RMAA tarafından test sinyali üretilip yürütülerek gerekli *loopback* test yapılmıştır.



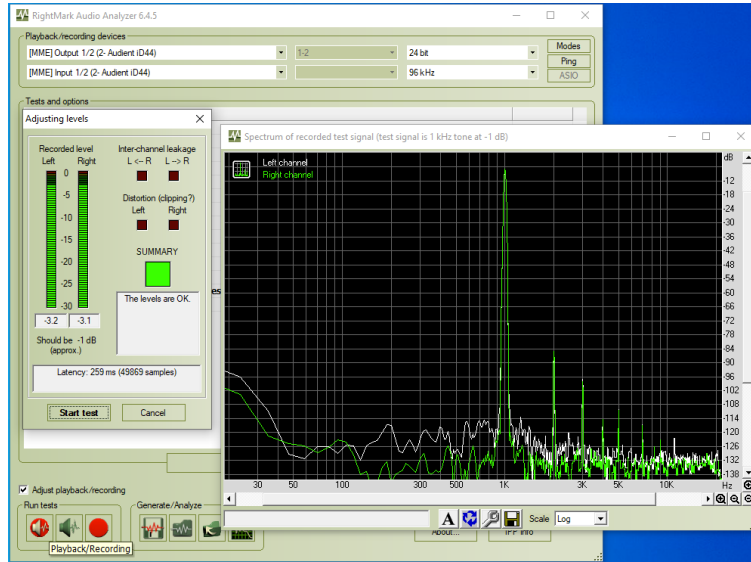
Şekil 19. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Kablolama

Kalibrasyon esnasında referans ses arabiriminin çıkışlarından girişlerine bir kalibrasyon sinyali gönderilmiş olup arabirim üzerinde çıkış ve giriş sinyalleri ayarlanarak kalibre edilmiştir. (Kalibrasyon esnasında giriş sinyali, RMAA kılavuzunda olabildiğince -1 dBFS seviyesine yakın seviyelerde tutulmasını önermiştir.)



Şekil 20. RMAA Loopback (Playback/Recording) Ölçüm Sekmesi

Loopback test ve kalibrasyon için RMAA üzerinde bulunan *playback/recording* (yürütme/kayıt) sekmesine tıklayıp önce sinyal seviye kalibrasyonunu gerçekleştirip ardından test yapılmıştır.



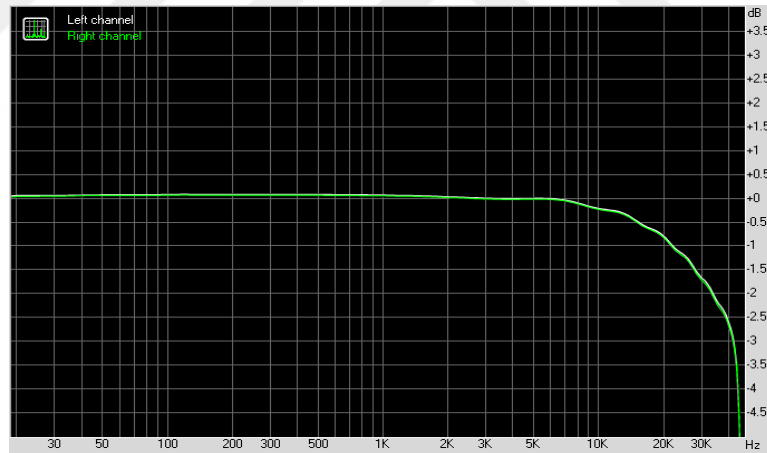
Şekil 21. RMAA Seviye Kalibrasyon Ekranı

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-1.5 dB / -1.6 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

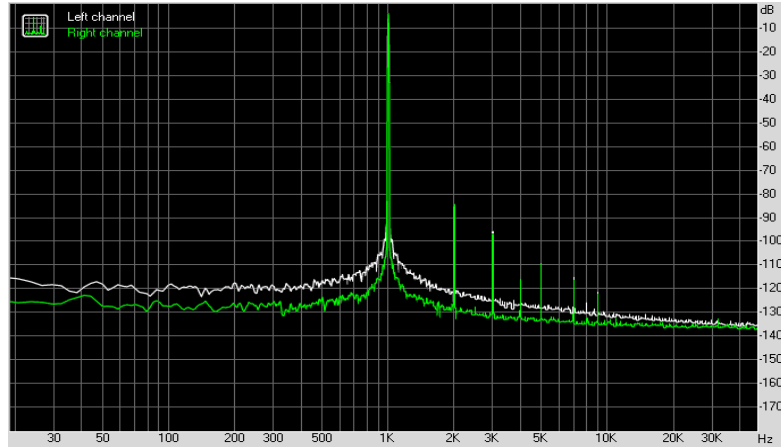
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.06, -0.50	Good
Noise level, dB (A)	-109.9	Excellent
Dynamic range, dB (A)	109.9	Excellent
THD, %	0.00956	Very good
THD + Noise, dB (A)	-76.2	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-98.6	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 22. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Raporu



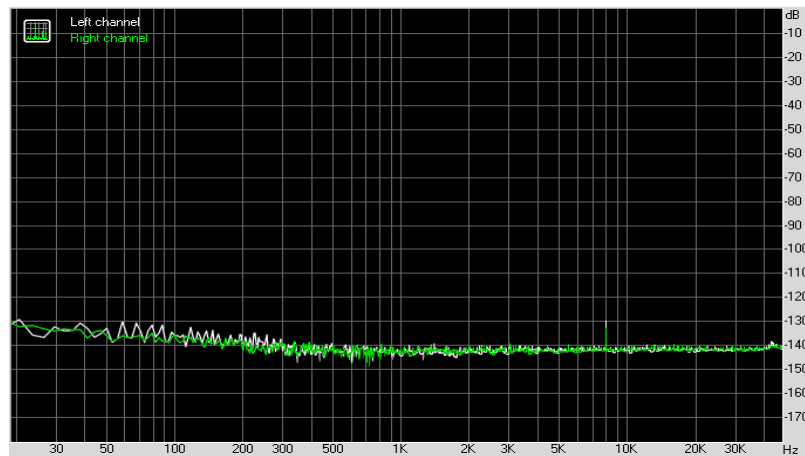
Şekil 23. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Frekans Cevabı Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucunda görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz – 7 kHz arası olabildiğince düz (*flat*) bir cevapa sahipken 7 kHz – 20 kHz arasında yaklaşık 1 dB seviyesinde bir düşüş gözükmektedir.



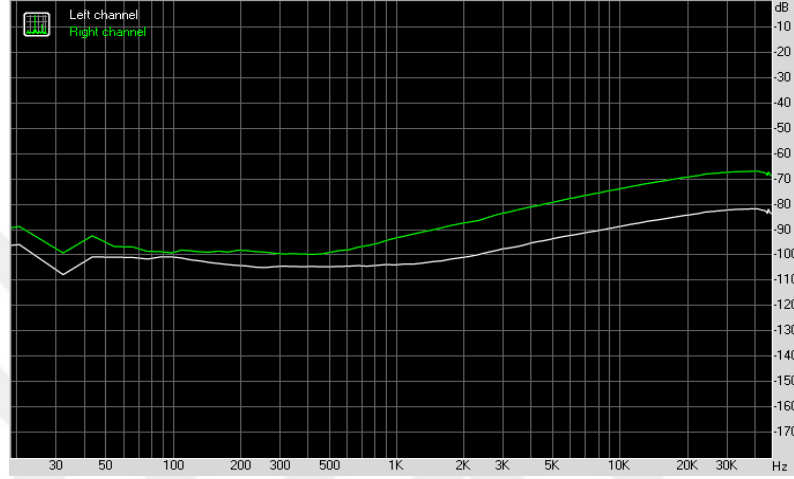
Şekil 24. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 7 kHz, 8 kHz ve 9 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözükmektedir. Temel frekans olan 1 kHz sinüs üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB iken 2 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -85 dB, 3 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -95 dB, 4 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -115 dB, 5 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -110 dB, 7 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -115 dBFS, 8 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -125 dB ve 9 kHz üzerinde oluşan harmonik yaklaşık olarak -121 dB olarak gözlemlenmiştir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 8 farklı harmonik oluştuğu ve toplam harmonik oranı 0.00956 olduğu görülmüştür.



Şekil 25. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu yukarıda görülen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz – 200 Hz arası -130 dB seviyesinden -140 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmektedir. 200 Hz sonrası 20 kHz'e kadar olabildiğince düz bir şekilde -140 dB seviyesi üzerinde görülmektedir.



Şekil 26. Referans Ses Arabirim Loopback Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanalda yürütülen test sinyali sonucu görüntülenen grafik üzerinde Sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 32 Hz arasında -90 dB seviyesinden -100 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenirken yaklaşık olarak 32 Hz ile yaklaşık 42 Hz arasında en son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 7 dB seviyesinde bir artış görülmüştür. Yaklaşık olarak 42 Hz ile 400 Hz arasında ise yaklaşık olarak -93 dB seviyesinden -100 dB seviyesine doğru bir düşüş görülürken 400 Hz – 20 kHz arasında ise en son düşüş seviyesinden -70 dB seviyesine doğru bir artış görülmektedir. Sol kanalda ise 20 Hz ile yaklaşık olarak 32 Hz arasında yaklaşık olarak -95 dB seviyesinden yaklaşık olarak -108 dB seviyesine doğru bir düşüş gerçekleşmiştir. Yaklaşık olarak 32 Hz ile yaklaşık olarak 42 Hz arasında ise en son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 7 dB seviyesinde bir artış gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 42 Hz ile 1 kHz seviyesi arasında yaklaşık olarak -101 dB seviyesinden yaklaşık olarak -104 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenirken 1 kHz ile 20 kHz arasında en son düşüş seviyesinden yaklaşık olarak -83 dB seviyesine doğru bir artış görülmektedir.

3.2.2. Ses Arabirimlerinin Giriş Katı Ölçümleri ve Analizleri

3.2.2.1. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçümü

Seçilen referans arabirimin sağ ve sol çıkışlarından, ölçülecek arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Ardından RMAA üzerinde giriş ve çıkış cihazları seçilip belirlenen bit derinliği ve örnekleme frekansı ile (24 Bit – 96 kHz) seviye kalibrasyonu yapıp giriş katı testi gerçekleştirilmiştir.



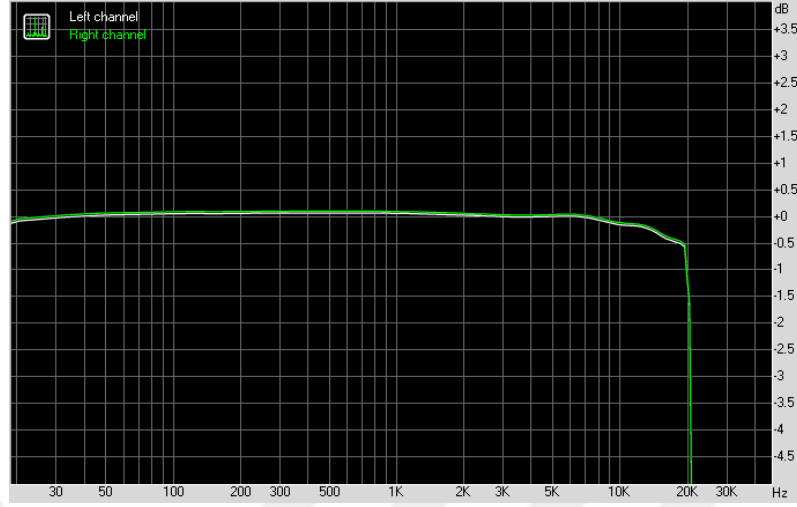
Şekil 27. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.3 dB / -2.3 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

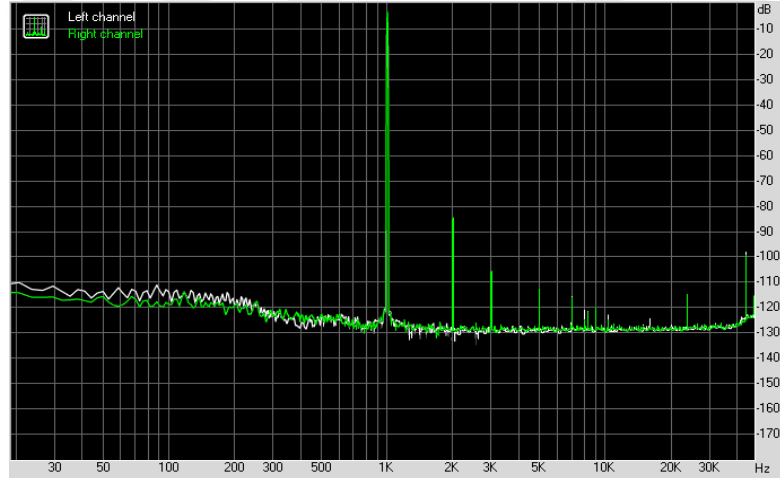
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.06, -0.35	Good
Noise level, dB (A)	-97.1	Excellent
Dynamic range, dB (A)	96.9	Excellent
THD, %	0.00856	Very good
THD + Noise, dB (A)	-78.9	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-95.3	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 28. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Raporu



Şekil 29. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

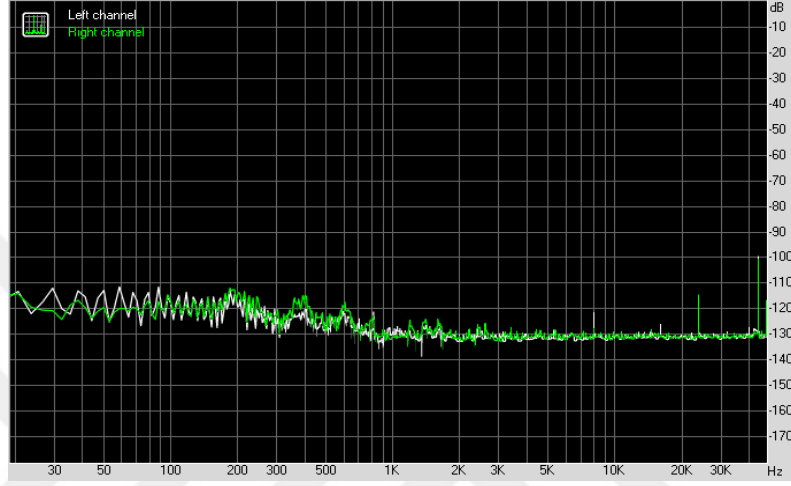
Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz – 7 kHz arası olabildiğince düz (flat) bir cevaba sahipken 7 kHz – 20 kHz arasında 0.5 dB seviyesinde bir düşüş gözlemlenmektedir.



Şekil 30. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği

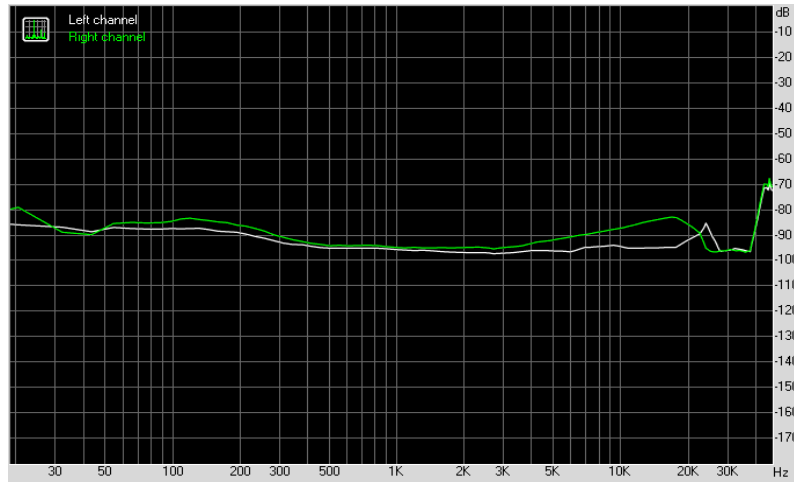
Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 5 kHz, 7 kHz, 8 kHz ve yaklaşık olarak 10 kHz üzerinde farklı seviyelerde harmonikler görülmektedir. Temel frekans olan 1 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB iken 2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -85 dB, 3 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -105 dB, 5

kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -112 dB, 8 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -115 dB iken yaklaşık 10 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -120 dB olarak gözlemlenmiştir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 7 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00856 olduğu görülmüştür.



Şekil 31. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen gürültü eşiği grafiği üzerinde 20 Hz – 1 kHz arası yaklaşık olarak -115 dB seviyesinden -130 dB seviyesine doğru düşüş gözlemlenmektedir. 1 kHz’den itibaren ise -130 dB seviyesi üzerinde olabildiğince düz bir gürültü seviyesi gözlemlenmektedir.



Şekil 32. Ses Arabirim A Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanalda yürütülen test sinyali sonucu görüntülenen grafik üzerinde sağ kanalda 20 Hz – 30 Hz arasında -80 dB seviyesinden -90 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmektedir. Aynı kanal üzerinde yaklaşık 45 Hz – 120 Hz arasında -90 dB seviyesinden -80 dB seviyesine doğru bir artış görünmekte olup yaklaşık olarak 120 Hz – 500 Hz arasında yaklaşık -80 dB seviyesinden -95 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmektedir. Yine sağ kanal üzerinde sinyal, 500 Hz – 3 kHz arasında yaklaşık -95 dB seviyesinde olabildiğince düz bir şekilde seyretmekte olup 3 kHz ile yaklaşık 18 kHz arası -95 dB seviyesinden yaklaşık olarak -80 dB seviyesine doğru bir artış gözlemlenmektedir. Sol kanalda ise 20 Hz – 200 Hz arasında sinyal, yaklaşık olarak -85 dB seviyesinden -90 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmektedir. 200 Hz – 3 kHz arasında ise -90 dB seviyesinden yaklaşık olarak -100 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmekte olup 3 kHz – 20 kHz arasında yaklaşık olarak -100 dB seviyesinden -90 dB seviyesine doğru bir artış söz konusudur.

3.2.2.2. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçümü

Seçilen referans arabirimin sağ ve sol çıkışlarından, ölçülecek arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Ardından RMAA üzerinde giriş ve çıkış cihazları seçilip belirlenen bit derinliği ve örnekleme frekansı ile (24 Bit – 96 kHz) seviye kalibrasyonu yapıp giriş katı testi gerçekleştirilmiştir.



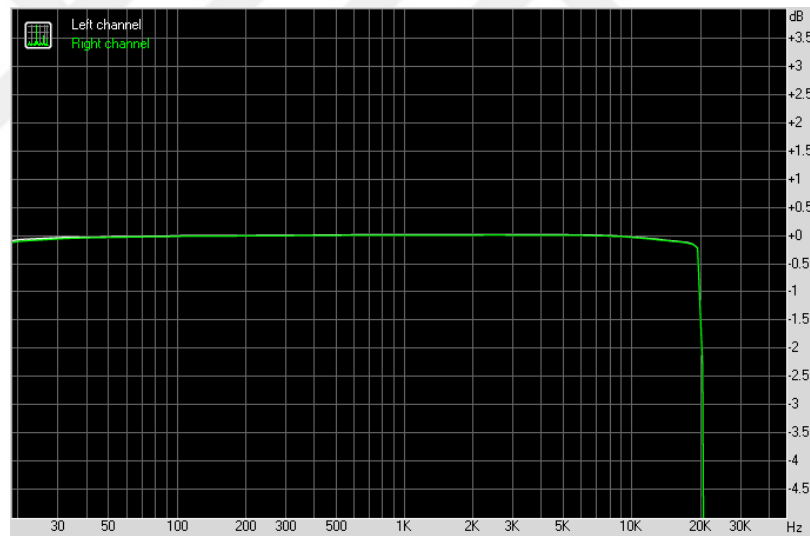
Şekil 33. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.1 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

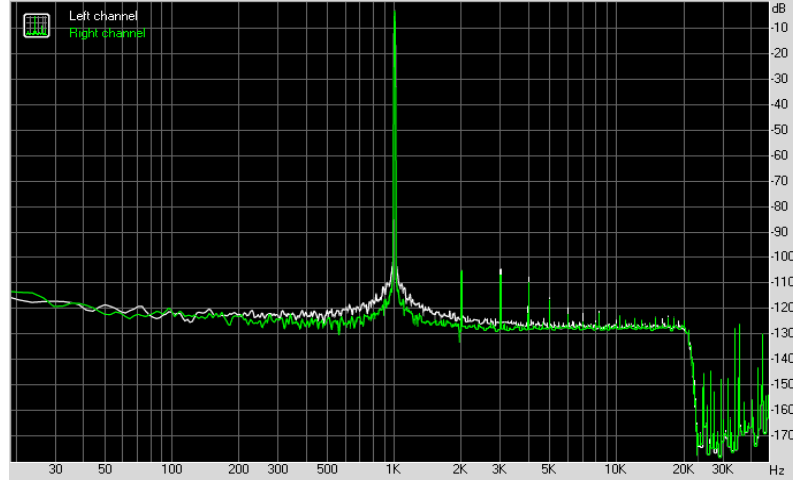
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.01, -0.09	Excellent
Noise level, dB (A)	-98.7	Excellent
Dynamic range, dB (A)	98.7	Excellent
THD, %	0.00124	Excellent
THD + Noise, dB (A)	-86.3	Good
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-95.2	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 34. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Raporu



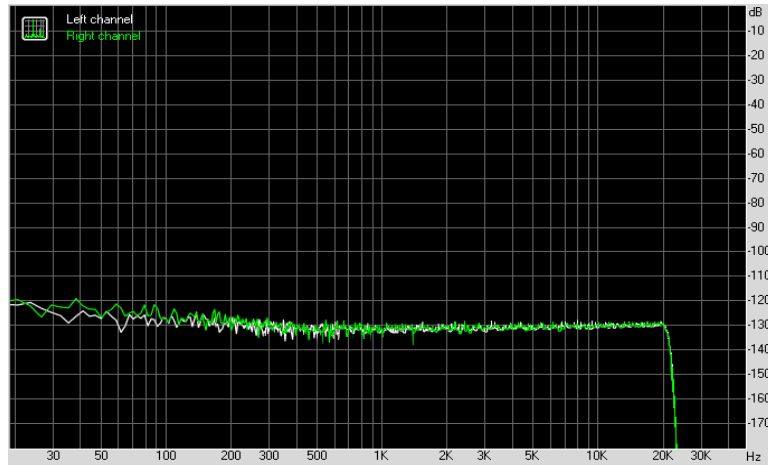
Şekil 35. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile yaklaşık olarak 40 Hz arasında yaklaşık -0.2 dB seviyesinden 0 dB seviyesine doğru bir artış söz konusu olup yaklaşık olarak 40 Hz ile 10 kHz seviyesi arası bu seviyede olabildiğince düz bir şekilde ilerleyip 10 kHz ile 20 kHz arasında yaklaşık olarak 0.3 dB seviyesinde bir düşüş söz konusudur.



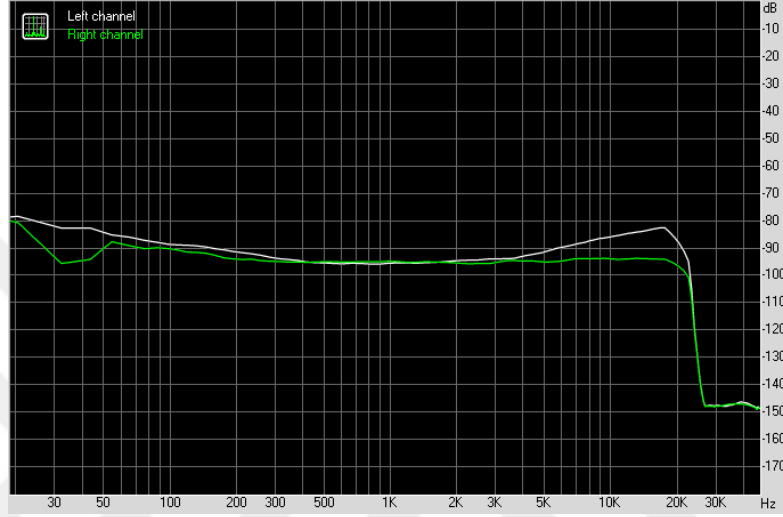
Şekil 36. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 6 kHz, 7 kHz ve yaklaşık olarak 8.2 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözlemlenmektedir. Temel frekans olan 1 kHz sinüs üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB iken 2 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık -105 dB, 3 kHz üzerindeki harmonik -105 dB, 4 kHz üzerindeki harmonik -108 dB, 5 kHz üzerindeki harmonik -115 dB, 6 kHz üzerindeki harmonik -120 dBFS, 7 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -122 dB ve 8.2 kHz üzerinde oluşan harmonik yaklaşık olarak -121 dB olarak gözlemlenmiştir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 8 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00124 olduğu görülmüştür.



Şekil 37. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen gürültü eşiği grafiğine göre 20 Hz – 400 Hz arasında yaklaşık olarak -120 dB seviyesinden yaklaşık olarak -130 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiştir. 400 Hz – 20 kHz arası ise düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince doğru bir şekilde ilerlemiştir.



Şekil 38. Ses Arabirim B Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 32 Hz arasında -80 dB seviyesinden yaklaşık olarak -95 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 32 Hz ile yaklaşık olarak 55 Hz arasında yaklaşık olarak -95 dB seviyesinden yaklaşık olarak -87 dB seviyesine doğru bir artış gözlemlenmiş olup yaklaşık olarak 55 Hz ile 400 Hz arasında ise yaklaşık olarak -87 dB seviyesinden yaklaşık olarak -95 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 400 Hz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında ise en son düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince doğru bir şekilde ilerlemiştir. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında yaklaşık olarak 5 dB seviyesinde bir düşüş gözlemlenmiştir. Sol kanalda ise 20 Hz ile 500 Hz arasında yaklaşık olarak -78 dB seviyesinden yaklaşık olarak -95 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiş olup 500 Hz ile 2 kHz arası son düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince düz devam edip 2 kHz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında ise yaklaşık olarak -95 dB seviyesinden yaklaşık

olarak -83 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında ise yaklaşık olarak 8 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.

3.2.2.3. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçümü

Seçilen referans arabirimin sağ ve sol çıkışlarından, ölçülecek arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Ardından RMAA üzerinde giriş ve çıkış cihazları seçilip belirlenen bit derinliği ve örnekleme frekansı ile (24 Bit – 96 kHz) seviye kalibrasyonu yapıp giriş katı testi gerçekleştirilmiştir.



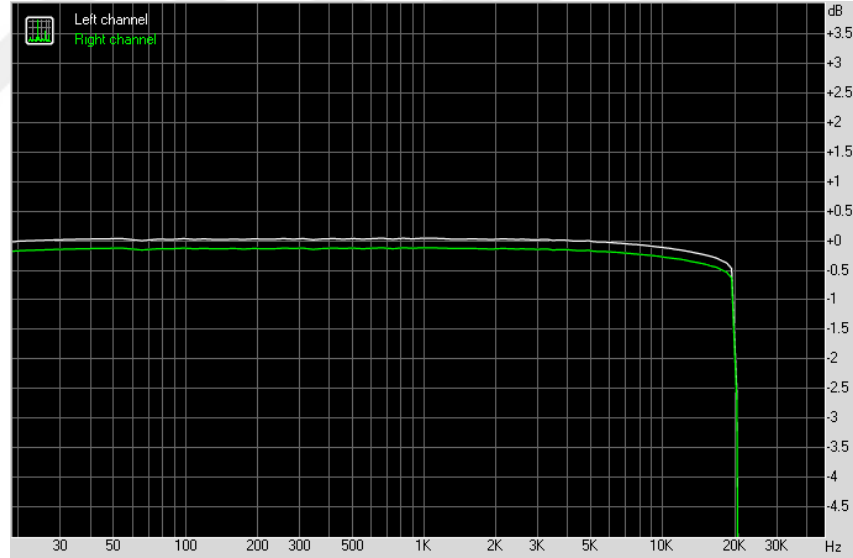
Şekil 39. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.3 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

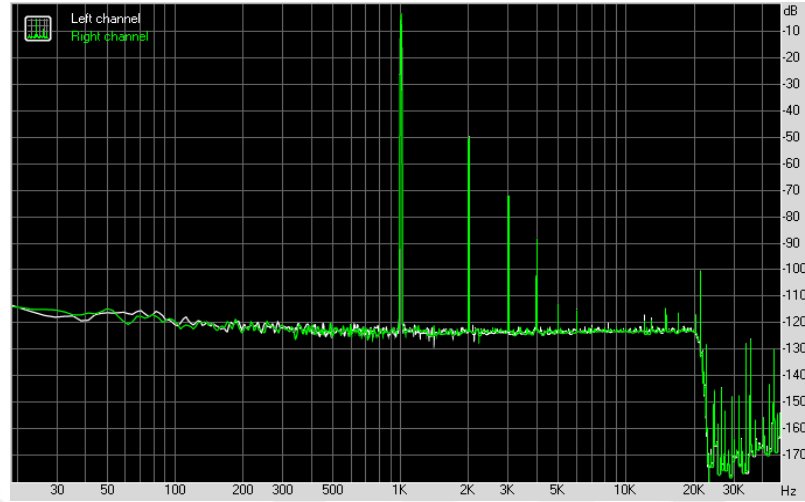
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.04, -0.24	Very good
Noise level, dB (A)	-93.9	Very good
Dynamic range, dB (A)	93.9	Very good
THD, %	0.471	Poor
THD + Noise, dB (A)	-44.2	Very poor
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-80.8	Very good
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Good

Şekil 40. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Raporu



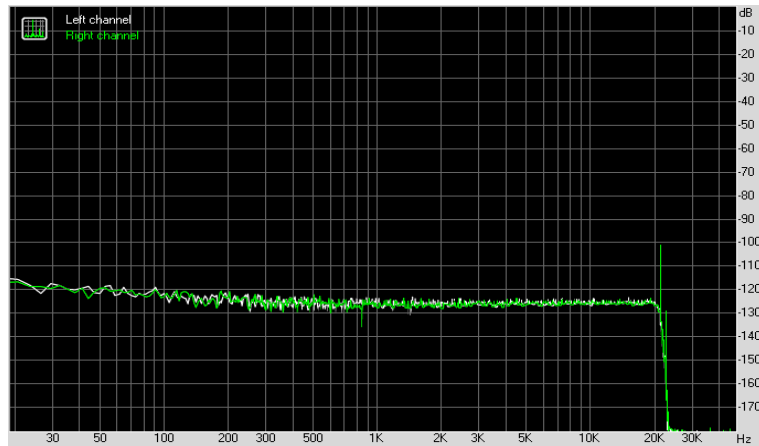
Şekil 41. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre sağ ve sol kanal arasında yaklaşık 0.2 dB seviyesinde bir fark olmakla beraber 20 Hz – 3 kHz arası olabildiğince düz bir seviyede ilerlerken 3 kHz ile 20 kHz arasında 0.5 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.



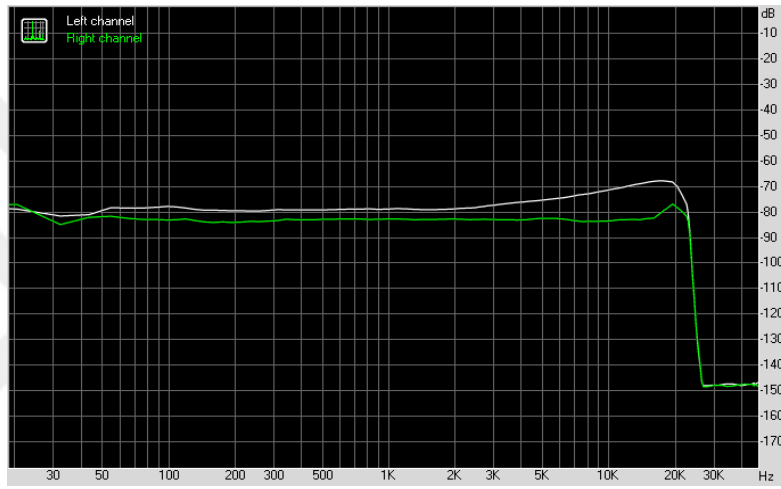
Şekil 42. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 6 kHz ve yaklaşık olarak 15 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözlemlenmektedir. Temel frekans olan 1 kHz sinüs üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik -50 dB seviyesindedir. 3 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -72 dB seviyesinde, 4 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -88 dB seviyesinde, 5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -113 dB seviyesinde, 6 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -115 dB seviyesinde ve yaklaşık olarak 15 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise yaklaşık olarak -115 dB seviyesinde görülmüştür. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 7 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.471 olduğu görülmüştür.



Şekil 43. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen gürültü eşiği grafiğine göre 20 Hz ile 1 kHz arasında yaklaşık olarak -117 dB seviyesinden -125 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 1 kHz ile yaklaşık olarak 18 kHz arası son düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince düz bir şekilde ilerlemiş olup yaklaşık 18 kHz ile 20 kHz arasında ise yaklaşık olarak 2 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.



Şekil 44. Ses Arabirim C Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 33 Hz arasında yaklaşık olarak -78 dB seviyesinden yaklaşık olarak -83 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 33 Hz ile 50 Hz arasında son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 2 dB seviyesinde bir artış görülmüş olup 50 Hz ile 300 Hz arasında yaklaşık olarak -81 seviyesinden yaklaşık olarak -83 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 500 Hz ile yaklaşık olarak 4.5 kHz arası son düşüş seviyesinde kalır olabildiğince düz bir şekilde ilerlemiştir. Yaklaşık 4.5 kHz ile 7 kHz arasında ise yaklaşık olarak 0.5 dB seviyesinde bir artış görülmüş olup 7 kHz ile yaklaşık olarak 19 kHz arası tekrar yaklaşık olarak -83 dB seviyesinden yaklaşık olarak -77 dB seviyesine doğru yükselmiştir. Yaklaşık olarak 19 kHz ile 20 kHz arasında ise yaklaşık olarak -2 dB seviyesinde bir düşüş gözlemlenmiştir. Sol kanalda ise 20 Hz ile yaklaşık olarak 45 Hz

arasında yaklaşık olarak -79 dB seviyesinden yaklaşık olarak -81 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 45 Hz ile yaklaşık olarak 55 Hz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 3 dB seviyesinde bir artış görülmüştür. Yaklaşık olarak 55 Hz ile 100 Hz arası olabildiğince -78 dB seviyesi üzerinde devam etmiş olup 100 Hz ile yaklaşık olarak 150 Hz arasında yaklaşık olarak 1 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 150 Hz ile 2 kHz arası ise son düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince düz bir şekilde devam etmiş olup 2 kHz ile yaklaşık 18 kHz arasında yaklaşık olarak -79 dB seviyesinden -68 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında ise yaklaşık 1 dB düşüş görülmüştür.

3.2.2.4. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçümü

Seçilen referans arabirimin sağ ve sol çıkışlarından, ölçülecek arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Ardından RMAA üzerinde giriş ve çıkış cihazları seçilip belirlenen bit derinliği ve örnekleme frekansı ile (24 Bit – 96 kHz) seviye kalibrasyonu yapıp giriş katı testi gerçekleştirilmiştir.



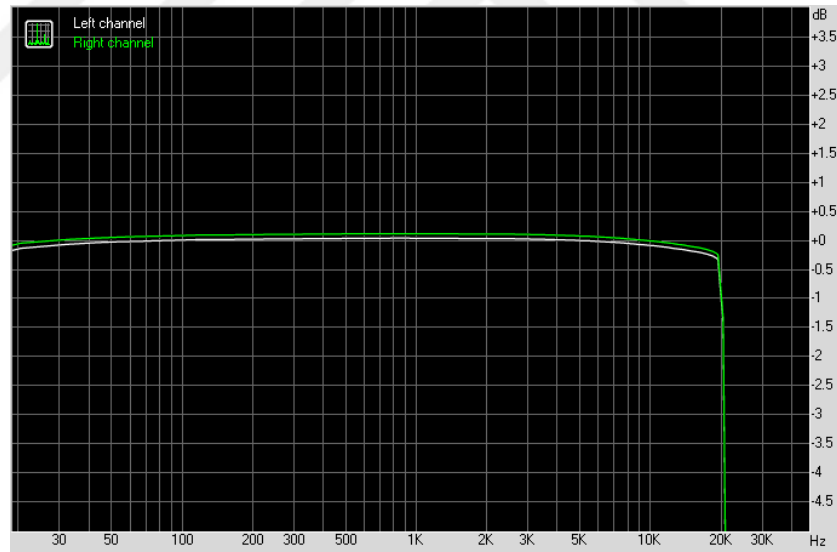
Şekil 45. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.2 dB / -2.1 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

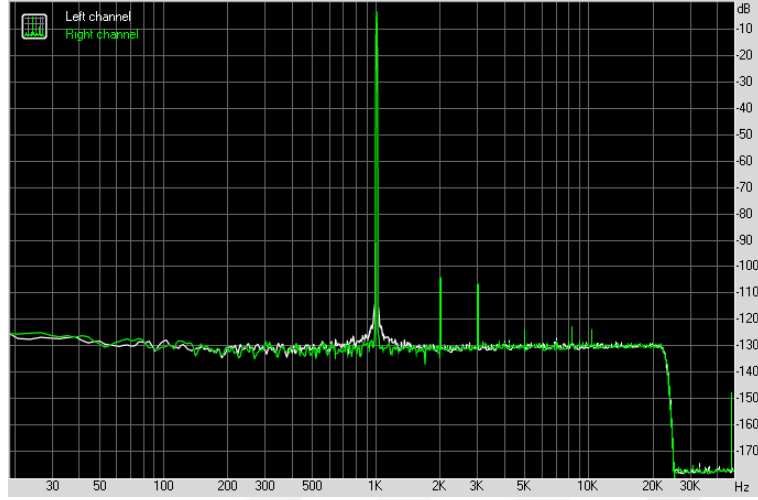
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.04, -0.19	Very good
Noise level, dB (A)	-101.0	Excellent
Dynamic range, dB (A)	101.0	Excellent
THD, %	0.00111	Excellent
THD + Noise, dB (A)	-92.2	Very good
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-98.0	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 46. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Raporu



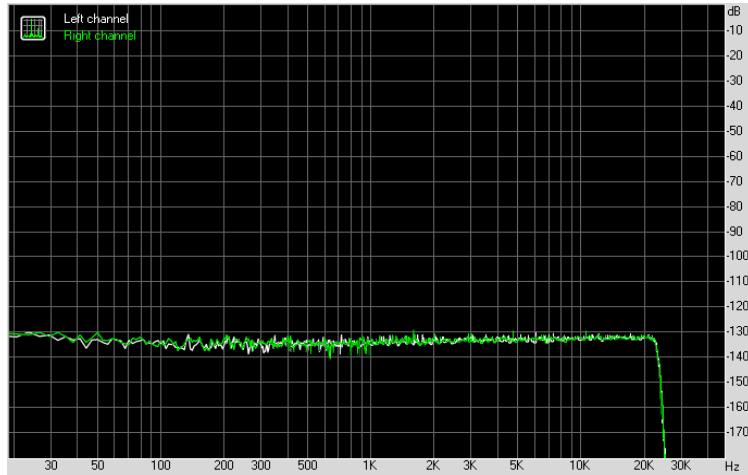
Şekil 47. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile 100 Hz arasında yaklaşık 0.1 dB seviyesinde bir artış görülmüş olup 100 Hz ile 2 kHz ile arası olabildiğince düz devam etmiş olup 2 kHz ile yaklaşık olarak 20 kHz arasında ise yaklaşık olarak -0.5 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür.



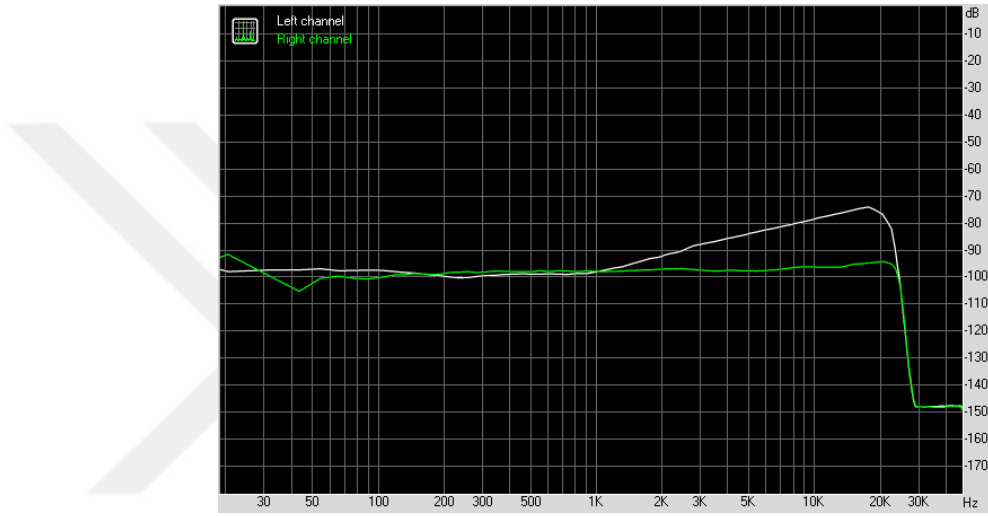
Şekil 48. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 5 kHz, yaklaşık olarak 8.2 kHz ve yaklaşık olarak 11 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözlemlenmektedir. Temel frekans olan 1 kHz sinüs üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -115 dB seviyesindedir. 3 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -117 dB seviyesinde, 5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -124 dB seviyesinde, yaklaşık olarak 8.2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -122 dB seviyesinde ve yaklaşık olarak 11 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise yaklaşık olarak -124 dB seviyesinde görülmüştür. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 5 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00111 olduğu görülmüştür.



Şekil 49. Ses Arabirim D Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen gürültü eşiği grafiğine göre 20 Hz ile 500 Hz arası yaklaşık olarak -130 dB seviyesinden yaklaşık olarak -135 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 500 Hz ile 20 kHz arası son düşüş seviyesinden itibaren tekrar -131 dB seviyesine doğru artmıştır.



Şekil 50. Ses Arabirim D Giriş Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık 44 Hz arasında yaklaşık olarak -92 dB seviyesinden yaklaşık olarak -105 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 44 Hz ile 20 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren -95 dB seviyesine doğru artış görülmüştür. Sol kanalda ise 20 Hz ile 300 Hz arasında yaklaşık olarak -98 dB seviyesinden -100 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 300 Hz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren -75 dB seviyesine doğru bir artış görülmüş olup yaklaşık 18 kHz ile 20 kHz arasında son artış seviyesinden itibaren yaklaşık 2 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.

3.2.2.5. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçümü

Seçilen referans arabirimin sağ ve sol çıkışlarından, ölçülecek arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmıştır. Ardından RMAA üzerinde giriş ve çıkış cihazları seçilip belirlenen bit derinliği ve örnekleme frekansı ile (24 Bit – 96 kHz) seviye kalibrasyonu yapıp giriş katı testi gerçekleştirilmiştir.



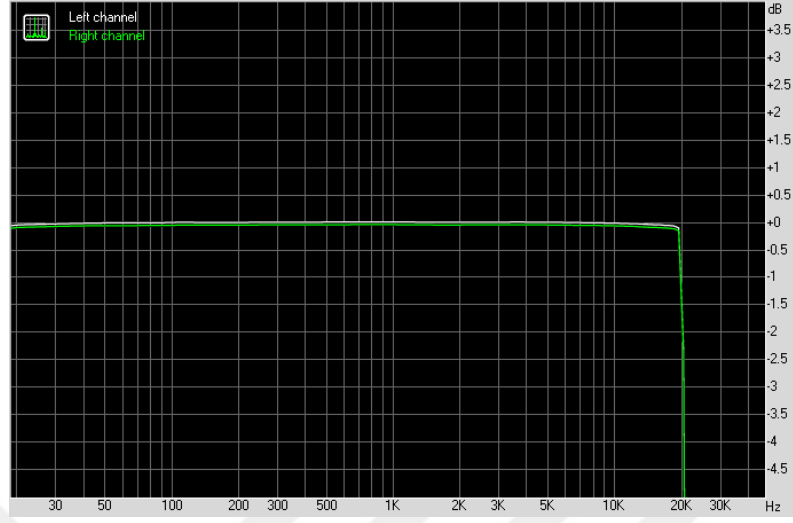
Şekil 51. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.3 dB / -2.3 dB
Mono mode	OFF
Calibration singal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

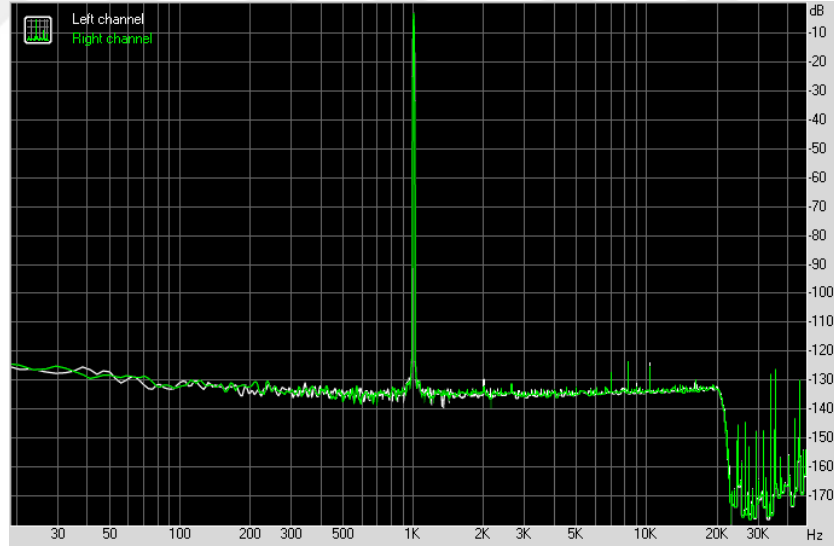
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.01, -0.04	Excellent
Noise level, dB (A)	-105.6	Excellent
Dynamic range, dB (A)	105.7	Excellent
THD, %	0.00024	Excellent
THD + Noise, dB (A)	-98.1	Excellent
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-101.2	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 52. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Raporu



Şekil 53. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

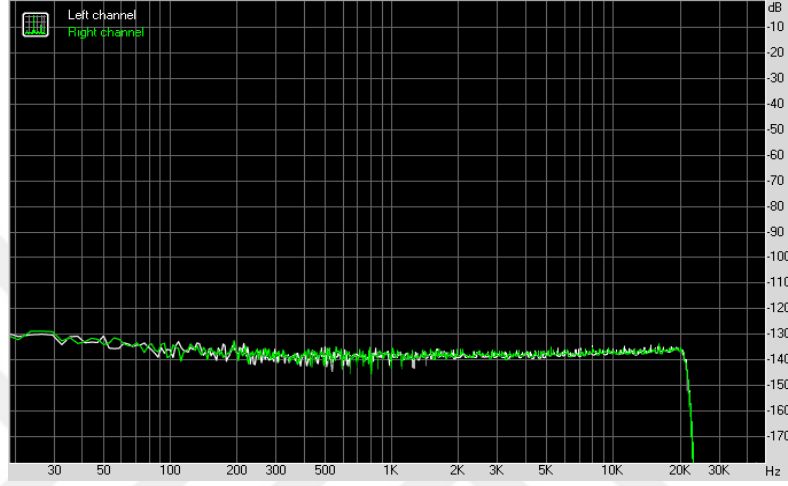
Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz – 20 kHz arası olabildiğince düz bir seviyede ilerlemiştir.



Şekil 54. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm THD Grafiği

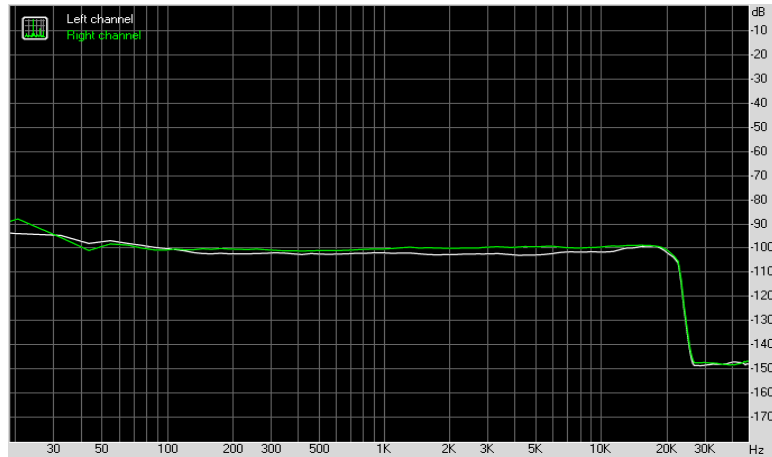
Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 7 kHz, yaklaşık olarak 8.2 kHz ve yaklaşık olarak 10.2 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözlemlenmektedir. Temel frekans olan 1 kHz sinüs üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -127 dB

seviyesindedir. Yaklaşık olarak 8.2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -124 dB seviyesinde ve yaklaşık olarak 10.2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise -125 dB seviyesinde görülmüştür. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 3 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00024 olduğu görülmüştür.



Şekil 55. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen gürültü eşiği grafiğine göre 20 Hz ile 500 Hz arası -130 dB seviyesinden yaklaşık olarak -138 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 500 Hz ile 20 kHz arası son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak -136 dB seviyesine doğru artmıştır.



Şekil 56. Ses Arabirim E Giriş Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık 42 Hz arasında -90 dB seviyesinden yaklaşık olarak -101 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 42 Hz ile 55 Hz arasında son düşüş seviyesinden yaklaşık olarak -99 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür. 55 Hz ile 500 Hz arasında son artış seviyesinden yaklaşık olarak -101 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüş olup 500 Hz ile 20 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 1 dB seviyesinde bir artış görülmüştür. Sol kanalda ise 20 Hz ile 100 Hz arasında yaklaşık olarak -93 dB seviyesinden -100 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiştir. 100 Hz ile 5 kHz arasında Son düşüş seviyesinden yaklaşık olarak -102 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüş olup 5 kHz ile yaklaşık olarak 19 kHz arasında son düşüş seviyesinden 100 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür. Yaklaşık olarak 19 kHz ile 20 kHz arasında ise son artış seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 1 dB düşüş görülmüştür.

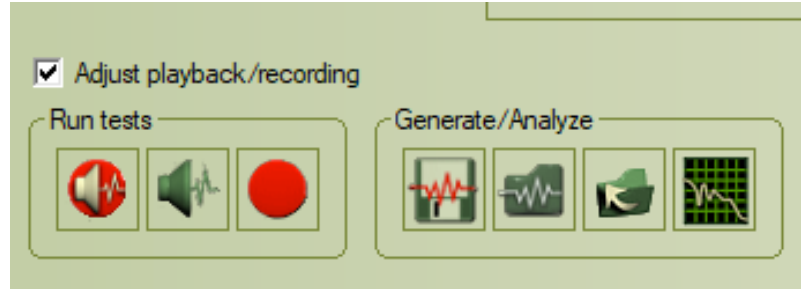
Tablo 2. Ses Arabirimleri Giriş Katı Ölçüm Tablosu

Arabirim	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Ses Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Ses Arabirim B	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Ses Arabirim C	Very Good	Very Good	Very Good	Poor	Very Good
Ses Arabirim D	Very Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Ses Arabirim E	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent

3.2.3. Ses Arabirimlerinin Çıkış Katı Ölçümleri ve Analizleri

3.2.3.1. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçümü

İlk olarak RMAA üzerinden 24 bit/96 kHz olarak test sinyali oluşturulmuş olup ardından ölçülecek arabirimin sağ ve sol çıkışlarından referans arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmış ve kalibre edilmiştir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra ölçülecek kart üzerinden yürütülen test sinyali bir DAW (Digital Audio Workstation) aracılığı ile kaydedilip RMAA üzerinde analiz edilmiştir.



Şekil 57. RMAA WAV Oluşturma ve Analiz Etme Sekmesi



Şekil 58. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.0 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

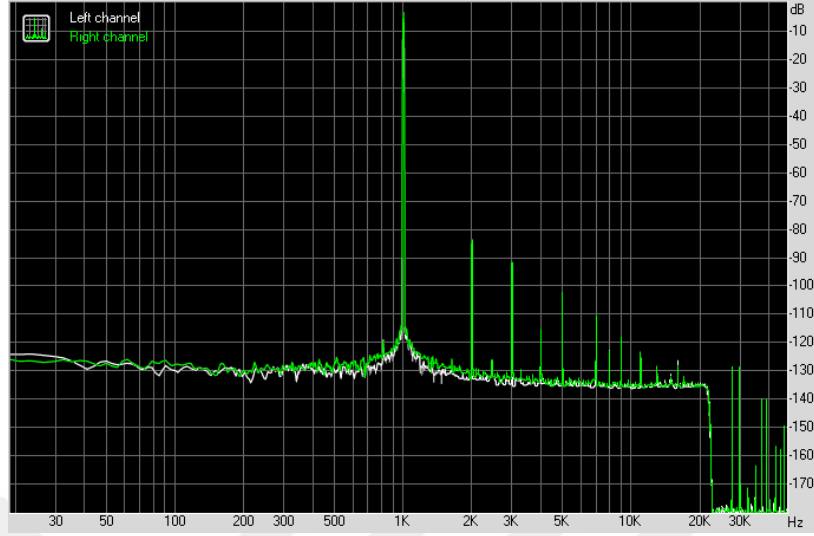
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.14, -0.45	Good
Noise level, dB (A)	-108.7	Excellent
Dynamic range, dB (A)	108.6	Excellent
THD, %	0.00978	Very good
THD + Noise, dB (A)	-77.8	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-99.7	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 59. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Raporu



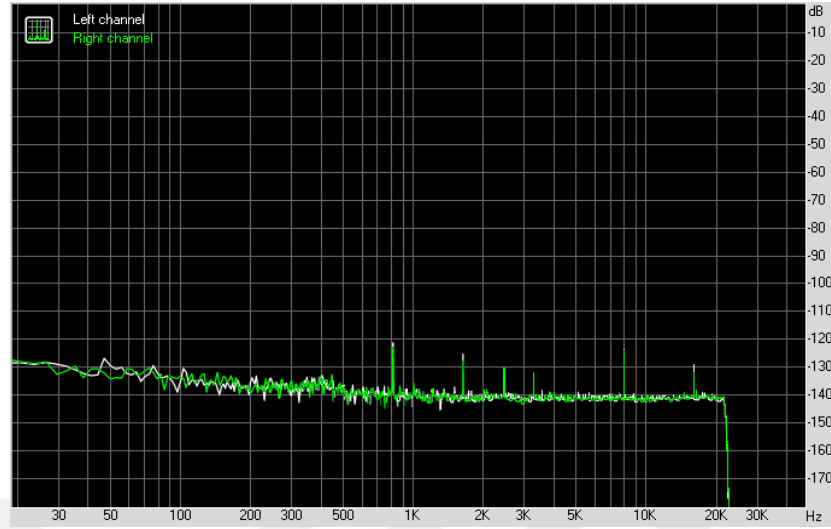
Şekil 60. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz – 4 kHz arası olabildiğince düz bir seviyede ilerlerken 4 kHz – 20 kHz arasında 1 dB seviyesinde bir düşüş gözlemlenmiştir.



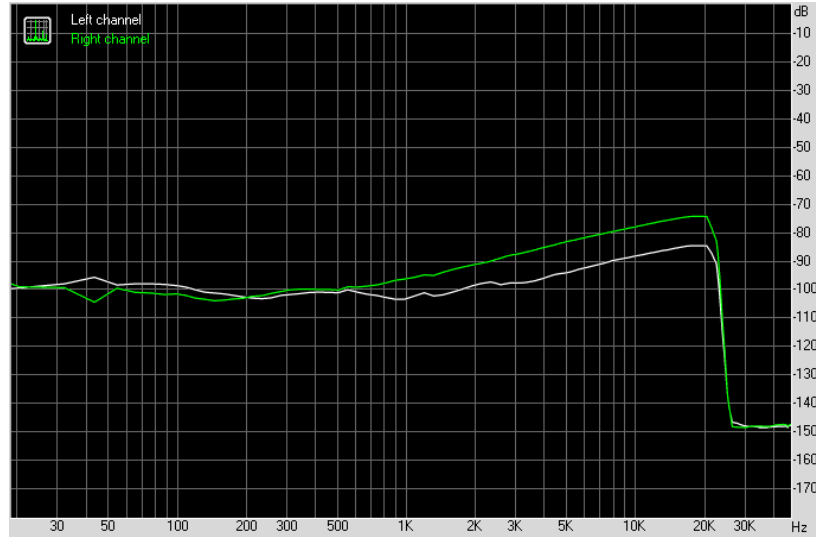
Şekil 61. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, yaklaşık olarak 2.5 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 7 kHz, 8 kHz ve 9 kHz frekansları üzerinde farklı seviyelerde harmonikler görülmüştür. Temel frekans olan 1 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -95 dB, yaklaşık olarak 2.5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -135 dB, 3 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -92 dB, 4 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -115 dB, 5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -102 dB, 7 kHz üzerindeki harmonik seviyesi -110 dB, 8 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -125 dB ve 9 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise yaklaşık olarak -117 dB olarak gözlemlenmiştir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 9 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00978 olduğu görülmüştür.



Şekil 62. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz – 1 kHz arasında yaklaşık olarak 130 dB seviyesinden -140 dB seviyesine doğru bir düşüş gözükmemekte olup 1 kHz – 20 kHz arası aynı seviyede olabildiğince doğru bir şekilde ilerlemiştir.



Şekil 63. Ses Arabirim A Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyali sonucu yukarıda görüntülenen grafiğe göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 35 Hz arası -100 dB seviyesinde

ilerlerken yaklaşık olarak 35 Hz ile yaklaşık olarak 55 Hz arasında yaklaşık olarak 5 dB seviyesinde bir düşüş gerçekleşip tekrar aynı seviyeye çıkmıştır. Yaklaşık olarak 55 Hz'den yaklaşık olarak 150 Hz'e kadar 5 dB seviyesinde düşüş görülmekte olup bu noktadan itibaren 20 kHz frekansına kadar yaklaşık olarak -75 dB seviyesine doğru bir artış gözlemlenmiştir.

3.2.3.2. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçümü

İlk olarak RMAA üzerinden 24 bit/96 kHz olarak test sinyali oluşturulmuş olup ardından ölçülecek arabirimin sağ ve sol çıkışlarından referans arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmış ve kalibre edilmiştir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra ölçülecek kart üzerinden yürütülen test sinyali bir DAW (Digital Audio Workstation) aracılığı ile kaydedilip RMAA üzerinde analiz edilmiştir.



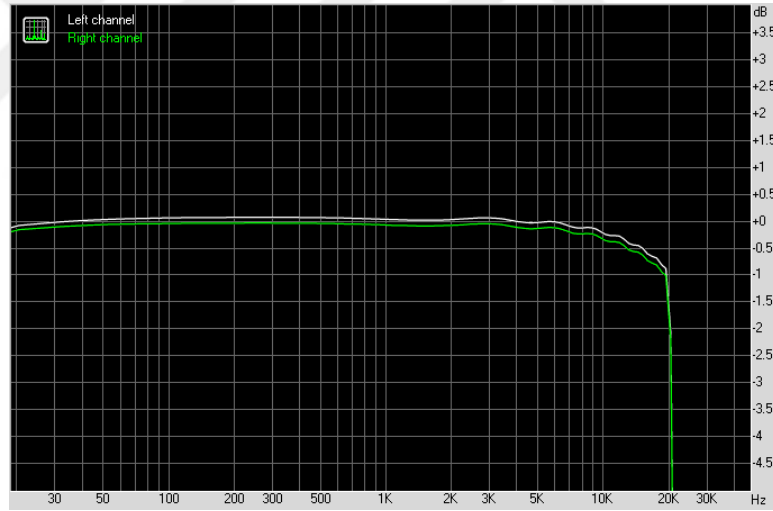
Şekil 64. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.3 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

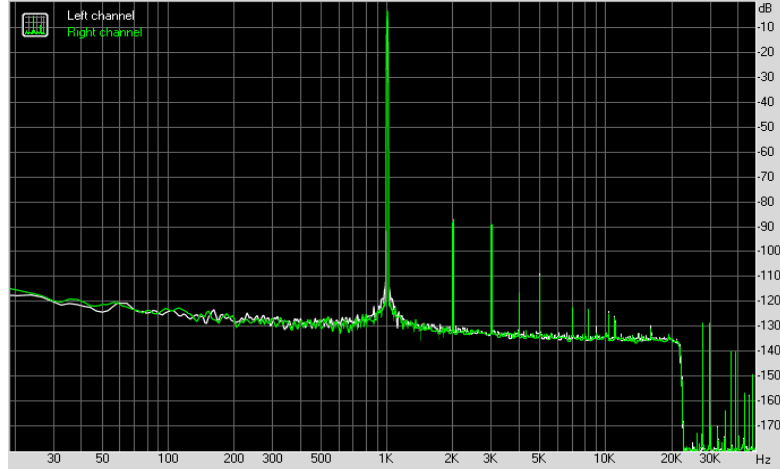
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	-0.04, -0.62	Good
Noise level, dB (A)	-104.4	Excellent
Dynamic range, dB (A)	104.3	Excellent
THD, %	0.00793	Very good
THD + Noise, dB (A)	-79.5	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-97.8	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 65. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Raporu



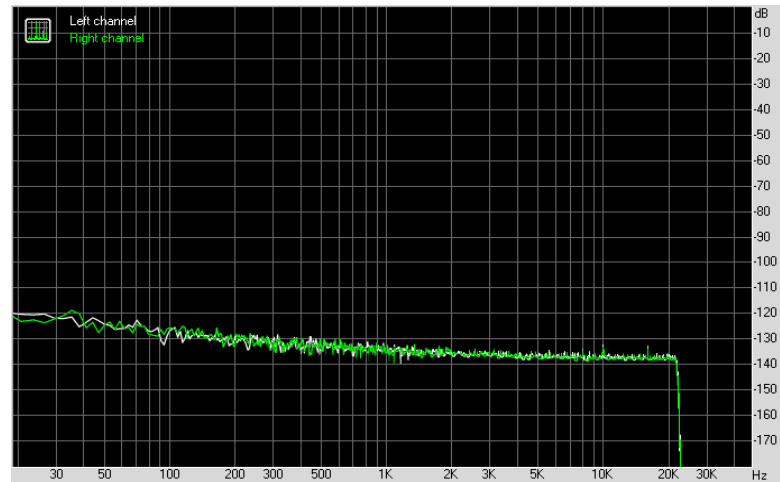
Şekil 66. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile 100 Hz arasında yaklaşık olarak 0.2 dB seviyesinde bir artış gözlemlenmiştir. 100 Hz ile 1 kHz arası olabildiğince düz bir şekilde ilerlemiş olup 1 kHz ile 20 kHz arasında 1 dB seviyesinde bir düşüş gözlemlenmiştir.



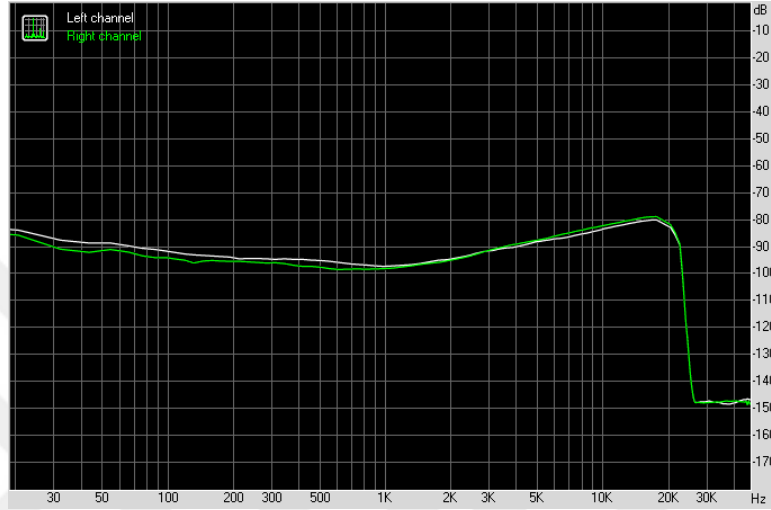
Şekil 67. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, 7 kHz ve yaklaşık olarak 8.2 kHz üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözükmemektedir. Temel frekans olan 1 kHz -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak – 88 dB, 3 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -89 dB, 4 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -118 dB, 5 kHz üzerinde harmonik seviyesi -110 dB, 7 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -123 dB ve yaklaşık olarak 8.2 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise yaklaşık olarak -123 dB seviyesinde gözlemlenmiştir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 7 farklı harmonik oluştuğu ve THD oranının 0.00793 olduğu görülmüştür.



Şekil 68. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz – 10 kHz arasında -120 dB seviyesinden yaklaşık olarak -137 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiş olup 10 kHz ile 20 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren olabildiğince düz bir seviyede devam etmiş olduğu görülmüştür.

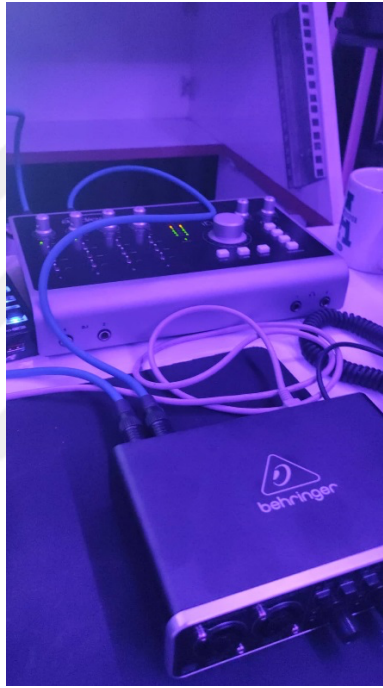


Şekil 69. Ses Arabirim B Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 45 Hz arasında yaklaşık olarak -85 dB seviyesinden yaklaşık olarak -92 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 45 Hz ile yaklaşık olarak 55 Hz arasında son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık 1 dB seviyesinde bir artış gözlemlenmiş olup yaklaşık olarak 55 Hz ile yaklaşık olarak 700 Hz arasında yaklaşık olarak -91 dB seviyesinden yaklaşık olarak -98 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 700 Hz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında ise son düşüş seviyesinden yaklaşık olarak -78 dB seviyesine doğru bir artış gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak -82 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Sol kanalda ise 20 Hz – 1 kHz arasında yaklaşık olarak -83 dB seviyesinden yaklaşık olarak -97 dB seviyesine doğru bir düşüş gözlemlenmiş olup 1 kHz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren -80 dB seviyesine doğru artış gözlemlenmiştir. 18 kHz – 20 kHz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 2 dB seviyesinde bir artış söz konusudur.

3.2.3.3. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçümü

İlk olarak RMAA üzerinden 24 bit/96 kHz olarak test sinyali oluşturulmuş olup ardından ölçülecek arabirimin sağ ve sol çıkışlarından referans arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmış ve kalibre edilmiştir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra ölçülecek kart üzerinden yürütülen test sinyali bir DAW (Digital Audio Workstation) aracılığı ile kaydedilip RMAA üzerinde analiz edilmiştir.



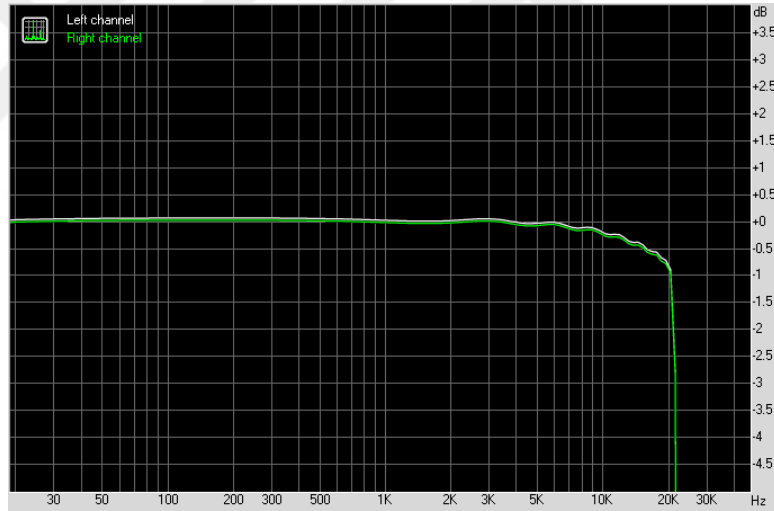
Şekil 70. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.2 dB / -2.3 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

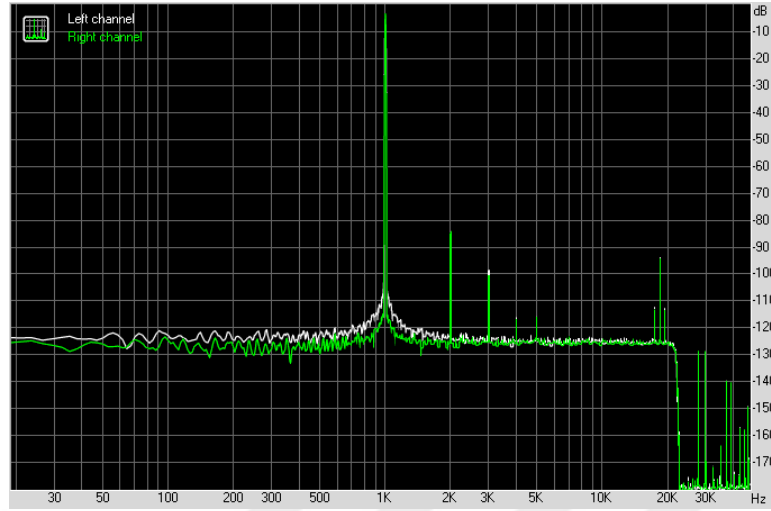
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.03, -0.47	Good
Noise level, dB (A)	-97.0	Excellent
Dynamic range, dB (A)	96.7	Excellent
THD, %	0.00847	Very good
THD + Noise, dB (A)	-78.6	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-80.5	Very good
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 71. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Raporu



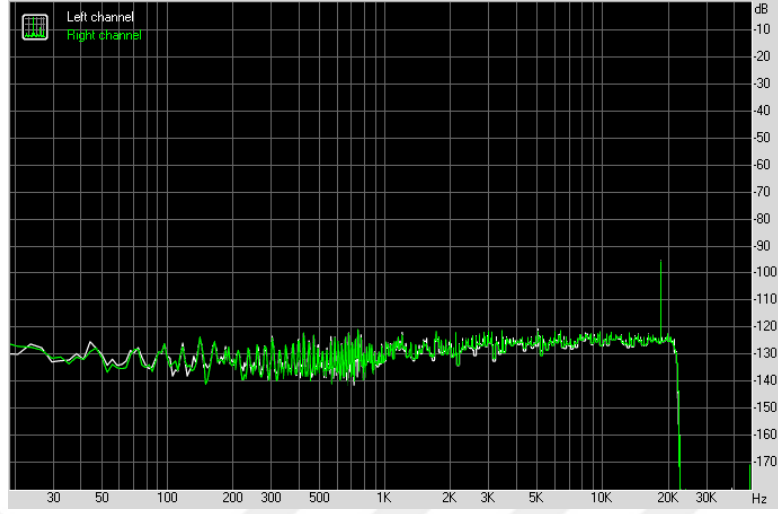
Şekil 72. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile 2 kHz arası olabildiğince düz bir seviyede ilerlemiştir. 2 kHz ile 20 kHz arasında ise (aralıklı yaklaşık 0.2 dB artışlarla) 1 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.



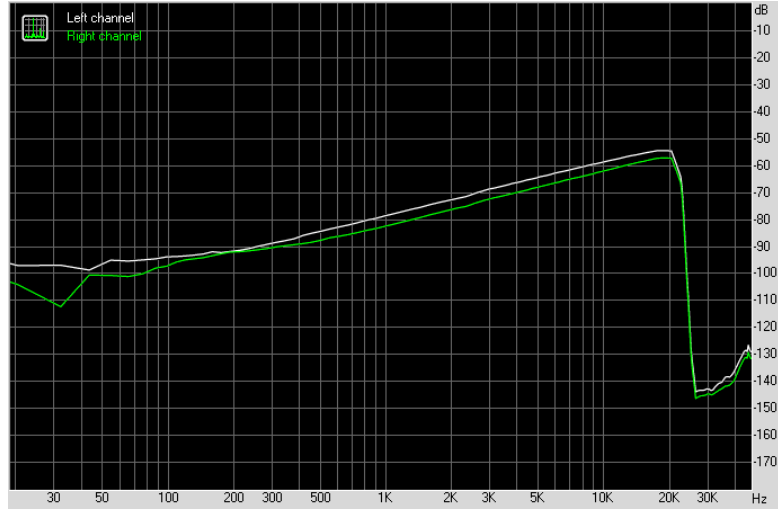
Şekil 73. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz, yaklaşık olarak 18 kHz, yaklaşık olarak 19 kHz ve yaklaşık olarak 19.5 kHz üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözükmemektedir. Temel frekans olan 1 kHz - 1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -85 dB seviyesinde, 3 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -101 dB seviyesinde, 4 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -117 dB seviyesinde, 5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -116 dB seviyesinde, yaklaşık olarak 18 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -113 dB seviyesinde, yaklaşık olarak 19 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -94 dB seviyesinde, yaklaşık olarak 19.5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi ise yaklaşık olarak -115 dB seviyesinde görülmüştür. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 8 farklı harmonik olduğu ve THD oranının 0.00847 olduğu görülmüştür.



Şekil 74. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz ile 500 Hz arasında yaklaşık olarak 5 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür. 500 Hz ile 20 kHz arasında ise yaklaşık olarak -135 dB seviyesinden yaklaşık olarak -125 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür.



Şekil 75. Ses Arabirim C Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 33 Hz arasında yaklaşık olarak -103 dB seviyesinden yaklaşık olarak -112 dB seviyesine doğru bir düşüş

görülmüştür. Yaklaşık olarak 33 Hz ile yaklaşık olarak 43 Hz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 11 dB seviyesinde artış görülmüştür. Yaklaşık olarak 43 Hz ile 20 kHz arasında ise -101 dB seviyesinden yaklaşık olarak -57 dB seviyesine doğru artış görülmüştür. Sol kanalda ise 20 Hz ile yaklaşık olarak 43 Hz arasında yaklaşık olarak -97 dB seviyesinden yaklaşık olarak -99 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 43 Hz ile 20 kHz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren -55 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür.

3.2.3.4. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçümü

İlk olarak RMAA üzerinden 24 bit/96 kHz olarak test sinyali oluşturulmuş olup ardından ölçülecek arabirimin sağ ve sol çıkışlarından referans arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmış ve kalibre edilmiştir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra ölçülecek kart üzerinden yürütülen test sinyali bir DAW (Digital Audio Workstation) aracılığı ile kaydedilip RMAA üzerinde analiz edilmiştir.



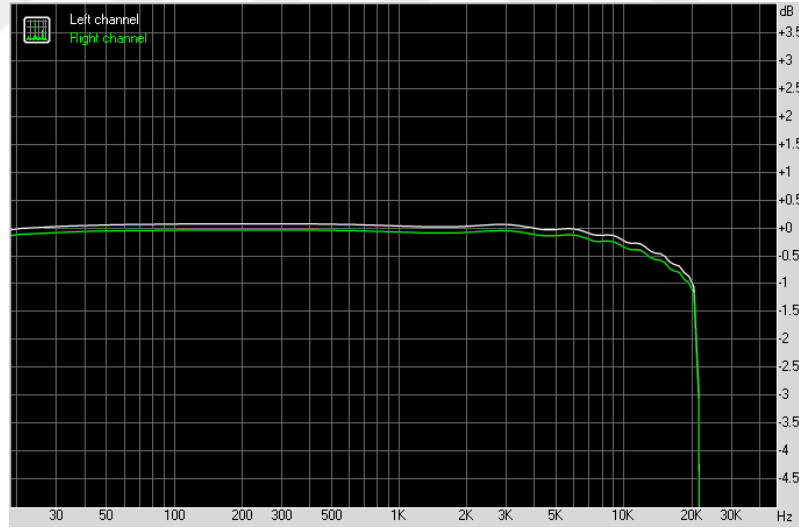
Şekil 76. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Kablolama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.2 dB
Mono mode	OFF
Calibration signal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

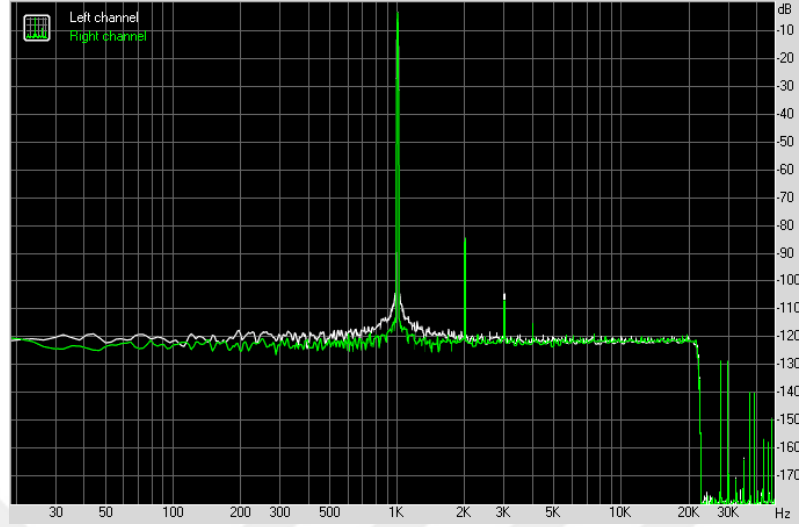
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	-0.04, -0.61	Good
Noise level, dB (A)	-92.2	Very good
Dynamic range, dB (A)	92.3	Very good
THD, %	0.00799	Very good
THD + Noise, dB (A)	-78.4	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-88.8	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 77. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Raporu



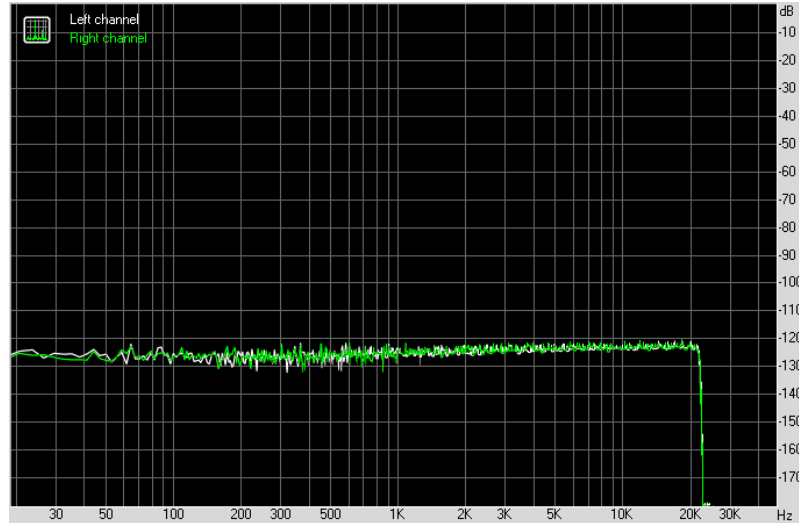
Şekil 78. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevabı Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile 50 Hz arasında yaklaşık 0.2 dB seviyesinde bir artış görülürken 50 Hz ile 1 kHz arası son artış seviyesinden itibaren olabildiğince düz bir şekilde ilerlemiştir. 1 kHz ile 20 kHz arasında ise 1 dB seviyesinde bir düşüş görülmüştür.



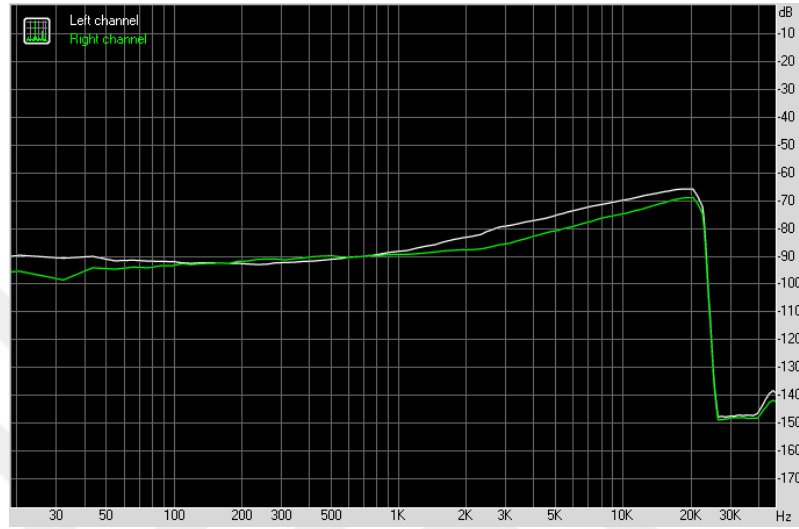
Şekil 79. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözükmemektedir. Temel frekans olan 1 kHz -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik -85 dB seviyesinde, 3 kHz üzerindeki harmonik -105 dB seviyesinde ve 4 kHz üzerindeki harmonik -115 dB seviyesindedir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 4 farklı harmonik olduğu ve THD oranının 0.00799 olduğu görülmüştür.



Şekil 80. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz ile 20 kHz arasında yaklaşık olarak -125 dB seviyesinden -121 dB seviyesine doğru bir artış söz konusudur.



Şekil 81. Ses Arabirim D Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık 32 Hz arasında yaklaşık olarak -95 dB seviyesinden yaklaşık olarak -99 dB seviyesine bir düşüş söz konusudur. Yaklaşık olarak 32 Hz ile 20 kHz arasında son düşüş seviyesinden itibaren -69 dB seviyesine doğru bir artış söz konusudur. Sol kanalda ise 20 Hz ile 200 Hz arasında -90 dB seviyesinden -92 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. 200 Hz ile 20 kHz arasında ise son düşüş seviyesinden itibaren -67 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür.

3.2.3.5. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçümü

İlk olarak RMAA üzerinden 24 bit/96 kHz olarak test sinyali oluşturulmuş olup ardından ölçülecek arabirimin sağ ve sol çıkışlarından referans arabirimin birinci ve ikinci girişlerine balanslı kablo ile bağlantı yapılmış ve kalibre edilmiştir. Bu bağlantı yapıldıktan sonra ölçülecek kart üzerinden yürütülen test sinyali bir DAW (Digital Audio Workstation) aracılığı ile kaydedilip RMAA üzerinde analiz edilmiştir.



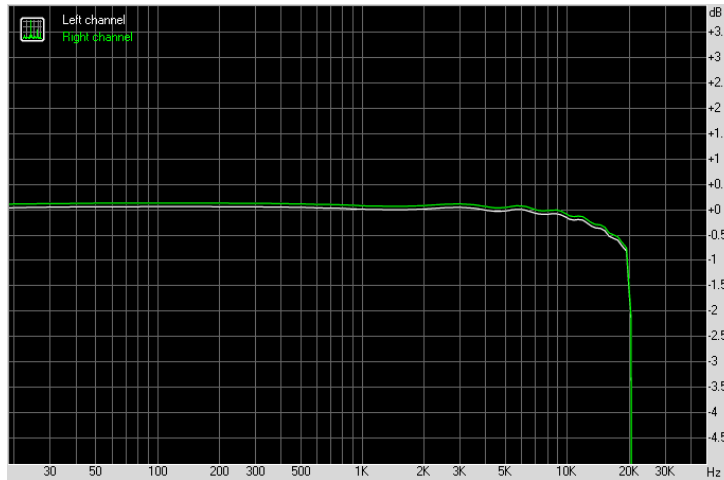
Şekil 82. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm KabloLama

20 Hz - 20 kHz filter	ON
Normalize amplitude	ON
Level change	-2.1 dB / -2.0 dB
Mono mode	OFF
Calibration singal, Hz	1000
Polarity	correct/correct

Summary

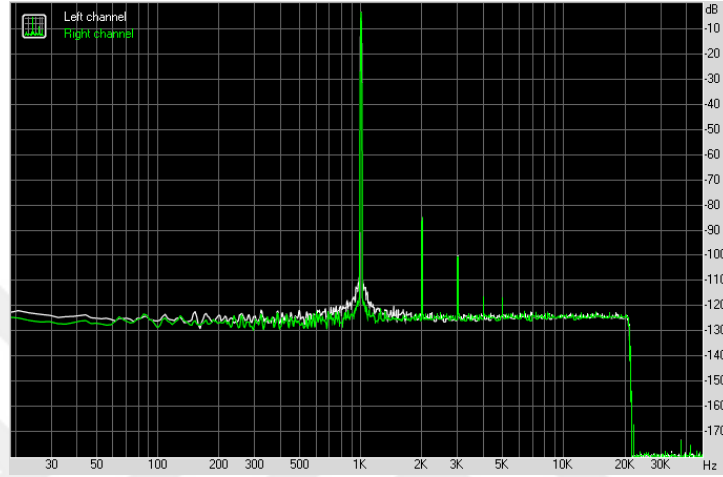
Frequency response (from 40 Hz to 15 kHz), dB	+0.13, -0.33	Good
Noise level, dB (A)	-95.6	Excellent
Dynamic range, dB (A)	95.8	Excellent
THD, %	0.00791	Very good
THD + Noise, dB (A)	-79.2	Average
IMD + Noise, %	N/A	N/A
Stereo crosstalk, dB	-92.2	Excellent
IMD at 10 kHz, %	N/A	N/A
General performance		Very good

Şekil 83. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Raporu



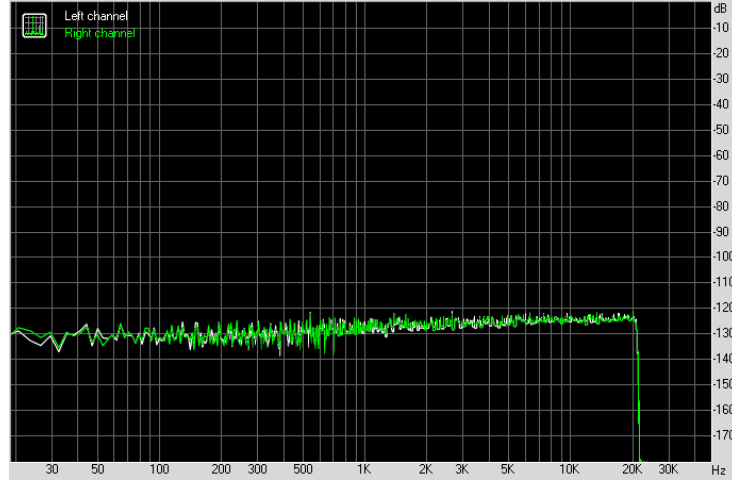
Şekil 84. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Frekans Cevap Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görülen frekans cevap grafiğine göre 20 Hz ile 200 Hz arasında yaklaşık olarak 0.1 dB seviyesinde bir artış söz konusudur. 200 Hz ile yaklaşık olarak 1.8 kHz arasında ise son artış seviyesinden 0.1 dB düşüş görülmüş olup yaklaşık 1.8 kHz ile 20 kHz arasında ise 1 dB düşüş görülmüştür.



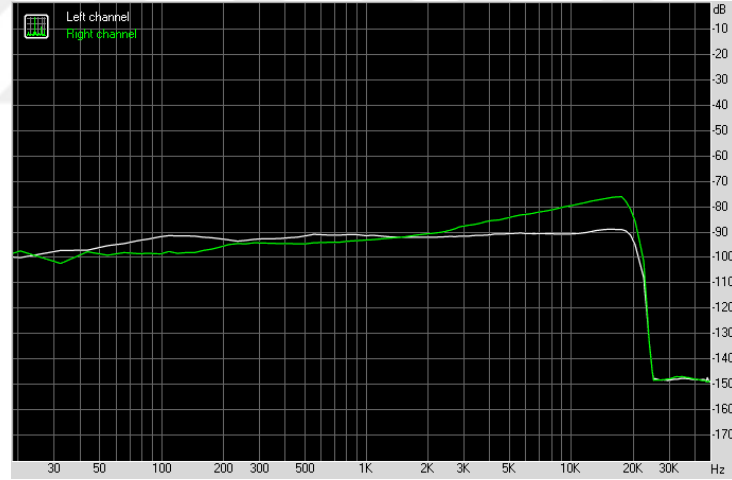
Şekil 85. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm THD Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu temel frekans olan 1 kHz dışında 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz ve 5 kHz üzerinde farklı seviyelerde harmonikler gözükmemektedir. Temel frekans olan 1 kHz -1 dB seviyesindeyken 2 kHz üzerindeki harmonik -85 dB seviyesinde, 3 kHz üzerindeki harmonik -100 dB seviyesinde, 4 kHz üzerindeki harmonik yaklaşık olarak -116 dB seviyesinde, 5 kHz üzerindeki harmonik seviyesi yaklaşık olarak -117 dB seviyesindedir. THD analizi sonucu farklı seviyelerde 5 farklı harmonik olduğu ve THD oranının 0.00791 olduğu görülmüştür.



Şekil 86. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Gürültü Eşiği Grafiği

Gönderilen test sinyali sonucu görüntülenen gürültü eşiği grafiğinde 20 Hz ile 20 kHz arasında -130 dB seviyesinden -125 dB seviyesine doğru bir artış görülmüştür.



Şekil 87. Ses Arabirim E Çıkış Katı Ölçüm Stereo Crosstalk Grafiği

Sırasıyla sağ ve sol kanala gönderilen test sinyaline sonucu görüntülenen stereo crosstalk grafiğine göre sağ kanalda 20 Hz ile yaklaşık olarak 32 Hz arasında -100 dB seviyesinden yaklaşık olarak -102 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür. Yaklaşık olarak 32 Hz ile yaklaşık olarak 42 Hz arasında son düşüş seviyesinden -98 dB seviyesine doğru bir artış görülmüş olup yaklaşık olarak 42 Hz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında son artış seviyesinden itibaren yaklaşık olarak -76 dB seviyesine doğru bir artış

görülmüştür. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında ise son artış seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 5 dB seviyesinde düşüş gözlemlenmiştir. Sol kanalda ise 20 Hz ile 100 Hz arasında -100 dB seviyesinden yaklaşık olarak -91 dB seviyesine doğru bir artış söz konusudur. 100 Hz ile yaklaşık olarak 230 Hz arasında ise son artış seviyesinden yaklaşık olarak -93 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüş olup yaklaşık 230 Hz ile 900 Hz arasında son düşüş seviyesinden yaklaşık olarak -91 dB seviyesine bir düşüş gözlemlenmiştir. 900 Hz ile 2 kHz arasında son düşüş seviyesinden yaklaşık -92 dB seviyesine bir düşüş görülmüştür. 2 kHz ile yaklaşık olarak 18 kHz arasında son düşüş seviyesinden yaklaşık -89 dB seviyesine doğru bir artış gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 18 kHz ile 20 kHz arasında ise son artış seviyesinden yaklaşık -92 dB seviyesine doğru bir düşüş görülmüştür.

Tablo 3. Ses Arabirimleri Çıkış Katı Ölçüm Tablosu RMAA Notları

Arabirim	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Ses Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Ses Arabirim B	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Ses Arabirim C	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Very Good
Ses Arabirim D	Good	Very Good	Very Good	Very Good	Excellent
Ses Arabirim E	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent

Bu bölümde RMAA hakkında temel bilgiler, RMAA ölçüm yöntemi, arabirimler giriş ve çıkış katı RMAA analiz sonuçları aktarıldı. Bir sonraki bölümde yapılan anket araştırması sonuçları ve değerlendirmeleri, dinleme testi sonuçları ve değerlendirmeleri, ölçülen arabirim parametrelerinin karşılaştırmalı değerlendirmeleri ve ilgili çalışmanın sonuçları aktarılacaktır.

4. BÖLÜM

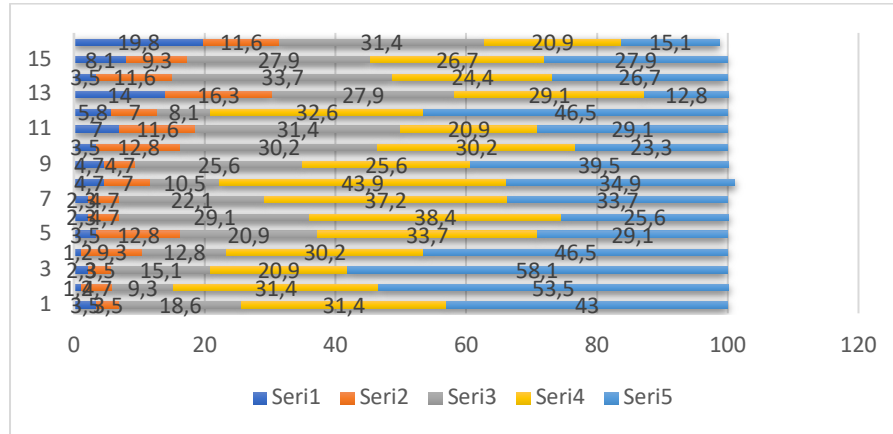
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

4. Bölüm: Sonuç ve Değerlendirme

4.1. Anket Araştırması Sonuçları

Yapılan anket çalışmasında 86 katılımcıya (müzik teknolojisi profesyonelleri ve müzik teknolojisi öğrencilerine) ses arabirim tercih faktörleri hakkında 16 soru sorulmuş olup her soruyu 1 (en önemsiz) ile 5 (en önemli) arasında puanlayarak cevaplamaları istenmiştir. Katılımcıların verdikleri cevaplar, SPSS yazılımıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken, 4 (önemli) ve 5 (en önemli) cevapları dikkate alınmış, bu iki cevabın toplamı yüzde değerler olarak belirtilmiştir. Buna göre ses arabirimlerinin anket değerlendirmesi tercihlerinde (soru sırasına göre) frekans cevabı %74,4 oranında, preamp (önyükselteç) gücü %84,9 oranında, A/D (analog/dijital) çevirici dinamik alanı %79 oranında, D/A (dijital/analog) çevirimi dinamik alanı %76,7 oranında, toplam harmonik bozulma %62,8 oranında, örnekleme oranı skalası %64 oranında, örnekleme frekansı %70,9 oranında, bit derinliği %77,9 oranında, arabirim giriş türü %65,1 oranında, kullanılan veri protokolü %53,3 oranında, arabirim giriş ve çıkış sayısı %50 oranında, arabirimin hali hazırdaki işletim sistemine uygunluğu %79,1 oranında, forum ya da grup tavsiyeleri %41,9 oranında, marka etkeni %51,1 oranında, yazılımsal kontrol paneli bulunması %54,6 oranında ve diğer kullanıcıların kullanımı %36 oranında önem verildiği belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda sorulan anket sorularına verilen cevapların yüzdelik değerleri gösterilmektedir.

Tablo 4. Anket Araştırma Genel Tablo



4.2. Dinleme Test Araştırması Sonuçları

Yapılan dinleme testi müzik teknolojisi profesyonelleri ve öğrencilerinden oluşan 12 kişiye uygulanmış olup üç farklı müzik türü (R&B/HipHop, Rock, Jazz) dinletilmiştir. Dinleme testi örnekleri 20 saniyeyi aşmayacak şekilde ilgili parçaların belirli bölümleri kesilerek hazırlanmıştır. Dinleme testinde seçilen parçalar şunlardır;

- Lil Zey – Heveslenmem (R&B/Hip-Hop)
- Bill Evans – B Minor Waltz (Jazz)
- Pearl Jam – Not For You (Rock)

İlgili parçalardan alınan örnekler RMAA ile analiz edilen ses arabirimlerinin giriş ve çıkış katlarından – referans ses arabirimi aracılığı ile- geçirilerek belirlenen DAW’a (Logic Pro) kaydedilmiştir. Bu örnekler kaydedilirken bozulma (clipping) seviyeleri de birbirlerine eşit tutulmuştur. Dinleme testinde katılımcılardan, bu üç farklı parçanın beş ses arabiriminin giriş ve çıkış katlarından geçen örneklerini referans örnek ile kıyaslayıp 1 (en kötü) – 5 (en iyi) arasında puanlama yapmaları istenmiştir. (Referans örnek, ilgili parçaların orijinal yayınlanmış .wav uzantılı master versiyonlarıdır.) Dinleme testi sırasında tüm katılımcılar aynı ortamda (Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Teknolojisi Anabilidim Dalı Ses Kayıt Stüdyosu) dinleme yapmış, ses arabirimi olarak Audient ID22 ve kulaklık olarak Beyerdynamic DT 770 (250 ohm) kullanmışlardır. Yapılan dinleme test araştırma sonuçları şu şekildedir;

Tablo 5. Lil Zey (R&B/Hip-Hop) Çıkış Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	4	4	4	5	4	4	4	5	2	2	5	2	3,75
Arabirim B	4	5	5	3	5	3	4	4	4	5	5	4	4,25
Arabirim C	3	2	4	4	4	3	4	5	3	4	5	4	3,75
Arabirim D	5	1	2	3	4	5	4	4	3	3	5	4	3,58
Arabirim E	5	3	3	4	4	3	4	5	3	4	5	4	3,75

Yukarıdaki tabloda r&b/hip-hop türü örneği çıkış katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3,75 puan, arabirim B 4,25 puan, arabirim C 3,75 puan, arabirim D 3,58 puan ve arabirim E ise 3,75 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 6. Bill Evans (Jazz) Çıkış Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	3	5	2	4	5	3	4	4	3	3	4	2	3,5
Arabirim B	4	2	5	3	5	3	5	4	4	4	3	5	3,91
Arabirim C	4	4	4	5	5	4	3	4	4	3	3	4	3,91
Arabirim D	5	3	5	3	5	3	3	4	4	5	4	4	4
Arabirim E	5	5	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3,66

Yukarıdaki tabloda jazz türü örneği çıkış katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3,5 puan, arabirim B 3,91 puan, arabirim C 3,91 puan, arabirim D 4 puan ve arabirim E ise 3,66 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 7. Pearl Jam (Rock) Çıkış Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	5	5	1	3	3	4	1	3	3	2	4	2	3
Arabirim B	5	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3,58
Arabirim C	4	2	2	4	3	3	3	4	4	3	4	3	3,25
Arabirim D	3	4	4	3	4	5	1	4	3	2	3	3	3,25
Arabirim E	5	2	1	3	4	3	2	3	3	3	5	4	3,16

Yukarıdaki tabloda rock türü örneği çıkış katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3 puan, arabirim B 3,58 puan, arabirim C 3,25 puan, arabirim D 3,25 puan ve arabirim E ise 3,16 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 8. Lil Zey (R&B/Hip-Hop) Giriş Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	2	4	3	4	3	4	4	3	4	5	4	3	3,58
Arabirim B	2	4	2	5	4	4	4	4	4	2	3	3	3,41
Arabirim C	2	1	5	3	3	5	4	5	4	4	2	3	3,41
Arabirim D	3	5	2	4	3	4	4	4	5	4	2	3	3,58
Arabirim E	3	2	3	4	4	5	4	4	3	5	5	3	3,75

Yukarıdaki tabloda r&b/hip-hop türü örneği giriş katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3,58 puan, arabirim B 3,41 puan, arabirim C 3,41 puan, arabirim D 3,58 puan ve arabirim E ise 3,75 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 9. Bill Evans (Jazz) Giriş Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	2	2	1	4	3	5	3	4	3	5	5	2	3,25
Arabirim B	4	4	5	4	4	4	4	5	3	5	5	3	4,16
Arabirim C	3	4	4	4	3	3	4	4	5	4	1	3	3,5
Arabirim D	3	4	2	3	3	4	2	4	4	4	1	3	3,08
Arabirim E	3	3	3	4	4	5	4	4	2	5	5	5	3,91

Yukarıdaki tabloda jazz türü örneği giriş katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3,25 puan, arabirim B 4,16 puan, arabirim C 4,5 puan, arabirim D 3,08 puan ve arabirim E ise 3,91 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 10. Pearl Jam (Rock) Giriş Katı Puanlaması

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	3	1	4	4	4	3	2	4	4	2	3	2	3
Arabirim B	4	5	3	5	3	4	3	3	4	3	3	4	3,66
Arabirim C	2	3	2	3	3	4	3	4	5	5	4	3	3,41
Arabirim D	4	2	1	3	4	5	2	4	5	5	4	4	3,58
Arabirim E	3	4	5	4	3	5	3	5	3	4	5	4	4

Yukarıdaki tabloda rock türü örneği giriş katı puanlamaları sonucunda arabirim A 3 puan, arabirim B 3,66 puan, arabirim C 3,41 puan, arabirim D 3,58 puan ve arabirim E ise 4 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 11. Çıkış Katı Genel Puanlama

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	4	4,66	2,33	4	4	3,66	3	4	2,66	2,33	4,33	2	3,41
Arabirim B	4,33	3,33	4,66	3,33	4,66	3	4	4	3,66	4	3,66	4,33	3,99
Arabirim C	3,66	2,66	3,33	4,33	4	3,33	3,33	4,33	3,66	3,33	4	3,66	3,63
Arabirim D	4,33	2,66	3,66	3	4,33	4,33	2,66	4	3,33	3,33	4	3,66	3,60
Arabirim E	5	3,33	2,33	3,66	4,33	3,33	3	3,33	3	3,66	4,33	3	3,52

Yukarıda, üç türün ortalamaları alınarak çıkış katı genel puan tablosu oluşturulmuş. Çıkış katı genel puan tablosuna göre arabirim A 3,41 puan, arabirim B 3,99 puan, arabirim C 3,63 puan, arabirim D 3,60 puan ve arabirim E ise 3,52 puan ortalamasına sahiptir.

Tablo 12. Giriş Katı Genel Puanlama

	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	Ortalama
Arabirim A	2,33	2,33	2,66	4	3,33	4	3	3,66	3,66	4	4	2,33	3,27
Arabirim B	3,33	4,33	3,33	4,66	3,66	4	3,66	4	3,66	3,33	3,66	3,33	3,74
Arabirim C	2,33	2,66	3,66	3,33	3	4	3,66	4,33	4,66	3,66	2,33	3	3,38
Arabirim D	3,33	3,66	1,66	3,33	3,33	4,33	2,66	4	4,66	4,33	2,33	3,33	3,41
Arabirim E	3	3	3,66	4	3,66	5	3,66	4,33	2,66	4,66	5	4	3,88

Yukarıda, üç türün ortalamaları alınarak giriş katı genel puan tablosu oluşturulmuş. Giriş katı genel puan tablosuna göre arabirim A 3,27 puan, arabirim B 3,74 puan, arabirim C 3,38 puan, arabirim D 3,41 puan ve arabirim E ise 3,88 puan ortalamasına sahiptir.

4.3. Sonuçların Değerlendirilmesi

4.3.1. Anket Sonuçlarının RMAA Yazılımı ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

Yapılan anket çalışmasında, ses arabirim tercihlerinde frekans cevabı %74,4 oranında önemli bulunmuş olup giriş katı ölçümlerinde frekans cevabı özelinde test edilen arabirim A RMAA notu *good*, test edilen arabirim B RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim C RMAA notu *very good*, test edilen arabirim D RMAA notu *very good* ve test edilen arabirim E RMAA notu ise *excellent* olarak görülmektedir. Çıkış katı ölçümleri frekans cevabı özelinde ise test edilen tüm arabirimlerin RMAA notu *good* olarak görülmektedir. (Detaylı analiz sonuçları için ilgili bölüme bakabilirsiniz.)

Ses arabirim tercihlerinde preamp (önyükselteç) gücü %84,9 oranında, A/D dinamik alan %79, D/A dinamik alan ise %76,7 oranında önemli bulunmuş olup giriş katı ölçümlerinde dinamik alan özelinde test edilen arabirim A RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim B RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim C RMAA notu *very good*, test edilen arabirim C RMAA notu *excellent* ve test edilen arabirim E RMAA notu *excellent* olarak görülmektedir. Çıkış katı ölçümlerinde dinamik alan özelinde ise test edilen arabirim A RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim B RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim C RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim D RMAA notu *very good* ve test edilen arabirim E RMAA notu *excellent* olarak görülmektedir. (Detaylı analiz sonuçları için ilgili bölüme bakabilirsiniz.)

Ses arabirimlerinde toplam harmonik bozulma oranı ise %62,8 oranında önemli bulunmuş olup giriş katı toplam harmonik bozulma özelinde test edilen arabirim A RMAA notu *very good*, test edilen arabirim B RMAA notu *excellent*, test edilen arabirim C RMAA notu *poor*, test edilen arabirim D RMAA notu *excellent* ve test edilen arabirim E RMAA notu *excellent* olarak görülmektedir. Çıkış katı ölçümlerinde toplam harmonik bozulma özelinde ise tüm arabirimler için RMAA notu *very good* olarak görülmektedir.

4.3.2. Dinleme Testi Sonuçlarının RMAA Yazılımı ile Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

Yapılan dinleme testi sonucunda giriş katı genel puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 3,88 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Ortalama sırasına göre ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,74 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Üçüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,41 ortalama ile test edilen arabirim D olurken dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,38 ortalama ile test edilen arabirim C olmuş ve beşinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,27 ortalama ile test edilen arabirim A olmuştur. Dinleme testi giriş katı genel puanlama sırasına göre ses arabirimlerinin ölçülen parametrelerine ait RMAA notları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 13. Dinleme Testi Giriş Katı Genel Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim E	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim B	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim D	Very Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim C	Very Good	Very Good	Very Good	Poor	Very Good
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent

Yapılan dinleme testi sonucunda çıkış katı genel puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 3,99 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Ortalama sırasına göre ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,63 ortalama ile test edilen arabirim C olmuştur. Üçüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim ise 3,60 ortalama ile test edilen arabirim D olmuş olup dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,52 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Beşinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim ise 3,41 ortalama ile test edilen arabirim A olmuştur.

Tablo 14. Dinleme Testi Çıkış Katı Genel Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim B	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim C	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Very Good
Arabirim D	Good	Very Good	Very Good	Very Good	Excellent
Arabirim E	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent

Yapılan dinleme testi sonucunda giriş katı rock türü puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 4 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Ortalama sırasına göre ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,66 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Üçüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,58 ortalama ile test edilen arabirim D olmuş olup dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim ise 3,41 ortalama ile test edilen arabirim C olmuştur. Beşinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3 ortalama ile test edilen arabirim A olmuştur.

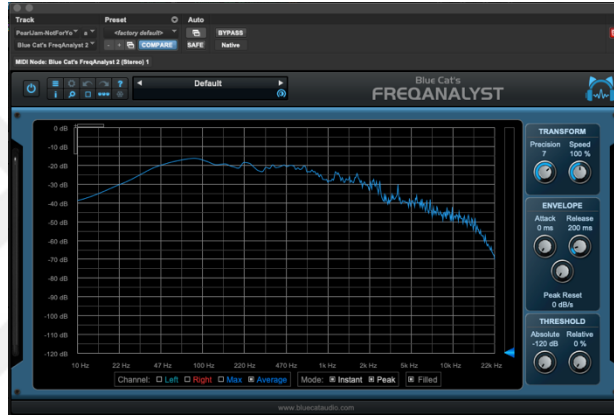
Tablo 15. Dinleme Testi Giriş Katı Rock Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim E	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim B	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim D	Very Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim C	Very Good	Very Good	Very Good	Poor	Very Good
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent

Yapılan dinleme testi sonucunda çıkış katı rock türü puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 3,58 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Ortalama sırasına göre ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirimler 3,25 ortalama ile test edilen arabirim C ve test edilen arabirim D olmuştur. Üçüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,16 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim ise 3 ortalama ile test edilen arabirim A olmuştur.

Tablo 16. Dinleme Testi Çıkış Katı Rock Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim B	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim C*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Very Good
Arabirim D*	Good	Very Good	Very Good	Very Good	Excellent
Arabirim E	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent



Şekil 88. Rock Türü Örneği Frekans Spektrum Görüntüsü

Yapılan dinleme testi sonucunda giriş katı caz türü puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 4,16 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Ortalama sırasına göre en yüksek ikinci arabirim 3,91 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Üçüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,5 ortalama ile test edilen arabirim C olmuştur. Dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,25 ortalama ile test edilen arabirim A olmuş ve beşinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,08 ortalama ile test edilen arabirim D olmuştur.

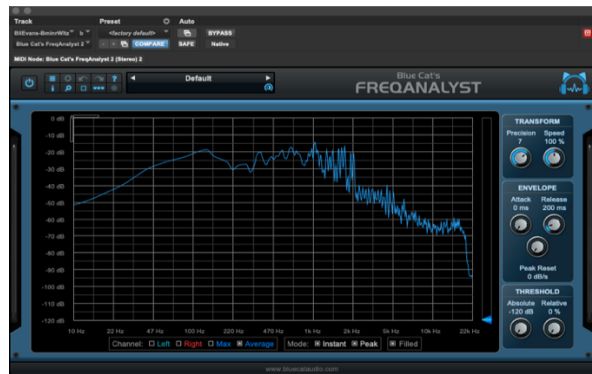
Tablo 17. Dinleme Testi Giriş Katı Caz Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim B	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim E	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim C	Very Good	Very Good	Very Good	Poor	Very Good
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim D	Very Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent

Yapılan dinleme testi sonucunda çıkış katı caz türü puanlama tablosunda en yüksek ortalamaya sahip ses arabirimi 4 ortalama ile test edilen arabirim D olmuştur. Ortalama sıralamasına göre en yüksek ikinci ortalamaya sahip arabirimler 3,91 ortalama ile test edilen arabirim B ve test edilen arabirim C olmuştur. En yüksek üçüncü ortalamaya sahip arabirim 3,66 ortalama ile test edilen arabirim E olmuş ve dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim 3,5 ortalama ile test edilen arabirim A olmuştur.

Tablo 18. Dinleme Testi Çıkış Katı Caz Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim D	Good	Very Good	Very Good	Very Good	Excellent
Arabirim B*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim C*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Very Good
Arabirim E	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim A	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent



Şekil 89. Caz Türü Örneği Frekans Spektrum Görüntüsü

Yapılan dinleme testi sonucunda giriş katı r&b/hiphop türü puanlama tablosunda en yüksek ortalama sahip ses arabirimi 3,75 ortalama ile test edilen arabirim E olmuştur. Ortalama sıralamasına göre ikinci en yüksek ortalama sahip arabirimler 3,58 ortalama ile test edilen arabirim A ve test edilen arabirim D olmuştur. En yüksek üçüncü ortalama sahip arabirimler ise 3,41 ortalama ile test edilen arabirim B ve test edilen arabirim C olmuştur.

Tablo 19. Dinleme Testi Giriş Katı R&B/Hiphop Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim E	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim A*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim D*	Very Good	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim B**	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Arabirim C**	Very Good	Very Good	Very Good	Poor	Very Good

Yapılan dinleme testi sonucunda çıkış katı r&b/hiphop türü puanlama tablosunda en yüksek ortalama sahip ses arabirimi 4,25 ortalama ile test edilen arabirim B olmuştur. Ortalama sıralamasına göre ikinci en yüksek ortalama sahip arabirimler 3,75 ortalama ile test edilen arabirim A, test edilen arabirim C ve test edilen arabirim E olmuştur. En yüksek üçüncü ortalama sahip arabirim ise 3,58 ortalama ile test edilen arabirim D olmuştur.

Tablo 20. Dinleme Testi Çıkış Katı R&B/Hiphop Türü Puanlama Sırasına Göre RMAA Notları

Arabirim (Ortalama Sırasına Göre)	Frekans Cevabı	Gürültü Eşiği	Dinamik Aralık	Toplam Harmonik Bozulma	Stereo Crosstalk
Arabirim B	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim A*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim C*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Very Good
Arabirim E*	Good	Excellent	Excellent	Very Good	Excellent
Arabirim D	Good	Very Good	Very Good	Very Good	Excellent



Şekil 90. R&B/Hiphop Türü Örneği Frekans Spektrum Örneği

4.4. Yorumlar ve Tartışmalar

Dinleme testi sonucunda genel puanlama giriş katı tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip olan (3,88) ses arabirimi fiyat/performans beklentisi doğrultusunda arabirim E olmuştur. İlgili arabirimin RMAA sonuçlarında da tüm parametreler *excellent* olarak görülmekte olup ölçülen parametreler özelinde giriş katı frekans cevap grafiği oldukça düz (*flat*), giriş katı dinamik aralığı, çalışmada ölçülen diğer kartlara göre daha geniş ve giriş katı toplam harmonik bozulma grafiğine göre de oldukça transparan bir arabirim olarak görülmektedir.

Genel puanlama giriş katı tablosunda ikinci en yüksek ortalamaya sahip (3,74) arabirim, arabirim B olmuştur. Bu arabirim RMAA sonuçlarında da tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir. Ölçülen parametreler özelinde ise giriş katı frekans cevap grafiği oldukça düz olarak görülmekte olup giriş katı dinamik aralık seviyesi arabirim E'den 7 dB düşük olarak görülmektedir. Giriş katı toplam harmonik bozulma grafiğine göre ise arabirim E'den daha az transparan olduğu görülmektedir. Dinleme testi sonuçlarına göre, iki arabirim arasındaki puan farkının az oluşu, RMAA sonuçlarında parametre notlarının aynı olması, iki arabirim arasındaki parametre değerlerinin birbirine yakınlığı ve bu arabirimlerin piyasa fiyatları arasındaki fark göz önünde bulundurulduğunda iki arabirim arasındaki sonuçlar dikkat çekici olmaktadır.

Genel puanlama giriş katı tablosunda en yüksek ortalamaya sahip (3,41) üçüncü arabirim ise arabirim D olmuştur. Bu arabirim RMAA sonuçlarında ise frekans cevap notu *very good* olarak gözükmemekte olup ölçülen diğer tüm parametre notları *excellent* olarak görülmektedir. Ölçülen parametreler özelinde giriş katı frekans cevap grafiğinde en alt ve en üst frekanslarda en fazla 0.5 dB seviyesinde değişimler görülmektedir. Giriş katı dinamik aralık seviyesi arabirim E'den düşük fakat arabirim B'den yüksek olarak görülmektedir. Giriş katı toplam harmonik bozulma oranına bakıldığında ise arabirim E'den daha az, arabirim B'den daha çok transparan olduğu görülmektedir. İlgili arabirim RMAA ölçümlerine göre yalnızca giriş katı frekans cevap grafiği özelinde arabirim B'den az bir farkla üstün olarak görülmekte olup dinleme testi sonucunda giriş katı genel tablosu ortalama puanı bu arabirimden daha düşük olarak görülmüştür.

Dinleme testi sonucu çıkış katı genel puanlama tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (3,99) arabirim, arabirim B olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında çıkış katı frekans cevabı *good*, gürültü eşiği, dinamik aralık ve stereo crosstalk parametreleri *excellent*, toplam harmonik bozulma ise *very good* olarak görülmektedir. İkinci en yüksek ortalamaya sahip (3,63) arabirim ise arabirim C olmuştur. İlgili arabirimin RMAA notlarına bakıldığında çıkış katı frekans cevabı *good*, gürültü eşiği ve dinamik aralık *excellent*, toplam harmonik bozulma ve stereo crosstalk parametreleri ise *very good* olarak görülmektedir. Bu iki arabirim arasında çıkış katları frekans tepkileri özelinde arabirim C, arabirim B'ye göre bas frekanslarda daha düz bir tepkiye sahiptir. En üst frekanslarda ise birbirlerine oldukça yakın tepkilere sahiptirler. Çıkış katı dinamik aralıkları özelinde ise arabirim B dinamik aralığı arabirim C'ye kıyasla 7,6 dB daha yüksektir. Çıkış katı toplam harmonik bozulma oranları özelinde ise az bir fark ile arabirim B'nin arabirim C'den daha transparan olduğu görülmektedir.

Çıkış katı genel puanlama tablosunda beklentilerin tersine olan durum, arabirim E'nin bu tabloda 3,52 ortalama ile dördüncü sırada yer almasıdır. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip olan arabirim B ile aynı olduğu görülmektedir. İlgili arabirim frekans cevap grafiğine bakıldığında ilk iki arabirime yakın bir tepkiye sahip olduğu görülmekte olup dinamik aralık özelinde arabirim B'den 8,5 dB, arabirim C'den ise 0,9 dB daha düşük olduğu görülmüştür. Toplam harmonik bozulma

özelinde ise ilgili arabirimin çok az farkla diğer iki arabirimden daha transparan olduğu görülmüştür. B ve C arabirimlerinin fiyat/performansları ve arabirim E'nin fiyat/performans karşılaştırılmasına bakıldığında dinleme testinde ortaya çıkan sonuç oldukça dikkat çekici ve beklenmedik bir sonuçtur.

Dinleme testi sonucu giriş katı rock türü puanlama tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (4) arabirim, arabirim E olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip (3,66) arabirim ise arabirim B olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir. Bu test özelinde en yüksek ortalamaya sahip arabirim olan E arabiriminin fiyat/performans beklentisi doğrultusunda beklentileri karşılamasıyla beraber en yüksek ikinci ortalamaya sahip olan arabirim arabirim B'nin RMAA ölçüm parametreleri incelendiğinde ve frekans cevap grafiğine bakıldığında birbirine çok yakın frekans tepkilerine sahip olmasına karşın en alt frekanslarda arabirim E'in daha düz frekans tepkisine sahip olduğu görülmüştür. Arabirim B dinamik aralık seviyesinin arabirim E'den 7 dB düşük olduğu görülmektedir. Giriş katı toplam harmonik bozulma grafiğine göre ise arabirim E'den daha az transparan olduğu görülmektedir. Bu iki arabirimin piyasa fiyatları göz önünde bulundurulduğunda, RMAA parametre sonuçları ve dinleme testi sonuçları dikkat çekmekte olup iki arabirim arasındaki fiyat farkı ile dinleme testi sonuçları farkı arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir.

Aynı tablo özelinde üçüncü en yüksek ortalamaya sahip (3,58) arabirim, arabirim D olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında frekans cevabı *very good* olarak görülmekte olup diğer tüm parametreler *excellent* olarak görülmüştür. Arabirim D, RMAA ölçüm parametreleri incelendiğinde giriş katı frekans cevap grafiğinde en alt ve en üst frekanslarda en fazla 0.5 dB seviyesinde değişimler görülmektedir. Giriş katı dinamik aralık seviyesi arabirim E'den düşük fakat arabirim B'den yüksek olarak görülmektedir. Giriş katı toplam harmonik bozulma oranına bakıldığında ise arabirim E'den daha az transparan, arabirim B'den daha transparan olduğu görülmektedir. İlgili arabirim RMAA ölçümlerine göre yalnızca giriş katı frekans cevap grafiği özelinde

arabirim B'den az bir farkla üstün olarak görülmüştür. Giriş katı rock türü puanlama tablosuna bakıldığında giriş katı genel puanlama tablosu ile paralel bir sıralamadan bahsetmek mümkündür.

Dinleme testi sonucu çıkış katı rock türü puanlama tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (3,58) arabirim, arabirim B olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında, çıkış katı frekans cevabı *good*, gürültü eşiği, dinamik aralık ve stereo crosstalk parametreleri *excellent*, toplam harmonik bozulma notu ise *very good* olarak görülmektedir.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip arabirimler (3,25) ise arabirim C ve arabirim D olmuştur. Bu iki arabirim RMAA notlarına bakıldığında ise sırasıyla arabirim C özelinde frekans cevap notu *good*, gürültü eşiği ve dinamik aralık notları *excellent*, toplam harmonik bozulma ve stereo crosstalk parametre notları ise *very good* olarak görülmektedir. Arabirim D özelinde frekans cevap parametresi *good*, gürültü eşiği, dinamik aralık ve toplam harmonik bozulma parametreleri *very good* ve stereo crosstalk parametresi ise *excellent* olarak görülmektedir. Çıkış katı genel puanlama tablosunda olduğu gibi çıkış katı rock türü puanlama tablosunda da beklentilerin tersine olan durum arabirim E'nin 3,16 puan ortalaması ile dördüncü sırada yer almasıdır. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip olan arabirim B ile aynı olduğu görülmekte olup çıkış katı rock türü tablosu ile çıkış katı genel puanlama tablosu arasında arabirim sıralamaları bakımından birbirine benzerlik görülmüştür.

Dinleme testi sonucu giriş katı caz türü puanlama tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (4,16) arabirim arabirim B olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip (3,91) arabirim ise arabirim E olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarında tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir. İki arabirim arasında fiyat/performans ilişkisine bakıldığında beklentinin tersine bir durum olduğu görülmektedir. Bu iki arabirim ölçüm parametreleri incelendiğinde frekans tepkileri birbirine çok yakın olmakla beraber *sub* frekanslarda arabirim E daha düz bir tepkiye sahiptir. Dinamik aralık seviyeleri karşılaştırıldığında arabirim E, arabirim B'den 7dB

daha fazla dinamik aralığa sahiptir. Toplam harmonik bozulma oranları karşılaştırıldığında ise arabirim E'nin arabirim B'den daha transparan olduğu görülmüştür. İki arabirim arasında fiyat/performans ilişkisi ve parametre farkları bakımından arabirim E ile arabirim B arasında E'nin üstünlüğü görülmekle beraber dinleme testinde çıkan sonuç dikkat çekicidir.

Dinleme testi sonucu üçüncü en yüksek ortalamaya sahip (3,5) arabirim ise arabirim C olmuştur. İlgili arabirimin RMAA notlarında toplam harmonik bozulma parametresi *poor*, diğer tüm parametreler *very good* olarak görülmektedir. Bu arabirim için ölçülen parametrelere bakıldığında frekans cevabı özelinde genel anlamda düz bir cevaba sahip olmakla beraber sağ ve sol kanallar arasında yaklaşık olarak 0.2 dB seviyesinde bir fark görülmektedir. İlgili arabirimin dinamik aralığı ise arabirim E'den 11,8 dB, arabirim B'den ise 4,8 dB seviyesinde daha düşük olduğu görülmüştür. Toplam harmonik bozulma oranlarına bakıldığında ise ilgili arabirimin diğer iki arabirimden daha az transparan olduğu görülmüştür. İlgili test özelinde dikkat çekici bir diğer nokta ise sıralamada en yüksek dördüncü ve en yüksek beşinci ortalamaya sahip arabirimlerin RMAA notları arabirim C'den yüksek olduğudur. Bu durum, ölçülen parametrelerin de arabirim C'den üstün olduğunu göstermektedir.

Dinleme testi sonucu çıkış katı caz türü puanlama tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (4) arabirim, arabirim D olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında frekans cevabı *good*, gürültü eşiği, toplam harmonik bozulma ve dinamik aralık notları *very good* ve stereo crosstalk notu *excellent* olarak görülmektedir.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip (3,91) arabirimler arabirim B ve arabirim C olmuştur. İlgili arabirimlerin RMAA notlarına sırasıyla bakıldığında arabirim B için; frekans cevabı *good*, gürültü eşiği, dinamik aralık ve stereo crosstalk notları *excellent* ve toplam harmonik bozulma notu *very good* olarak görülmektedir. Arabirim C için; frekans cevabı *good*, gürültü eşiği ve dinamik aralık *excellent*, toplam harmonik bozulma ve stereo crosstalk notları ise *very good* olarak görülmektedir. Burada dikkat çekici olan unsur, bu üç arabirim, fiyat/performans olarak birbirlerine yakın skalada olsalar da dinleme testi sonucu ikinci en yüksek ortalamaya sahip olan arabirimlerin RMAA

notlarının, birinci arabirimden yüksek olmasıdır. Dikkat çekici başka bir nokta da dinamik aralık özelinde arabirim D dinamik aralığı, arabirim B'den 12 dB, arabirim C'den ise 4,4 dB daha düşüktür. Toplam harmonik bozulma oranları göz önünde bulundurulduğunda arabirim D, arabirim C'den daha transparan iken arabirim B'den çok az farkla daha az transparandır. Ayrıca fiyat aralığı olarak, ölçülen diğer arabirimlerin çok üstünde olan arabirim E'nin dinleme testinde ilk üç sıralamasına giremeyip dördüncü en yüksek ortalamaya sahip arabirim olması beklentinin aksi bir durum olduğunu göstermiştir.

Dinleme testi sonucu giriş katı r&b/hiphop türü puan tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (3,75) arabirim, arabirim E olmuştur. İlgili arabirim RMAA notlarına bakıldığında tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip (3,58) arabirimler arabirim A ve arabirim D olmuştur. İlgili arabirimlerin RMAA notlarına bakıldığında sırasıyla arabirim A için; frekans cevabı parametresi *good*, toplam harmonik bozulma parametresi *very good*, ölçülen diğer tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir. Arabirim D için; frekans cevabı parametresi *very good*, ölçülen diğer tüm parametreler *excellent* olarak görülmektedir.

Burada arabirim E dinleme testi sonuçlarında beklentileri karşılamış olmasına karşın ilgili testte dikkat çekici olan unsur, arabirim B'nin tüm RMAA parametre notları *excellent* olmasına rağmen sıralamada üçüncü en yüksek ortalamaya sahip (3,41) arabirimlerden biri olmuş olmasıdır. Bununla birlikte ilgili arabirim RMAA parametreleri incelendiğinde frekans tepkisi özelinde ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirimler olan arabirim A ve arabirim D'ye göre tiz frekanslarda daha kararlıdır. Dinamik aralık özelinde arabirim B dinamik aralık seviyesi arabirim A'dan 1,8 dB yüksek, arabirim D'den 3,2 dB düşük olarak görülmüştür. Toplam harmonik bozulma parametrelerine bakıldığında ise arabirim B, arabirim A'dan daha çok, arabirim D'den daha az transparan olduğu görülmüştür.

Dinleme testi sonucu çıkış katı r&b/hiphop türü puan tablosuna bakıldığında en yüksek ortalamaya sahip (4,25) arabirim, arabirim B olmuştur. İlgili arabirim RMAA

notlarına bakıldığında frekans cevap parametresi *good*, toplam harmonik bozulma *very good* ve kalan diğer tüm parametreler *excellent* olarak görülmüştür.

İkinci en yüksek ortalamaya sahip arabirimler (3,75) arabirim A, arabirim D ve arabirim E olarak görülmüştür. İlgili arabirimlerin RMAA notlarına bakıldığında arabirim A ve arabirim E için frekans cevap parametresi *good*, toplam harmonik bozulma *very good* ve kalan diğer tüm parametreler *excellent* olarak görülmüştür. Arabirim D için frekans cevap parametresi *good*, toplam harmonik bozulma ve stereo crosstalk parametreleri *very good* ve kalan tüm parametreler *excellent* olarak görülmüştür. Bu test özelinde beklentinin tersi olan durum ise fiyat skalası bakımından en yüksek ortalamaya sahip arabirim olan arabirim E'nin arabirim B'den düşük ortalamaya sahip olmasıdır. Ayrıca dinleme testi sonucu ikinci en yüksek ortalamaya sahip arabirim olma özelliğini paylaştığı diğer iki arabirimden de fiyat skalası olarak oldukça yüksektir.

4.5. Sonuç

Bu çalışma, müzik teknolojisi profesyonellerinin ses arabirim tercihlerinde etkili olan faktörleri belirlemek, bu faktörlerin seçilen arabirimler üzerinde yapılan somut analizleri ile uygulanan dinleme testi arasındaki bağıntısını ortaya koymak amaçlı yapılmıştır. Buna göre bu tez çalışmasında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Öncelikli olarak, yapılan anket çalışmasına bakıldığında katılımcıların ses arabirim tercihlerinde frekans cevabı, ön-yükselteç gücü, A/D ve D/A dinamik aralığı, toplam harmonik bozulma gibi teknik özelliklere; diğer kullanıcıların tercihi, forum ya da grup önerileri ve marka etkeni gibi çevresel etkilerden daha çok önem verdikleri görülmüştür. RMAA analiz sonuçlarına göre ise giriş katı özelinde E ve B arabirimlerinin tüm parametre notları *excellent* olarak görülmektedir. İki arabirim arasındaki fiyat farkı da göz önünde bulundurulduğunda RMAA analizleri sonucu ortaya çıkan notlar dikkat çekicidir. (Ölçülen parametrelere detaylı bakıldığında iki arabirim arasında parametreler arası sayısal farklar bulunmakta olup arabirim E'nin bu parametrelerde sayısal olarak üstünlüğü görülmektedir.) Çıkış katı RMAA analizlerine bakıldığında ise

E, A ve B arabirimleri aynı notlara sahip olduğu görülmektedir. Burada da arabirimlerin fiyat farkları göz önünde bulundurulduğunda sonuç dikkat çekicidir. Notlandırılan parametrelerin sayısal ifadelerine bakıldığında, dolayısıyla fiyat olarak diğer iki arabirimden daha pahalı olan arabirim E'nin beklentilerin tersine bir durum yaratarak dinamik aralık seviyesinin düşük olduğu da göze çarpmaktadır.

- Dinleme testlerinde anket cevapları ve analiz sonuçlarıyla uyumsuzluklar yaratan bir diğer etken ses arabirimlerinin frekans tepkilerinin müzik türlerine göre değişiklikler göstermesidir. Dolayısıyla kimi örneklerde en iyi olması beklenen ses arabirimleri, daha düşük notlarla değerlendirilebilmiştir. Araştırmada kullanılan ses örneklerinden biri olan caz türünün frekans yapısının çoğunlukla alt-orta (*low-mid*) ve orta (*mid*) bölgelerde etkin olduğu saptanmıştır. R&B/Hiphop türü örneğinin ağırlıklı bas frekanslarda yoğunlaştığı saptanmış olup rock türü örneğinin ise diğer iki tür örneklerinde olduğu gibi spesifik olarak herhangi bir frekans alanında yoğunluğu görülmemekle beraber, r&b/hiphop örneğiyle karşılaştırıldığında bas frekanslarda, caz örneğiyle karşılaştırıldığında ise alt-orta ve orta frekanslarda yoğunluğu daha azdır. Diğer bir deyişle, diğer iki örneklere göre frekans alanları arasındaki seviye farkı birbirine daha yakındır. Dinleme testi sonucu tür özelindeki sonuçlara bakıldığında, giriş katı özelinde rock ve r&b türlerinde en yüksek ortalamaya sahip arabirim giriş katı genel tabloda olduğu gibi arabirim E olarak görülmektedir. E arabiriminin giriş katının bas ve tiz frekans bölgelerinde ölçülen diğer arabirimlere göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Caz türünde ise en yüksek ortalamaya sahip arabirim arabirim B olarak görülmektedir. Buna göre, arabirim B giriş katının alt-orta ve orta frekans aralığında ölçülen diğer arabirimlere göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Çıkış katı özelinde ise rock ve r&b türlerinde en yüksek ortalamaya sahip arabirim çıkış katı genel ortalama da görüldüğü gibi arabirim B olarak görülmektedir. Buna göre arabirim B çıkış katının bas ve tiz frekans bölgelerinde ölçülen diğer arabirimlere göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Bu durumda ses arabirimleri tercihlerinde, çalışılan müzik türlerinin de etkili olabileceği bununla

birlikte profesyonellerin ses arabirimleriyle ağırlıklı olarak ses yürütme (playback) işlemlerinde veya kayıt (recording) işlemlerinde kullanımlarına paralel, giriş ve çıkış katları kullanım yoğunluğunun da etkili olabileceği saptanmıştır.

- Ses arabirimlerinin dinleme testi yöntemiyle kalitelerinin değerlendirilmesinde arabirimlerin giriş ve çıkış katlarının genel değerlendirmeleri arasında uyumsuzluk olduğu görülmektedir. Giriş katlarının dinleme testi yöntemiyle değerlendirilmesinde beklentiler doğrultusunda “en kaliteli” ses arabirimi tercih edilmişken çıkış katlarının değerlendirilmesinde bu şekilde olmamıştır. Dinleme testi genel sonuç tablolarına bakıldığında giriş katı özelinde en yüksek ortalamaya sahip arabirim, beklentilere paralel olarak arabirim E olmuştur. Çıkış katı özelinde ise en yüksek ortalamaya sahip arabirim arabirim B olmuştur. Ölçülen arabirimlerden fiyatı en yüksek ve marka açısından methedilen arabirim E çıkış katı dinleme testinde dördüncü sırada yer alması beklenmemiştir. Bu verilere göre ses arabirimlerinin giriş ve çıkış katları arasında da farklılıklar olduğu saptanmış, giriş katı iyi veya kötü olan bir ses arabiriminin çıkış katının da aynı performansı gösteremeyebileceği, dolayısı ile kalite algısında uyumsuzluklara yol açabileceği görülmüştür
- Bu tez çalışmasının deney aşamalarında yukarıda bahsedilen sonuçlarla ilişkili olduğu düşünülen bazı kısıtlar bulunmaktadır. Bu kısıtlardan ilki, uygun koşullar yaratılamadığından dolayı ses arabirimleri analizlerinin donanım yerine yazılım ile yapılmış olmasıdır. Ölçüm için belirlenen ses arabirimleri farklı kullanıcılara ait, farklı amaçlar için kullanılan ve sıfır ürün olmayan ses arabirimleridir. Dolayısıyla bu ses arabirimleri sıfır ürün olmamalarından ve kimi uzun, kimi kısa farklı sürelerde kullanılmış cihazlar olmalarından dolayı oluşabilecek olası donanımsal problemleri bilinmemektedir. Bir diğer kısıt; dinleme testinin, pandemi koşullarından dolayı 12 katılımcı ile kısıtlı kalmasıdır. Daha geniş katılımcı gruplarıyla yapılacak dinleme testleri daha kapsamlı sonuçlar

doğurabilir. Bu kısıtlar, ilerleyen çalışmalarda azaltılarak veya mümkünse kaldırılarak çalışmanın verileri çeşitlendirilecek ve geliştirilecektir.



KAYNAKÇA

Kitaplar

BALLOU, Glen (2008). *Handbook For Sound Engineers*, USA: Focal Press

GALLAGHER, Mitch (2009). *The Music Tech Dictionary: A Glossary of Audio-Related Terms and Technologies*, USA: Course Technology

HENDY, David (). *Gürültü-Sesin Beşeri Tarihi*, İstanbul: Kolektif Kitap

HUBER, Miles David – RUNSTEIN, E. Robert (2014). *Modern Recording Techniques*, Burlington: Focal Press

IŞIKHAN, Cihan (2013). *Yayıncılıkta Ses Teknolojisi ve Mikrofonlar*, Ankara: Görünmez Adam Yayınları

RUSSOLO, Luici – PRATELLA, Balilla Francesco (). *Gürültü Sanatı: Müziğin Fütürist Makineler Tarafından Yıkımı*, İstanbul: Sub Yayınları

SELF, Douglas (2010). *Audio Engineering Explained-Professional Audio Recording*, USA: Focal Press

VAN DE VEGTE, Joyce (2002). *Fundamentals Of Digital Signal Processing*, UK: Prentice Hall

WHITE, D. Glenn - LOUIE, J. Gary (2004). *The Audio Dictionary*, USA: University of Washington Press

Makaleler

BONICCI, Tanya-Sammut (2015). “*Benchmarking*”, Wiley Encyclopedia of Management, edited by Professor Sir Cary L Cooper. Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

IŞIKHAN, Cihan (2013). “*Müzikte Teknolojik Süreç ve Süreçteki Değişimiyle Türkiye’de Müzik Teknolojisi Eğitimi*”, Akademik Araştırmalar Dergisi, 1(1), 102-11

Kılavuzlar ve Standartlar

AES 17 (2020). “*AES Standart Method for Digital Audio Engineering-Measurement of Digital Audio Equipment*”. Audio Engineering Society

RightMark (2007), *Rightmark Audio Analyzer 6.0 User’s Guide*

İnternet Kaynakları

TUNA, R. (2011), *Temel Elektronik*. <https://www.resultuna.com/wp-content/uploads/Temel-Elektronik-1.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Ad, Soyad: Can PAŞA

Eğitim

Yüksek Lisans: 2021, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Teknolojisi Bilim Dalı.

Lisans: 2017, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı.

Lise: 2013, Dr. M. Feyyaz Etiz Anadolu Lisesi

İş Tecrübesi

2013 – 2014, Stüdyo Dream İzmir (Ses Teknisyeni)

2015 – 2016, LogicTR Sound, Ses Sistemleri

2018 – 2018, Herbert Places Studios, Sound Tech.

2018 – Devam, Redkeys Müzik, Miks ve Mastering - Mühendisliği