



T.C.
ANKARA MÜZİK VE GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
MÜZİK VE GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

KOMPRESÖR TÜRLERİNİN SES KARAKTERLERİ VE MÜZİK TARZLARIYLA
İLİŞKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arda IŞIK

Müzik Teknolojileri Anabilim Dalı
Müzik Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdurrahman TARİKCI

OCAK 2023



T.C.
ANKARA MÜZİK VE GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
MÜZİK VE GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

KOMPRESÖR TÜRLERİNİN SES KARAKTERLERİ VE MÜZİK TARZLARIYLA
İLİŞKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arda IŞIK
1902054

Müzik Teknolojileri Anabilim Dalı
Müzik Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdurrahman TARIKCI

OCAK 2023



TEZ ONAYI

MGÜ Müzik ve Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün 1902054 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Arda IŞIK, ilgili yönetmeliklerce belirlenmiş gerekli tüm şartları yerine getirmek suretiyle, "Kompresör Türlerinin Ses Karakterleri Ve Müzik Tarzlarıyla İlişkileri" başlıklı tezini hazırlamış ve aşağıda imzaları bulunan jüri önünde, başarıyla sunmuştur.

Tez Danışmanı	Prof. Dr. Abdurrahman TARİKCİ Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi	_____
Jüri Üyeleri	Doç. Dr. Mehmet SÖYLEMEZ Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi	_____
	Doç. Dr. Serdar ÇELİK Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	_____

Teslim Tarihi :
Savunma Tarihi : 10.01.2023



ETİK BEYAN

Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi Müzik ve Güzel Sanatlar Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzunda belirtilen hususlar doğrultusunda hazırladığım bu tez çalışmasının akademik ve etik kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmiş olduğunu; tezde yer verdiğim tüm bilgi, belge, bulgu, yorum ve sonuçları bilimsel etik ilkelere bağlı kalarak oluşturduğumu; yararlandığım eserlerin tümüne etik kurallar dâhilinde atıfta bulunup kaynakçada yer verdiğimi ve Enstitüye teslim ettiğim çalışmanın bütünüyle özgün nitelikte olduğunu bildirir; tez çalışmamla ilgili olarak burada dile getirdiğim kişisel bildirimim aksi yönünde ortaya çıkabilecek ve etik kuralların ihlal edilmiş olduğuna işaret eden bir tespit durumunda, akademik kariyer bağlamında aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını peşinen kabullendiğimi beyan ederim.

12.12.2022

Arda IŞIK



ÖNSÖZ

Dinamik aralık kompresörleri günümüzde ses teknolojisinin ve müzik prodüksiyonlarının vazgeçilmez ekipmanları arasında yer almaktadır. Kompresörlerin ses üzerinde doğru kullanılması ve istenilen sonuca doğru bir şekilde ulaşmak, eğitilmiş bir kulak ve tecrübe ile gerçekleşmektedir. Hangi türde müzik ve uygulamaya hangi tür kompresörün uygulanacağı ise günümüzde yüksek oranda kişisel zevk ve tecrübeye dayanmaktadır. Bu araştırma, günümüzde ses teknolojisi ve müzik prodüksiyonlarında en sık kullanılan tüp (tube), optik (optic), alan etkili transistör (FET) ve voltaj kontrollü amplifikatör (VCA) kompresörlerin ses karakterlerini inceleyip, bu kompresörlerin belirlenen müzik türleri üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak için gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırmanın gerçekleşmesinde büyük emeği olan tez danışmanım sayın Prof. Dr. Abdurrahman TARİKCİ'ye, bu alanla ilgili sohbetlerimiz ve yaptığı müzik çalışmalarıyla bana ilham veren Uğur Cihan OKTULMUŞ'a, bana olan desteklerini hiç esirgemeyen Hüner AYDIN'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2022

Arda IŞIK



İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI	iii
ETİK BEYAN.....	v
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xiii
TABLO LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem Durumu	2
1.2 Araştırmanın Amacı	3
1.3 Araştırmanın Alt Problemleri.....	3
1.4 Araştırmanın Önemi	3
1.5 Sınırlılıklar	4
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
2.1 Sesin Fiziksel Özellikleri.....	5
2.1.1 Sesin oluşumu, yayılması ve algılanması	5
2.1.2 Genlik ve gürlük	8
2.1.3 Periyot, frekans ve tını.....	9
2.1.4 Genlik zarfı.....	11
2.2 Dinamik Aralık.....	12
2.3 Toplam Harmonik Bozulma (THD).....	13
2.4 Dinamik Aralık Kompresörlerinin Yapıları ve Parametreleri	14
2.4.1 Aşağı yönlü ve yukarı yönlü sıkıştırma	14
2.4.2 Tepe ölçümü ve RMS ölçümü	14
2.4.3 Geri besleme ve ileri besleme tasarımı	16
2.4.4 Eşik	18
2.4.5 Oran.....	18
2.4.6 Atak.....	18

2.4.7 Salınım (Bırakma).....	18
2.4.8 Diz	18
2.4.9 Makeup gain	22
2.5 Kompresör Türleri	22
2.5.1 Tüp kompresör tasarımı ve Fairchild 660/670	22
2.5.2. FET kompresör tasarımı ve UREI 1176	24
2.5.3 Optik kompresör tasarımı ve Teletronix LA2A	26
2.5.4 VCA kompresör tasarımı ve dbx 160	28
2.6 Literatür İncelemesi	29
3. YÖNTEM VE VERİ	31
3.1 Kompresör Karakter Tanımlama Testleri.....	32
3.1.1 Waves PuigChild 660 testleri	35
3.1.1.1 Waves PuigChild 660 zamanlama testleri	35
3.1.1.2 Waves PuigChild 660 gain reduction testleri	52
3.1.1.3 Waves PuigChild 660 test sonuçları	57
3.1.2 Waves CLA-76 testleri	58
3.1.2.1 Waves CLA-76 zamanlama testleri	58
3.1.2.2 Waves CLA-76 gain reduction testleri	75
3.1.2.3 Waves CLA-76 test sonuçları	81
3.1.3 Waves CLA-2A testleri	82
3.1.3.1 Waves CLA-2A zamanlama testleri	82
3.1.3.2 Waves CLA-2A gain reduction testleri	88
3.1.3.3 Waves CLA-2A test sonuçları	93
3.1.4 Waves dbx 160 testleri.....	94
3.1.4.1 Waves dbx 160 zamanlama testleri.....	95
3.1.4.2 Waves dbx 160 gain reduction testleri.....	102
3.1.4.3 Waves dbx 160 test sonuçları	107
3.2 Kompresörlerin Karşılaştırılması	108
3.2.1 THD karşılaştırmaları	109
3.2.2. Zamanlama karşılaştırmaları.....	112
3.3 Caz Müzik İle Kompresör Testleri	114
3.4 Rock Müzik İle Kompresör Testleri.....	121
3.5 Geleneksel Müzik İle Kompresör Testleri	126
4. BULGULAR	135
4.1 Waves PuigChild 660'ın Ses Karakterine Ait Bulgular	135
4.2 Waves CLA-76'nın Ses Karakterine Ait Bulgular	135
4.3 Waves CLA-2A'nın Ses Karakterine Ait Bulgular	136

4.4 Waves dbx 160'ın Ses Karakterine Ait Bulgular.....	137
4.5 Kompresör Karşılaştırmalarına Ait Bulgular.....	138
4.6 Caz Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular.....	138
4.7 Rock Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular.....	139
4.8 Geleneksel Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular.....	140
4.9 Araştırmanın Alt Problemlerine Dair Bulgular.....	141
4.9.1 Birinci alt probleme dair bulgular.....	141
4.9.2 İkinci alt probleme dair bulgular.....	142
4.9.3 Üçüncü alt probleme dair bulgular.....	143
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	145
5.1 Sonuç.....	145
5.2 Öneriler.....	147
KAYNAKÇA.....	149



KISALTMALAR

MIDI	: Musical Instrument Digital Interface
CD	: Compact Disk
DRC	: Dynamic Range Compressor
GR	: Gain Reduction
FET	: Field Effect Transistor
VCA	: Voltage Controlled Amplifier
RF	: Radyo Frekans
LTAS	: Long-Term Average Spectral
THD	: Total Harmonic Distortion
Hz	: Hertz
kHz	: Kilo Hertz
dB	: Decibel
dBu	: Decibel Unit
dBv	: Decibel Volt
dBm	: Decibell Milliwatt
dBFS	: dBFS
dB SPL	: Decibel Sound Pressure Level
ADSR	: Attack, Decay, Sustain, Release
LFO	: Low-Frequency Oscillator
VST	: Virtual Studio Technology
SNR	: Signal-to-Noise Ratio
RMS	: Root Mean Square
EL	: Elektrolüminesans
DAW	: Digital Audio Workstation
HA	: Hızlı Atak
OA	: Orta Atak
GA	: Geç Atak
HR	: Hızlı Bırakma
OR	: Orta Bırakma
GR	: Geç Bırakma (zamanlama birimi)
TC	: Time Constant
K1	: Waves PuigChild 660
K2	: Waves CLA-76
K3	: Waves CLA-2A
K4	: Waves dbx 160



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Farklı Aygıtların Dinamik Aralıkları (Tomarakos, 2022).....	13
Tablo 2.2 Fairchild 660/670 Zamanlama Süreleri	24
Tablo 3.1 THD Karşılaştırma Parametreleri.....	110
Tablo 3.2 Zamanlama Karşılaştırma Parametreleri	113
Tablo 3.3 Kompresörlerin 1 kHz Test Sinyali ile Gerçekleştirilen Zamanlama Karşılaştırmaları.....	113
Tablo 3.4 Caz Müzik, Bakır Üflemeli Grubu Genlik Verileri.....	116
Tablo 3.5 Caz Müzik, Akustik Davul Genlik Verileri	117
Tablo 3.6 Caz Müzik, Elektro Gitar Genlik Verileri	118
Tablo 3.7 Caz Müzik, Vokal Genlik Verileri.....	119
Tablo 3.8 Rock Müzik, Akustik Davul Genlik Verileri	122
Tablo 3.9 Rock Müzik, Elektro Gitar Genlik Verileri	123
Tablo 3.10 Rock Müzik, Vokal Genlik Verileri	125
Tablo 3.11 Geleneksel Müzik, Perküsyon Grubu Genlik Verileri.....	127
Tablo 3.12 Geleneksel Müzik, Klasik Gitar Genlik Verileri	128
Tablo 3.13 Geleneksel Müzik, Saz Genlik Verileri	129
Tablo 3.14 Geleneksel Müzik, Kabak Kemane Genlik Verileri	131
Tablo 3.15 Geleneksel Müzik, Vokal Genlik Verileri	132
Tablo 3.16 Caz Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler	139
Tablo 3.17 Rock Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler	140
Tablo 3.18 Geleneksel Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler	141



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Sinüs Dalga Formu Görüntüsü	6
Şekil 2.2 Fletcher Munson Eğrileri.....	7
Şekil 2.3 Genlik ve Dalga Formu Görüntüsü.....	8
Şekil 2.4 440 Hz La Sesini Çalan Piyano ve Gitar Spektrum Görüntüleri.....	10
Şekil 2.5 Reverb Uygulandıktan Sonra Değişen Gitar Spektrumu	11
Şekil 2.6 Presonus Mai Tai Synthesizer ve Genlik Zarfı Bloğu	12
Şekil 2.7 Sıkıştırma ve Limitleme Arasındaki Oran (Ratio) Farkı	16
Şekil 2.8 Geri Besleme Tasarımına Sahip Kompresörlerin Sinyal Akışı.....	17
Şekil 2.9 İleri Besleme Tasarımına Sahip Kompresörlerin Sinyal Akışı.....	17
Şekil 2.10 FabFilter Pro C-2 Soft Knee Görüntüsü	19
Şekil 2.11 FabFilter Pro-C2 Hard Knee Görüntüsü.....	19
Şekil 2.12 440 Hz Sinüs Dalgasından Oluşturulmuş Test Sinyali Görüntüsü	20
Şekil 2.13 Soft Knee Genlik Zarfı Görüntüsü	20
Şekil 2.14 Hard Knee Genlik Zarfı Görüntüsü.....	21
Şekil 2.15 Fairchild 660	23
Şekil 2.16 Alan Etkili Transistör (FET)	25
Şekil 2.17 Universal Audio 1176LN Limiting Amplifier	26
Şekil 2.18 Universal Audio Teletronix LA-2A	27
Şekil 2.19 Optik Sürücüler (Teletronix LA-2A User Manual, t.y.).....	28
Şekil 2.20 dbx 160.....	29
Şekil 3.1 Testlerde Kullanılan Sinüs Test Sinyalinin Dalga Formu Görüntüsü	33
Şekil 3.2 100 Hz Sinüs Dalgasının FabFilter Pro-Q3 Analizör Ekranındaki Görüntüsü	34
Şekil 3.3 100 Hz Sinüs Dalgasına İlgili Kompresörler Uygulandıktan Sonra FabFilter Pro-Q3 Analizör Ekranındaki Görüntüsü	34
Şekil 3.4 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 1	35
Şekil 3.5 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 2	36
Şekil 3.6 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 3	36
Şekil 3.7 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 4	37
Şekil 3.8 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 5	37
Şekil 3.9 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 6	37
Şekil 3.10 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri	38

Şekil 3.11 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri.....	38
Şekil 3.12 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri.....	39
Şekil 3.13 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri.....	39
Şekil 3.14 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri.....	39
Şekil 3.15 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri.....	40
Şekil 3.16 Waves PuigChild 660 100 Hz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri	40
Şekil 3.17 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1	41
Şekil 3.18 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2	42
Şekil 3.19 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3	42
Şekil 3.20 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4	42
Şekil 3.21 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5	43
Şekil 3.22 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6	43
Şekil 3.23 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri.....	44
Şekil 3.24 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri.....	44
Şekil 3.25 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri.....	44
Şekil 3.26 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri.....	45
Şekil 3.27 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri.....	45
Şekil 3.28 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri.....	45
Şekil 3.29 Waves PuigChild 660 1 kHz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri	46
Şekil 3.30 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1	46
Şekil 3.31 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2	47
Şekil 3.32 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3	47
Şekil 3.33 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4	47
Şekil 3.34 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5	48
Şekil 3.35 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6	48
Şekil 3.36 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri.....	49
Şekil 3.37 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri.....	49

Şekil 3.38 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri	49
Şekil 3.39 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri	50
Şekil 3.40 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri	50
Şekil 3.41 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri	50
Şekil 3.42 Waves PuigChild 660 5 kHz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri.....	51
Şekil 3.43 Waves PuigChild 660'ın Zamanlama Testlerindeki Farklı Frekans ve Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri	51
Şekil 3.44 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri	52
Şekil 3.45 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri	52
Şekil 3.46 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri	53
Şekil 3.47 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri	53
Şekil 3.48 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri	54
Şekil 3.49 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri	54
Şekil 3.50 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri	54
Şekil 3.51 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri	55
Şekil 3.52 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri	55
Şekil 3.53 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri	56
Şekil 3.54 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri	56
Şekil 3.55 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri.....	56
Şekil 3.56 Waves PuigChild 660 Gain Reduction Testi, Farklı Frekans ve GR Miktarlarındaki THD Değerleri.....	57
Şekil 3.57 Waves CLA-76 (Waves CLA-76, 2022).....	58
Şekil 3.58 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-HR.....	59
Şekil 3.59 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-OR.....	59
Şekil 3.60 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-GR.....	60
Şekil 3.61 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-HR.....	60

Şekil 3.62 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-OR	60
Şekil 3.63 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-GR	61
Şekil 3.64 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-HR	61
Şekil 3.65 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-OR	61
Şekil 3.66 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-GR	62
Şekil 3.67 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri	62
Şekil 3.68 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri	63
Şekil 3.69 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri	63
Şekil 3.70 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri	63
Şekil 3.71 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri	64
Şekil 3.72 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri	64
Şekil 3.73 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri	64
Şekil 3.74 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri	65
Şekil 3.75 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri	65
Şekil 3.76 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri	65
Şekil 3.77 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri	66
Şekil 3.78 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri	67
Şekil 3.79 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri	67
Şekil 3.80 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri	67
Şekil 3.81 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri	68
Şekil 3.82 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri	68
Şekil 3.83 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri	68
Şekil 3.84 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri	69
Şekil 3.85 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri	69
Şekil 3.86 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri	69
Şekil 3.87 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-OR	70
Şekil 3.88 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-GR	71
Şekil 3.89 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri	71
Şekil 3.90 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri	72
Şekil 3.91 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri	72
Şekil 3.92 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri	72
Şekil 3.93 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri	73
Şekil 3.94 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri	73
Şekil 3.95 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri	73
Şekil 3.96 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri	74
Şekil 3.97 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri	74

Şekil 3.98 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri	74
Şekil 3.99 Waves CLA-76 Zamanlama Testleri, Farklı Frekans ve Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri	75
Şekil 3.100 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	76
Şekil 3.101 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	76
Şekil 3.102 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	77
Şekil 3.103 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri	77
Şekil 3.104 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri.	78
Şekil 3.105 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri.	78
Şekil 3.106 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri.	78
Şekil 3.107 Waves CLA-76, 1 kHz, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri	79
Şekil 3.108 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri.	79
Şekil 3.109 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri.	80
Şekil 3.110 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri.	80
Şekil 3.111 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri	80
Şekil 3.112 Waves CLA-76 Gain Reduction Testleri, Farklı Frekans GR Miktarlarındaki THD Değerleri	81
Şekil 3.113 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS	82
Şekil 3.114 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS	83
Şekil 3.115 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS	83
Şekil 3.116 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri ..	83
Şekil 3.117 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri ..	84
Şekil 3.118 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri ..	84
Şekil 3.119 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri	84
Şekil 3.120 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri.....	85
Şekil 3.121 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri.....	86
Şekil 3.122 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri.....	86
Şekil 3.123 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri	86
Şekil 3.124 Waves CLA-2A, 5 kHz Zamanlama Testleri, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri	87
Şekil 3.125 Waves CLA-2A Zamanlama Testleri, Farklı Frekans ve Genliklerdeki THD Değerleri	87

Şekil 3.126 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	88
Şekil 3.127 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	89
Şekil 3.128 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	89
Şekil 3.129 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri.....	89
Şekil 3.130 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	90
Şekil 3.131 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	90
Şekil 3.132 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	91
Şekil 3.133 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri.....	91
Şekil 3.134 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	92
Şekil 3.135 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	92
Şekil 3.136 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	92
Şekil 3.137 Waves CLA-2A , 5 kHz Gain Reduction Testi Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri.....	93
Şekil 3.138 Waves CLA-2A Gain Reduction Testleri, Farklı Frekans ve GR Miktarlarındaki THD Değerleri.....	93
Şekil 3.139 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS	95
Şekil 3.140 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS	95
Şekil 3.141 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS	96
Şekil 3.142 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri..	96
Şekil 3.143 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri..	96
Şekil 3.144 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri..	97
Şekil 3.145 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri.....	97
Şekil 3.146 Waves dbx 160, 1 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS	98
Şekil 3.147 Waves dbx 160 Zamanlama Testi, 1 kHz, -18 dBFS	98
Şekil 3.148 Waves dbx 160 Zamanlama Testi, 1 kHz, -12 dBFS	98
Şekil 3.149 Waves dbx 160, 1 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri.....	99
Şekil 3.150 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS	99
Şekil 3.151 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -18 dBFS	100
Şekil 3.152 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -12 dBFS	100
Şekil 3.153 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri.....	100
Şekil 3.154 Waves dbx 160'ın Zamanlama Testleri Farklı Frekans ve Genlik Değerlerindeki THD Değerleri.....	101

Şekil 3.155 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	102
Şekil 3.156 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	102
Şekil 3.157 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	103
Şekil 3.158 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri	103
Şekil 3.159 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	104
Şekil 3.160 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	104
Şekil 3.161 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	104
Şekil 3.162 Waves dbx 160, 1 kHz, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri	105
Şekil 3.163 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri	105
Şekil 3.164 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri	106
Şekil 3.165 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri	106
Şekil 3.166 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri	106
Şekil 3.167 Waves dbx 160'ın Farklı Frekans Bölgelerindeki Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri	107
Şekil 3.168 LetiMix CMT	108
Şekil 3.169 LetiMix CMT Test Tone.....	108
Şekil 3.170 LetiMix CMT Sinyal Akışı	109
Şekil 3.171 100 Hz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri	110
Şekil 3.172 1 kHz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri	111
Şekil 3.173 5 kHz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri	111
Şekil 3.174 Tüm Frekans Bölgeleri ve GR Değerlerinin Karşılaştırmalı THD Ortalamaları	112
Şekil 3.175 Waves CLA-76, Dalga Formu ile Hızlı Atak ve Geç Atak Karşılaştırması	114
Şekil 3.176 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Bakır Üflemleri Grubu Frekans Spektrumu (LTAS)	115
Şekil 3.177 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Akustik Davul Frekans Spektrumu (LTAS)	117
Şekil 3.178 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Elektro Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)	119

Şekil 3.179 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)	120
Şekil 3.180 Caz Müzik Genlik Ortalamaları	120
Şekil 3.181 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Akustik Davul Frekans Spektrumu (LTAS)	122
Şekil 3.182 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Elektro Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)	123
Şekil 3.183 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)	124
Şekil 3.184 Rock Müzik Genlik Ortalamaları	125
Şekil 3.185 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Perküsyon Grubunun Frekans Spektrumu (LTAS)	127
Şekil 3.186 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Klasik Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)	128
Şekil 3.187 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Saz Frekans Spektrumu (LTAS)	129
Şekil 3.188 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Kabak Kemane Frekans Spektrumu (LTAS)	130
Şekil 3.189 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)	131
Şekil 3.190 Geleneksel Müzik Genlik Ortalamaları	132

KOMPRESÖR TÜRLERİNİN SES KARAKTERLERİ VE MÜZİK TARZLARIYLA İLİŞKİLERİ

ÖZET

Ses teknolojisinde kompresörler dinamik aralık kontrolü sağlamaya yarayan araçlardır. Zaman içerisinde gelişen teknoloji ile birlikte farklı kompresör türleri ortaya çıkmıştır. Bunlardan en bilinen ve yaygın olarak kullanılan türler alan etkili transistör (FET), tüp ,optik ve voltaj kontrollü amplifikatör (VCA) kompresörlerdir. Tasarım farklarından dolayı her kompresörün kendine ait bir ses karakteri bulunmaktadır. Bu ses karakterlerini belirleyen en önemli iki faktör kompresörlerin zamanlama davranışları ve tınıya olan etkileridir.

Başlangıçta dinamik aralık kontrolü için üretilmiş olsalar da kompresörler zamanla sadece dinamik aralık kontrolü için değil, ses karakterlerini sinyale katmak için de birçok ses mühendisi tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Hangi ses kaynağına hangi kompresörün uygulanacağı, hangi kompresörün hangi müzik tarzında daha işlevsel davranışlar sergileyeceği gibi sorular günümüzde teknik gerekliliklerin yanı sıra kişisel zevk ve tecrübeye dayalıdır. Bu araştırma bahsi geçen sorulara yanıt verebilmek için gerçekleştirilmiştir.

Araştırma için en bilinen ve yaygın olarak kullanılan dört kompresör türü belirlenmiştir. Her kompresör tasarımı için kendi türünde en çok bilinen ve tercih edildiği düşünülen marka ve modellerin emülasyonları (yazılım, plug-in) seçilmiştir. Tüp kompresör için Waves PuigChild 660/670, FET kompresör için Waves CLA-76, optik kompresör için Waves CLA-2A ve VCA kompresör için Waves dbx 160 kullanılmıştır.

Araştırma, kompresör karakter tanımlama testleri, kompresörlerin birbirleri ile karşılaştırılması ve üç farklı müzik türü ile kompresör testleri ile 3 aşamadan oluşmaktadır.

Araştırmada önce kompresörlerin karakter tanımlama testleri yapılmıştır. Karakter tanımlama testleri zamanlama ve kazanç azaltımı (gain reduction, GR) testlerinden oluşmaktadır. Testlerde her kompresöre 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde sinüs dalgası gönderilmiştir ve bu sayede kompresörlerin alt, orta ve üst frekans bölgesinde ne tür davranışlar sergilediği gözlemlenmiştir.

Karakter tanımlamanın ikinci aşaması olan zamanlama testlerinde, kompresörlerin sahip olduğu tüm zamanlama sabitleri ve kombinasyonları ile testler gerçekleştirilmiştir. Waves CLA-2A ve Waves dbx 160'ın zamanlama ayarları otomatik olarak yapıldığı için bu kompresörlere farklı genliklerde sinyaller gönderilmiş ve bu kompresörlerin zamanlama değerlerini genliğe göre mi yoksa genlik zarfına göre mi belirlediği saptanmıştır. Zamanlama testlerinde, kompresörlerin tüm zamanlama değişkenlerindeki toplam harmonik bozulma ve dalga formu görüntüsünde oluşturduğu farklılıklar saptanmıştır.

Karakter tanımlama testlerinin üçüncü aşaması olan kazanç azaltımı testlerinde, her kompresörün 3 dB GR, 6 dB GR ve 9 dB GR değerlerinde gösterdiği toplam harmonik bozulma davranışları üç farklı frekans bölgesinde saptanmıştır.

Karakter tanımlama testlerinden sonra ikinci aşama olarak araştırma dahilindeki tüm kompresörler toplam harmonik bozulma ve zamanlama bağlamında birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Üçüncü aşamada kompresörler caz, rock ve geleneksel müzik çok kanallı kayıtları üzerinde test edilmiştir. Her kompresör en fazla 5 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Waves PuigChild 660/670'in zamanlama sabiti TC 2, Waves CLA-76'nın atak ve bırakma potansı 5 konumuna ayarlanmıştır. Kompresörler uygulandıktan sonra her müzik elemanının (vokal, gitar, vd.) frekans spektrumları (LTAS) ve genlik değerleri (dBTP, RMS, dinamik aralık ve LUFS) analiz edilmiştir.

Yapılan testler sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Kompresörlerin hızları değerlendirildiğinde, en hızlı atak ve bırakma süresine sahip kompresörün Waves PuigChild 660/670, en yavaş atak süresine sahip kompresörün Waves dbx 160 olduğu belirlenmiştir. Bırakma süresinde %63 GR seviyesine düşüldüğü süre baz alındığında en yavaş bırakma süresine Waves CLA-76'nın, kazanç azaltımının tamamen bittiği süre baz alındığında ise en yavaş bırakma süresine Waves PuigChild 660/670'in sahip olduğu belirlenmiştir.

İkinci olarak tüm frekans bölgelerinin ortalamalarında en yüksek toplam harmonik bozulma değeri Waves PuigChild 660'a, en düşük değer ise Waves dbx 160'a aittir. Alt frekans bölgesinde en yüksek toplam harmonik bozulma değeri Waves PuigChild 660'a, orta ve üst frekans bölgelerinde en yüksek değer ise Waves CLA-76'ya ait olduğu belirlenmiştir.

Yapılan testler ile kompresörlerin müzik üzerindeki etkileri incelendiğinde, Waves dbx 160'ın dinamik aralığı düşük müzik tarzlarında ve ses kaynaklarında, Waves PuigChild 660'ın dinamik aralığı yüksek müzik tarzlarında ve alt frekans bölgesinde tınlayan ritim çalgılarında başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Waves CLA-76'nın varlık bölgesinde (presence, 4-6 kHz) artış gösterdiği ve vokal, gitar gibi ses kaynaklarına uygulandığı zaman bu ses kaynaklarını daha tanımlı duyuracağı düşünülmektedir. Waves CLA-2A'nın üst harmonik bölgesinde (7-15 kHz) artış gösterdiği belirlenmiştir ve bu frekans bölgesinde bulunan zil vb. yüksek frekanslarda tınlayan ve parlaklığa ihtiyaç duyan ses kaynaklarında başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

THE RELATIONSHIP OF COMPRESSOR TYPES WITH SOUND CHARACTERISTICS AND MUSIC STYLES

SUMMARY

In audio technology, compressors are tools for providing dynamic range control. With the developing technology over time, different types of compressors have emerged. The most known and widely used types are field effect transistor (FET), tube (valve, lamp), optical (optic) and VCA (voltage controlled amplifier) compressors. Due to design differences, each compressor has its own sound character. The two most important factors that determine these sound characteristics are timing behavior of the compressors and their effects on timbre.

Although they were originally produced for dynamic range control, compressors have started to be used by many sound engineers over time not only for dynamic range control, but also for adding sound characters to the signal. Also questions such as which compressor will be applied to which sound source, which compressor will display more functional behavior in which musical style, are based on personal taste and experience in addition to technical requirements today. This research was carried out to answer the mentioned questions.

The four most known and commonly used compressor types are determined for this thesis. For each compressor design; emulations (software, plug-ins) of the most known and preferred brands and models of their kind were selected. The four types of these plugins are: (1) Waves PuigChild 660/670, tube compressor, (2) Waves CLA-76, FET compressor, (3) Waves CLA-2A, optical compressor and (4) Waves dbx 160, VCA compressor were used.

In this research firstly, character identification tests of the compressors were carried out. These tests consist of timing and gain reduction tests. To observe the behavior of compressors in the lower, middle and upper frequency regions, sine waves of 100 Hz, 1 kHz and 5 kHz were sent to each compressors.

In the second part of the characters identification include timing tests which were carried out with all timing constants and combinations of compressors. Since the timing settings of Waves CLA-2A and Waves dbx 160 are made automatically, signals with different amplitudes are sent to these compressors and it is determined whether these compressors determine their timing values according to amplitude or amplitude envelope. In the timing tests, the total harmonic distortion (THD) behavior of the compressors in all timing variables and the differences in the waveform display were determined.

Thirdly, in the gain reduction tests, the THD behaviors of each compressor at 3 dB GR, 6 dB GR and 9 dB GR values were determined in three different frequency regions. After these tests, the compressors were compared with each other in terms of THD and timing.

In addition to these tests, compressors were observed on jazz, rock and Turkish folk music multi-track recordings. Each compressor is set to apply a maximum of 5 dB GR. Waves PuigChild 660/670's timing constant is TC 2, Waves CLA-76's attack and release potency is set to 5 position. Then applying the compressors, the frequency spectrum (LTAS) and amplitude values (dBTP, RMS, dynamic range and LUFS) of each musical element (vocal, guitar, etc.) were analyzed.

As a result of the tests, it was determined that the compressor with the fastest attack and release time was Waves PuigChild 660/670, and the compressor with the slowest attack time was Waves dbx 160. In the averages of all frequency regions, Waves PuigChild 660 has the highest THD value and Waves dbx 160 has the lowest THD value. Also it was determined that the highest THD value in the lower frequency region observed to Waves PuigChild 660, and the highest THD value in the middle and upper frequency regions observed to Waves CLA-76.

Since the effects of compressors on music were examined, it was concluded that Waves dbx 160 would give successful results in music styles and sound sources with low dynamic range, Waves PuigChild 660 in music styles with high dynamic range and rhythm instruments resonating in the lower frequency region. It was concluded that Waves CLA-76 increased in the presence region (presence, 4-6 kHz) and when applied to sound sources such as vocals and guitar, these sound sources would be heard more clearly. It has been determined that the Waves CLA-2A shows an increase in the upper harmonic region (7-15 kHz), and the bell etc. in this frequency region. It has been concluded that it will give successful results in sound sources that resonate at high frequencies and need brightness.



1. GİRİŞ

Ses kayıt teknolojisinin ortaya çıkması ve gelişmesi şüphesiz ki en çok müziği ve müzik endüstrisini etkilemiştir. Bu etkilenme, dinleyiciler için ve müzik üretenler için farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Teknolojinin gelişmesinden önce müzik sadece performans ile gerçekleştirilebilen ve gerçekleştirildiği an var olan bir olguyken günümüzde müzik, birçok farklı medya aracılığı ile tekrar dinlenebilen bir hâl almıştır (Delen, 2017). Ses kayıt ve sinyal işleme konusunda internetin, ses kayıt stüdyolarının ve ses kayıt ekipmanlarının gelişmesi ve daha erişilebilir olmasıyla birlikte bir eserin farklı enstrüman ve ses kaynaklarını farklı zamanlarda, mekânlarda ve hatta farklı ülkelerde kaydetmek mümkün bir hâle gelmiştir. Hatta MIDI teknolojisi ile fiziksel olarak o ortamda bulunmayan sanal enstrümanları çalmak ve kaydetmek, gelişen bilgisayar ve plug-in teknolojisiyle de ses teknolojisi donanımlarının emülasyonlarını kullanabilmek mümkün olmuştur.

Ses kayıt ve sinyal işlemede dinamik aralık sıkıştırması yapan donanım ve yazılımlara dinamik aralık kompresörü (dynamic range compressor, DRC) ya da kısaca kompresör adı verilmektedir. Ses kayıt teknolojisinin gelişmesi ile birlikte müzik prodüksiyonlarında daha fazla yer almaya başlayan kompresörler günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. (Önen, 2016).

Kompresör kullanımının iki temel görevi vardır. Bunlardan ilki sinyal seviyesi kompresörün eşik seviyenin üzerine çıktığı zaman sinyalin seviyesini düşürmektir (Tarikci, 2015). Kompresörlerin diğer kullanım amacı ise ses sinyalindeki en yüksek ve en düşük seviyeler arasındaki farkı düşürmek, bu seviyeleri birbirlerine daha yakın bir hâle getirmektir. Kompresörler ile ilk uygulamalar hakkında Pasinlioğlu ve Pasinlioğlu (2016) şunları söylemektedir:

Kompresörün ses sinyallerine yönelik uygulamaları esas olarak 1900'lü yılların başlarında eski radyo istasyonlarının karşılaştığı teknik sorunları çözmek üzere geliştirilen sistemlere dayanmaktadır. Sinyal seviyesi belli düzeylerin üzerine çıktığında, ekipmanlar zarar görebilmekte ve sağlıklı bir iletim yapılamamaktadır. Bu nedenle, ilk uygulamalarda ses sinyallerinde oluşan ani genlik artışları elle yapılan fader müdahaleleri ile giderilmeye çalışılmış, bu işlemin otomatik hale getirilmesi ise daha sonra söz konusu olmuştur. Bu mantık, dönemin genlik modülasyonlu radyo istasyonlarında ve radar alıcılarında otomatik kazanç kontrolü adı altında kullanılmıştır. Limiter cihazları da yine aynı dönem içerisinde kullanılmış ve ses sinyallerinin taşıyıcı RF (Radyo Frekans) sinyallerini aşırı derecede modüle etmesinin önüne geçilebilmiştir. (s. 95)

Zaman içinde farklı türlerde kompresör tasarımları ortaya çıkmıştır. Bu farkı yaratan en temel sebep, farklı kompresör tasarımlarında kazanç azaltma (*gain reduction*, GR) işlemini farklı elektronik devre elemanlarının yapıyor olmasıdır. Günümüzde en sık

kullanılan ve tercih edilen kompresör türleri tüp, optik, alan etkili transistör (FET) ve voltaj kontrollü amplifikatör (VCA) kompresörlerdir. Bu kompresörler isimlerini içlerinde bulunan kazanç azaltma devre elemanlarından almıştır. Teoride yalnızca dinamik aralık kontrolü için ortaya çıkan kompresörler, uygulamada başka sonuçlar da vermiştir. Atak ve salınım süreleri kompresör uygulanan ses kaynağının genlik zarfında, kazanç azaltma işlemini yapan elektronik devre elemanları ise sesin tınısında değişikliklere neden olmuştur. Farklı kompresör tasarımlarının kendine özgü zamanlama davranışı ve tınıya sahip olması, her kompresörün kendine ait bir karakterin olmasını sağlamıştır. Zaman içinde kompresörler, dinamik aralık kontrolünü sağlamak ile birlikte, kompresör karakterlerini işlenen ses sinyaline eklemek amacıyla da kullanılmıştır (Moore, Till, & Wakefield, An Investigation Into The Sonic Signature Of Three Classic Dynamic Range Compressors, 2016).

Tüm bu gelişmelerin sonucunda müzik kaydının, müzik prodüksiyon tekniklerinin, miks ve mastering yöntemlerinin ve dolayısıyla müziğin de değişime uğraması kaçınılmaz olmuştur. Bu değişimin olumlu olduğu kadar olumsuz sonuçlar doğurduğu da tartışılmaktadır. Ses mühendisleri arasında tartışılan en belirgin olumsuz sonuçlardan biri “gürlük savaşları” (loudness wars) olarak kabul edilmektedir.

Gürlük savaşları adı verilen durum, 1980’lerin başından itibaren müziğin CD aracılığı ile dağıtımını artmaya başladıkça, ticari sebeplerle ortaya çıkmış bir olgudur. Gürlük savaşı olarak adlandırılan bu durum, kaydedilen müziğin maksimum gürlükte duyurulmaya çalışılması ile ortaya çıkmıştır. İnsan beğenisinde gürlüğün etkili olduğuna dair inanış (Aydöner, 2019), CD’lerin plak ve kaset gibi diğer medyalardan daha yüksek dinamik aralığa izin veriyor olması, müziğin daha büyük bir endüstri haline gelmesi ve ticari kaygılar, 1980’lerden günümüze kadar müziğin gittikçe daha gür ve sıkıştırılmış (kompreslenmiş) duyulmasını sağladı. Bu duruma da gürlük savaşı adı verildi. Bu olguya olan eleştirilerin genel iki kanısı; yüksek seviyeli ve aşırı kompreslenmiş müziğin insan kulağına zararlı olduğu ve müziği yüksek seviyede duyurmak için uygulanan aşırı sıkıştırma işleminin müziğin dinamik ve nüanslarını yok ettiğidir (Devine, 2013).

Bütün bu özellikleriyle ve gürlük savaşlarının da etkisiyle kompresörler ses teknolojisinde en sık kullanılan sinyal işlemcilerden biri olmuştur.

1.1 Problem Durumu

Kompresör, doğru sonuçları alması zor ve tecrübe gerektiren bir araçtır. Ne tür bir ses kaynağına hangi tür kompresör kullanılacağı günümüzde teknik detayların yanında

tecrübe ve kişisel estetiğe de dayalı bir uygulamadır. Bunun en büyük nedeni, kompresör kullanımına dair kaynakların daha çok genel kompresör kullanımına odaklanması, hangi ses kaynağı için ne tür kompresör kullanılması gerektiğine daha az odaklanması olduğu düşünülmektedir.

Bunun yanı sıra bu bilgilerin eksikliği sonucunda öğrenciler ve mesleğe başlayan yeni insanlar gerekli teknik bilgiye erişmekte zorlanmaktadır.

Çalışmada ses mühendislerine farklı bir perspektiften bilgiler sunmakla birlikte ses teknolojisi eğitimine katkı verecek içerikler eklemek istenmiştir. Bu nedenlerle araştırmada kompresör ile ilgili eksikliklerin yarattığı sorulara yanıt bulabilmek için aşağıdaki sorular sorulmuş ve yanıt vermek amaçlanmıştır:

- 1- Farklı ses kaynaklarına hangi tür kompresör uygulanmalı?
- 2- Hangi kompresör türü, hangi müzik tarzında daha uyumlu çalışmaktadır?
- 3- Müzik tarzlarına göre optimize edilmiş kompresör türleri üretilebilir mi?

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, belirlenen kompresör türlerinin ses karakterleri analiz edilip, farklı müzik tarzlarında nasıl bir etki ve davranışa sahip oldukları incelenecektir. Bu sayede kompresör kullanımına dair kaynak sağlamak amaçlanmaktadır.

1.3 Araştırmanın Alt Problemleri

- 1- Kompresörler farklı frekans bölgelerinde nasıl davranış göstermektedir?
- 2- Kompresörlerin atak ve salınım davranışları ne şekildedir?
- 3- Kompresörlerin frekans spektrumuna olan etkileri nelerdir?

1.4 Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın kompresör kullanım hızı, farklı ses kaynaklarına hangi kompresör türünün uygulanacağı konusunda verilecek karar sürecinde kolaylık sağlamasının yanında yaratıcı süreçleri de olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ayrıca ortaya çıkan sonuçların ses teknolojisi eğitiminde kullanılabilir olması da araştırmanın önemini artıran faktörlerdendir.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma, seçilen kompresörlerin donanımlarına ulaşılması zor ve yüksek maliyetli olduğu için belirlenen kompresörlerin yazılımları (plug-in, emülasyon) ile gerçekleştirilecektir. UREI 1176 için Waves CLA-76, Teletronix LA2A için Waves CLA-2A, dbx 160 için Waves dbx 160, Fairchild 660/670 için Waves PuigChild 660/670 yazılımları kullanılacaktır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde dinamik aralık kompresörleri ve müzik tarzları arasındaki ilişkiyi kurabilmek ve kompresörlerin ses üzerinde yaptığı değişimleri kavrayabilmek için gerekli olan sesin fiziksel özellikleri, dinamik aralık, toplam armonik bozulma, kompresörlerin iç yapıları ile türleri ve araştırma konusu hakkındaki literatür incelemesine yer verilmiştir.

2.1 Sesin Fiziksel Özellikleri

2.1.1 Sesin oluşumu, yayılması ve algılanması

Işıkhan'ın (2013) ses için yaptığı "Ses, titreşim kaynaklı dalga hareketinin iletici ortam yardımıyla kulakta sonlanıp algılanmasıdır" (s. 18) tanımı, sesin var olabilmesi için gereken üç bileşeni vurgulamaktadır. Sesin oluşabilmesi için titreşen cisimler ve dolayısıyla dalga hareketi, dalga hareketinin ilerleyebilmesi için iletici bir ortam (gaz, katı, sıvı) ve son olarak da dalga hareketini algılayan bir alıcı (kulak, mikrofon vb.) gerekmektedir.

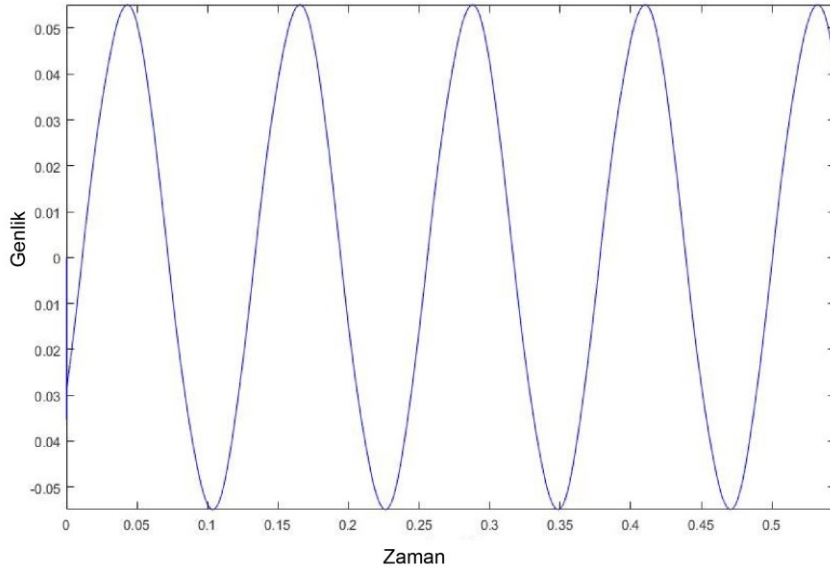
Sesin oluşabilmesi için titreşim hareketi gerekmektedir. Örneğin, sazın ses üretebilmesi için tellerine vurarak uygulanan kuvvet, sesin oluşabilmesi için ilk gereklilik olan titreşimini sağlamaktadır. Cisimlere uygulanan kuvvet sonucunda tepki olarak titreşen cisimler dalga hareketini oluşturmaktadırlar. Titreşimden sonra oluşan dalga hareketi, ortaya çıkan enerjiyi iletmektedir (Zeren, 2018).

Tarikci (2015), dalga hareketini şu örnekler ile açıklamıştır:

Tamamen durgun bir havuz düşünelim. Bu havuza bir taş attığımız zaman, taşın düştüğü yeri merkez alan ve gittikçe merkezden uzaklaşarak büyüyen daireler şeklinde dalgalar oluşturacaktır (Şekil 1-1). Bu dalgaların, bir çeşit tepe ve çukurlardan oluştuğu görülmektedir. Oluşan bu şekle yan tarafından bakılırsa tepe ve çukurların simetrik bir biçimde olduğu gözlemlenebilir (Şekil 1-2). Bu görüntü de trigonometrik bir fonksiyon olan sinüs fonksiyonunun görüntüsüdür.

(...) Herhangi bir etmen olmadığı durum gitar telleri belirli bir pozisyonda sabit bir şekilde durmaktadır. Gitar telleri bu denge durumunda iken tellerden birini bir yöne doğru çekelim. Teli bıraktığımızda, tel önce denge pozisyonuna dönecektir. Daha sonra denge pozisyonundan diğer yöne doğru uzaklaşmaya başlayacak ve tekrar denge pozisyonuna dönecektir. (...) Örneklerden de anlaşılacağı gibi, iki farklı dalga hareketi de sinüs fonksiyonuna benzemektedir. (Müzik Teknolojisine Giriş, s. 10-11)

Sinüs dalgasına ait dalga formu görüntüsü Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Sinüs Dalga Formu Görüntüsü

Sesin oluşabilmesi için gereken ikinci unsur iletici bir ortamdır. İletici ortam katı, sıvı ve gaz formlarında olabilir. Titreşim ile ortaya çıkan enerji, etrafındaki denge pozisyonunda sabit duran iletici ortam moleküllerini dışa doğru itmektedir. Dışa doğru itilen moleküller de çevresindeki diğer molekülleri iter ve bu zincirleme olarak devam eder. İtme sırasında moleküller birbirlerine yaklaşırlar ve bu basıncın yükselmesine sebep olur. Bu duruma sıkışma adı verilmektedir. Titreşim ile enerjiyi ileten moleküller, enerji iletildikten sonra tekrar denge pozisyonlarına geri dönerler. İtilen moleküller denge pozisyonunu terk ettiklerinde orada oluşan boşluğa ise seyrelme adı verilmektedir (Talbot-Smith, 2002).

İletici ortam, sesin ilerlemesini direkt olarak etkilemektedir. Çünkü sesin hızı iletici ortamın madde yoğunluğuna göre değişmektedir. Madde yoğunluğu yüksek olan iletici ortamlarda sesin hızı artmaktadır. Sesin hızı oda sıcaklığındaki havada yaklaşık 343 m/s'dir. Sıcaklık artınca havanın madde yoğunluğu da yükseleceği için sesin hızı da artacaktır (Sözen, 2003).

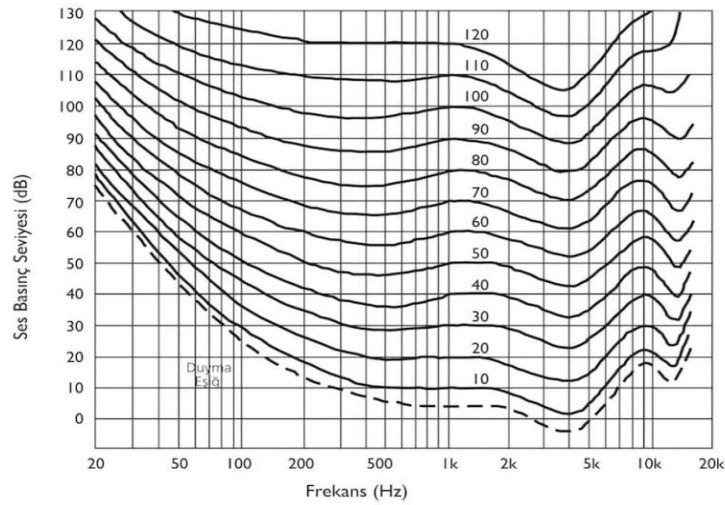
Işıkhan'ın (2013) ses için yaptığı tanımın üçüncü bileşeni ise sesin algılanmasıdır. Titreşim hareketinin iletici bir ortamda hareket etmesinden sonra bu titreşimler bir alıcı tarafından ses olarak algılanmaktadır. Bu araştırmanın içeriği insan duyumuna odaklandığı için alıcı örneğinde insan kulağını inceleyeceğiz.

İnsan kulağının duyabileceği ses aralığı 20 Hz – 20000 Hz (20 kHz) olarak ifade edilmektedir (Gürer Yücel, 2014). "Bazı durumlarda bu aralıktaki ses dalgalarına gerçek ses dalgaları adı da verilir. Aslında insan kulağının duyma yeteneği de yaşa

bağlı olarak değişmektedir. İlerleyen yaşlarda yüksek frekanslarda duyma kaybı yaşanmaktadır.” (Tarikci, 2015, s. 20). 20 Hz’in altında kalan frekanslara infrasonik, 20 kHz’in üstünde kalan frekanslara ise ultrasonik sesler adı verilmektedir (Gürer Yücel, 2014).

Gerçek ses dalgaları dışında kalan infrasonic ve ultrasonic seslere duyarlı canlılar bulunmaktadır. Yabani hayvanları ev, bahçe, tarla gibi yerlerden uzak tutmak için üretilmiş ürünler, insanların duyamadığı fakat hayvanların duyup rahatsız olduğu ultrasonik ses dalgaları üreterek çalışmaktadır (Sonal, Mishra, Mishra, Shrivastava, & Mishra, 2022)

İnsan kulağı infrasonik ve ultrasonik seslere karşı duyarsız olduğu gibi, duyarlı olduğu frekans aralığında da her frekansı eşit seviyede duymamaktadır. İnsan kulağının her frekansa eşit duyarlılıkta olmadığı Harvey Fletcher ve Wilden A. Munson’un 1933 yılında Bell Labs’te yaptıkları araştırma sonucunda kanıtlanmıştır. Araştırmanın sonucunda ortaya çıkan grafiğe Harvey Fletcher ve Wilden A. Munson “*equal loudness contours*” adını vermişlerdir. “Fletcher Munson Eğrileri” olarak da bilinen bu grafik, insan kulağının hangi frekans bölgesinde ne kadar duyarlı olduğunu göstermektedir (Benson, 2006). Fletcher Munson Eğrileri Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Fletcher Munson Eğrileri¹

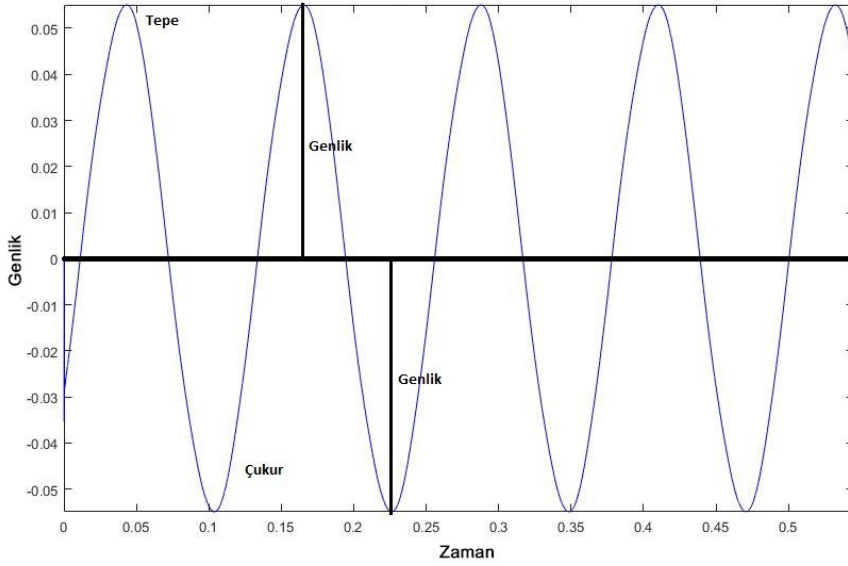
Şekil 2.2’deki grafiği incelediğimizde yatay kısım frekans değerini, dikey kısım ise ses şiddetini göstermektedir. Grafiğin içinde, çizgilerin üzerinde bulunan değerler ise bize

¹ <https://www.ufukonen.com/tr/fletcher-ve-munson-egrileri.html> Erişim Tarihi: 06.02.2022

fon birimini göstermektedir. İnsan kulağının farklı frekanslara olan farklı duyarlılığı durumunu ifade eden fon biriminde, 1 fon 1 kHz frekansında 1 dB'e eşittir. Bu da insan kulağının 1 kHz ve çevresindeki sesleri olduğu şiddette duyduğu anlamına gelmektedir (Önen, 2011). Fletcher Munson Eğrilerini incelediğimizde, 1 kHz ve 5 kHz arasında bulunan düşüş, insan kulağının en çok duyarlı olduğu frekans bölgesinin bu aralık olduğunu göstermektedir. Grafikte yüksek ve düşük frekanslarda olan artış, o frekansları 1 kHz'e eşit sevide duyabilmek için gereken ses şiddet artışını belirtmektedir. Bu da insan kulağının yüksek ve düşük frekanslara, orta frekanslara olduğundan daha az duyarlı olduğu anlamına gelmektedir.

2.1.2 Genlik ve gürlük

Sesin fiziksel bir özelliği olan genlik, dalga formunda sesin sıfır noktasına olan uzaklığını ifade eden bir kavramdır. Genlik kavramını Tarıkci (2015), "(...) ses dalgaları nedeniyle oluşan hava basıncındaki değişiktir." (s. 20) şeklinde tanımlamıştır. Hava basıncı ne kadar yüksek olursa genlik ve dolayısıyla sesin şiddeti de o kadar yüksek olacaktır. Genlik ve dalga formu görüntüsü Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Genlik ve Dalga Formu Görüntüsü

Genlik ölçüm birimi desibel (dB)'dir. Desibel tanımını Durmaz (2009), "Onda Bell (Alexander Graham Bell'den). Bell'in 1/10'u. Audio düzeyini ölçümlemenin bir birimi. İki güç düzeyi arasındaki oranın on tabanlı logaritma cinsinden; iki voltaj oranının, yirmi tabanlı logaritma cinsinden ifadesi" şeklinde yapmıştır (s. 97-98).

Desibel bir referans değere göre ses basıncını ölçen logaritmik bir ölçüm birimidir. Dolayısıyla desibel ile ses basıncını ölçebilmek için belirli bir referans değere ihtiyaç

vardır. Bu referans da ölçülecek genliğin bulunduğu ortama ve birime göre değişmektedir. Örnek olarak voltaj ölçümlerinde dBu ve dBv, akustik ölçümlerde dB SPL, elektro akustik ölçümlerde dBm, dijital ortamlardaki ölçümlerde ise dBFS gibi çeşitli desibel referans değerleri kullanılmaktadır.

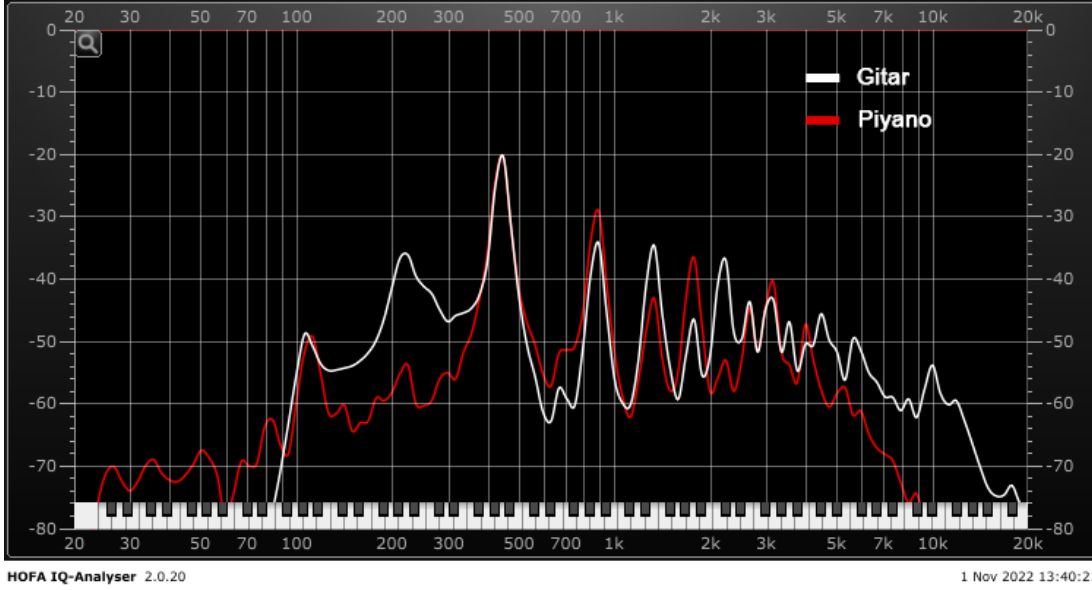
Genliği nasıl anladığımıza bakacak olursak, insanlardaki gürlük algısı genlik ile paralel doğrultudadır. Bir ses kaynağının genliği arttıkça insan kulağı o sesi daha gür olarak algılayacaktır fakat bu algılama kişiden kişiye göre değişiklik göstermektedir. Örneğin 120 dB SPL yüksek ses seviyelerinde çalışan bir ses mühendisine normal ses seviyesinde duyulurken yüksek sese maruz kalmaya alışık olmayan bir kişiye bu ses şiddeti yüksek gelecektir. Bu örnek genliğin sesin fiziksel, gürülüğün ise algısal bir özelliği olduğunu göstermektedir (Tarikci, 2015).

2.1.3 Periyot, frekans ve tını

Ses dalgasının bir tam döngüyü tamamlaması için geçen süreye periyot adı verilmektedir ve saniye ile ölçülmektedir. Frekans ise bir saniyedeki titreşim sayısıdır ve birimi Hertz (Hz)'dir. Bir saniyede gerçekleşen titreşim sayısı arttıkça ses tizleşir, titreşim sayısı düştükçe ses pesleşir. Periyot ve frekans arasında ters orantı bulunmaktadır. Bir ses dalgasının periyodu artarsa, frekansı düşmektedir, periyot azalırsa frekans artmaktadır (Ballou, 2008).

Sesin bir başka özelliği olan tını, sesin karakterini belirler. Aynı anda aynı notayı çalan iki farklı enstrümanı ayırt etmemizi sağlayan tını, bunu sesin armonikleri sayesinde gerçekleştirir. Armonikler temel frekans ile birlikte tınlayan, temel frekansın katları şeklinde artan doğuşkanlara verilen isimdir (Holman, 2010). Örneğin 100 Hz bir temel frekansın katları sırasıyla 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz şeklinde devam etmektedir. Verilen örnekte temel frekans olan 100 Hz'e birinci armonik, 200 Hz'e ikinci armonik, 300 Hz'e üçüncü armonik denmektedir ve bu numaralandırma sırasıyla bu şekilde devam etmektedir.

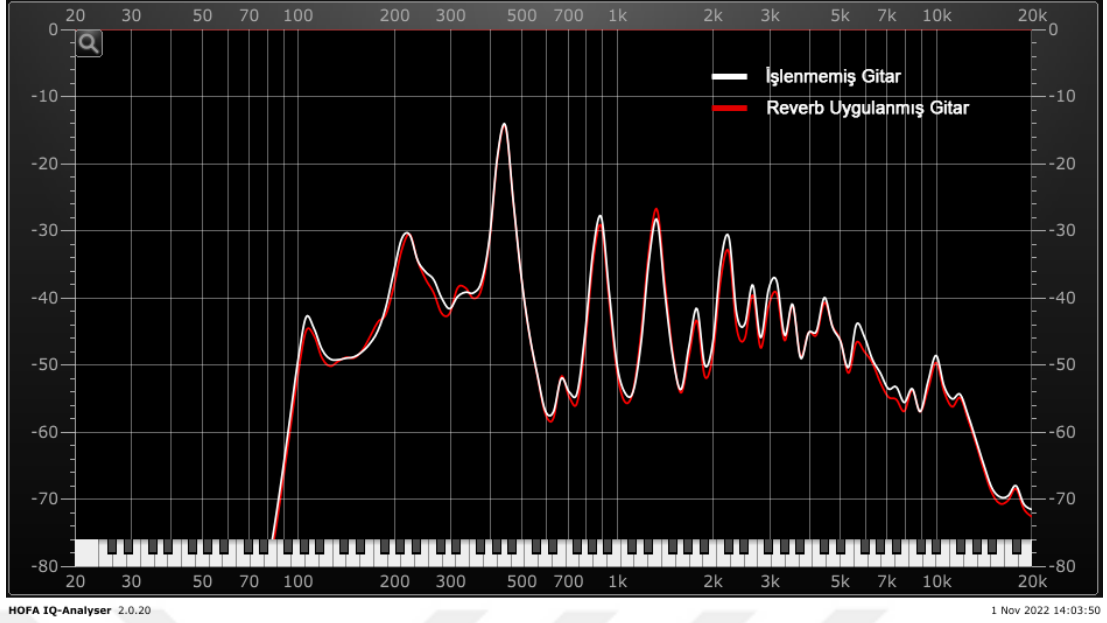
Örneğin, 440 Hz la notasını çalan iki farklı enstrümanın birbirinden ayırt edilmesini sağlayan, iki enstrümanın armoniklerinin farklı ses seviyelerinde tınlamasıdır. Armoniklerin seviyesini gösteren grafiklere spektrum görüntüsü adı verilmektedir. 440 Hz la notası çalan gitar ve piyanonun spektrum görüntüleri Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4 440 Hz La Sesini Çalan Piyano ve Gitar Spektrum Görüntüleri

Şekil 2.4'te beyaz eğriler gitarın, kırmızı eğrilerse piyanonun frekans spektrumunu göstermektedir. Her iki enstrümanın ses seviyeleri eşitlendikten sonra *Hofa IQ-Analyser* eklentisi ile sinyaller karşılaştırılmıştır. Grafikte y eksenini dBFS cinsinden ses şiddetini, x eksenini ise 20 Hz – 20 kHz arasındaki frekans bandını belirtmektedir. Şekilde 880 Hz civarında oluşan ikinci armoniklerde piyanonun gitara oranla yaklaşık 6 dB daha yüksek tınladığı gözlemlenmektedir. 1320 Hz civarında oluşan üçüncü armoniklerde ise gitarın piyanoya oranla yaklaşık 10 dB daha yüksek tınladığı gözlemlenmektedir. Şekil 2.4'te bulun diğer tüm armonikler bu şekilde incelendiğinde hepsinin farklı seviyelerde olduğu gözlemlenecektir. İnsan kulağı, armonikler arasında oluşan bu seviye farkları sayesinde aynı notayı çalsalar dahi iki farklı enstrümanı ayırt edebilmektedir.

Tınıyı etkileyen bir diğer etmen de ses kaynağının bulunduğu ortamdır. Ses, bulunduğu ortamdaki yüzeylere çarparak yansımaktadır. Temel ses ile birlikte duyulup ayırt edilemeyen, yüzeylere çarpıp yansıyan ilk seslere erken yansımalar (early reflections), yansıması ve sönümlenmesi 80 milisaniyeden uzun süren seslere ise geç yansımalar (late reflections) adı verilmektedir (Huber & Runstein, 2010). Bu yansımaların bir araya gelip oluşturduğu akustik olaya ise reverberasyon (reverb) adı verilmektedir (Tarıkci, 2015). Reverb içinde konum, uzaklık, büyüklük ve yüzey yapısı gibi bilgiler taşımaktadır. İnsan kulağı tecrübelerini kullanarak reverb içindeki bu bilgiler ile tahminde bulunabilmektedir. Reverberasyonun bir özelliği de sesin tınısında değişiklik yapmasıdır. Şekil 2.5'te 440 Hz la notası çalınan bir gitar kaydının, chamber reverb uygulanmış ve uygulanmamış hallerinin spektrumları gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Reverb Uygulandıktan Sonra Değişen Gitar Spektrumu

Şekil 2.5'te beyaz eğriler işlenmemiş gitarın, kırmızı eğrilerse reverb uygulanmış gitar sinyalini belirtmektedir.

2.1.4 Genlik zarfı

Sesin bir diğer özelliği olan genlik zarfı (envelope), sesin zaman içerisindeki genlik değişkenlerini tanımlar. Sesin başlama anı ile en yüksek seviyesine ulaşmasına atak (attack), en yüksek seviyeden uzama anına kadar olan genlik kaybına düşüş (decay), belli bir süre aynı genlik seviyesinde kalma durumuna uzama (sustain) ve uzamanın bittiği ve ses yok olana kadar geçen süreye de sönümlenme (release) adı verilmektedir. Genlik zarfı *attack*, *decay*, *sustain* ve *release* kelimelerinin baş harfleriyle ortaya çıkan ADSR kısaltması ile de ifade edilmektedir. Genlik zarfı yaylı ve üflemeli çalgılarda ADSR, vurmali ve telli çalgılarda AR (attack-release) şeklindedir (Hosken, 2011).

Genlik zarfı, ses sentezleme uygulamalarında sesi manipüle etmek için sık sık kullanılmaktadır. Tam donanımlı ses sentezleyicilerde (synthesizer) osilatör, filtre, LFO gibi ünitelerle birlikte genlik zarfı üniteleri de bulunmaktadır (Pasinlioğlu & Önen, 2016). Ses sentezleyicilerdeki genlik zarfı üniteleri ile temel dalga formlarından elde edilen sinyali yaylı ve üflemeli bir çalgı gibi uzayan, telli ve vurmali çalgılar gibi atağın ardından sönümlenen bir biçime sokmak mümkündür. Bu işlemler için düşüş, uzama ve sönümlenme parametrelerinde değişiklik yapmak gerekmektedir. Atak parametresi ise sesin ilk oluştuğu anı kontrol etmeyi sağlar. Atak parametresini uzun sürelerle ayarlamak daha yumuşak, kısa sürelerle ayarlamak ise sesin başlangıçta daha sert

bir duyuma sahip olmasını sağlayacaktır. Şekil 2.6'da genlik zarfı ünitesine sahip bir VST ses sentezleyici gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Presonus Mai Tai Synthesizer ve Genlik Zarfı Bloğu

2.2 Dinamik Aralık

Dinamik aralık, bir ses sinyalindeki en yüksek ve en düşük seviye arasındaki farkı ifade eder. Diğer bir ifadeyle dinamik aralık, bir ses sinyalindeki genlik değişimlerinin en yüksek ve en düşük hareket ettiği seviyeler arasında kalan bölgedir. Seste olduğu gibi ses ile ilgili her cihazın da kendine ait bir dinamik aralığı vardır. Bu duruma örnek Tablo 2.1'de vermiştir. Cihazlara sahip olduğu dinamik aralığın üstünde bir sinyal sürülürse sinyalde bozulma (distortion), sahip olunan dinamik aralığın altında bir sinyal sürülürse de sinyalde gürültüler duyulmaya başlanacaktır. Bu durumu Işıkhan (2013) şu tanımlamalar ile açıklamıştır:

Dinamik aralık üç nokta ve bu üç nokta arasında kalan iki bölgeden oluşur. Sinyal genliğinden bahsettiğimiz için bu noktaları dikey bir doğru üzerinde göstermemiz mümkündür. Doğrunun en tepe noktası "bozulma" (distortion), en alt noktası "gürültü" (noise) ve ortalama bir yerdeki noktası "referans seviye" (reference level, nominal value) olarak tanımlanır. Bunlarla birlikte bozulma ve referans seviye noktaları arasında kalan bölge ise "sinyal gürültü oranı" (SNR; Signal-to-Noise Ratio) verir. Üç nokta ve iki bölge tüm dikey alan ise dinamik aralıktır. Başka bir ifadeyle dinamik aralık, SNR ile *headroom* bölgesinin birleşimidir. (s. 48)

Ses Aygıtı/Uygulama	Dinamik Aralık
AM Radyo	48 dB
FM Radyo	70 dB
Video Kamera	75 dB
CD Player	92-96 dB
16-bit AD/DA Dönüştürücüler	90-95 dB
24-bit AD/DA Dönüştürücüler	110-120 dB
Analog Mikrofon	120 dB

Tablo 2.1 Farklı Aygıtların Dinamik Aralıkları (Tomarakos, 2022)

2.3 Toplam Harmonik Bozulma (THD)

Toplam harmonik bozulma (total harmonic distortion, THD), elektronik cihazlardan geçen sinyallerin bozulmaya (distortion) uğramasıdır. Buradaki bozulma; giriş sinyalinde olmayan fakat çıkış sinyalinde ortaya çıkan üst doğuşkanlardır. Elektronik devreler tamamen doğrusal bir davranış sergileyemedikleri için bu durum ortaya çıkmaktadır (Alten, 2011).

Her elektronik devre farklı seviyelerde toplam harmonik bozulma yaratmaktadır. Bu da sesle ilgili her elektronik devre ve cihazın sinyale kendine ait bir bozulma eklediği anlamına gelmektedir. Aynı hususta Izhaki (2008) şu cümleleri ifade etmektedir:

Analog distorsiyonun farklı tatları vardır. Bir tüp (tube) tarafından üretilen düşük dereceli harmonikler arasındaki oran, bir transistör tarafından üretilenlerden farklıdır. Bu, bir tüp ve katı hal ekipmanının (solid-state) ürettiği farklı seslerin ana nedenidir. Teknik olarak bozulma ne kadar düşük olursa o kadar iyidir. Harmonik bozulma genel olarak analog sesin ve özellikle analog ekipmanın karakteristiklerinin özel bir parçasıdır. Dijital sistemler mükemmel bir şekilde doğrusal olma yeteneğine sahiptir, bu nedenle harmonik bozulma üretmeyebilirler. Dijital sistemler teknik olarak üstün olmasına rağmen, çoğu kişi dijital sesi cansız ve soluk bulmaktadır. (s. 452)

THD ölçümleri, sadece bir frekans barındıran sinüs dalgasının test edilecek cihaza sürülmesi ile başlar. Giriş ve çıkış seviyeleri eşitlendikten sonra cihazdan çıkan sinyale filtre uygulanır. Bu işlem çıkış sinyalinden temel frekansı filtreler. Spektrum görüntüsünde kalan diğer tüm frekans seviyeleri toplamının temel frekansa olan oranı cihazın THD oranını gösterir (Shea, 2005).

2.4 Dinamik Aralık Kompresörlerinin Yapıları ve Parametreleri

Dinamik aralık kompresörleri, ses sinyali belirlenen seviyenin üzerine çıktığı zaman devreye girip sinyal seviyesini düşürmeye yarayan cihazlardır. Tarikci (2015, s. 73)'ye göre "kompresörü ses seviyesindeki değişikliklere göre hareket eden ses mühendisi gibi düşünebiliriz. Ses seviyesi belirlenen düzeyin üzerine çıkınca kısım, belirlenen düzeyin altında kalınca müdahale etmeyen bir ses mühendisi." Kompresörlerin uyguladığı bu ses kısma ya da diğer bir ifadeyle genlik düşürme işlemine kazanç azaltımı (gain reduction, GR) adı verilmektedir. Kazanç azaltımı miktarı kompresörün parametreleri ile doğrudan ilişkilidir.

2.4.1 Aşağı yönlü ve yukarı yönlü sıkıştırma

Kompresörlerin uygulamadaki ana görevleri ses sinyalindeki genlik farklarını (dinamik aralık) azaltıp ses sinyalindeki en düşük ve en yüksek genlik seviyelerini birbirine yaklaştırmak ve sinyali belirlenen seviyelerin altında tutup sinyalde aşırı yüklenmeden kaynaklı ortaya çıkan bozulmaların (peak) önüne geçmektir. Buradaki aşırı yüklenme ile kastedilen, ses sinyalinin bulunduğu ortam ya da cihazın maksimum dinamik aralık değerinden yüksek seviyede olmasıdır. Aşağı yönlü bu genlik azaltma işlemine aşağı sıkıştırma (downward compression) adı verilmektedir.

Bir diğer sıkıştırma yöntemi ise yukarı sıkıştırma (upward compression). Bu sıkıştırma yöntemi sinyalin tepe noktalarına etki etmezken, eşik ile belirlenen seviyenin altında kalan sinyal seviyelerini belirlenen oranda yükseltir (Messitte, 2021). Aşağı yönlü herhangi bir hareket olmamasına rağmen sinyalin en yüksek ve en düşük seviyeleri birbirlerine yaklaştıkları için bu da bir sıkıştırma (Fox, What Is Upward Dynamic Range Compression In Audio?, t.y.). Bir diğer ifadeyle aşağı yönlü sıkıştırma sinyali tepe noktasından sıkıştırırken, yukarı yönlü sıkıştırma sinyali belirlenen zemin noktasından yukarı doğru sıkıştırılmaktadır. Bu iki sıkıştırma yöntemi farklı uygulamalar için çözüm getirmektedir. Örneğin, bir saz kaydında çalımın genlik seviyeleri aynı düzeylerde seyrederken, ortaya çıkan anlık yükselişleri çalımın genel seviyelerine düşürmek istenilirse aşağı yönlü sıkıştırma yöntemi kullanılarak tepe noktalarını düşürmek soruna çözüm getirecektir. Trampet kaydında, hayalet notalar (ghost notes) ana vuruşu yükseltmeden daha duyulabilir bir hale getirmek istenilirse de *upward compression* yöntemi kullanmak problemi çözecektir.

2.4.2 Tepe ölçümü ve RMS ölçümü

Kompresörler genelde iki farklı birime göre ölçüm yapıp sıkıştırma uygulamaktadır. Bu birimlerden ilki tepe ölçümüdür (peak metering). Tepe ölçümü yapan kompresörler

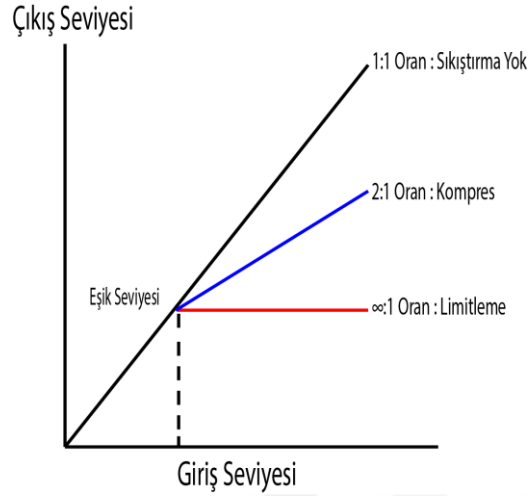
sinyaldeki anlık değişimleri algılayıp bu anlık değişimlere tepki vermektedir. Anlık yapıdaki değişimleri doğru zamanda algılayıp kısa sürede tepki verdikleri için tepe ölçümü yapan kompresörler hızlı zamanlama tepkilerine sahiptirler (Mcniece, 2021).

Hızlı zamanlama tepkisine sahip oldukları veya diğer bir ifadeyle tepe ölçümü yaptıkları için bu tip kompresörler anlık yapı değişimleri yoğun olan vurmali ve telli enstrümanlarda başarılı sonuçlar elde etmektedirler. Bu ölçüm yöntemine sahip kompresörlerin bir diğer kullanım alanı ise limitlemedir. Sonsuz bir oran (*ratio*) kullanılarak yapılan sıkıştırma işlemine limitleme, sonsuz orana sahip kompresörlere de limitör (limiter) adı verilmektedir. Sonsuz oran kullanmak, sinyalin eşik ile belirlenen sinyal seviyesinin üzerine çıkmasına izin vermemek anlamına gelmektedir. Limitleme sinyal seviyesinin bulunduğu ortam ya da medyanın dinamik aralığının üzerine çıkmasını engellemek için kullanılmaktadır. Limitleme uygulaması için, sinyalde anlık oluşabilecek aşırı yüklenmeleri (bozulma) engellemek ve limitlemek için hızlı tepkilere sahip kompresörler kullanılmalıdır. Tepe ölçümü yapan sonsuz orana sahip kompresörler ya da diğer bir ifadeyle limitörler, limitleme uygulamaları için gereken hız tepkilerine sahiptir.

Kompresörlerin bir diğer ölçüm metodu da RMS'dir (*root mean square*, karesel ortalama). Durmaz (2009), RMS'i "Periyodik özellikte elektromanyetik dalganın karesinin ortalamasının, karekökünü alarak elde edilen değer." (s. 294), şeklinde tanımlamaktadır. Önen (2011) ise "RMS (Root-Mean-Square), sinyalin belli bir süre içinde elde edilen ortalama genlik değeridir. Ses sinyalinde ortalama seviye değerleri kendi içlerinde fazla farklılık göstermez ancak *peak* değerleri sürekli değişkendir. Sinyalin belli bir süre içindeki genel yüksekliğini hesaplamak için RMS değeri kullanılır." (s. 26), şeklinde açıklamıştır.

Kazanç azaltımını RMS ölçümüne göre yapan kompresörler, yapıları gereği tepe ölçümü yapan kompresörlere oranla daha yavaş zamanlamala tepkilerine sahiptirler. Bunun sebebi de bu kompresörlerin, anlık ortaya çıkan tepe değerlerini ölçmemesi, bu tepe değerlerinin sinyalin belli bir sürede ortalama genlik değerindeki artışlara olan etkilerini ölçmesidir. RMS ölçümü yapan kompresörlerde ölçüm belli bir süreye bağlı olduğu için anlık oluşun genlik değişimleri algılanamamakta ve bu anlık değişimlere tepki verilememektedir. RMS ölçümü kullanan kompresörler yaylı ve üfleli çalgıların dinamik aralık kontrolünde başarılı sonuçlar vermektedir. Diğer bir uygulama yöntemi ise, tepe ölçümüne sahip bir kompresör ile tepe noktalarının genlikleri kontrol altına alınmış sinyallerin ortalama genliğini kontrol etmektir. Anlık yapıya olan geç tepkileri yüzünden RMS ölçüm metodunu kullanan kompresörler

limitleme uygulamaları için uygun değildirler. Limitleme ve kompresyon arasındaki oran farkları Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



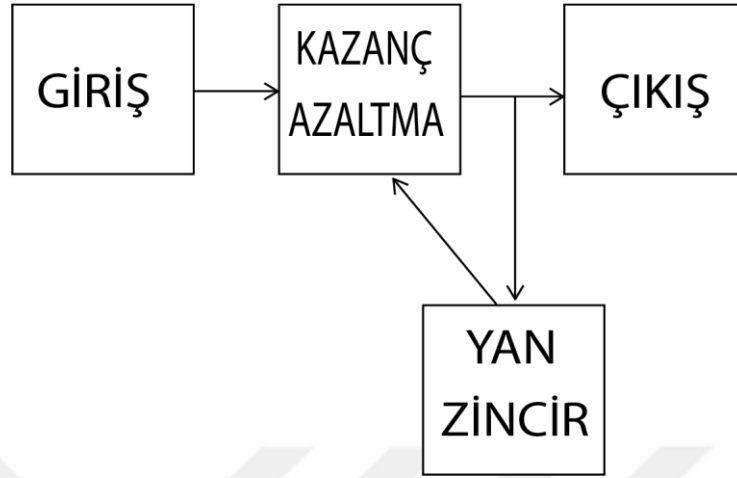
Şekil 2.7 Sıkıştırma ve Limitleme Arasındaki Oran (Ratio) Farkı

2.4.3 Geri besleme ve ileri besleme tasarımı

Kompresörlerin blok diyagramları incelendiğinde, sinyal akışında yan zincir (sidechain) adında bir bölüm olduğu görülecektir. Bu bölüm, ses sinyalini inceleyip kazanç azaltma devre elemanına kontrol sinyalleri göndermektedir (Rezar, t.y.). Yan zincir, MIDI modülüne hangi notayı, hangi şiddette ve ne kadar süre çalması gerektiğinin MIDI mesajlarını gönderen bir MIDI kontrolcüye benzetilebilir. Yan zincir, ayarlanmış eşik, oran, atak ve salınım değerleriyle birlikte sinyali önizler ve sinyaldeki genlik değişimlerine göre kazanç azaltma devre elemanına nasıl hareket etmesi gerektiğinin bilgisini verir.

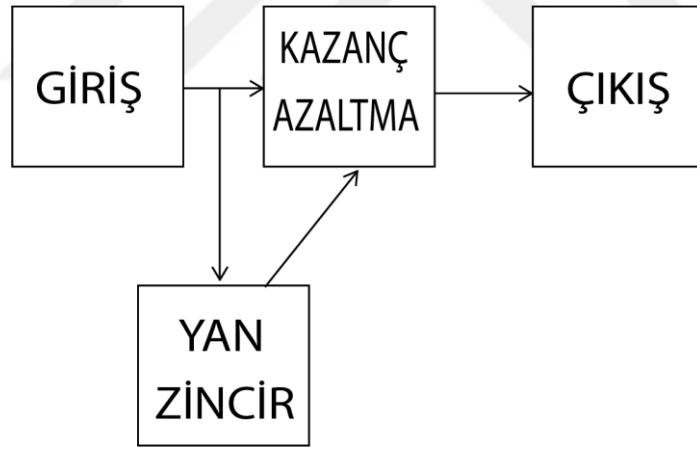
Yan zincire giriş sinyali sürülebileceği gibi dışarıdan başka bir sinyal de bağlanabilir. Bu sayede kazanç azaltma devre elemanını tetikleyen dışarıdan sürülen sinyal olacaktır. Dışarıdan gelen sinyale göre kazanç azaltımı giriş bölümünden gelen sinyale uygulanacaktır. Diğer bir ifadeyle kazanç azaltma devre elemanı yan zincire dışarıdan sürülen sinyal ile tetiklenecek, kazanç azaltma işlemi ise giriş sinyaline uygulanacaktır. Bu uygulama *kick* ve bas gitar gibi birbirini maskeleyen sesler arasında kullanılabilir. Örneğin, bas gitara uygulanmış bir kompresöre yan zincir ile *kick* sinyalini bağlarsak, gerekli parametre ayarları yapıldıktan sonra *kick* her vuruş yaptığında kompresör bas gitara sıkıştırma uygulayacaktır. Bu da *kick* her vurduğunda bas gitarın daha az duyulmasını ve *kick* yer açmasını sağlayacaktır. Diğer bir örnek, elektronik müzikte çok sık kullanılan pompalama etkisidir (pumping effect).

Geri besleme (feedback) tasarımı, sinyal akışında yan zincirin kazanç azaltma devre elemanından sonra geldiği tasarımdır (Giannoulis, Massberg, & Reiss, 2012). Geri besleme sinyal akışı Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8 Geri Besleme Tasarımına Sahip Kompresörlerin Sinyal Akışı

İleri besleme (feed-forward) tasarımı ise sinyal akışında yan zincirin kazanç azaltma devre elemanından önce geldiği tasarımdır (Giannoulis vd., 2012). İleri besleme sinyal akışı Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9 İleri Besleme Tasarımına Sahip Kompresörlerin Sinyal Akışı

Geri besleme tasarımında yan zincir, kazanç azaltma devre elemanından sonra geldiği için kazanç azaltma devre elemanından geçen sinyale göre kontrol sinyalleri gönderir. Bu da kompresörün doğrusal olmayan (*nonlinear*) bir davranış sergilemesini ve ileri beslemeli tasarımlara göre daha yavaş zamanlamalara sebep olmaktadır. İleri besleme tasarımında ise giriş sinyali önce yan zincire, sonra kazanç azaltma devre elemanına gönderilmektedir. Bu sinyal akışı daha doğrusal bir davranış ve daha hızlı zamanlama tepkilerine izin vermektedir (Floru, 1999).

2.4.4 Eşik

Kompresörlerin ne zaman veya başka bir ifadeyle hangi sinyal seviyesinde devreye gireceğini veya devreden çıkacağını belirleyen parametre eşiktir (threshold). Eşik kompresörün hangi sinyal seviyesinde devreye gireceğini belirlediği için dB cinsinden ifade edilir. Eşik seviyesi ne kadar düşük olursa kazanç azaltımı (kompresleme, gain reduction) o kadar yüksek, eşik seviyesi ne kadar yüksek olursa da kazanç azaltımı o kadar düşük olacaktır (Savage, 2011).

2.4.5 Oran

Oran (ratio), kompresörün ne seviyede kazanç azaltımı yapacağını belirler. 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, ∞:1 gibi oranlar bulunmaktadır. 2:1 oranı, sinyal seviyesi eşik değerinin üzerine çıkan her 2 dB için, ses sinyalinin en fazla 1 dB yükseleceğini ifade eder. ∞:1 değeri ise eşik değerinin üzerinde herhangi bir seviyeye izin verilmediği anlamına gelmektedir. Bu da aslında limitör işlevini ifade etmektedir (Owsinski, 2013).

2.4.6 Atak

Atak (attack), sinyal seviyesi eşik ile belirlenen seviyenin üzerine çıktığında kompresörün ne kadar sürede devreye gireceğini belirleyen parametredir. Her kompresör tasarımına göre farklı atak süreleri bulunmaktadır (Dittmar, 2017).

2.4.7 Salınım (Bırakma)

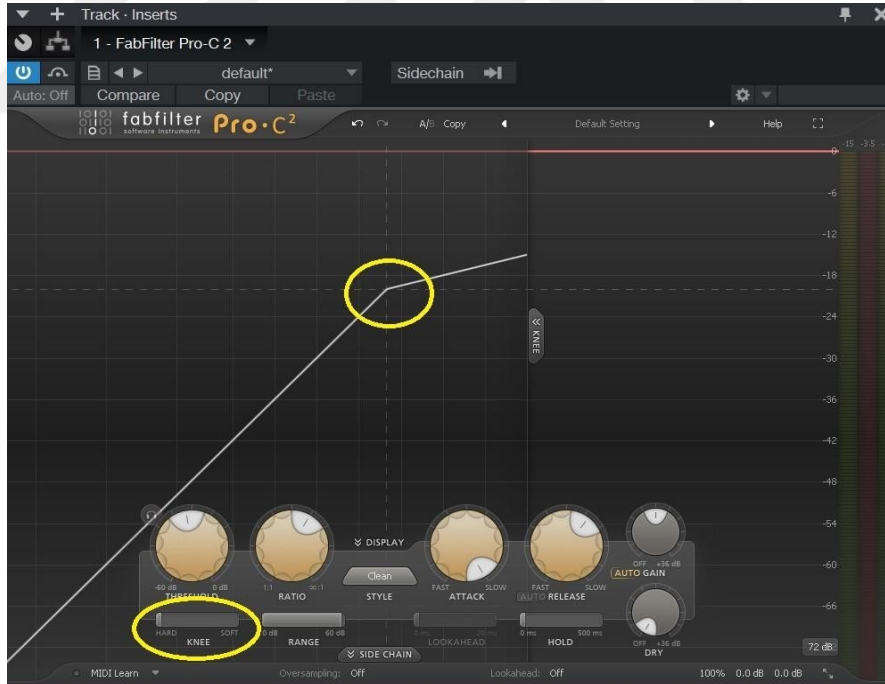
Bırakma (release) parametresi, sinyal seviyesi eşik değerinin altına düştüğü zaman kompresörün ne kadar süre içerisinde devreden çıkacağını belirler (Gökner, 2020). Atak gibi salınım parametresinin zamanlaması da her kompresör tasarımına özgü değişiklik göstermektedir. Atak ve bırakma parametreleri kompresörlerin zamanlama ayarları olarak kabul edilmektedirler.

2.4.8 Diz

Diz (knee), eşik seviyesinde kompresörün nasıl hareket edeceğini belirler. Yumuşak diz (soft knee) uygulandığında, kompresyon eşik seviyesinin altında başlar ve sıkıştırma etkisi daha az duyulabilir bir duruma gelir. Sert dizde (hard knee) ise kompresyon tam eşik seviyesinde başlar ve kompres etkisi hissedilebilir (Ma, De Man, Pestana, Black, & Reiss, 2015). *Soft knee* ve *hard knee* uygulamalarının kompresör üzerindeki farklarının görüntüleri Şekil 2.10 ve Şekil 2.11'de gösterilmiştir.



Şekil 2.10 FabFilter Pro C-2 Soft Knee Görüntüsü



Şekil 2.11 FabFilter Pro-C2 Hard Knee Görüntüsü

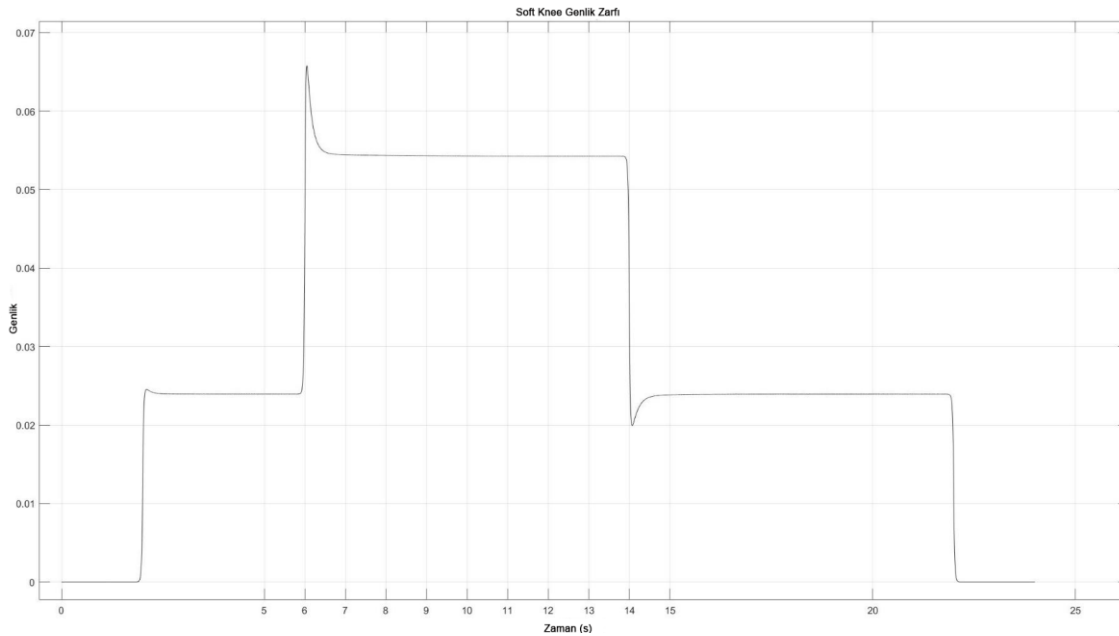
Yumuşak ve sert diz kullanımının sinyal üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan testte, 440 Hz değerinde bir sinüs dalgası kullanılmıştır. Kullanılan sinüs dalgası ilk 6

saniye boyunca -28 dBFS, 6. Saniyeden sonra -18 dBFS değerinde bir genliğe sahiptir. Kullanılan test sinyalinin görüntüsü Şekil 2.12’de gösterilmiştir.

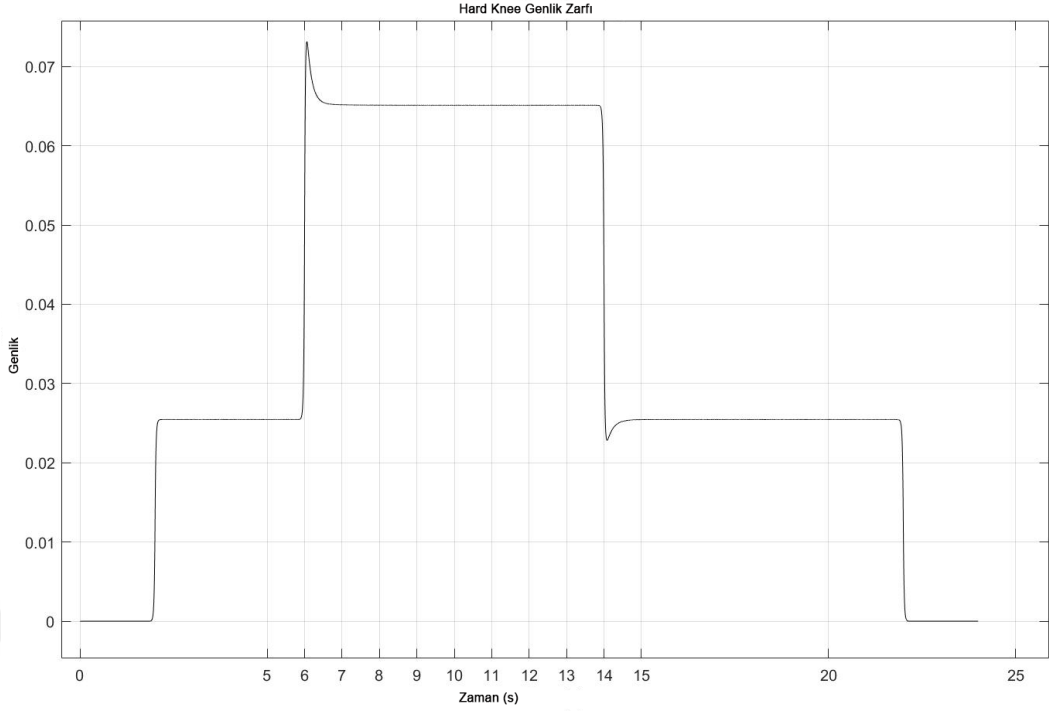


Şekil 2.12 440 Hz Sinüs Dalgasından Oluşturulmuş Test Sinyali Görüntüsü

Diz testi için *FabFilter Pro-C2* kompresörü kullanılmıştır. Kompresörün eşik değeri -20 dB, oran değeri 4:00’dır. Yumuşak ve sert dizin zamanlamaya olan etkisi daha net şekilde görebilmek için atak parametresi en yavaş olacak şekilde ayarlanmıştır. 440 Hz değerindeki sinüs dalgası -18 dBFS’ye ulaştığında, -20 dB’e ayarlı olan eşik kompresörü devreye sokmaktadır. Aynı sinyal üzerinde, aynı ayarlara sahip fakat *Knee* değerinin farklı olduğu iki farklı sıkıştırma örneği çıktı alınmıştır. Bu çıktıların genlik zarfları *MATLAB* ve onun bir eklentisi olan *MIRToolbox* yazılımları yardımı ile *e=mirenvelope('x')* fonksiyonu kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Şekil 2.13 ve Şekil 2.14’te gösterilmiştir.



Şekil 2.13 Soft Knee Genlik Zarfı Görüntüsü



Şekil 2.14 Hard Knee Genlik Zarfı Görüntüsü

Şekil 2.13 ve şekil 2.14 incelendiğinde, yumuşak diz ve sert dizin aynı zamanda tam kompresyonu gerçekleştirdiği görülmektedir. İki grafikte de 6. saniyede sinyalin tepe noktasına ulaştığı, ve tam kompresyonun 6 ile 7. saniye arasında gerçekleştiği görülmektedir.

Grafiklerdeki genlik değerleri incelendiğinde, yumuşak diz uygulanan örneğin genlik değerinin 0.07 seviyesinin altında, 0.06 ve 0.07 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Sert diz uygulanan örnekte ise bu değer 0.07 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda yumuşak ve sert diz kullanımı, atak süresinde herhangi bir değişim göstermemektedir. İki ayarda da tam kompresyon belirlenen atak süresi içinde gerçekleşmektedir.

Gerçekleştirilen test sonucunda yumuşak ve sert diz kullanımında dikkat çeken fark, tepe noktasındaki (peak) ve sinyal genliğindeki farktır. Sert diz uygulanan örneğin sinyal seviyesi belirlenen eşiği geçtiği an kompresörü devreye soktuğu için sinyaldeki orijinal tepe noktasının genliği korunmaktadır. Yumuşak diz uygulanan örnekte ise kompresyon sinyal seviyesi eşik değerine ulaşmadan başladığı için orijinal tepe noktası değerine izin vermemektedir. Böylece yumuşak diz kullanımı, tepe noktasını orijinal sinyalden daha düşük bir genlik seviyesinde tutmakta ve genel sinyal seviyesini sert dize oranla daha düşük seviyelere indirgemektedir. Bu da daha az fark edilebilen bir sıkıştırma sağlamaktadır.

2.4.9 Makeup gain

Make-up gain, kazanç azaltımı sonrasında oluşan genlik kayıplarını telafi etmek için kullanılan parametredir. Sıkıştırmadan sonra seviyesi düşen sinyali, kompres uygulanmadan önceki seviyesine getirmeyi sağlar (Fox, t.y.).

2.5 Kompresör Türleri

Bu tezin kapsamında müzik prodüksiyonunda en sık kullanıldığı düşünülen dört kompresör türü incelenecektir. Bunlar tüp (*tube*, *Variable-Mu*), FET, VCA ve optik (*optical*) kompresörlerdir. Üretim biçimlerine göre araştırma dahilinde olmayan iki tür kompresör daha bulunmaktadır. Bunlar ise *Pulse Width Modulation* (PWM) ve *Diode Bridge* kompresörlerdir.

2.5.1 Tüp kompresör tasarımı ve Fairchild 660/670

Tüp kompresörler, kazanç azaltımını içerisinde bulunan vakum tüpler ya da diğer bir deyişle valfler ile gerçekleştirmektedir. Vakum tüpler elektriği amplifiye etmeyi sağlayan cihazlardır. Vakum tüpler, transistörler icat edilmeden önce ses yükselticisi olarak kullanılabilen tek devre elemanlarıydı (Tube Compressor, 2017, para. 1). Tüpler, transistörlere göre daha yüksek oranda doğrusal olmayan sonuçlar vermektedir. Gelen sinyaldeki değişikliklere göre parametrik ayarlarda sapmalar göstermesi, sinyale kendi karakterine ait bozulmalar eklemesi, diğer bir ifadeyle THD oranının yüksek olması ve tüplerin sesi daha doğal bir duyuma getirdiğine olan inanç, tüp kompresörlerin en sık tercih edilen kompresörler arasında yer almasını sağlamaktadır.

Fairchild 660, Rein Narma tarafından icat edilmiş ve 1959 yılında "*Fairchild Recording Equipment Corporation*" tarafından üretilmeye başlanmıştır (The Fairchild 660 and 670, t.y. para. 3). Fairchild 660'dan sonra üretilen 670 modeli, 660'ın stereo sürümüdür. Bu kompresörler eski tasarımlar olmasına rağmen günümüzde en sık kullanılan kompresörler arasında kendilerine yer bulmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte eklenti (*plug-in*) sektöründe de önemli adımlar atılmış ve donanımlardan esinlenerek ortaya çıkan eklentiler giderek çoğalmıştır. Orijinal donanımdan öykünerek ortaya çıkan yazılımlara emülasyon adı verilmektedir. Fairchild 660/670'in en ön plana çıkan emülasyonları Waves ve Universal Audio şirketleri tarafından yapılmıştır. Fairchild 660'ın fotoğrafı Şekil 2.15'te verilmiştir.



Şekil 2.15 Fairchild 660²

Fairchild 660 ve 670 üzerinde bulunan parametreler incelendiğinde; *input gain* parametresi sıkıştırma yoluna gidecek olan giriş sinyalinin seviyesini kontrol etmeyi sağlamaktadır. *Threshold* parametresi sıkıştırma oranını ayarlamaktadır. *Time constant* parametresi, kompresörün atak ve bırakma sürelerini ayarlamaktadır.

Zamanlama konusunda Fairchild 660 ve 670 diğer kompresörlere oranla daha farklı çalışmaktadır. Atak ve bırakma (salınım) için sabit değerler belirlenmiştir. *Time constant* ile kullanılabilen 6 farklı zamanlama kombinasyonu bulunmaktadır (Waves PuigChild User Manual, t.y.). Bu kombinasyonlar Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

² www.soundonsound.com/reviews/fairchild-660-670 Erişim Tarihi: 19 Nisan 2022

Zamanlama (Time Constant)	Atak Süresi	Bırakma Süresi
1	.2 ms	0.3 sn
2	.2 ms	0.8 sn
3	.4 ms	2 sn
4	.4 ms	5 sn
5	.4 ms	Sinyale göre otomatik: bireysel tepeler için 2 saniye, çoklu tepeler için 10 saniye
6	.2 ms	Sinyale göre otomatik: bireysel tepeler için 0.8 saniye, çoklu tepeler için 10 saniye

Tablo 2.2 Fairchild 660/670 Zamanlama Süreleri

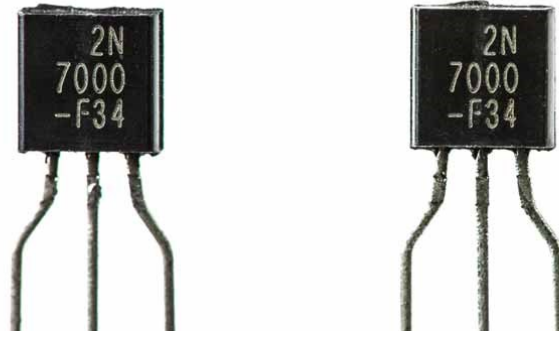
Sahip olduğu hızlı zamanlama süreleri ile Fairchild 660 ve 670, anlık yapı değişikliği hızlı olan ses kaynaklarında ve limitleme işlemlerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

İç yapısı incelendiğinde Fairchild 670 içerisinde 8 adet 6386, 1 adet 6084, 1 adet 5651, 2 adet 12AX7, 2 adet 12BH7, 1 adet EL34, 4 adet 6973, 1 adet GZ34 valf (tüp) bulundurmaktadır. Moore vd. (2016), Fairchild 660/670 ve 6386 tüp tasarımı için şunları belirtmektedir:

Fairchild 660 ve 670 kompresör tasarımı, kazanç azaltımının *variable-mu* biçiminden yararlanır. Bu yöntem, voltajı bir dizi 6386 valfe göndererek çalışır. Voltaj belirli bir noktanın üzerine çıktıkça, ızgara ile valf kapısı arasındaki elektron akışı kısıtlanır ve zayıflatılır, böylece kazanç azalmasına neden olur. 6386 valflerin kullanımı tasarım için önemlidir ve popüler 12AX7 gibi yaygın olarak kullanılan diğer valfler, gerekli kazanç azaltma davranışına izin vermez. (s. 2)

2.5.2. FET kompresör tasarımı ve UREI 1176

Adından da anlaşılacağı üzere bu tür kompresörler kazanç azaltımını FET (field-effect transistor, alan etkili transistör) devre elemanı ile gerçekleştirmektedir. Bu devre elemanı sayesinde bu tür kompresörler hızlı tepkime sürelerine ve agresif bir karaktere sahiptirler. FET devre elemanı görüntüsü Şekil 2.16'da verilmiştir.



Şekil 2.16 Alan Etkili Transistör (FET)³

FET, üç adet ucu olan, gerilim kontrollü transistörlerdir. FET'in ilk ucu kaynaktır (source) ve buradan gelen sinyal devre elemanına giriş yapar. Diğer bir ucu olan kanal (drain) ise sinyalin devreden çıkış yaptığı kısımdır. Son uç olan kapıya (gate) uygulanan gerilim ile kaynak ve kanal arasındaki ya da diğer bir ifadeyle giriş ve çıkış arasındaki akımın değeri değiştirilir (Elektrik Elektronik Teknolojisi, 2011). Burada kaynaktan gelen sinyalle oluşturulan gerilim kapı ile algılanıp kazanç azaltma işlemi uygulanır ve çıkışa yönlendirilir.

En sık tercih edilen FET kompresörler arasında yer alan 1176 modeli, UREI (United Recording Electronics Industries) şirketi tarafından 1967 yılında tanıtılmıştır ve tasarımcısı Bill Putnam'dır (Introducing The "True Peak Limiter", t.y.). Günümüzde bu kompresörü eklenti olarak modelleyen birçok şirket bulunmaktadır.

UREI 1176 üzerinde bulunan parametreler incelendiğinde, *input* potansı gelen sinyalin ve eşik (threshold) seviyesinin belirlenmesini sağlar. Yüksek seviyeler kullanıldıkça sinyalin genliği ve sıkıştırma oranı da artacaktır. *Output* potansı, kompresörden çıkacak, sıkıştırmaya uğramış sinyalin seviyesini belirler. Sinyal seviyesinde sıkıştırma ile oluşan kayıplar bu parametre ile telafi edilebilmektedir. Kompresör üzerindeki *attack* ve *release* parametreleri kompresörün ne zaman devreye gireceği ve devreden çıkacağını kontrol etmeyi sağlar. Atak ve bırakma potansları 1 konumundayken en yavaş, 7 konumundayken en hızlı tepkimeye sahiptir 1176 kazanç azaltımını alan etkili transistör ile gerçekleştirdiği için son derece hızlı zamanlama sürelerine sahiptir. Atak süresi 20-800 mikrosaniye, salınım süresi ise 50-

³ https://www.electronics-notes.com/articles/electronic_components/fet-field-effect-transistor/what-is-a-fet-types-overview.php Erişim Tarihi: 20 Nisan 2022

1100 milisaniye arasında değişiklik gösterebilmektedir (1176LN Classic Limiting Amplifier, 2020).

Kompresör üzerinde bulunan *ratio* bölümünde ise dört adet değer bulunmaktadır. Bu dört değer kompresleme oranını belirlemeyi sağlar. Oranlar aşağıdan yukarı doğru 4:1, 8:1, 12:1 ve 20:1'dir. 4 ve 8 değerleri kompres işlemi, 12 ve 20 değerleri ise limitleme işlemi için kullanılmaktadır. Oran değeri yükseldikçe eşik değeri de yükselmektedir. Bir diğer ifade ile eşik değeri, oran parametresi ile belirlenmektedir. UREI 1176'nın emülasyonu olan Waves CLA-76'nın kullanım kılavuzunda oran ve eşik arasındaki bağlantı şu şekilde açıklanmaktadır:

Birçok kompresör gibi, oran ne kadar yüksek olursa, eşik de o kadar yüksek olur. Örneğin, 20:1 oranında eşik noktası -12 dBFS'dir, yani -12dBFS'den geçen her tepe noktası 20:1 oranında sıkıştırılacaktır. Oran 4:1 olarak ayarlandığında, eşik -18dBFS'ye düşer, bu da -18dBFS'yi geçen her tepe noktasının 4:1 oranında sıkıştırılacağı anlamına gelir. Bu nedenle, daha düşük orana rağmen "daha fazla" sıkıştırma ile sonuçlanır. (Waves CLA-76 User Guide, t.y.)

Dört oran düşmesinin de aynı anda aktif olması bu kompresörün doğrusal olmayan davranışlar sergilemesini sağlamaktadır. 1176'nın emülasyonlarında bu durumu taklit etmek için oran bölümüne "All" butonu eklenmiştir. Bu moddayken kompresör gelen sinyaldeki anlık yapı değişimlerine göre atak, bırakma ve oranda değişiklikler göstermektedir (All-Button Mode, 2004). şekil 2.17'de orijinaline sadık kalınarak Universal Audio şirketi tarafından yeniden üretilmiş 1176LN modeli gösterilmiştir.



şekil 2.17 Universal Audio 1176LN Limiting Amplifier⁴

2.5.3 Optik kompresör tasarımı ve Teletronix LA2A

Optik kompresörlerin içerisinde bulunan elektrolüminesans özelliğe sahip panel, gelen sinyalin şiddetine göre kazanç azaltma bloğunda ortama ışık yayar. Foto direnç ise ortamdaki ışığa göre kazanç azaltımını gerçekleştirir. Kazanç azaltımını bu iki optik sürücü ile gerçekleştirdiği için optik kompresörler bu ismi almaktadır. Baltakesmez (2011), elektrolüminesans tanımını "Elektrolüminesans (EL) dış elektrik alan uygulanan yarıiletken malzemelerin elektromanyetik ışınım yayması sonucu

⁴ <https://help.uaudio.com/hc/en-us/articles/206007816-1176LN-Classic-Limiting-Amplifier> Erişim Tarihi: 20 Nisan 2022

gerçekleşen olaydır. Elektronlar ve boşlukların birleşimi sonucunda ve genellikle yarıiletkenlerde meydana gelmektedir” şeklinde yapmıştır. Foto direnç ise bulunduğu ortamdaki ışığa göre direnç uygulayan devre elemanıdır (Semiz, 2018).

1960’lı yılların başında üretilen ve günümüzde de popülerliğini koruyan Teletronix LA-2A, optik kompresörler arasında en bilinen ve tercih edilen, endüstri standardı olmuş bir ekipmandır. Şekil 2.18’de Teletronix LA-2A’nın görseli verilmiştir.



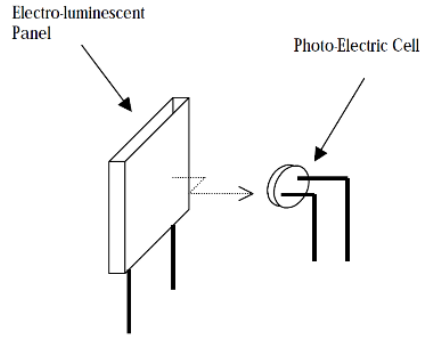
Şekil 2.18 Universal Audio Teletronix LA-2A⁵

Üzerinde bulunan potanslar incelendiği zaman, LA-2A üzerinde bulunan *peak reduction* potansı ile kazanç azaltımı (gain reduction) oranı ayarlanmaktadır. *Gain* potansı ise çıkış sinyalinin genliğini ayarlamak için kullanılmaktadır. *Gain* parametresi, *peak reduction* ile oluşacak kazanç kayıplarını telafi etmek için kullanılacağı için önce *peak reduction* daha sonra *gain*in ayarlanması gerekmektedir. LA-2A üzerinde herhangi bir zamanlama parametresi bulunmamaktadır. Kompresör gelen sinyaldeki anlık yapılaraya göre atak ve bırakma süreleri otomatik ayarlamaktadır. *Limit* ve *compress* anahtarları LA-2A’nın sıkıştırma karakterini değiştirmektedir. Anahtar *compress* üzerindeyken LA-2A daha yumuşak bir sıkıştırma eğrisine sahip olur ve daha az kompres uygular. Anahtar *limit* üzerindeyken daha yüksek miktarda sıkıştırma uygulanacaktır. Bu anahtar oran (ratio) parametresi olarak düşünülebilir. Cihazın sağ üst kısmında bulunan potans, VU metre üzerinde gösterilen değerler arasında geçiş yapmayı sağlar. VU metre üzerinde sıkıştırma miktarı ya da çıkış seviyesi kontrolleri yapılabilmektedir. Çıkış seviyesi +4dB ve +10dB olarak seçilebilmektedir (Teletronix LA-2A Classic Leveling Amplifier, t.y.).

Kompresörün iç yapısı incelendiğinde, T4 elektro optik devre elemanı, kazanç azaltımı, atak ve bırakma sürelerini belirleyen ana ekipmandır. Çoğu kompresörde bulunan atak ve bırakma (release, salınım) parametreleri LA-2A’da bulunmaz ve bu

⁵ <https://www.uaudio.com/hardware/la-2a.html> Erişim Tarihi: 21 Nisan 2022

parametreler EL panel ve foto direnç ile otomatik olarak ayarlanır. Optik sürücülerin görseli Şekil 2.19’da verilmiştir.



Şekil 2.19 Optik Sürücüler (Teletronix LA-2A User Manual, t.y.)

LA-2A, karakteristik tınısı yüksek bir kompresördür. Bunun sebebi bu kompresörün yan zincirin (sidechain) devresinde ve çıkış devresinde 12A7X ve 12BH7 gibi tüplerin (valf) kullanılıyor olmasıdır. Bu tüplerin sinyalde oluşturdukları yüksek oranlı THD, LA-2A'nın sadece sıkıştırma için değil, aynı zamanda sese “renk” katma için de tercih edilmesini sağlamaktadır (Moore vd. 2016).

2.5.4 VCA kompresör tasarımı ve dbx 160

VCA kompresörler kazanç azaltma işlemini bir VCA (voltage-controlled amplifier, voltaj kontrollü amplifikatör) ile gerçekleştirdiği için bu şekilde isimlendirilmektedir.

VCA kompresörler giriş sinyalini ikiye bölmektedirler. Bölünen sinyallerden biri çıkışa yönderilir ve bu sinyale taşıyıcı (carrier) adı verilmektedir. Dedektör yoluna iletilen diğer sinyale ise modülatör (modulator) adı verilir. VCA modülatörden gelen bilgiye göre taşıyıcıya kazanç azaltma işlemi uygulanır ve modüle edilmiş yeni sinyal çıkışa yönlendirilir. Çıkış sinyali taşıyıcı ve modülatörün anlık çarpımına eşittir (Fox, t.y.).

VCA kompresörler, hızlı atak ve salınım sürelerine, düşük THD oranına ve dolayısıyla daha transparan bir sese, yüksek miktarda kazanç azaltma özelliklerine sahip ekipmanlar olarak bilinmektedir. Bu sebeple VCA kompresörler birçok farklı uygulamada kullanılmaktadır.

dbx 160, dbx şirketinin 1976 yılında tanıttığı, endüstri standardı haline gelmiş bir VCA kompresördür. Şekil 2.20’de dbx 160’ın görseli verilmiştir.



Şekil 2.20 dbx 160⁶

dbx 160'da ileri besleme tasarımı kullanılmıştır. Bu tasarım yapısı ile dbx 160, sinyalde bozulmayı en düşük düzeyde tutarken, optik ve tüp kompresörlere oranla daha doğrusal bir kazanç azaltma gerçekleştirmektedir. dbx 160 modelinin atak ve bırakma süreleri giriş sinyalinin zarfına göre otomatik olarak değişiklik göstermektedir. Kazanç azaltımını *soft knee* ile gerçekleştirdiği için dbx 160 daha az hissedilen bir sıkıştırmaya sahiptir (Waves dbx® 160 Compressor/Limiter User Guide, t.y.).

2.6 Literatür İncelemesi

Giannoulis vd. (2012) çalışmalarında dijital dinamik aralık kompresör tasarımlarına yönelik farklı yaklaşımları, kompresör tasarım tekniklerini ve farklarını açıklamaktadırlar. Kompresör tasarımlarının kalitelerini test etmek için çeşitli metrikler sunan çalışmada yüksek performanslı dinamik aralık kompresörleri için tasarım önerileri de sunulmaktadır.

Moore (2012), makalesinde 1176 FET kompresörün neden yaygın olarak kullanıldığını ve 1176'nın ses karakterini araştırmaktadır. Popüler müziğin doğası ve akademik çevrede yeterince araştırılmamış olması nedeniyle bilgiler öncelikle ders kitaplarından ardından da çağdaş müzik yapımcılarının verdiği röportajlardan elde edilmiştir.

⁶ <https://www.mixonline.com/technology/birth-of-a-classic-the-dbx-160-compressor> Erişim Tarihi: 25 Nisan 2022

Taylor ve Martens (2014), 26-29 Eylül 2014 tarihli *Audio Engineering Society*'nin Berlin'de gerçekleştirilen 136. Toplantısında yaptıkları sunumun raporunda müzik türüne özgü yüksek sıkıştırmanın dinleyicilerin tercih ettiği sonuçlara olan etkisi incelenmiştir

Hjortkjær ve Walther-Hansen (2014) yayımladıkları mühendislik raporunda dinleyicilere popüler müzik kayıtlarının orijinallerini ve bu kayıtların daha yüksek seviyelerde sıkıştırılmış yeni versiyonlarını dinletmişler, ve bunlar arasındaki tercihleri incelemişlerdir.

Moore vd. (2016), 4-7 Haziran 2016 tarihli *Audio Engineering Society*'nin Paris'te gerçekleştirilen 140. toplantısında yaptıkları sunumun raporunda üç klasikleşmiş ve popüler kompresör arasındaki farkları incelemişlerdir. .

Bromham vd. (2018), kompresör zamanlama ayarlarının müzik tarzları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

Delen (2017) doktora tezinde Türk müziği çalgılarından sazın stüdyo ortamında mikrofonlama tekniklerini ve kompresör seçimlerini araştırmıştır.

Campbell vd. (2017) yaptıkları çalışmada dinleyici tercihinin bazen sıkıştırılmış sesten yana olduğunu ve bunun da tek bir kompres işlemi ile değil sıkıştırma konfigürasyonları ile gerçekleştiği hipotezini ortaya atmış ve bunu test etmişlerdir.

3. YÖNTEM VE VERİ

Bu tezde nicel araştırma yöntemi kullanılmaktadır. Punch'ın (2005) tanımına göre "nicel araştırma, verilerin sayılar biçiminde olduğu görgül araştırmalardır".

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinde deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Deneysel araştırma yönteminde en az iki grup bulunmaktadır. Bunlardan ilki kontrol grubu, ikincisi ise deney grubudur. Araştırmalarda kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmaz ve sadece veri toplamak ve karşılaştırma için kullanılırlar. Deney grubu ise, araştırmacının neden-sonuç ilişkisini ortaya çıkarabilmesi için çeşitli testlerden geçirilir. Daha sonra kontrol grubu ve deney grubu arasında ortaya çıkan farklar karşılaştırılarak veri elde edilir (Köse, 2017). Bu araştırmanın kontrol grubunu kompresörlerle işlenmemiş test sinyalleri, deney grubunu ise kompresörler ile farklı parametrelerde işlenen işlenmiş ses sinyalleri oluşturmaktadır.

Araştırmanın evreni kompresör türleri ve müzik tarzları, örnekleme ise optik, tüp, FET, VCA kompresörler, geleneksel müzik, caz ve rock müziktir. Araştırmada orijinal donanımlarından öykünerek (emülasyon) tasarlanmış Waves CLA-76 (Urei 1176), Waves CLA-2A (Teletronix LA2A), Waves dbx 160 (dbx 160) ve Waves PuigChild 660/670 (Fairchild 660/670) eklentileri (plug-in) kullanılmıştır.

Müzik türü evreni çok geniş sınırlara sahip bir evren örneğidir. Her müzik türünün kendine ait alt türleri de düşünüldüğünde evrenin büyüklüğü daha da iyi kavranacaktır. Araştırmada evreni yansıtacak örneklemin doğru sonucu verebilmesi için bazı parametreler belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılacak müzik türü örnekleme seçilirken:

- Birbirlerine benzer türde çalgıları içeren fakat bu çalgıların kullanım biçimleri ve tınıları farklı olan
- Türkiye'de sıklıkla icra edilen
- Genel olarak içerisinde elektronik tabanlı ses bulundurmaması

göz önünde bulundurulmuştur. Bu nedenlerle örneklem olarak geleneksel müzik, caz ve rock müzik tercih edilmiştir. Araştırmada kullanılan çok kanallı müzik kayıtlarının, içerisinde bulunduğu müzik türünün zaman, tını, form ve diğer gerekliliklerine uygun olduğu varsayılmaktadır.

Veri toplama işleminde ilk olarak kompresörlerin ses karakterlerini ortaya çıkaracak testler uygulanmıştır. Kompresörlerin ses karakterlerini etkileyen en önemli iki unsur

THD ve zamanlamadır. THD sesin tınısal özelliklerinde, zamanlama süreleri ise sesin genlik zarfında değişimler yaratmaktadır.

Kompresörlerin farklı frekans aralıklarında nasıl bir davranış sergilediğini gözlemlemek amacıyla 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerlerindeki sinüs dalgaları kompresörlere gönderilmiştir. Kompresörlerin farklı zamanlama, oran, genlik ve kazanç azaltma (gain reduction) ayarlarında nasıl davranış sergilediklerinin verileri bu testler sonucunda elde edilmiştir. Testlerde sinüs dalga kullanılmasının sebebi, osilatör ile üretilen bu dalga formunun yalnızca temel frekansı içermesi ve doğrusal bir genlik zarfına sahip olmasıdır. Bu sayede kompresör uygulandıktan sonra ortaya çıkacak olan doğuşkanlar ve genlik zarfındaki değişimler kolaylıkla gözlemlenebilecektir.

Kompresörlerin ses karakterleri analiz edildikten sonra geleneksel müzik, caz ve rock müzik türlerinde test edilmiştir. Kompresörlerin, farklı müzik türlerinde ve çalgı gruplarında (stem) oluşturduğu zamanlama, frekans spektrumları ve dinamik aralık değişimleri incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Verilerin toplanması için kullanılan donanım ve yazılım araçlar aşağıda listelenmiştir:

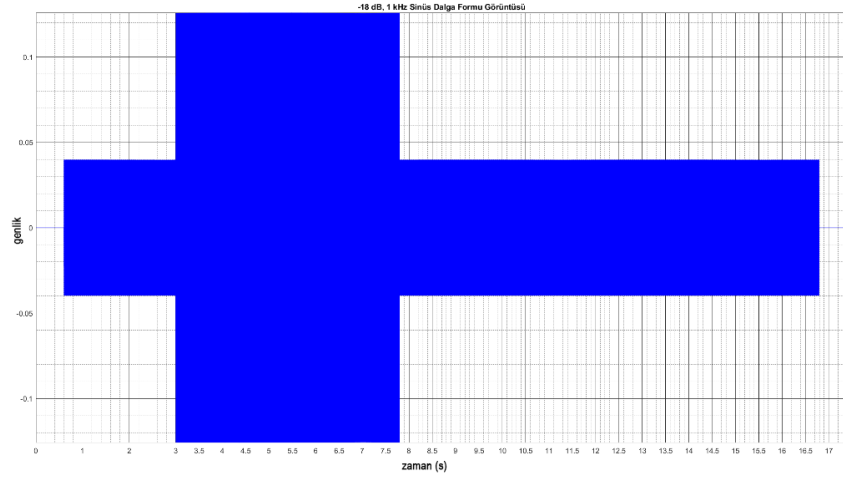
- Apollo Twin USB ses kartı
- Intel® Core™i7-10875H 8 Çekirdek CPU, 16 GB Ram bilgisayar
- Studio One 5 dijital ses işleme istasyonu
- Adobe Audition CC 2015 dijital ses işleme istasyonu
- MATLAB R2021b sayısal hesaplama yazılımı
- MIRTtoolbox 1.8.1 MATLAB eklentisi
- Waves CLA-76 eklenti
- Waves CLA-2A eklenti
- Waves PuigChild 660 eklenti
- Waves dbx 160 eklenti
- Presonus Tone Generator eklenti
- Waves VU Meter eklenti
- LetiMix Compressor Measurement Toolbox eklenti
- LetiMix Gainmatch eklenti

3.1 Kompresör Karakter Tanımlama Testleri

Yapılan testlerde tüm kompresör türlerine 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren bir sinüs test sinyali gönderilmiştir.

Kullanılan ses dosyaları mono, 24 bit çözünürlük ve 48 kHz örnekleme oranına sahiptir. Farklı zamanlama, oran ve GR parametrelerinde kompresörlerin bu seslere gösterdiği tınsal ve zamansal davranış verileri toplanacak ve karşılaştırılacaktır. Ayrıca dbx 160 ve CLA-2A zamanlama değerlerini gelen sinyale göre otomatik ayarladıkları için bu kompresörlerin zamanlama testlerinde üç farklı genlik değeri kullanılmıştır. Bu ölçümler ise, kompresörlerin zamanlama davranışının sinyalin genliğine mi yoksa genlik zarfına mı bağlı olarak hareket ettiğinin cevabını verecektir.

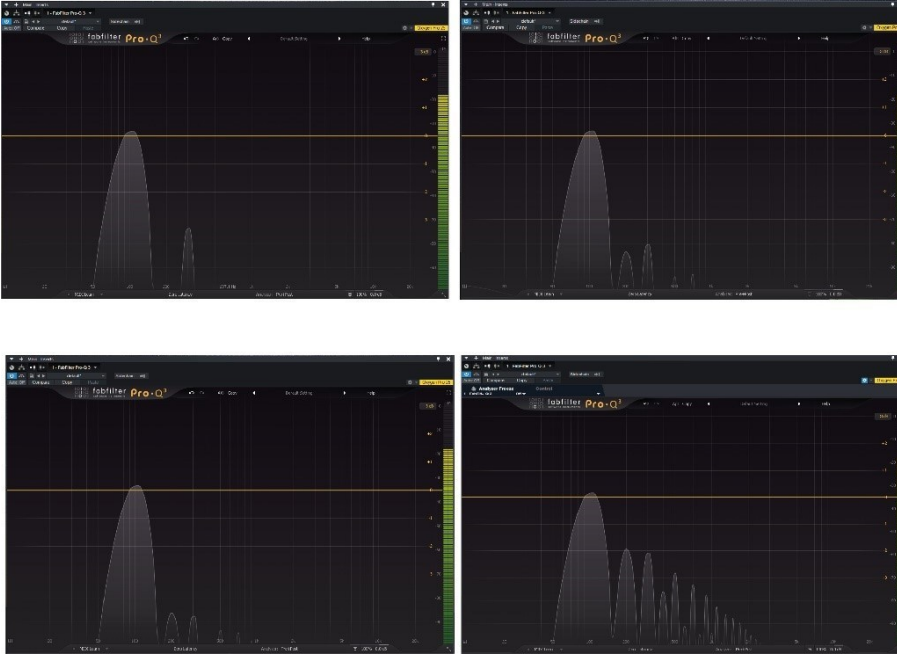
Şekil 3.1'de testlerde kullanılan kompresör uygulanmamış, anlık genlik artışı gösteren bir sinyalin dalga formu görüntüsü verilmiştir. Şekil 3.2'de ise 100 Hz bir sinüs dalgasının frekans spektrumu gösterilmiştir. Aynı ses dosyasının, araştırmada bahsi geçen kompresörlerden geçirildiğinde ortaya çıkan frekans spektrumu ise şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Testlerde Kullanılan Sinüs Test Sinyalinin Dalga Formu Görüntüsü



Şekil 3.2 100 Hz Sinüs Dalgasının FabFilter Pro-Q3 Analizör Ekranındaki Görüntüsü



Şekil 3.3 100 Hz Sinüs Dalgasına İlgili Kompresörler Uygulandıktan Sonra FabFilter Pro-Q3 Analizör Ekranındaki Görüntüsü

Yapılacak olan testlerde, Şekil 3.3'de ortaya çıktığı gözlemlenen doğuşkanların hangi uygulamalar ile ne miktarda ortaya çıkacağı araştırılacaktır.

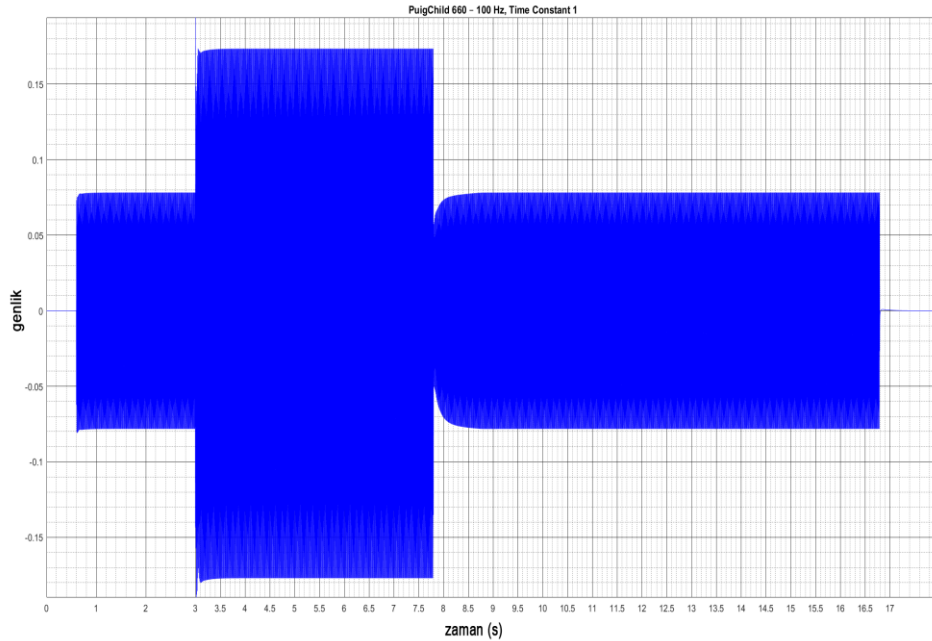
3.1.1 Waves PuigChild 660 testleri

3.1.1.1 Waves PuigChild 660 zamanlama testleri

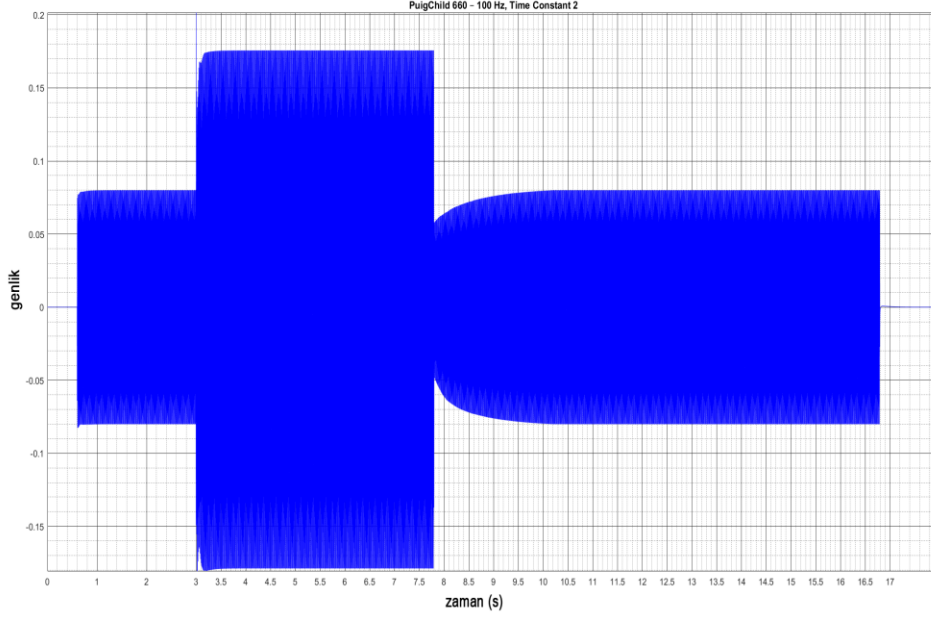
Zamanlama testlerinde Waves PuigChild 660'a 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'ye anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. Kompresör her bir zamanlamada 4 dB GR uygulayacak biçimde ayarlanmıştır. Testler esnasında kompresör üzerindeki her zamanlama sabitine (time constant 1,2,3,4,5,6) yukarıda bahsi geçen değerler uygulanmıştır. Ayrıca GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı *output gain* parametresi ile giriş sinyalinin seviyesiyle eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dBFS fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz zamanlama testleri

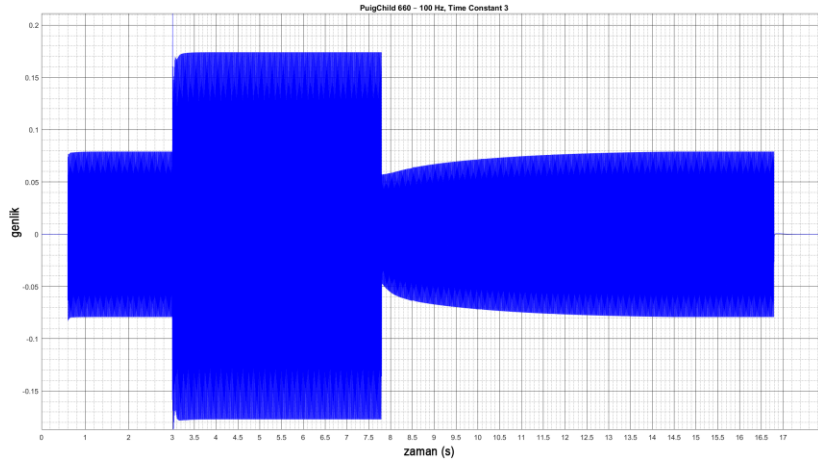
Waves PuigChild 660'ın 100 Hz zamanlama testlerinde yukarıda bahsi geçen işlemler 100 Hz değerindeki bir sinüs test sinyaline uygulanmıştır. Şekil 3.4 ila 3.9'a kadar olan görseller, Waves PuigChild 660'ın tüm zamanlama sabitlerinin 100 Hz değerinde bir sinüs test sinyalinde oluşturduğu genlik zarfı değişikliklerini dalga formu görüntüleriyle göstermektedir.



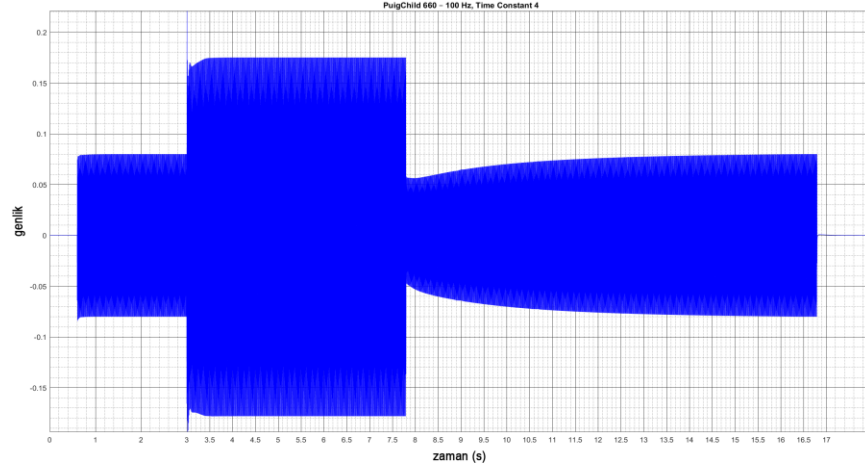
Şekil 3.4 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 1



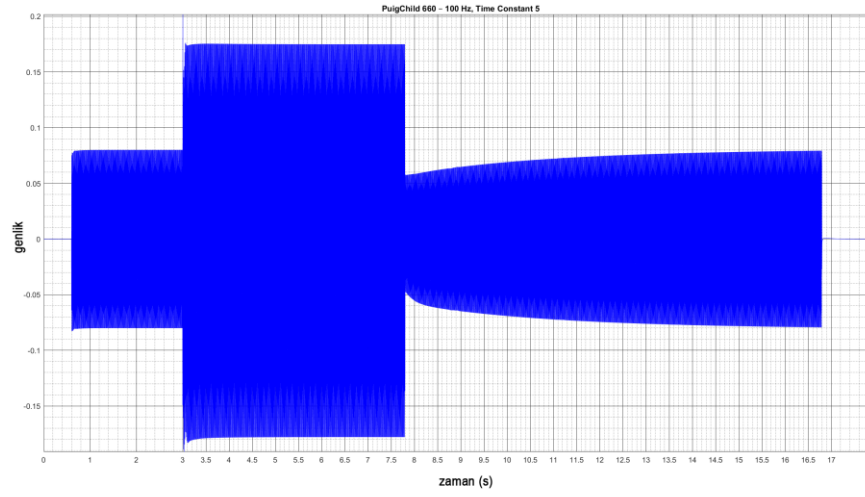
Şekil 3.5 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 2



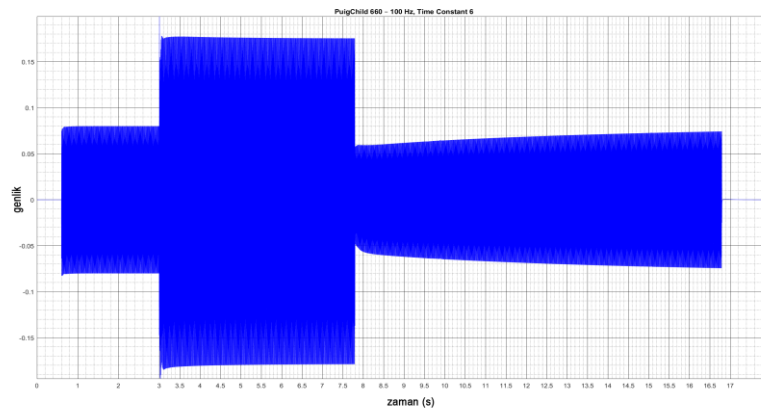
Şekil 3.6 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 3



Şekil 3.7 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 4



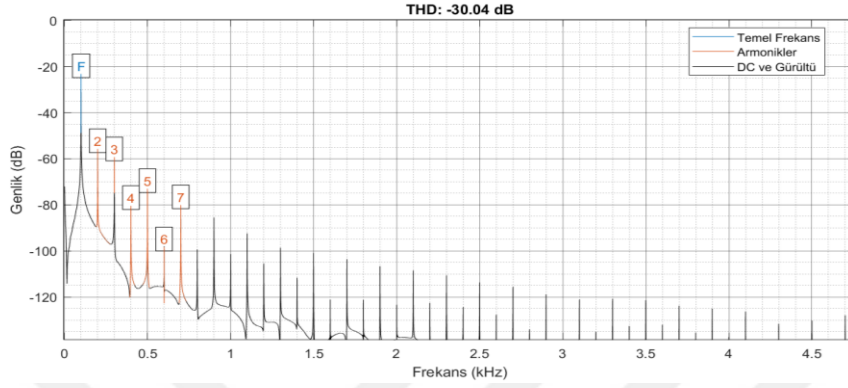
Şekil 3.8 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 5



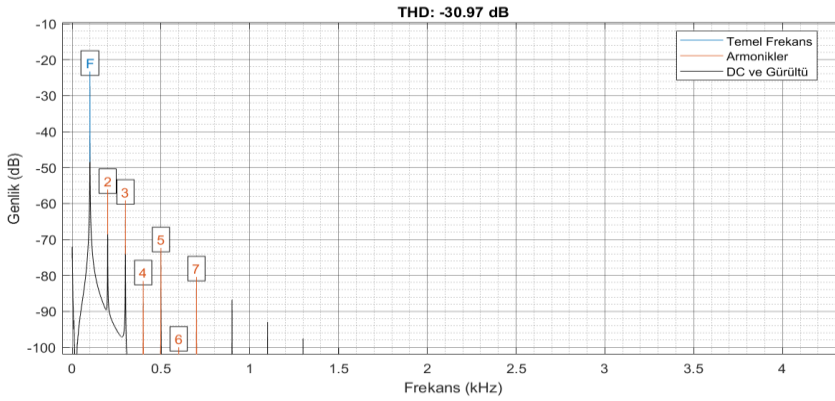
Şekil 3.9 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 6

Kompresör uygulanmamış test sinyali -18 dB'den -28 dB'e 7,8. saniyede düşmekte ve 16,8. saniyeye kadar devam etmektedir. Şekil 3.9'da bulunan time constant 6 uygulaması bu 9 saniye boyunca tam bırakmayı gerçekleştirememektedir.

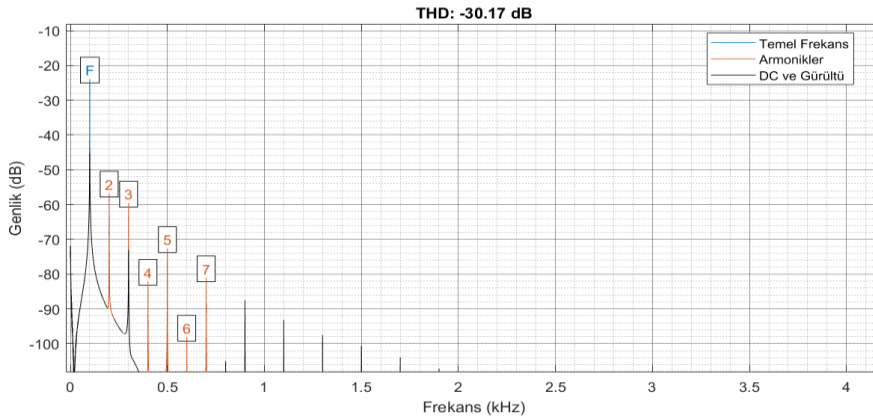
Şekil 3.10 ila 3.15'e kadar olan görsellerde ise zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



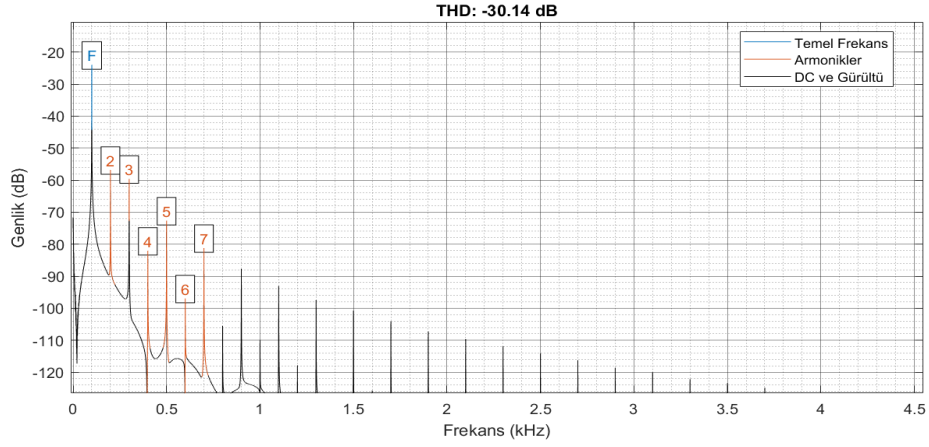
Şekil 3.10 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri



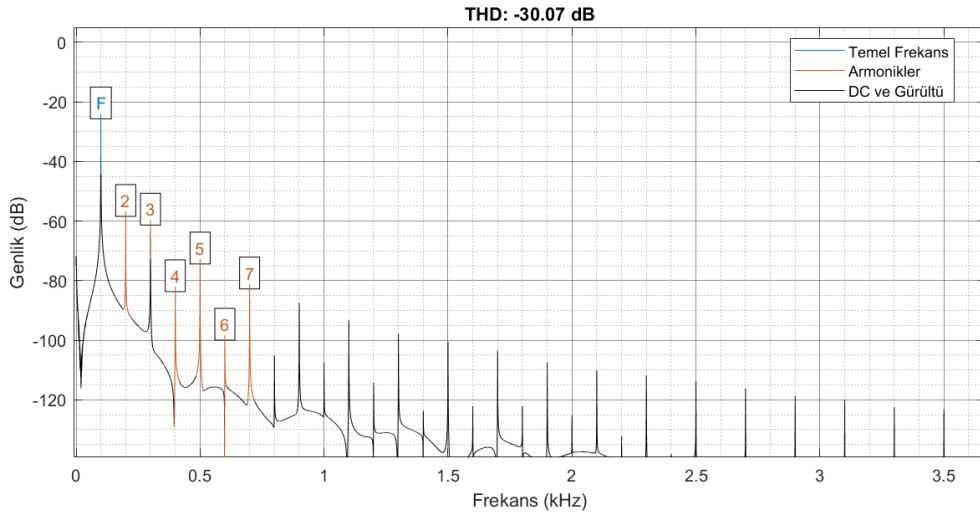
Şekil 3.11 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri



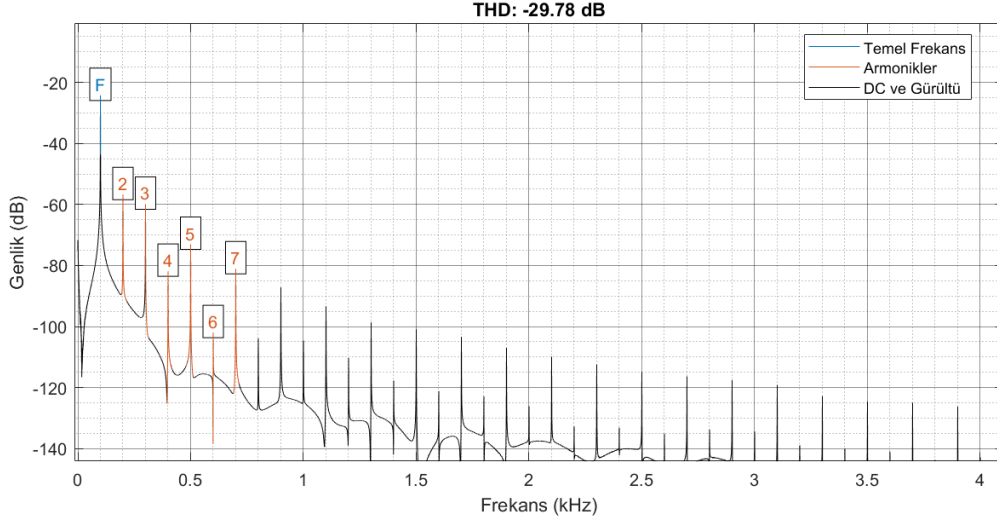
Şekil 3.12 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri



Şekil 3.13 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri



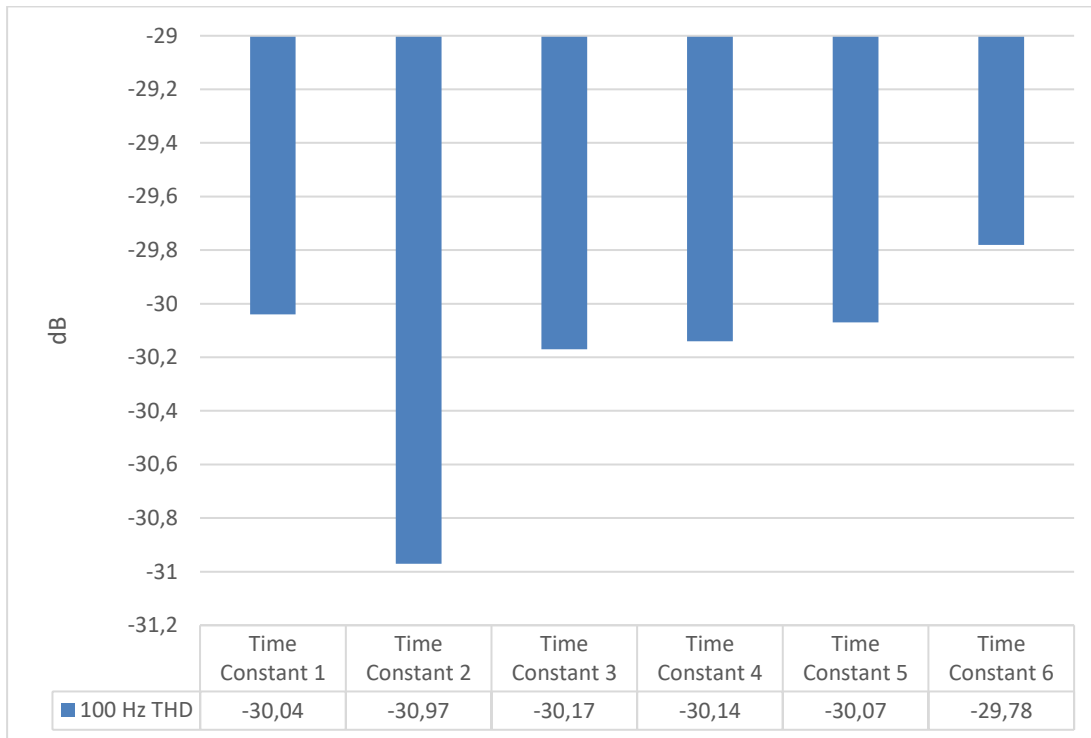
Şekil 3.14 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri



Şekil 3.15 Waves PuigChild 660, 100 Hz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri

Şekil 3.10 ila 3.15 arasında bulunan THD değerleri incelendiğinde, tüm değerlerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir. Kompresörün bırakma (release) süresinin geç olması sebebiyle en yüksek THD değerine sahip zamanlama kombinasyonu time constant 6 (TC 6)'dır.

Waves PuigChild 660'ın 100 Hz zamanlama testinde, zamanlama sabitlerinde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.16'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



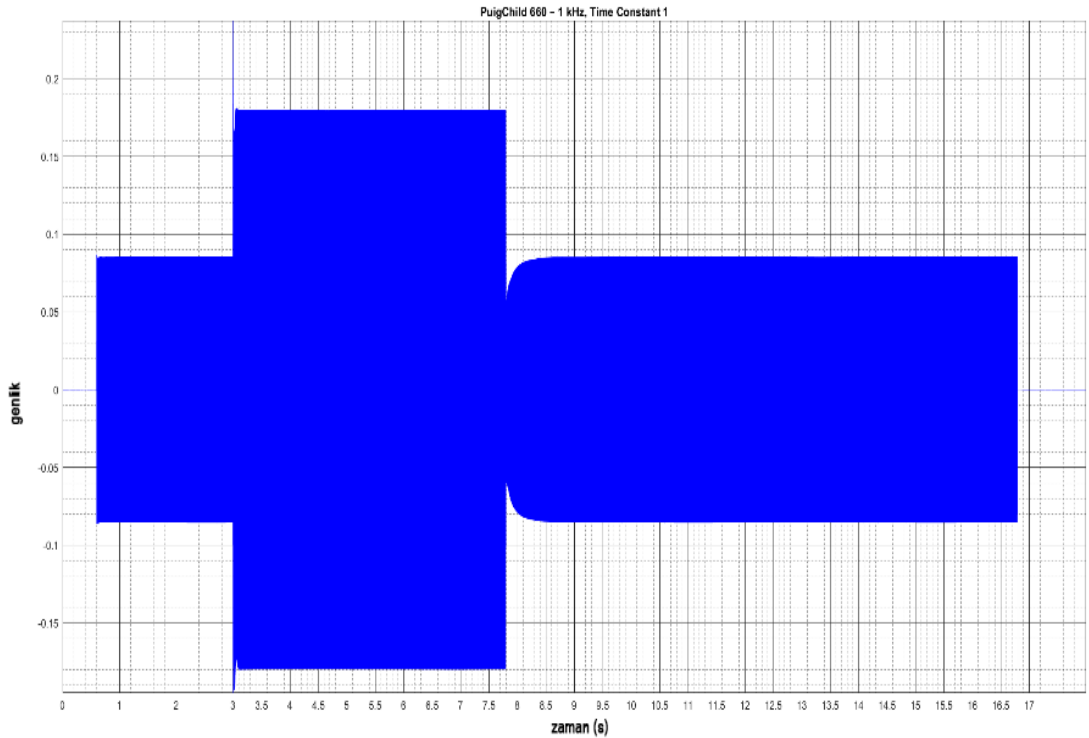
Şekil 3.16 Waves PuigChild 660 100 Hz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri

Şekil 3.4 ila 3.9 arasında bulunan dalga formu görüntüleri incelendiğinde sinyal 3. saniyede anlık artış göstermektedir. Tüm zamanlama ayarlarında atak yaklaşık 3,05. saniyede gerçekleşmektedir. Waves PuigChild 660'ın zamanlama kombinasyonlarındaki atak süreleri birbirlerine çok yakın değerler olduğu için bu beklendik bir sonuçtur. Zamanlama değerleri, ilk ataktan sonra tam kompresyon değerine ulaşana kadar genlik zarfında değişiklik göstermektedir.

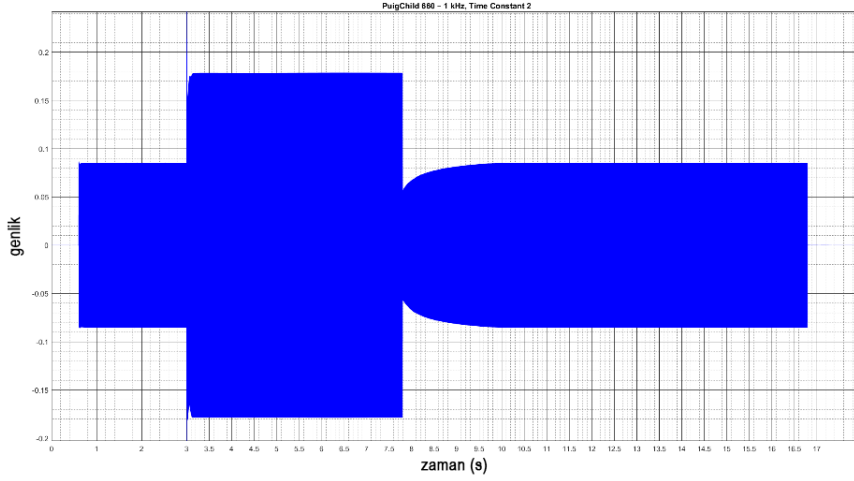
Şekil 3.4'te dalga formu görüntüsü bulunan time constant 1 zamanlama sabitinde kompresör 8,7. saniyede, Şekil 3.5'te bulunan time constant 2'de 10,1. saniyede, Şekil 3.6'da bulunan time constant 3'de 14. Saniyede ve Şekil 3.7'de bulunan time constant 4'te 15,9. saniyede devreden çıkmaktadır.

1 kHz zamanlama testleri

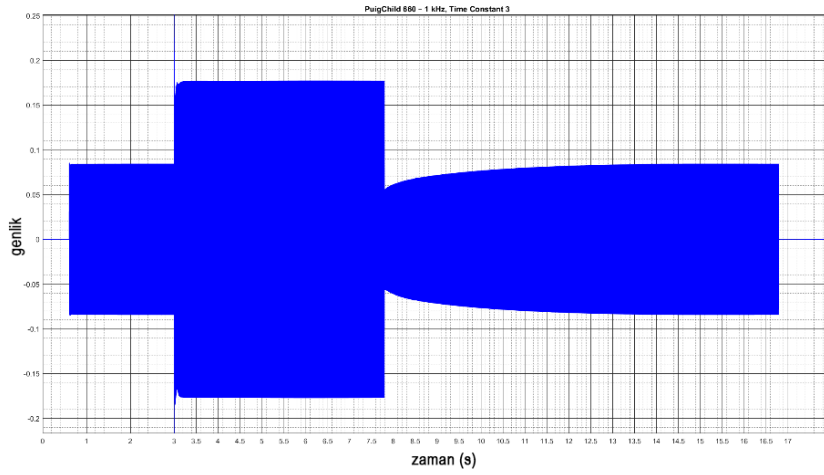
Waves PuigChild 660'ın 1 kHz zamanlama testlerinde Başlık 3.1.1.1'de bahsi geçen işlemler 1 kHz değerindeki bir sinüs test sinyaline uygulanmıştır. Şekil 3.17 ila 3.22'ye kadar olan görsellerde kompresör uygulandıktan sonra 1 kHz değerindeki sinüs test sinyalinin genlik zarfı değişiklikleri, dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.



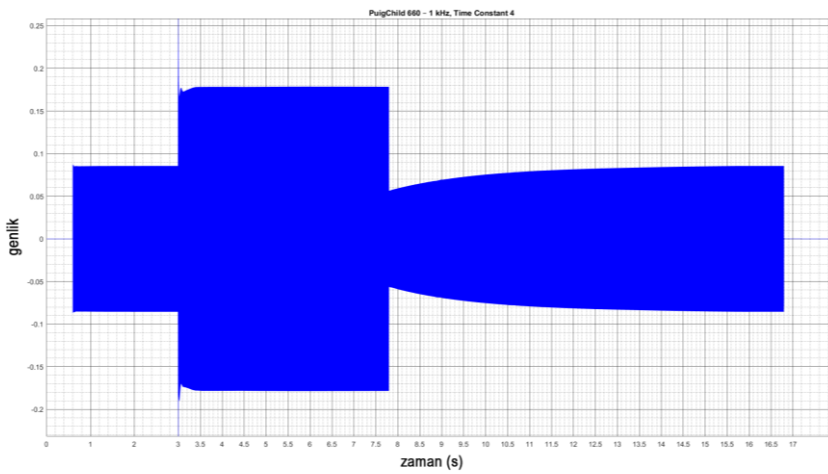
Şekil 3.17 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1



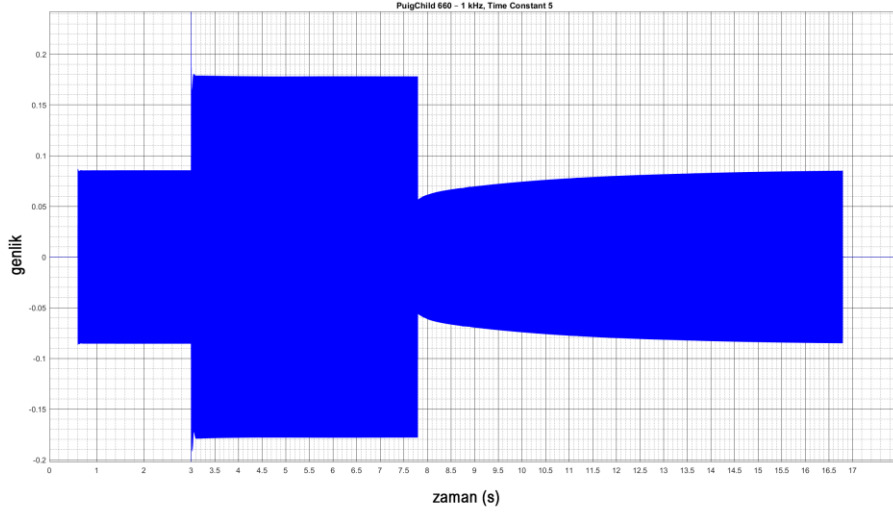
Şekil 3.18 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2



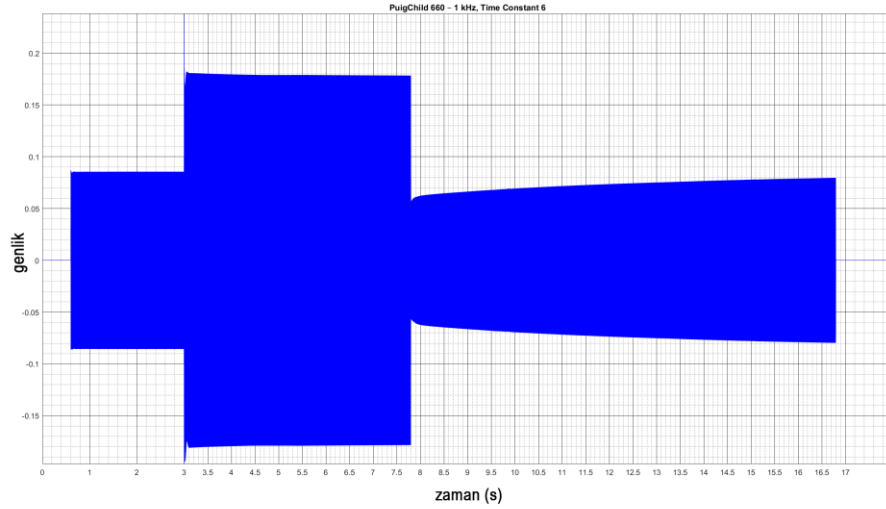
Şekil 3.19 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3



Şekil 3.20 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4



Şekil 3.21 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5

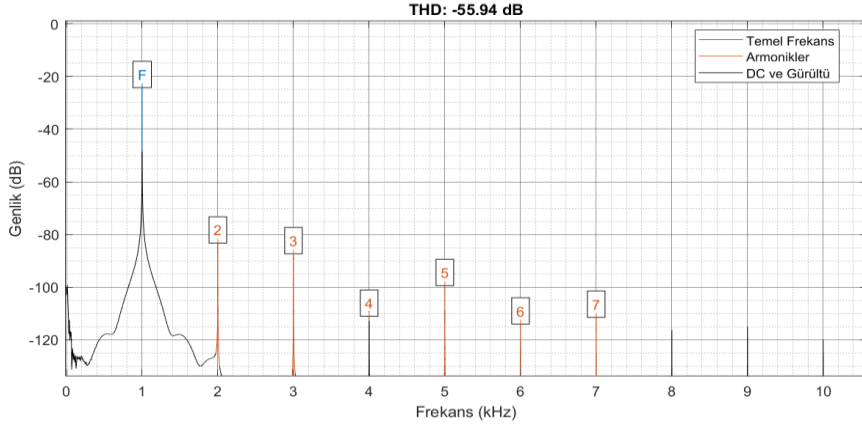


Şekil 3.22 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6

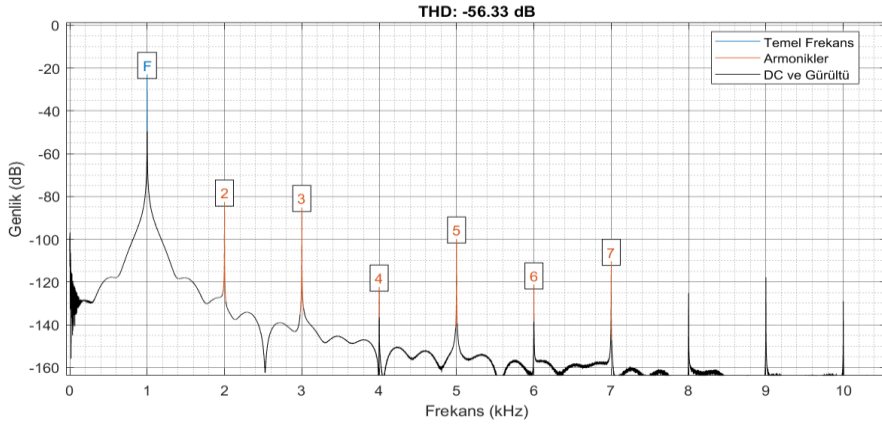
Şekil 3.17 ile 3.22 arasında bulunan dalga formu görüntüleri incelendiğinde Waves PuigChild 660'ın 1 kHz'e uyguladığı atak süreleri 100 Hz'de uygulananlara benzerlik göstermektedir. Fakat kompresör 1 kHz'de daha kararlı bir şekilde hareket etmektedir. Dalga formları incelendiğinde 1 kHz'de 100 Hz'e göre daha keskin ve net genlik zarfı değişiklikleri olduğu gözlemlenecektir.

Zaman sabitleri aynı olmasına rağmen kompresörün tamamen devreden çıkma süreleri 100 Hz'e göre daha az sürmektedir. Bu farklar göz önünde tutulduğunda Waves PuigChild 660'ın zamanlama bağlamında, orta frekans bölgesinde düşük frekans bölgesine göre daha hızlı bırakma gerçekleştirdiği söylenebilir.

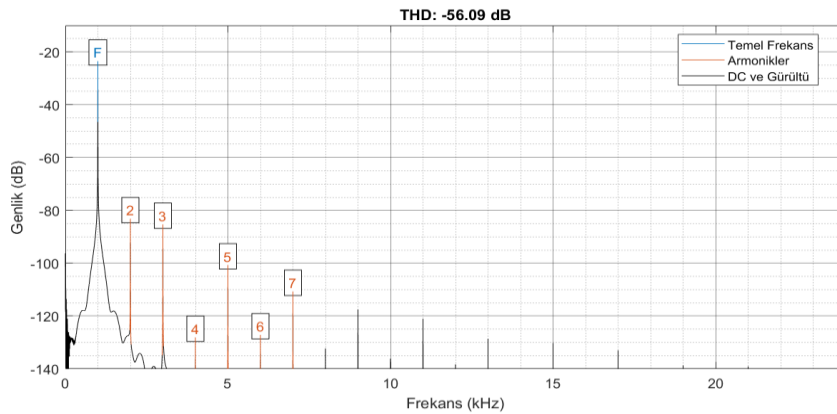
Şekil 3.23 ila 3.28'e kadar olan görsellerde zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



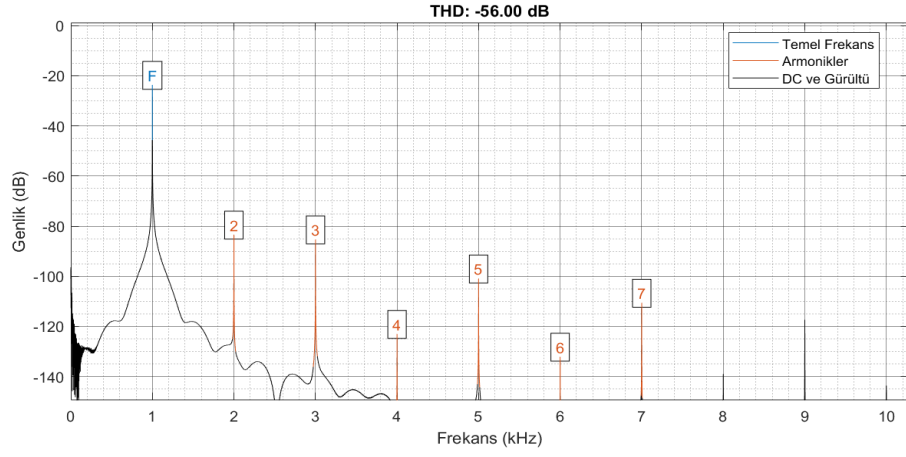
Şekil 3.23 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri



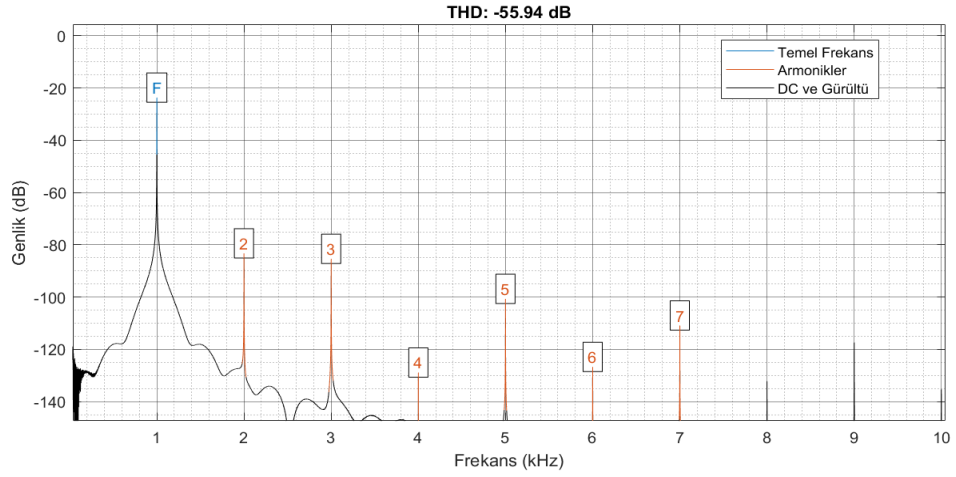
Şekil 3.24 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri



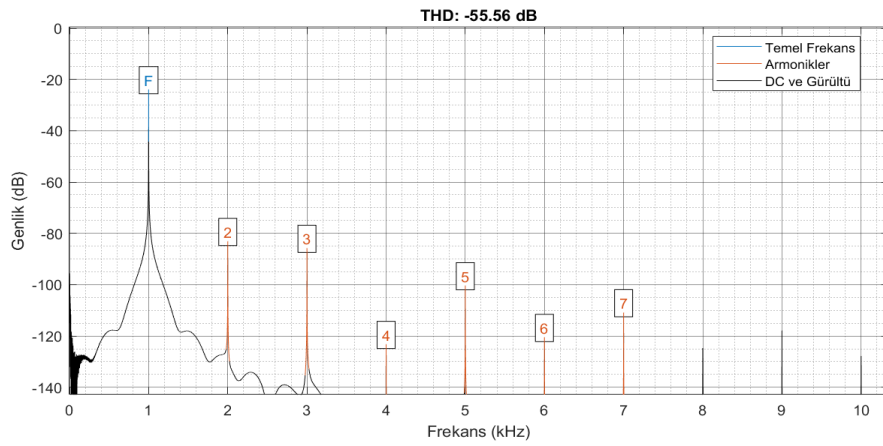
Şekil 3.25 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri



Şekil 3.26 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri

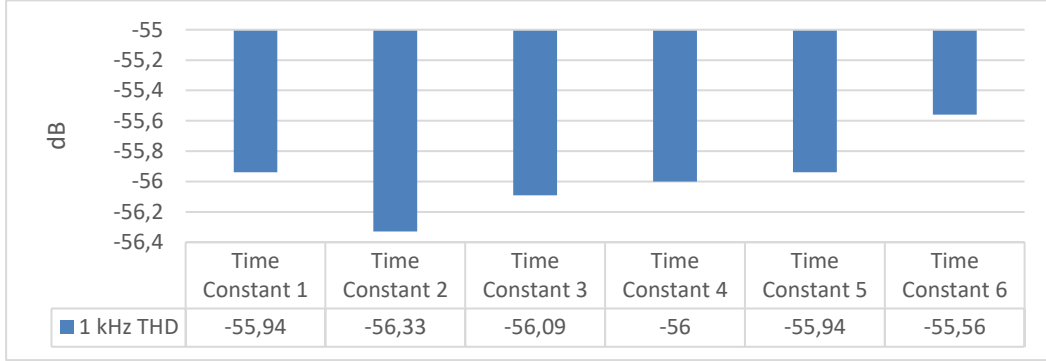


Şekil 3.27 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri



Şekil 3.28 Waves PuigChild 660, 1 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri

Waves PuigChild 660'ın 1 kHz değerindeki sinyalde zamanlama sabitlerindeki THD değerleri Şekil 3.29'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



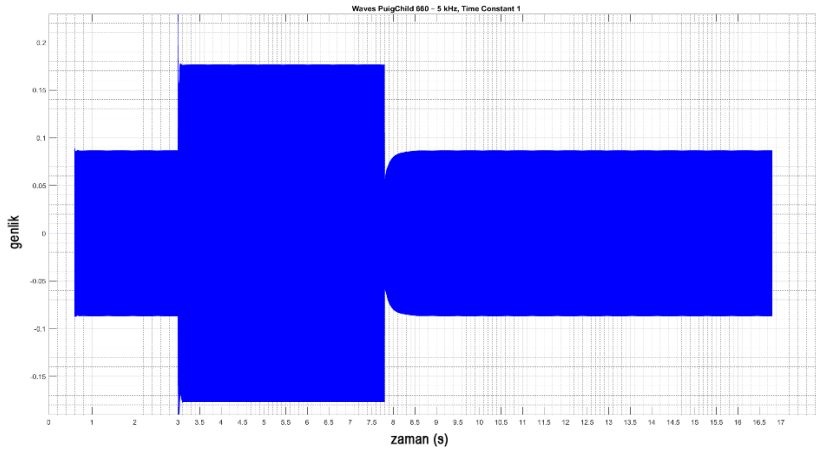
Şekil 3.29 Waves PuigChild 660 1 kHz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri

Şekil 3.29 incelendiğinde THD değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir. Kompresörün bırakma (release) süresinin geç olması sebebiyle en yüksek THD değerine sahip zamanlama kombinasyonu TC 6'dır. 1 kHz testinde zamanlama sabitlerinde ortaya çıkan THD değerleri 100 Hz'e göre yaklaşık 25 dB daha düşüktür. 100 Hz ve 1 kHz zamanlama testlerinde, en yüksek ve düşük THD değerlerine sahip zaman sabitleri aynı sıralamadır. Bunlar sırasıyla TC 6, TC 1, TC 3, TC 4, TC 5 ve TC 2'dir.

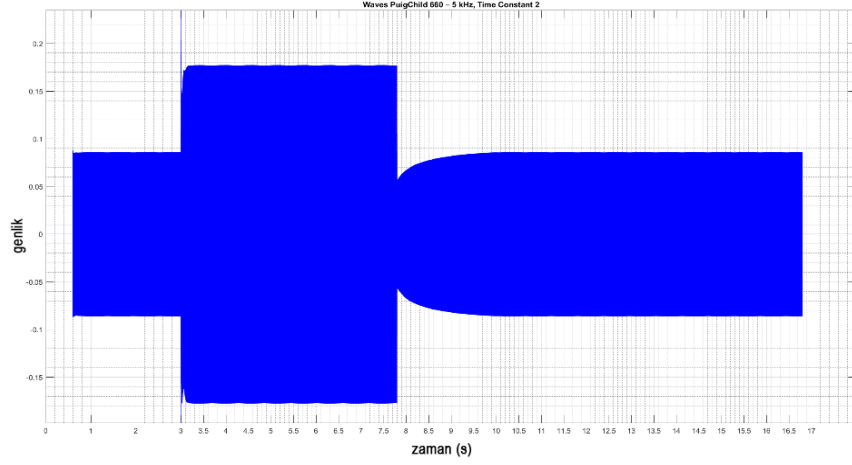
5 kHz zamanlama testleri

Waves PuigChild 660'ın 5 kHz zamanlama testlerinde Başlık 3.1.1.1'de bahsi geçen işlemler 5 kHz değerindeki bir sinüs test sinyaline uygulanmıştır.

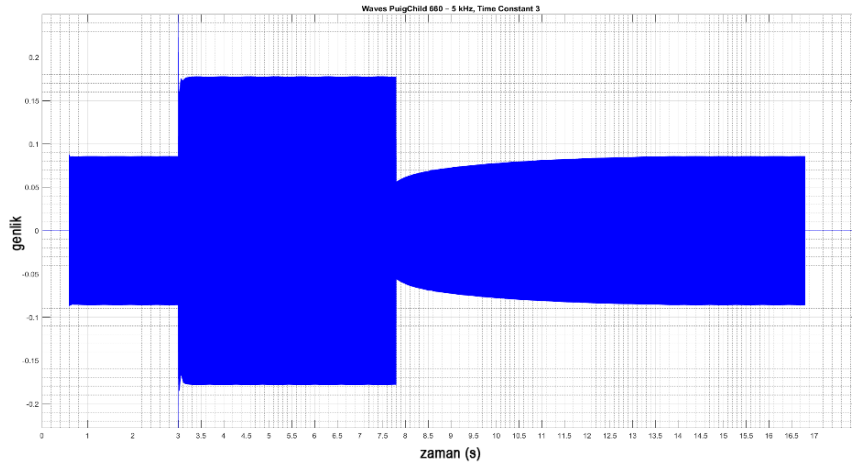
Şekil 3.30 ila 3.35'e kadar olan görsellerde genlik zarfı değişiklikleri, dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.



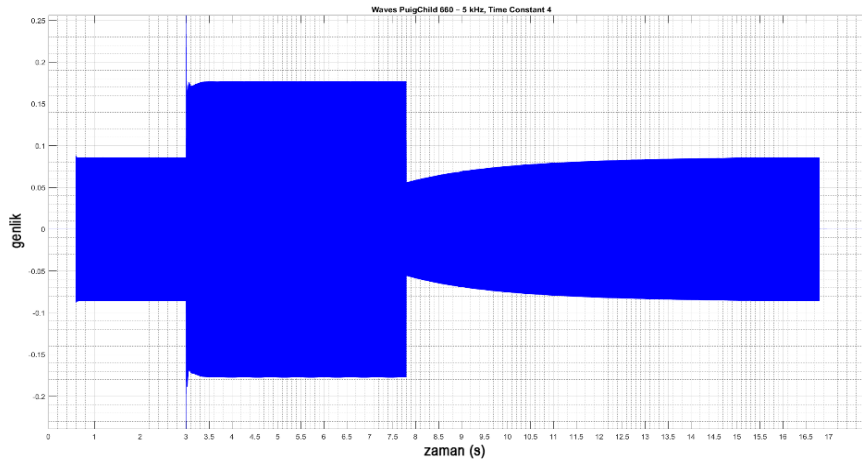
Şekil 3.30 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1



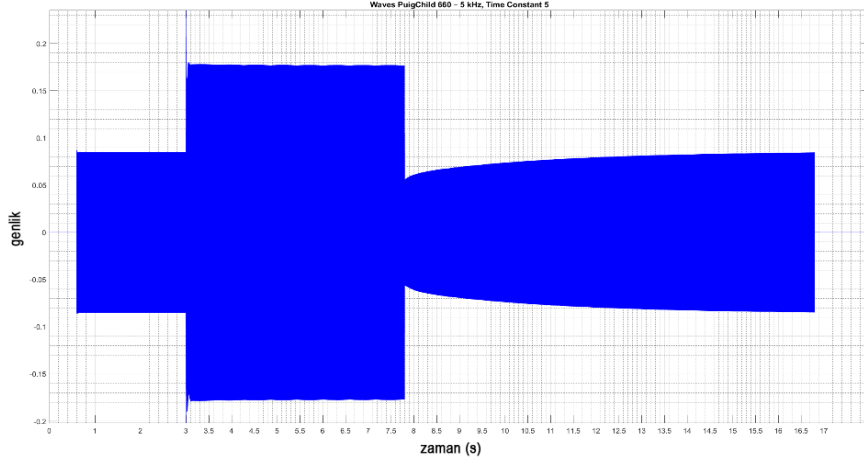
Şekil 3.31 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2



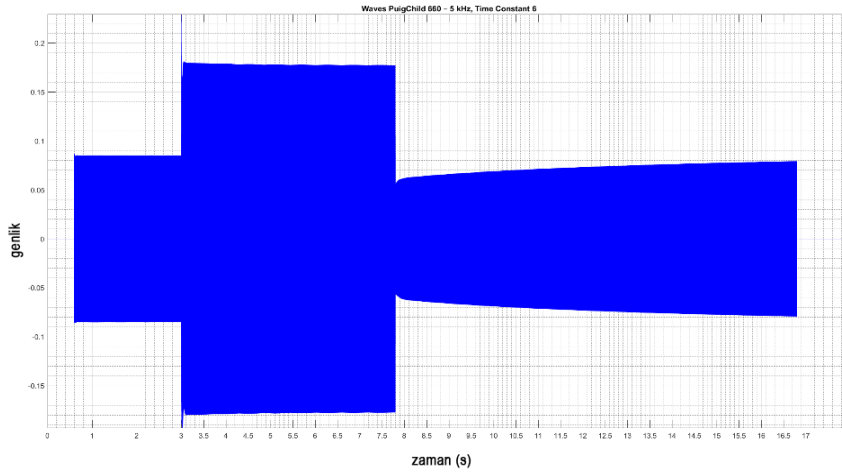
Şekil 3.32 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3



Şekil 3.33 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4



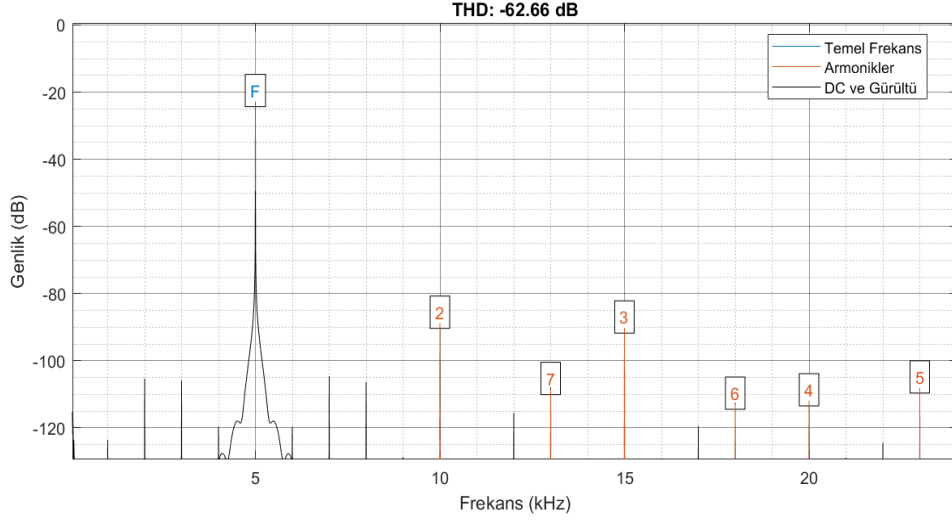
Şekil 3.34 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5



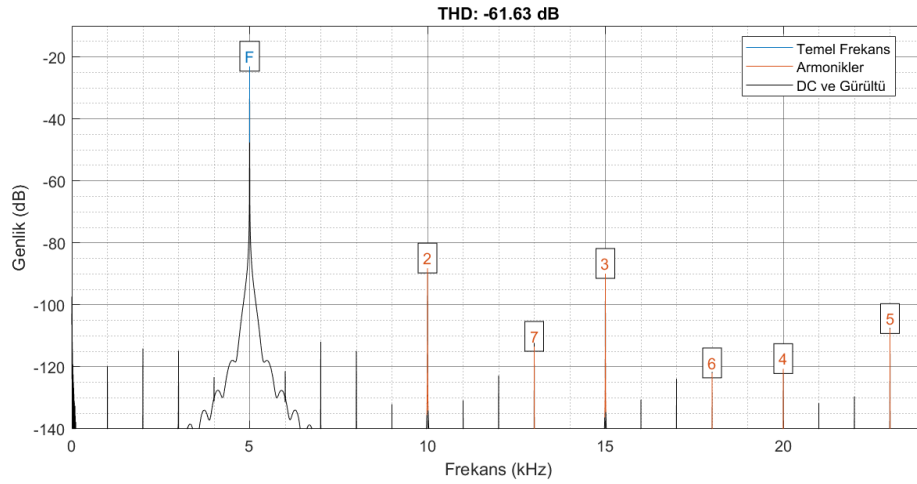
Şekil 3.35 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6

5 kHz zamanlama testlerinde elde edilen dalga formu görüntüleri incelendiğinde, atak ve bırakma süreleri 1 kHz testlerindeki sonuçlara benzerlik göstermektedir. Dalga formu yakından incelendiğinde 5 kHz’de kompresör devrede olduğu süre boyunca genlik değerinde küçük dalgalanmalar gözlemlenecektir. 100 Hz ve 1 kHz sinyallerde kompresör devrede olduğu süre boyunca daha doğrusal bir genlik sergilemektedir. Bu bulgular ile Waves PuigChild 660’ın orta frekans bölgesinde üst ve alt frekans bölgelerine göre daha kararlı bir genlik davranışı sergilediği ifade edilebilir.

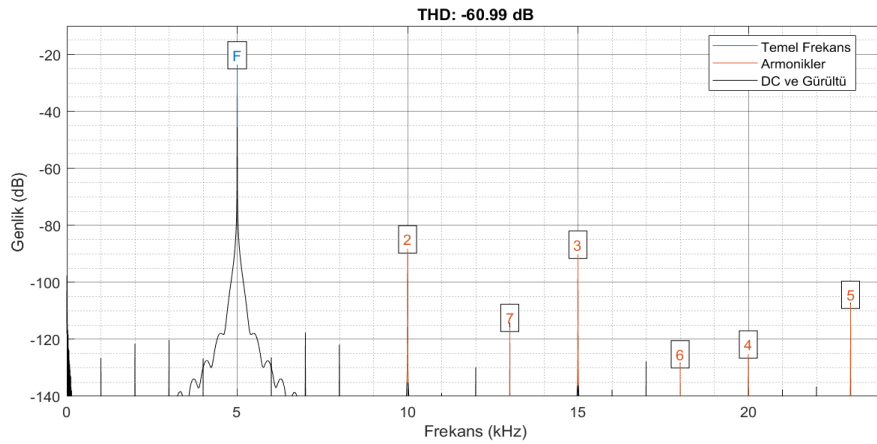
Şekil 3.36 ila 3.41’e kadar olan görsellerde zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



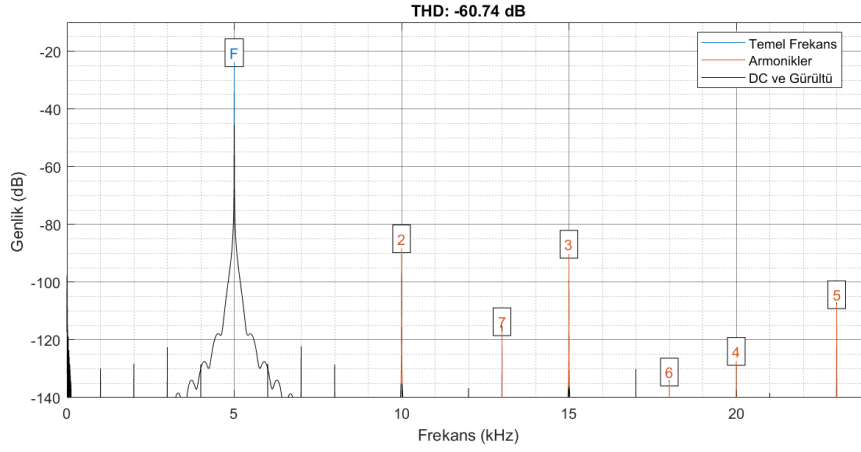
Şekil 3.36 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 1, THD Değerleri



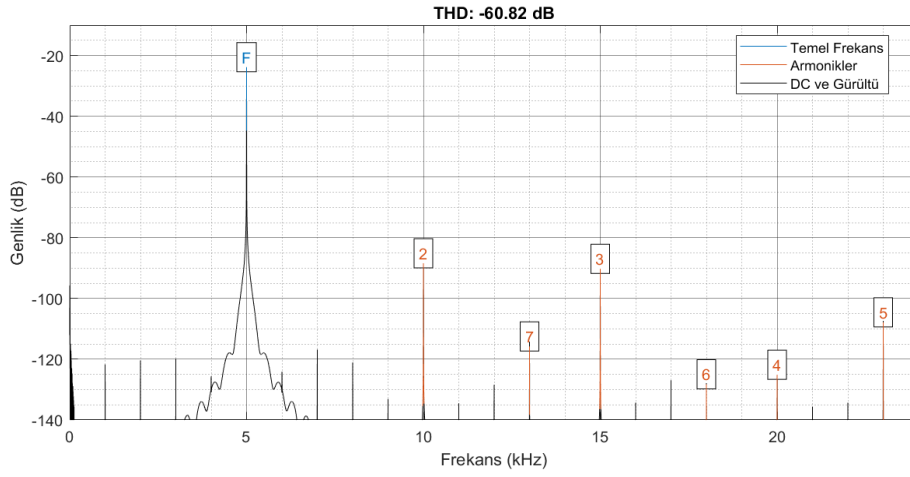
Şekil 3.37 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 2, THD Değerleri



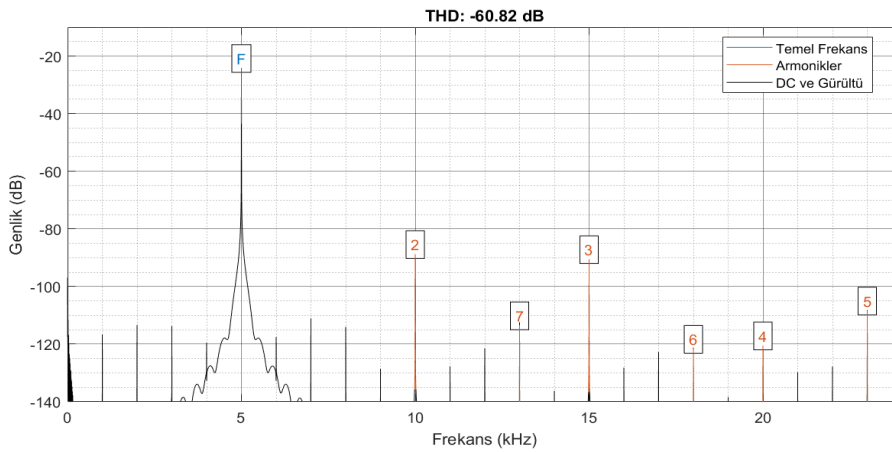
Şekil 3.38 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 3, THD Değerleri



Şekil 3.39 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 4, THD Değerleri

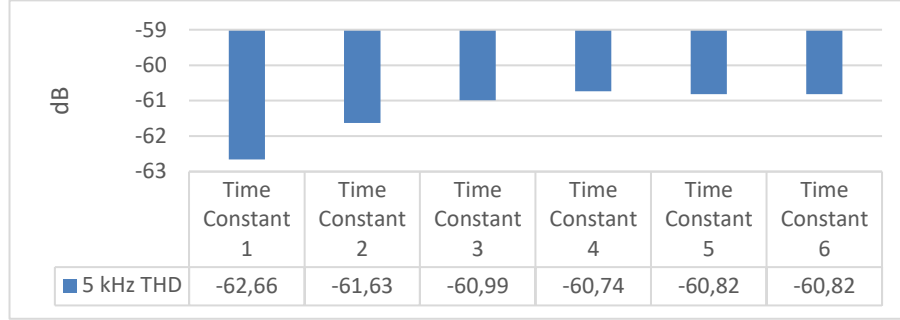


Şekil 3.40 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 5, THD Değerleri



Şekil 3.41 Waves PuigChild 660, 5 kHz Zamanlama Testi, Time Constant 6, THD Değerleri

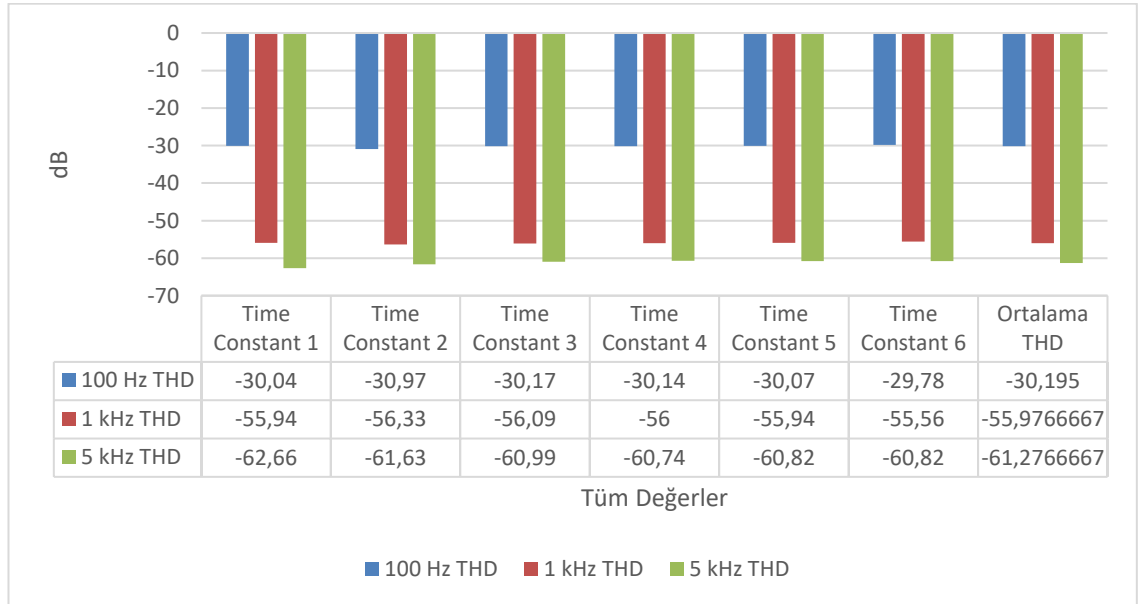
Waves PuigChild 660'ın 5 kHz değerindeki sinyalde zamanlama kombinasyonlarındaki THD değerleri Şekil 3.42'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.42 Waves PuigChild 660 5 kHz Zamanlama Testi, Tüm Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri

Waves PuigChild 660 zamanlama testlerinde en düşük THD seviyeleri 5 kHz değerindeki test sinyalinde gözlemlenmektedir. 100 Hz değerindeki sinyalde -36 dB civarlarında, 1 kHz değerindeki sinyalde -56 dB civarlarında seyretmektedir. 5 kHz değerindeki sinyalde ise -60 dB civarlarında THD değeri bulunmaktadır. Bir diğer farklılık ise 100 Hz ve 1 kHz'de zamanlama sabitleri benzer oranda THD değeri sergilemektedir. Diğer bir ifadeyle 100 Hz ve 1 kHz'de en yüksek THD oranına sahip zaman sabitleri sırasıyla TC 6, TC 1, TC 3, TC 4, TC 5 ve TC 2'dir. 5 kHz değerindeki sinyalde bu sıralama bozulmaktadır.

100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerindeki test sinyallerinin PuigChild 660'ın tüm zamanlama sabitlerinde sergiledikleri THD değerleri Şekil 3.43'te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



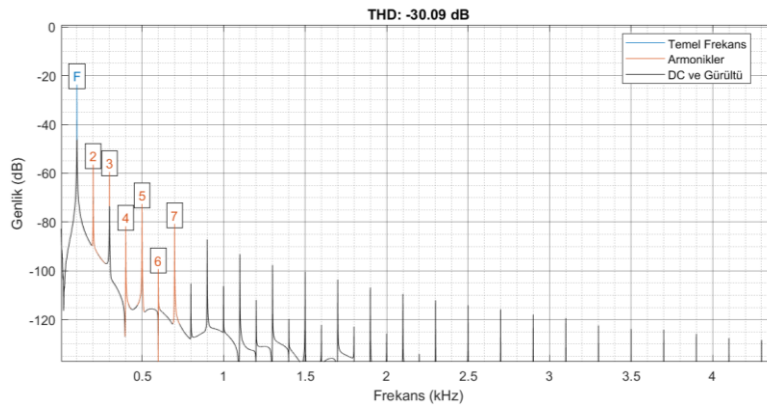
Şekil 3.43 Waves PuigChild 660'ın Zamanlama Testlerindeki Farklı Frekans ve Zamanlama Sabitlerindeki THD Değerleri

3.1.1.2 Waves PuigChild 660 gain reduction testleri

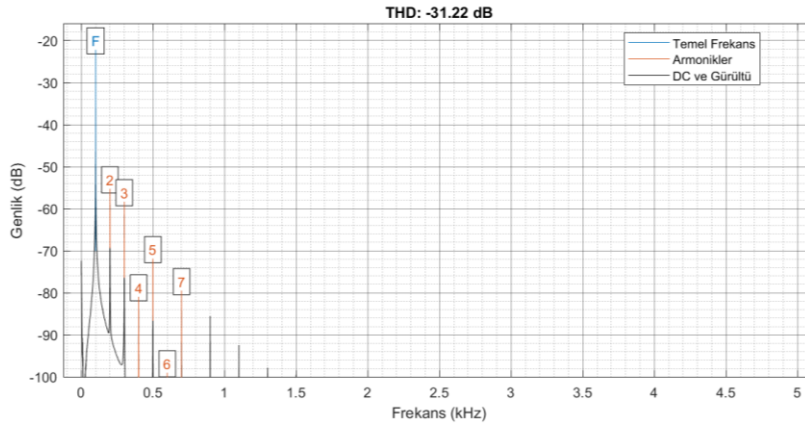
Waves PuigChild 660 gain reduction testlerinde, Waves PuigChild 660'a 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. Kompresörle test sinyallerine 3 dB GR, 6 dB GR ve 9 dB GR uygulanmış ve bu işlenmiş sinyallerin çıktısı alınmıştır. Her bir testte zamanlama sabiti TC 2 olarak ayarlanmıştır. Sıkıştırma ile sinyalde oluşan genlik kaybı *output gain* parametresi ile giriş sinyalinin seviyesine eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz gain reduction testleri

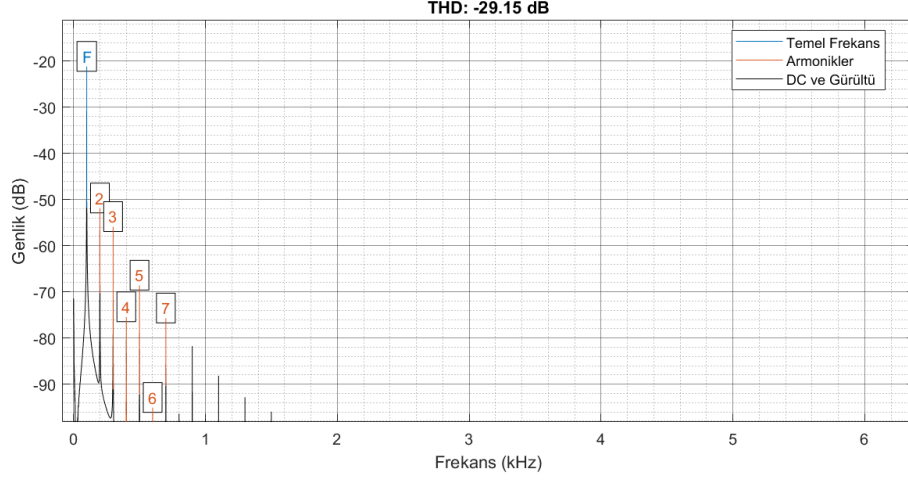
Waves PuigChild 660 100 Hz gain reduction testlerinde, test sinyallerine Başlık 3.1.1.2'de bahsi geçen işlemler uygulanmıştır. Şekil 3.44 ila 3.46'ya kadar olan görsellerde gain reduction testleri sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.44 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri

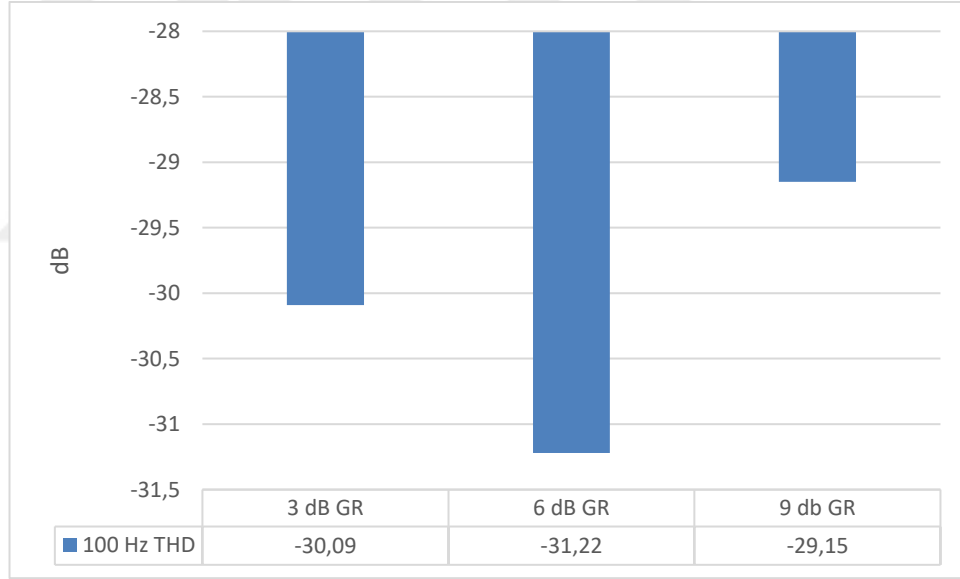


Şekil 3.45 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri



Şekil 3.46 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri

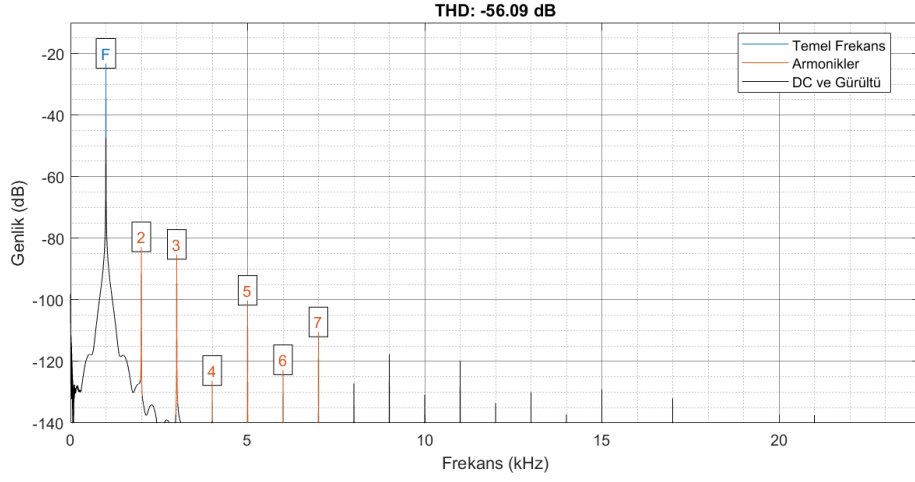
Waves PuigChild 660 ile 100 Hz test sinyaline 3 GR, 6 GR ve 9 dB GR uyguladıktan sonra ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.47'de gösterilmiştir.



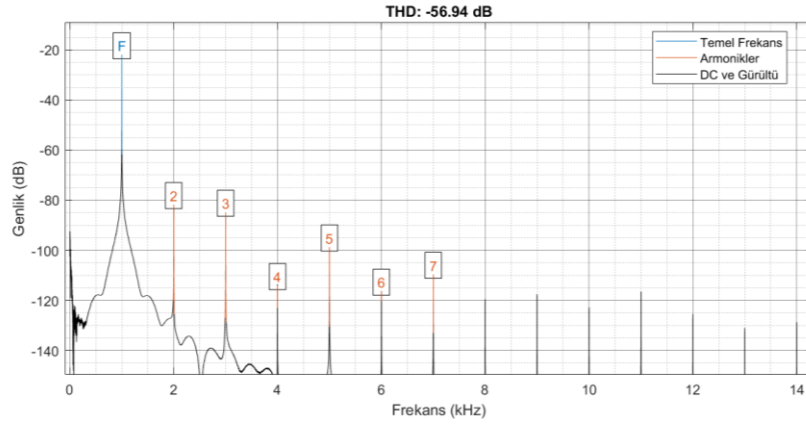
Şekil 3.47 Waves PuigChild 660, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

1 kHz gain reduction testleri

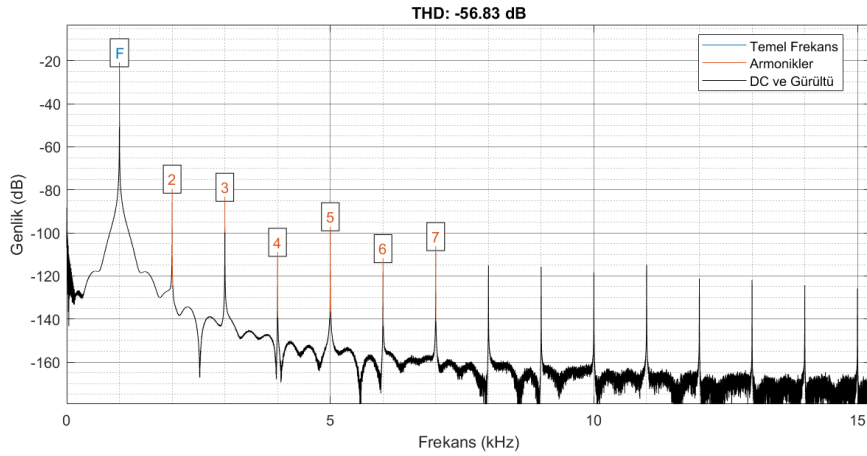
Waves PuigChild 660 1 kHz gain reduction testlerinde, test sinyallerine Başlık 3.1.1.2'de bahsi geçen işlemler uygulanmıştır. Şekil 3.48 ila 3.50'ye kadar olan görsellerde gain reduction testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri, Şekil 3.51'de ise bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği gösterilmiştir.



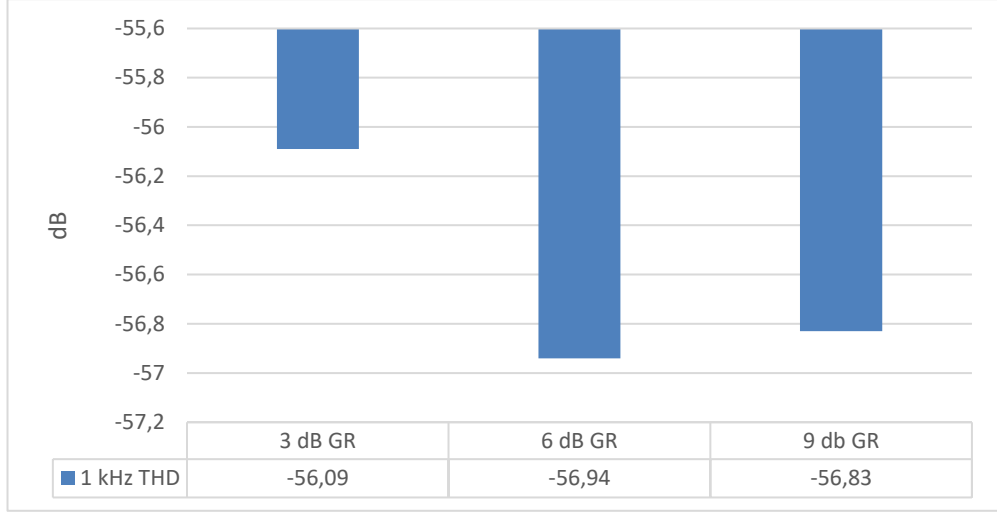
Şekil 3.48 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri



Şekil 3.49 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri



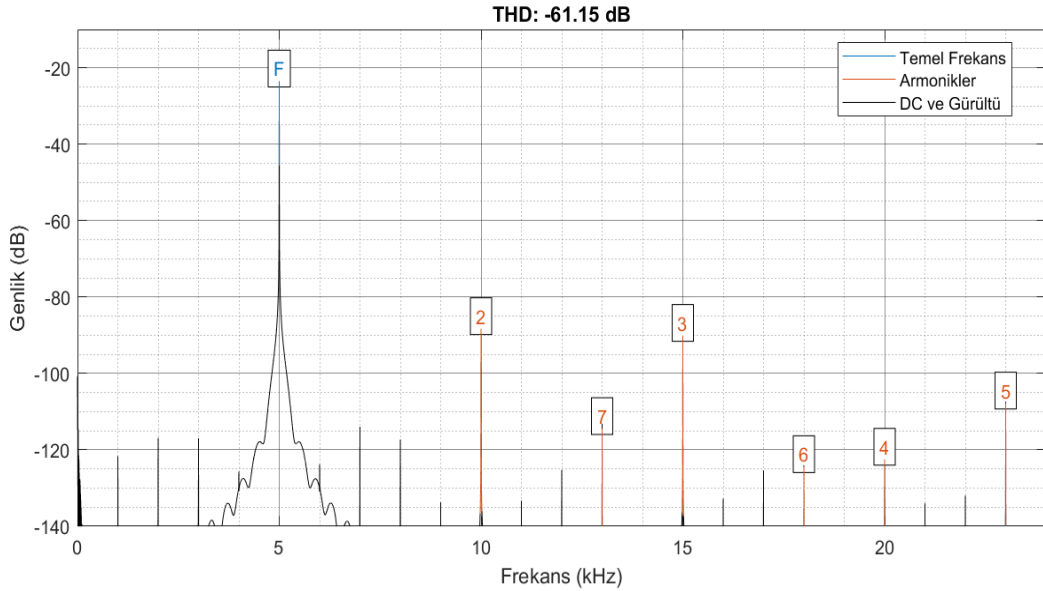
Şekil 3.50 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri



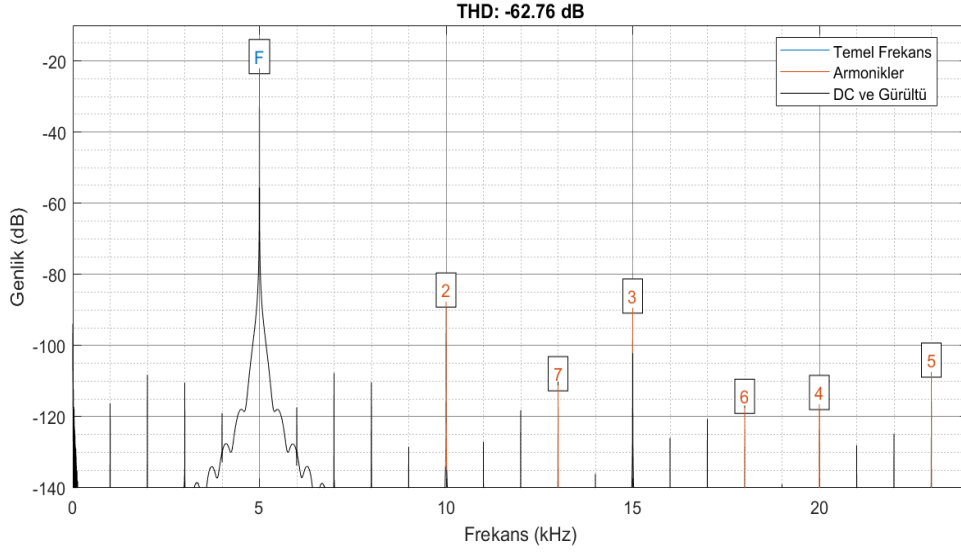
Şekil 3.51 Waves PuigChild 660, 1 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

5 kHz gain reduction testleri

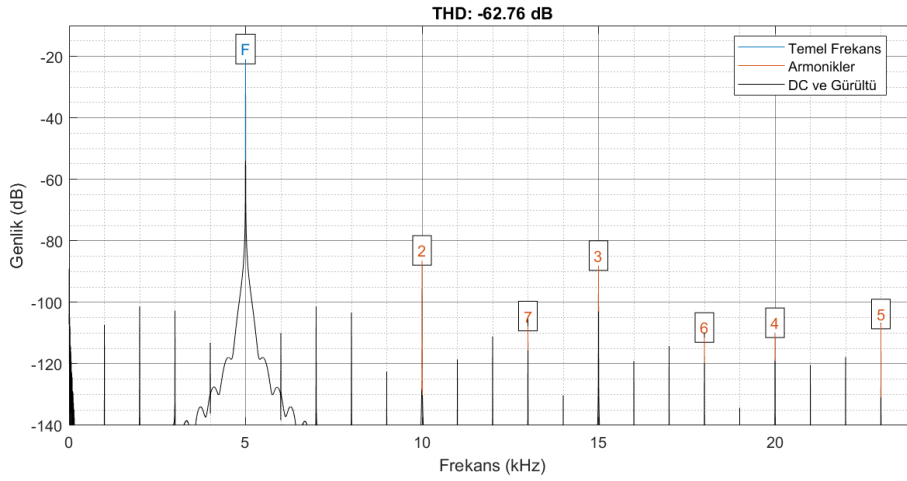
Waves PuigChild 660, 5 kHz gain reduction testlerinde Şekil 3.52 ila 3.54'e kadar olan görsellerde testler sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri, Şekil 3.55'te ise bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği gösterilmiştir. Şekil 3.56'da Waves PuigChild 660 gain reduction testlerinde tüm frekanslardan elde edilen verilerin THD değerleri karşılaştırılmıştır.



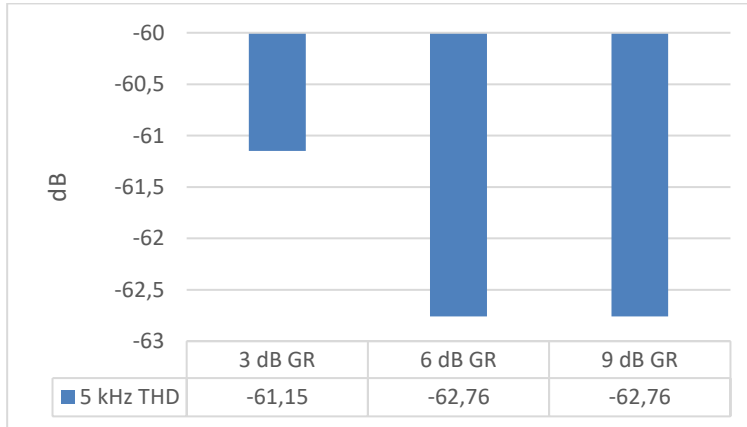
Şekil 3.52 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR, THD Değerleri



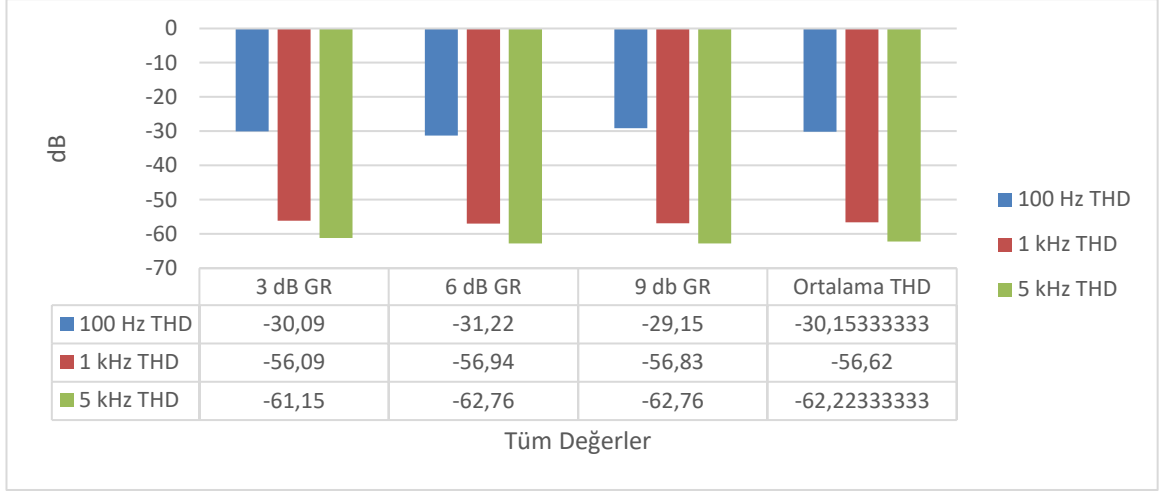
Şekil 3.53 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR, THD Değerleri



Şekil 3.54 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR, THD Değerleri



Şekil 3.55 Waves PuigChild 660, 5 kHz Gain Reduction Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri



Şekil 3.56 Waves PuigChild 660 Gain Reduction Testi, Farklı Frekans ve GR Miktarlarındaki THD Değerleri

Zamanlama testlerinde olduğu gibi Waves PuigChild 660, GR testlerinde de en yüksek THD değerini 100 Hz’de, en düşük THD değerini 5 kHz’de göstermiştir.

100 Hz testlerinde en yüksek THD 9 dB GR’de, en düşük THD 6 dB GR’de gözlemlenmektedir. 1 kHz testlerinde en yüksek THD 3 dB GR’de, en düşük THD değeri 6 dB GR’de gözlemlenmektedir. 5 kHz testlerinde en yüksek THD 3 dB GR’de gözlemlenmektedir. 5 kHz testlerinde 6 dB GR ve 9 dB GR aynı seviyede THD göstermektedir.

3.1.1.3 Waves PuigChild 660 test sonuçları

Zamanlama ve gain reduction testleri sonucunda ortaya çıkan verilere göre Waves PuigChild 660 en yüksek THD seviyelerini 100 Hz değerindeki sinyalde göstermektedir.

Zamanlama testlerinde 100 Hz ve 1 kHz’deki THD davranışları benzerlik göstermektedir. Diğer bir ifadeyle 100 Hz ve 1 kHz testlerindeki en yüksek THD miktarlarına sahip zamanlama sabitleri sırasıyla TC 6, TC 1, TC 3, TC 4, TC 5, TC 2’dir. 5 kHz test sinyalinde bu sıralama değişmektedir.

Elde edilen veriler sonucunda Waves PuigChild 660’ın oldukça hızlı atak ve çok geç bırakma sürelerine sahip, düşük frekans bölgelerinde karakterini daha çok ortaya çıkaran bir kompresör olduğu söylenebilir.

3.1.2 Waves CLA-76 testleri

3.1.2.1 Waves CLA-76 zamanlama testleri

Zamanlama testlerinde Waves CLA-76'ya 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'ye anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. Kompresörde her bir zamanlama kombinasyonunda 4 ratio kullanılmış ve kompresör 4 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca testlerde Waves CLA-76 üzerinde bulunan analog gürültü kapalı konumda ve *Blacky* modu kullanılmıştır. Testler esnasında kullanılan her zamanlama kombinasyonuna yukarıda bahsi geçen değerler uygulanmıştır. Testlerde Waves CLA-76 için belirlenmiş toplam 9 zamanlama kombinasyonu kullanılmıştır. Bunlar;

1. Hızlı atak ve hızlı bırakma (HA-HR)
2. Hızlı atak ve orta bırakma (HA-OR)
3. Hızlı atak ve geç bırakma (HA-GR)
4. Orta atak ve hızlı bırakma (OA-HR)
5. Orta atak ve orta bırakma (OA-OR)
6. Orta atak ve geç bırakma (OA-GR)
7. Geç atak ve hızlı bırakma (GA-HR)
8. Geç atak ve orta bırakma (GA-OR)
9. Geç atak ve geç bırakmadır (GA-GR)

Zamanlama kombinasyonları Waves CLA-76'nın üzerinde bulunan zamanlama parametreleri baz alınarak isimlendirilmiştir. Waves CLA-76'nın zamanlama parametrelerinde 7 en hızlı zamanlama davranışını, 4 orta seviyede zamanlama davranışını, 1 ise en yavaş zamanlama davranışını temsil etmektedir. Bu testlerde kullanılan hızlı ifadesi Waves CLA-76'nın zamanlama parametreleri üzerinde 7 seviyesini, orta ifadesi 4 seviyesini, geç ifadesi ise 1 seviyesini belirtmektedir. Şekil 3.57'de Waves CLA-76'nın görseli verilmiştir.

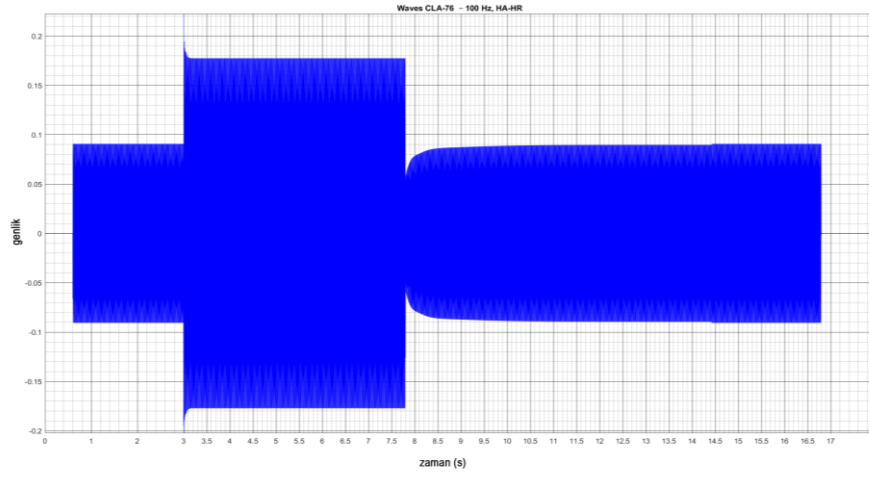


Şekil 3.57 Waves CLA-76 (Waves CLA-76, 2022)

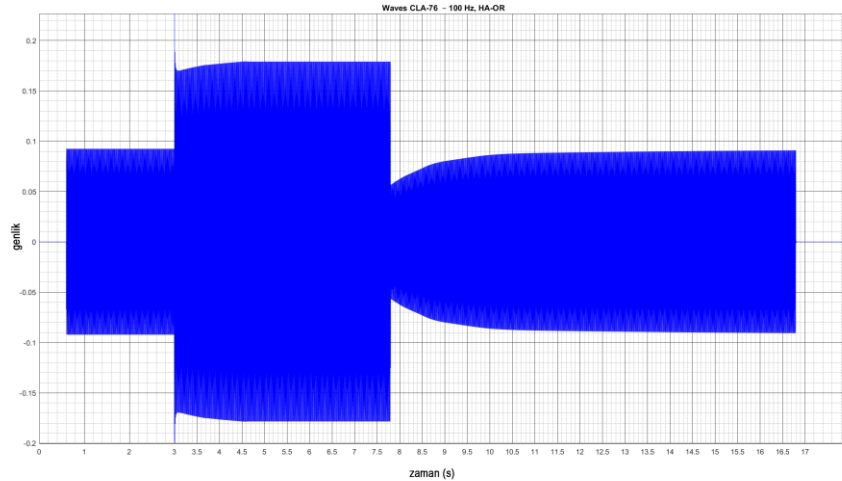
Waves CLA-76 zamanlama testlerinde sıkıştırma ile sinyalde oluşan genlik kaybı output gain parametresi ile giriş sinyalinin seviyesine eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış sinyal çıktıları MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz zamanlama testleri

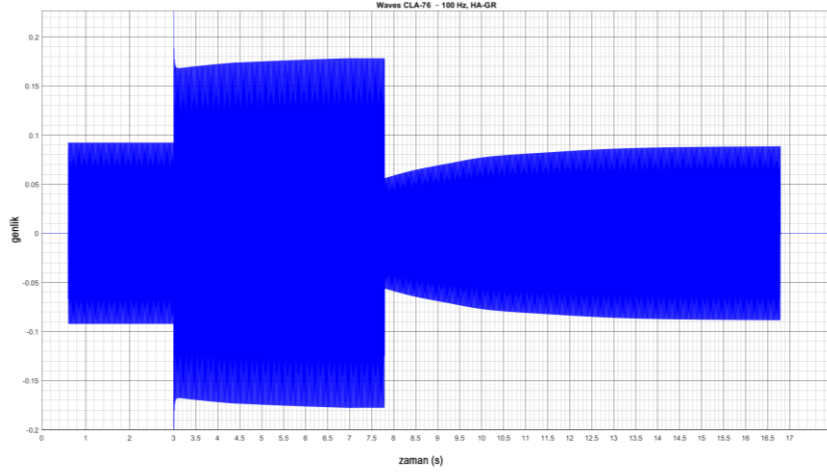
Waves CLA-76 100 Hz zamanlama testlerinde Şekil 3.58 ila 3.66'ya kadar olan görsellerde, Waves CLA-76'nın tüm zamanlama kombinasyonlarının 100 Hz değerinde bir sinüs dalgasında oluşturduğu genlik zarfı değişiklikleri, dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.



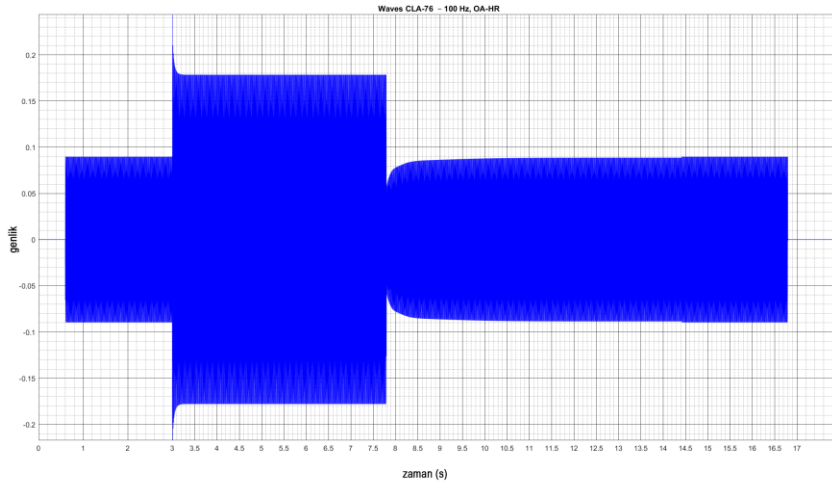
Şekil 3.58 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-HR



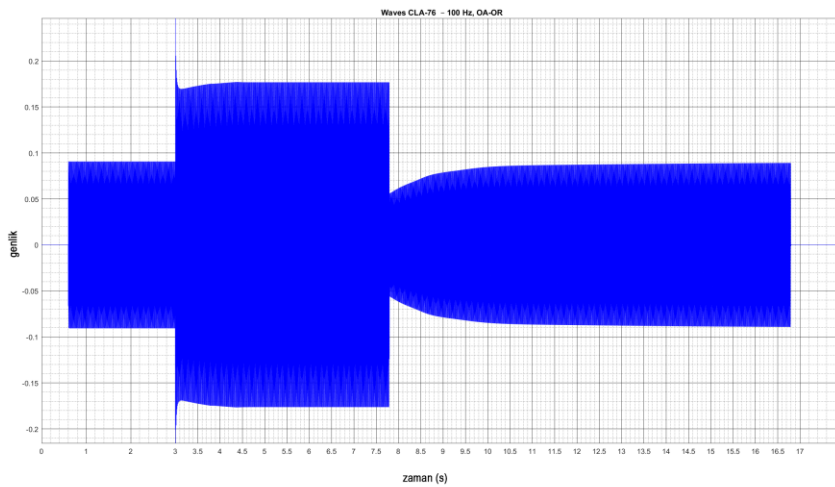
Şekil 3.59 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-OR



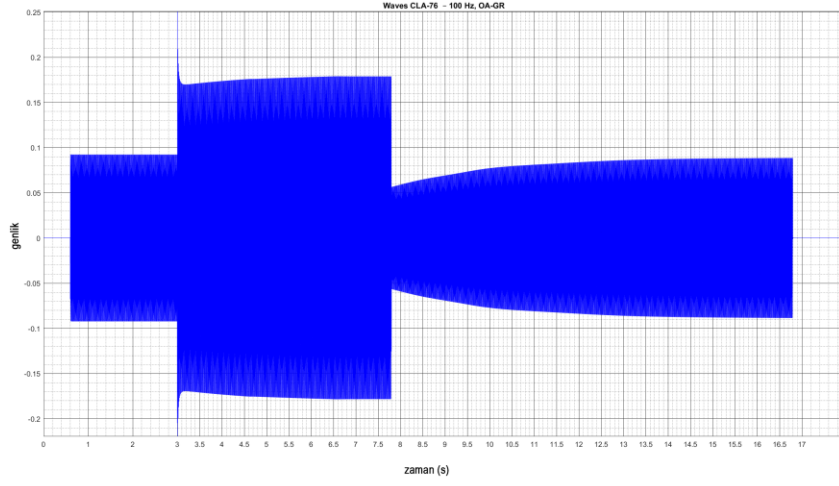
Şekil 3.60 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-GR



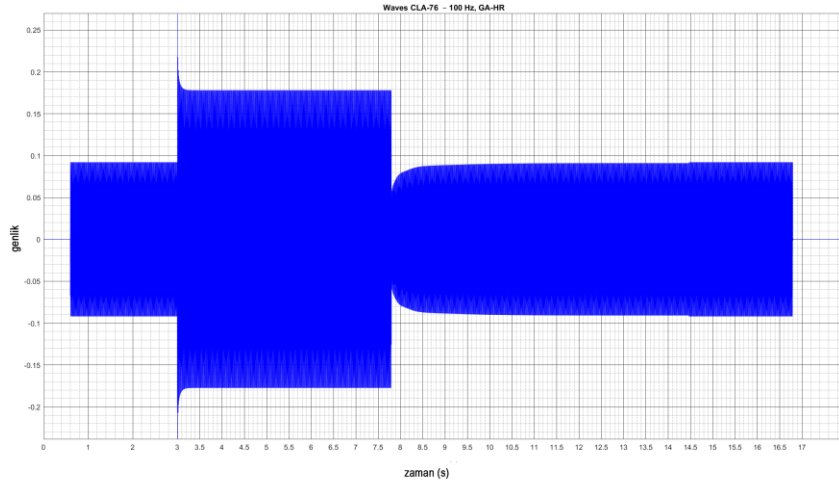
Şekil 3.61 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-HR



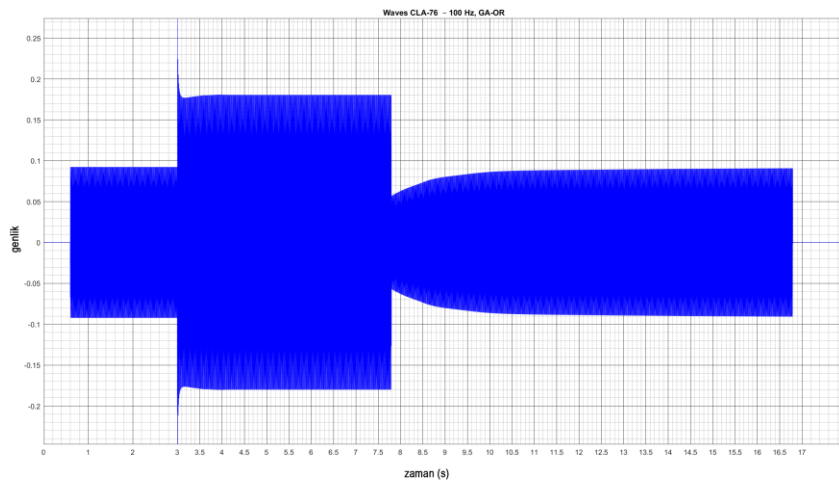
Şekil 3.62 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-OR



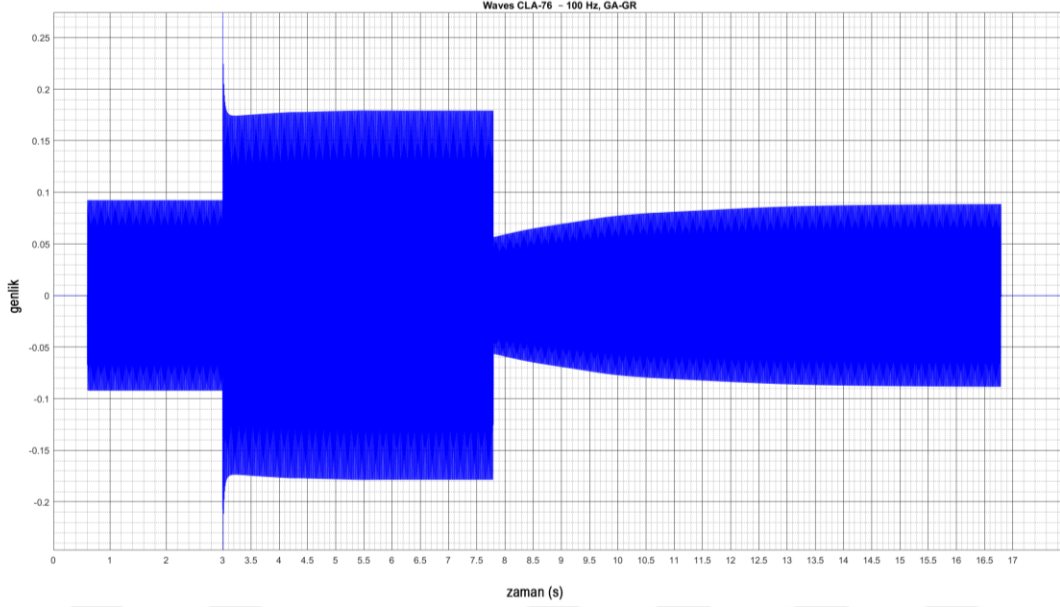
Şekil 3.63 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-GR



Şekil 3.64 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-HR



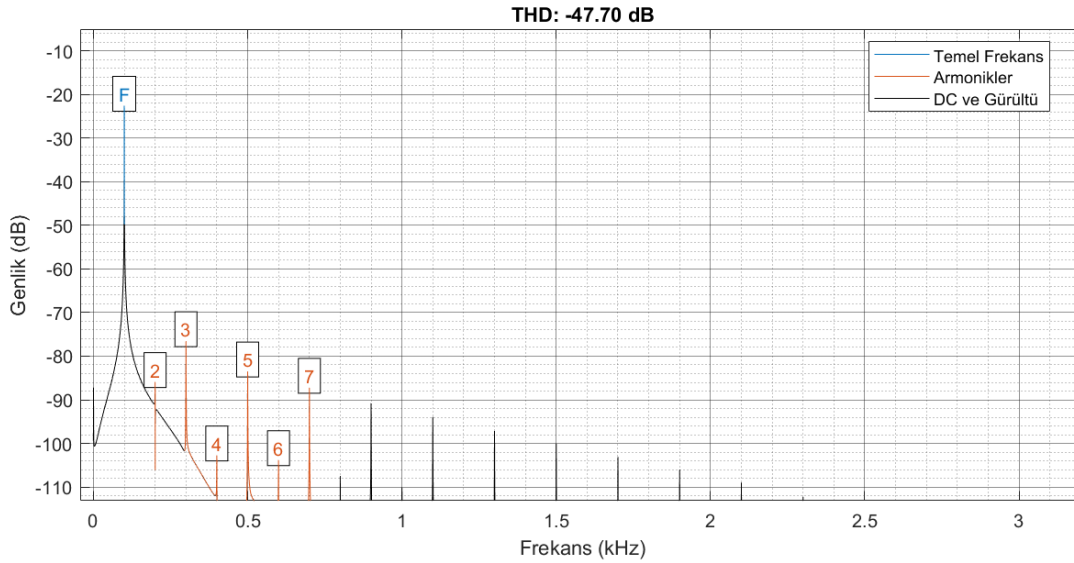
Şekil 3.65 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-OR



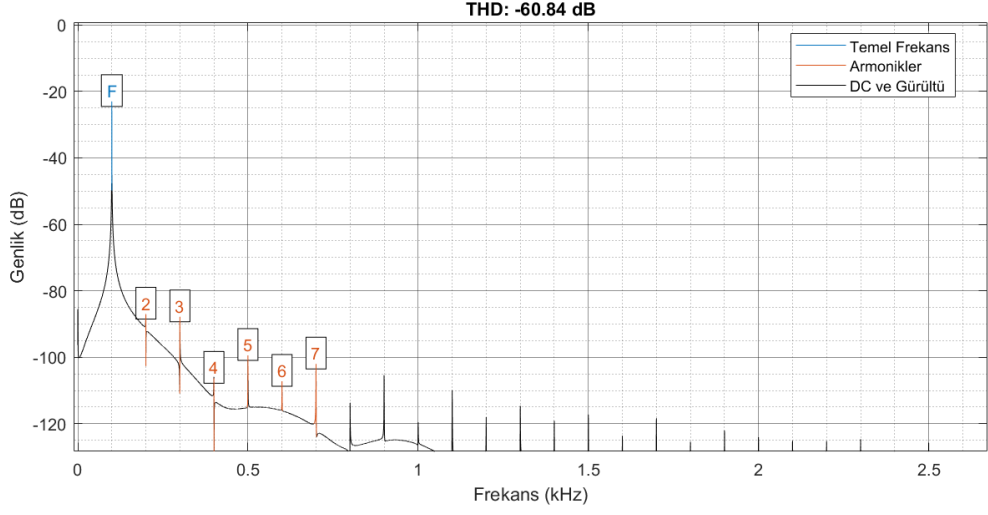
Şekil 3.66 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-GR

Şekil 3.60, Şekil 3.63 ve Şekil 3.66 incelendiği zaman, PuigChild 660'ın aksine CLA-76'nın geç bırakma uyguladığı durumlarda test sinyali süresi dahilinde tam bırakmayı gerçekleştirdiği gözlemlenmektedir. Hatırlanacağı üzere, Şekil 3.9'da bulunan Waves PuigChild 660'ın 100 Hz zamanlama testi grafiğinde PuigChild 660, en geç bırakma zaman sabitine ayarlanmış ve test sinyalinin bırakma için tanıdığı 9 saniye içerisinde kompresyonu tam bırakmayı gerçekleştiremediği gözlemlenmişti.

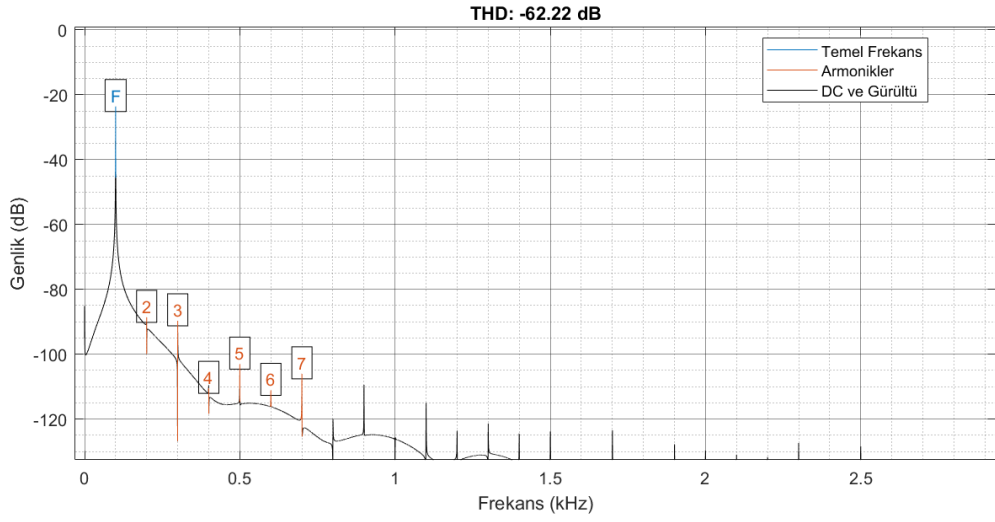
Waves CLA-76 100 Hz zamanlama testi için Şekil 3.67 ila 3.75'e kadar olan görsellerde ise zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



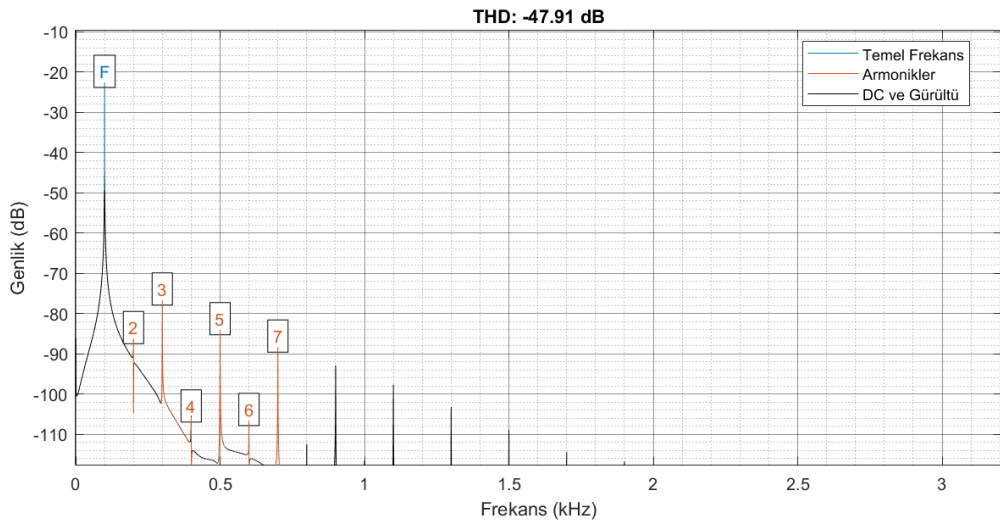
Şekil 3.67 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri



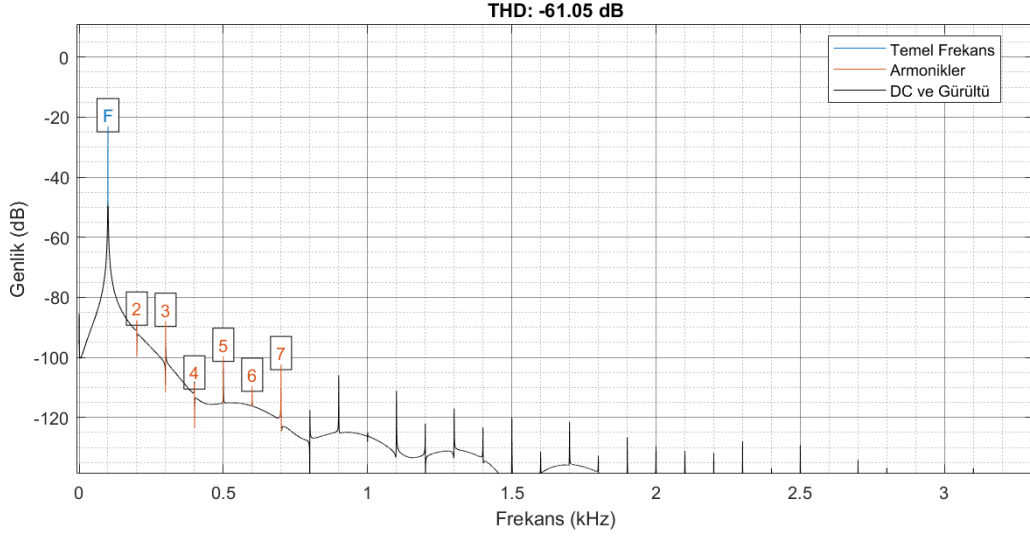
Şekil 3.68 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri



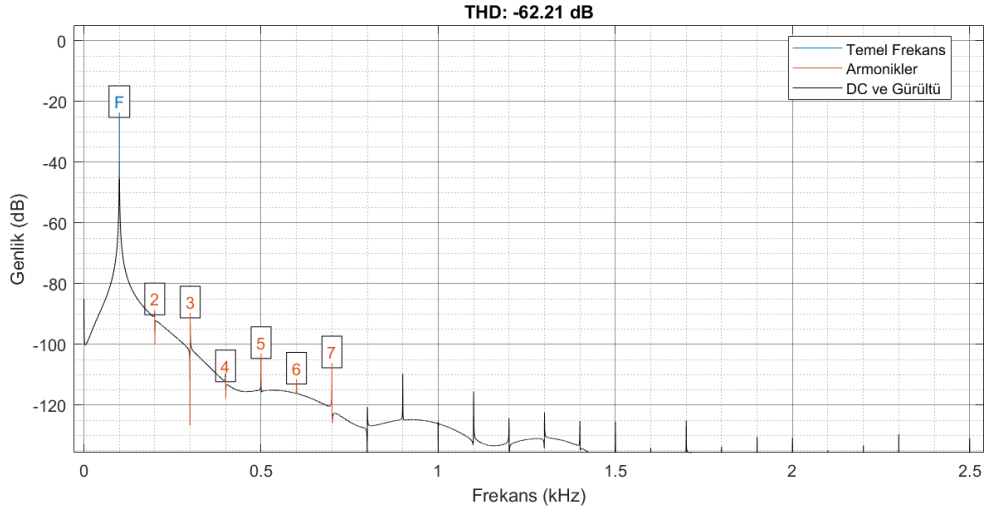
Şekil 3.69 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri



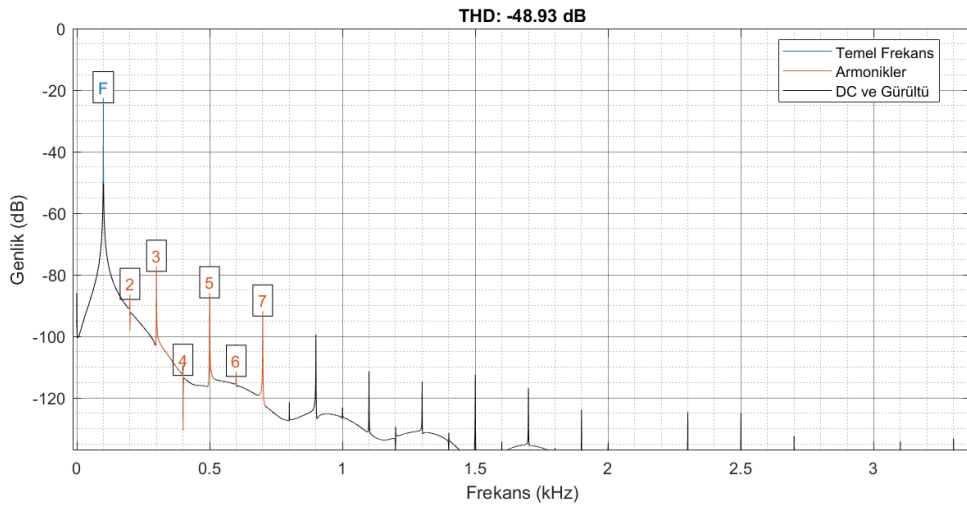
Şekil 3.70 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri



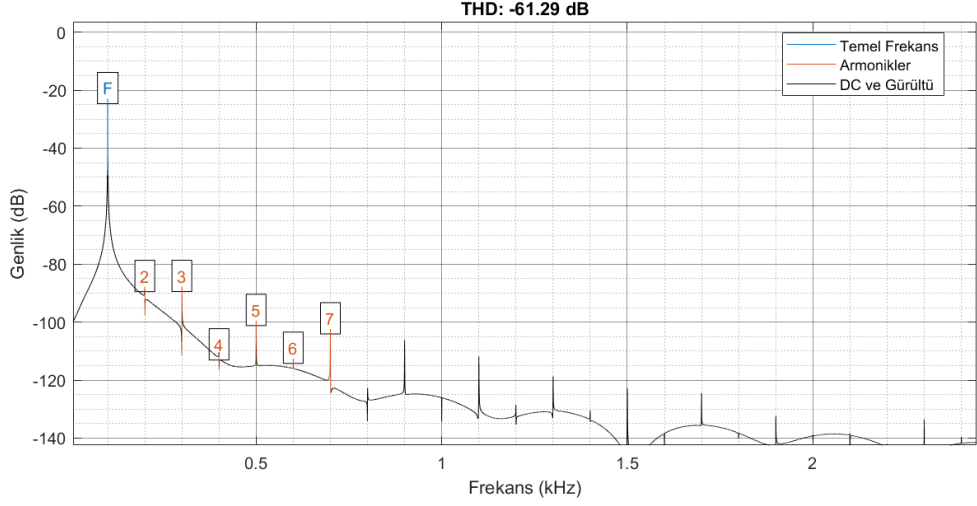
Şekil 3.71 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri



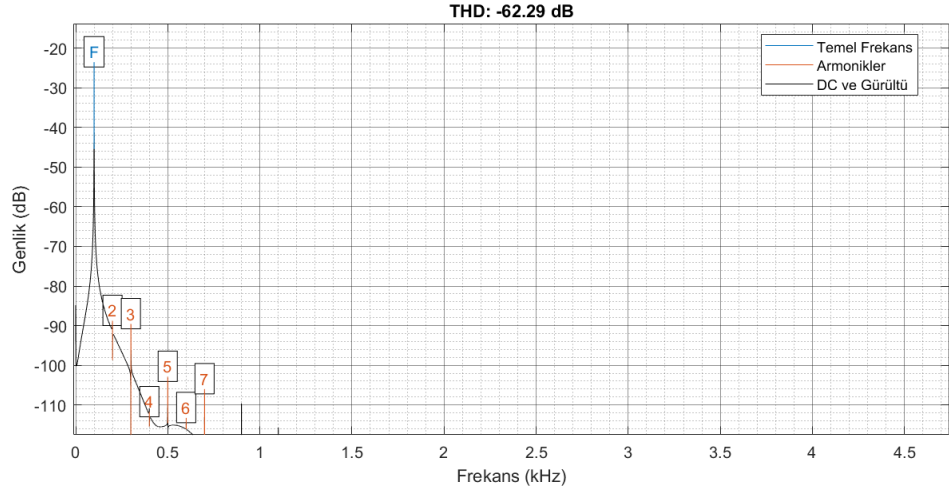
Şekil 3.72 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri



Şekil 3.73 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri

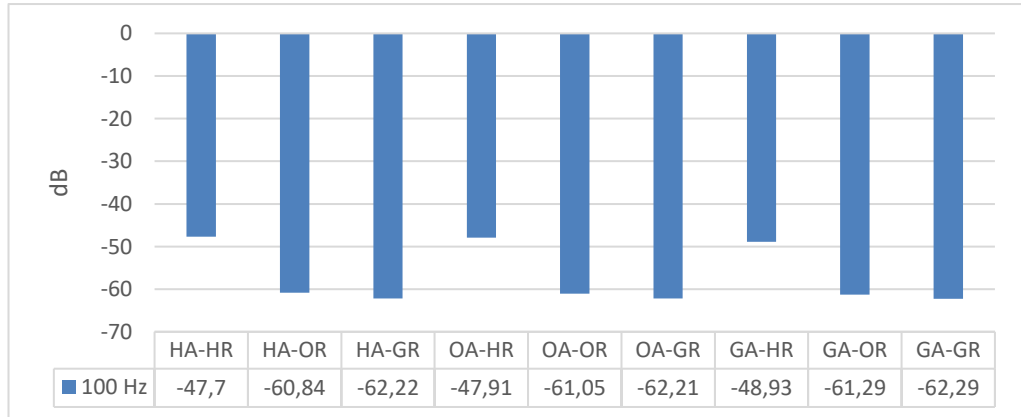


Şekil 3.74 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri



Şekil 3.75 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri

Waves CLA-76 100 Hz zamanlama testinde farklı zamanlama kombinasyonlarından elde edilen THD verileri Şekil 3.76’da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.76 Waves CLA-76, 100 Hz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri

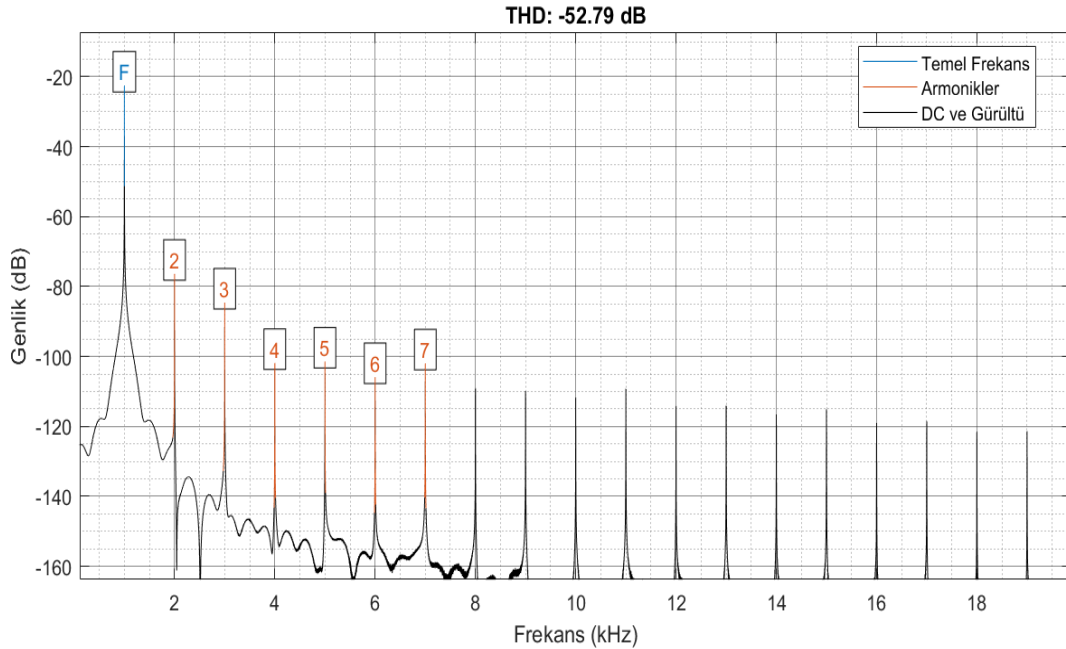
Şekil 3.76'da bulunan THD grafikleri incelendiğinde hızlı bırakma (HR) uygulanan sinyallerin diğer zamanlama kombinasyonlarına göre daha yüksek THD değerine sahip olduğu ve bu sinyallerde ortaya çıkan 3. doğuşkanlarda diğer doğuşkanlara oranla daha yüksek bir artış gözlemlenmektedir.

Şekil 3.58 ile 3.66 arasında bulunan dalga formu grafikleri incelendiğinde ise, HA-HR kombinasyonu uygulanan sinyalde kompresör 3,15. saniyede tam kompresyonu gerçekleştirmektedir. HR uygulandığı için sinyalde belirlenen orandan fazla bir kazanç azaltma uygulanmamaktadır. Fakat HA-OR (Şekil 3.59) ve HA-GR (Şekil 3.60) zamanlama kombinasyonlarının dalga formları incelendiğinde sinyalin genliği ataktan sonra belirlenen oranın altına düşmektedir. Sinyalin bu düşük seviyeden belirlenen orandaki genliğe gelmesi için geçen süre, uygulanan bırakma süresi ile belirlenmektedir.

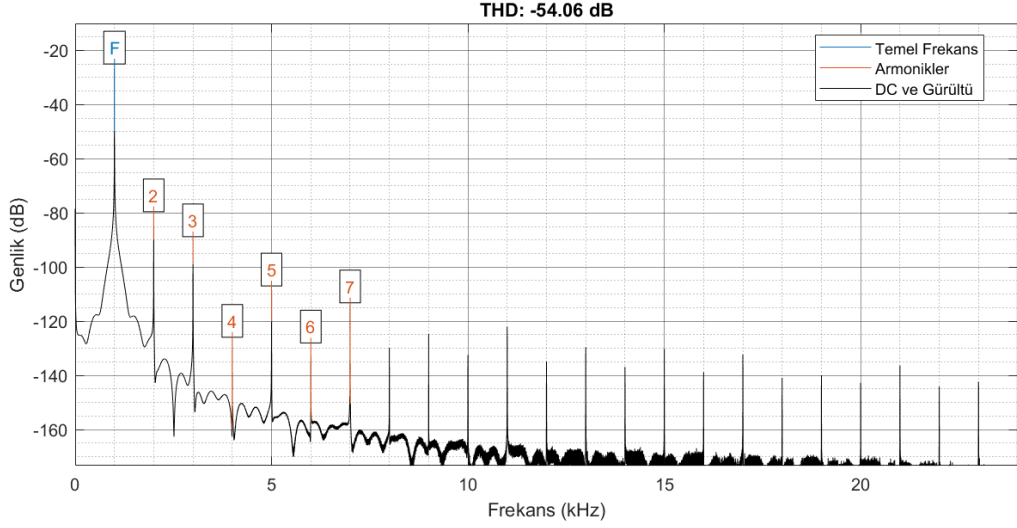
1 kHz zamanlama testleri

Waves CLA-76 1 kHz zamanlama testinde elde edilen dalga formu görüntüleri Waves CLA-76 100 Hz zamanlama testleri ile benzerlik gösterdiği için verilmemiştir.

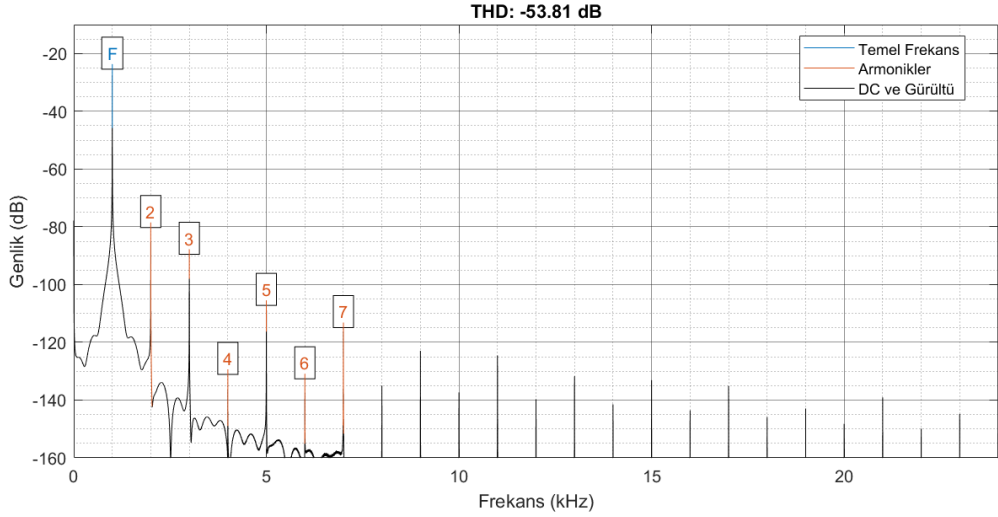
Şekil 3.77 ile 3.85'e kadar olan görsellerde 1 kHz zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



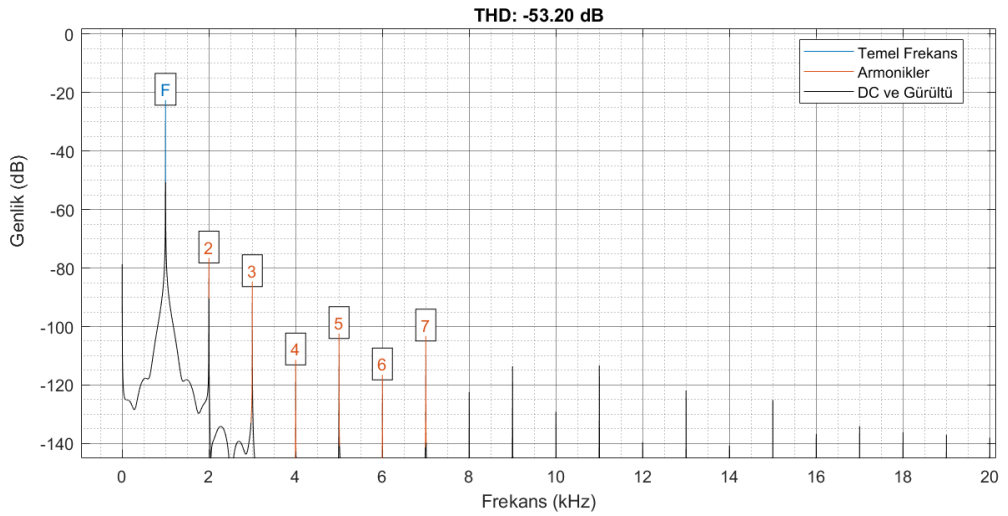
Şekil 3.77 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri



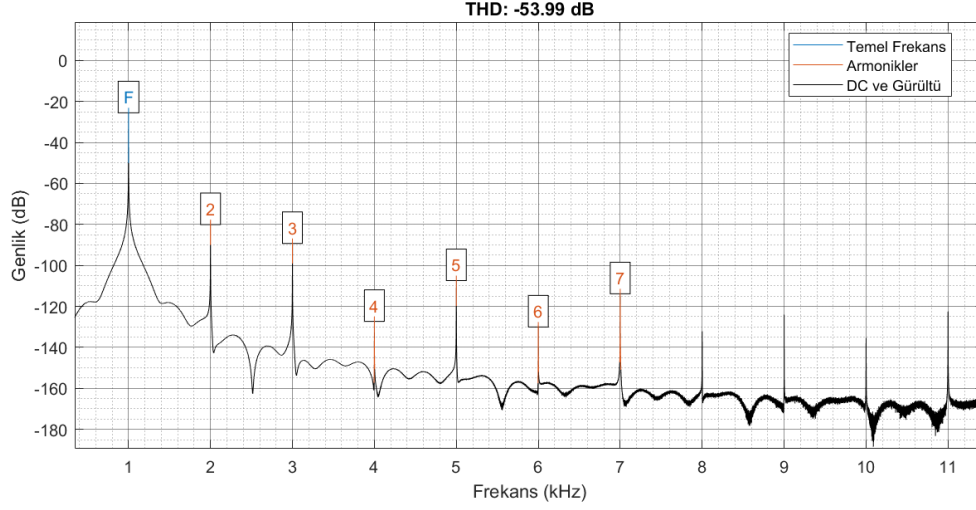
Şekil 3.78 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri



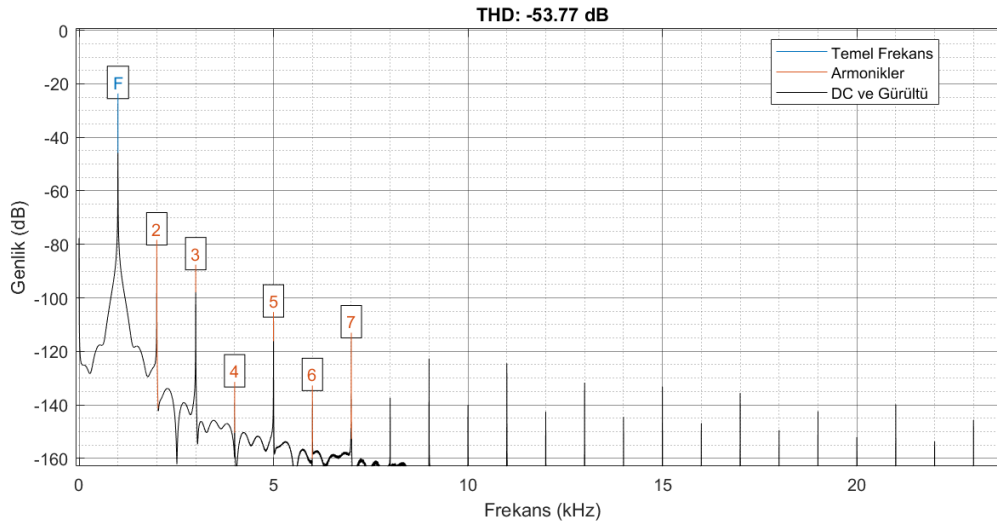
Şekil 3.79 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri



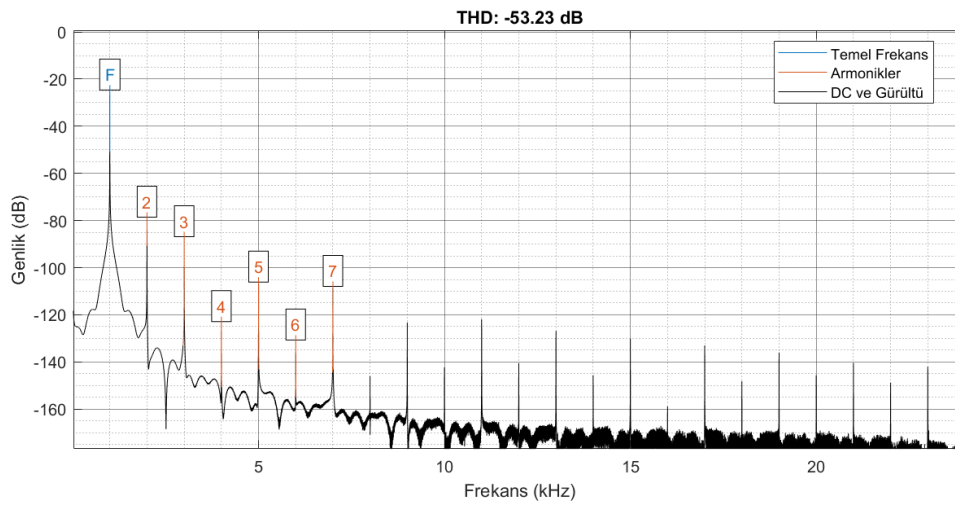
Şekil 3.80 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri



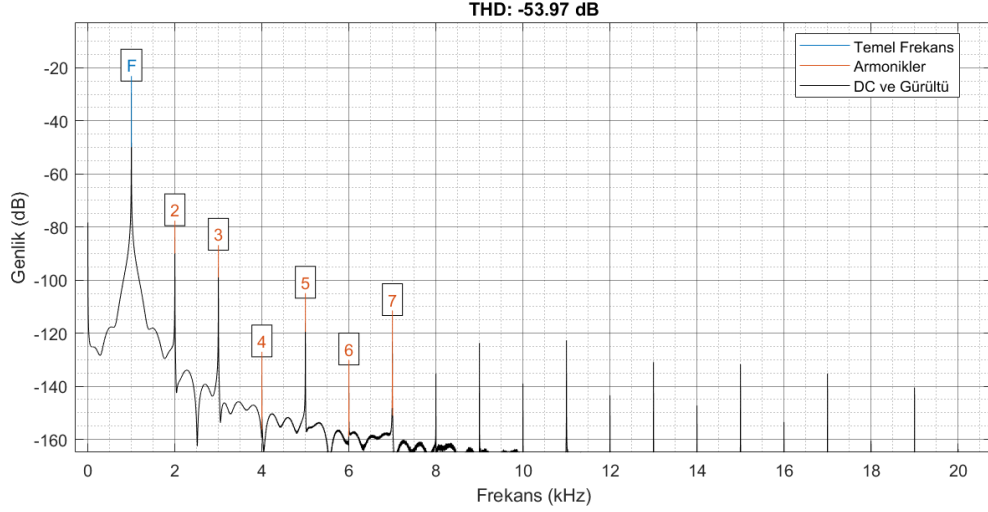
Şekil 3.81 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri



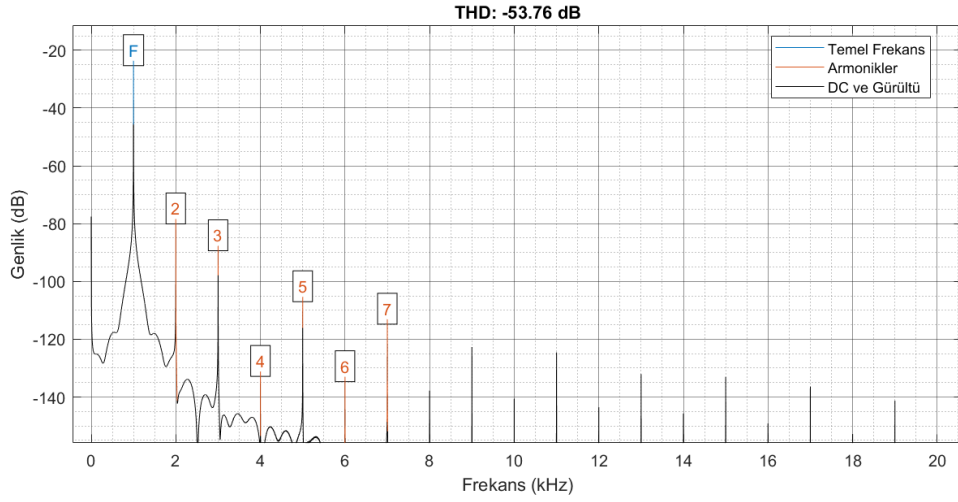
Şekil 3.82 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri



Şekil 3.83 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri

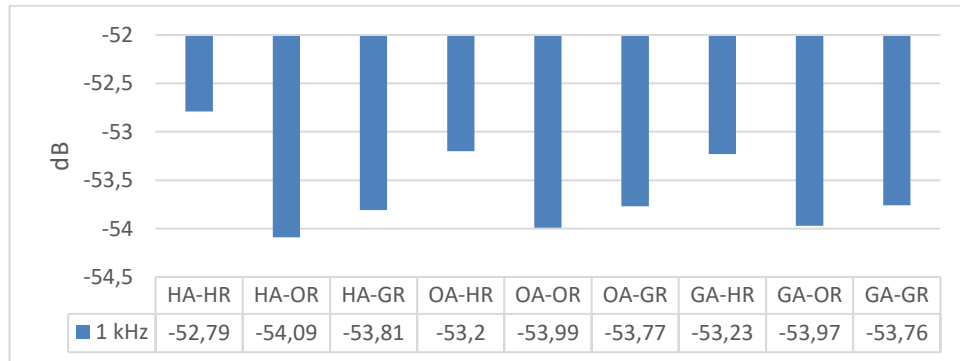


Şekil 3.84 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri



Şekil 3.85 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri

Waves CLA-76 ve 1 kHz test sinyali ile gerçekleştirilen bu testte, farklı zamanlama kombinasyonlarından elde edilen THD değerleri Şekil 3.86'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.86 Waves CLA-76, 1 kHz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri

Şekil 3.86'da bulunan THD değerleri incelendiğinde, HR uygulanan sinyaller hariç diğer tüm sinyallerin 100 Hz (Şekil 3.76) testlerindeki sinyallerden daha yüksek THD değerine sahip olduğu gözlemlenmektedir. HR uygulanan sinyaller 100 Hz testlerinde -48 dB civarlarında seyrederken, 1 kHz testlerinde bu sinyaller -52 dB ve -53 dB civarlarında seyretmektedir.

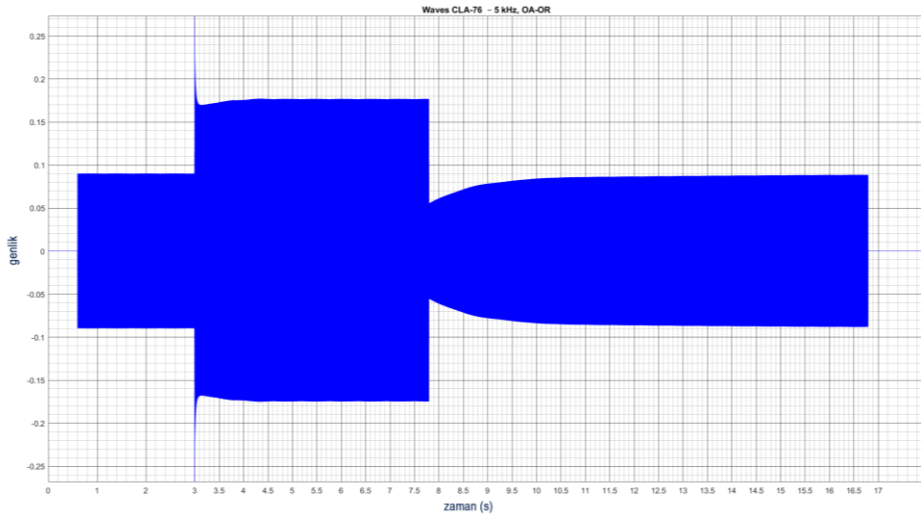
Yine 100 Hz testlerinde olduğu gibi Waves CLA-76 1 kHz zamanlama testinde de HR uygulanan sinyaller en yüksek THD değerlerine sahiptir. Fakat 100 Hz testlerinde olduğu gibi 1 kHz zamanlama testinde HR zamanlamaya sahip test çıktıları ve diğer çıktılar arasında yüksek genlik farkı bulunmamaktadır.

Waves CLA-76 100 Hz ve 1 kHz zamanlama testleri karşılaştırıldığında, 100 Hz testlerinde HR uygulanan test sinyallerinde 3. doğuşkanlarda genlik artışı gözlemlenirken, 1 kHz zamanlama testlerinde 4 ve 6. doğuşkanlarda genlik artışı gözlemlenmiştir.

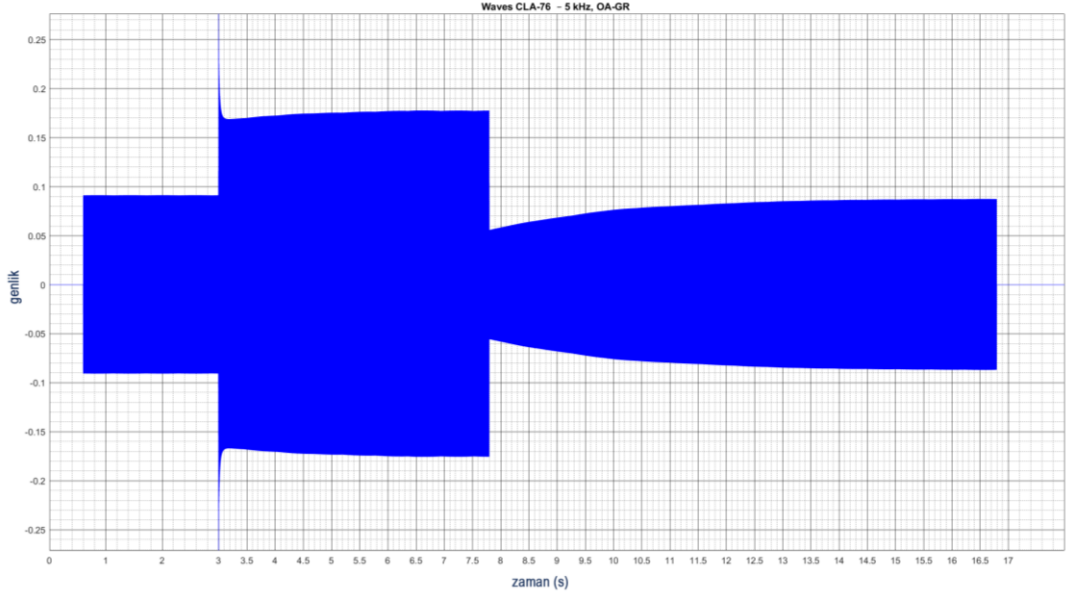
5 kHz zamanlama testleri

Waves CLA-76'nın 5 kHz zamanlama testiyle elde edilen dalga formu görüntüleri zamanlama yönünden 100 Hz ve 1 kHz testleri ile yüksek oranda benzerlik göstermektedir. 100 Hz ve 1 kHz test sinyallerinde atak ve bırakma sonrasında genlik doğrusal bir hareket izlemektedir. PuigChild 660, 5 kHz zamanlama testlerinde olduğu gibi CLA-76'da da 5 kHz test sinyalinin genlik hareketinde küçük sapmalar gözlemlenmektedir.

Şekil 3.87 ve 3.88'de verilen görsellerde, Waves CLA-76'nın 5 kHz test sinyalindeki dalga formu görüntüsü verilmiştir.



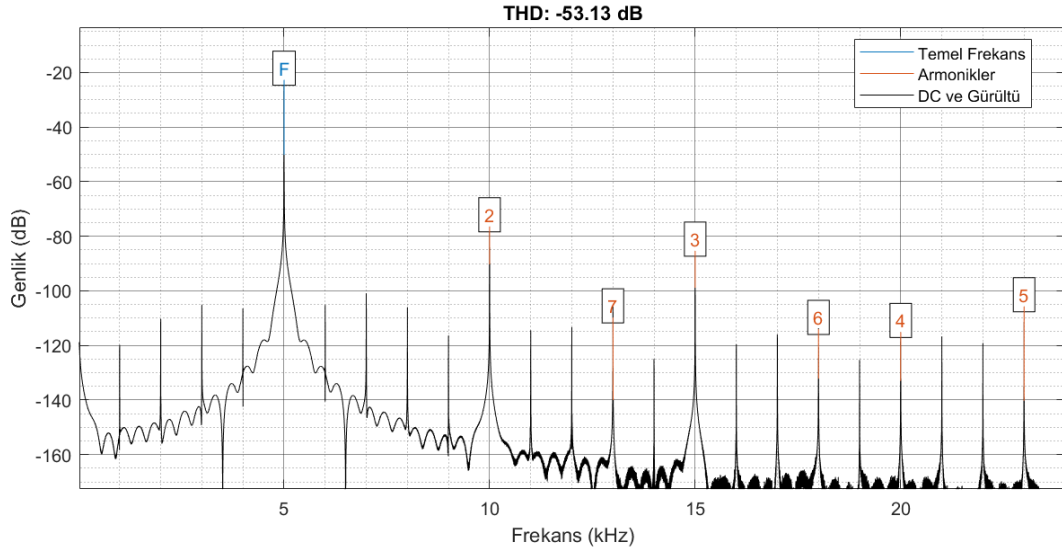
Şekil 3.87 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-OR



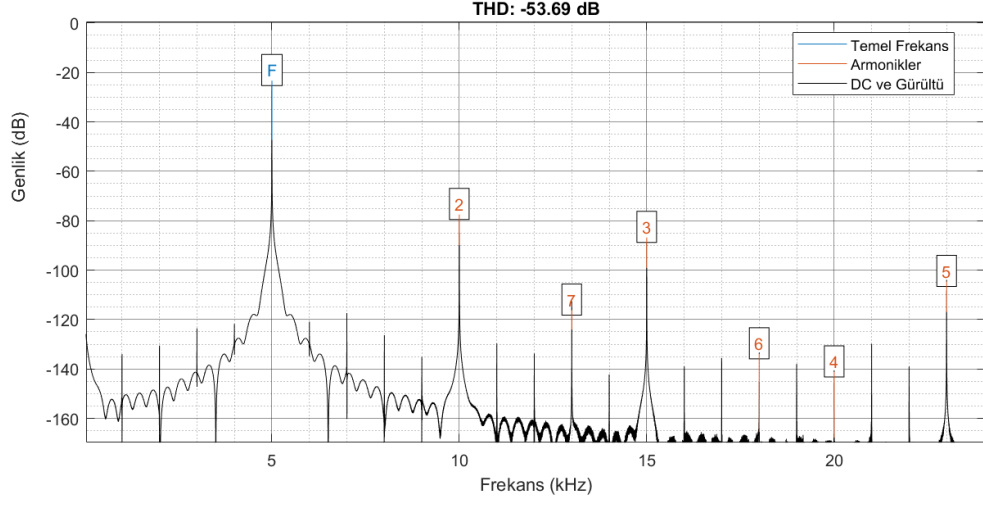
Şekil 3.88 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-GR

Şekil 3.87 ve Şekil 3.88 Waves CLA-76 100 Hz zamanlama testlerinde bulunan Şekil 3.62 ve Şekil 3.63 ile karşılaştırıldığı zaman, 100 Hz zamanlama testinde genlik değerinin daha stabil hareket ettiği, 5 kHz zamanlama testinde ise kompresörün genlik davranışının küçük sapmalara sahip olduğu gözlemlenecektir.

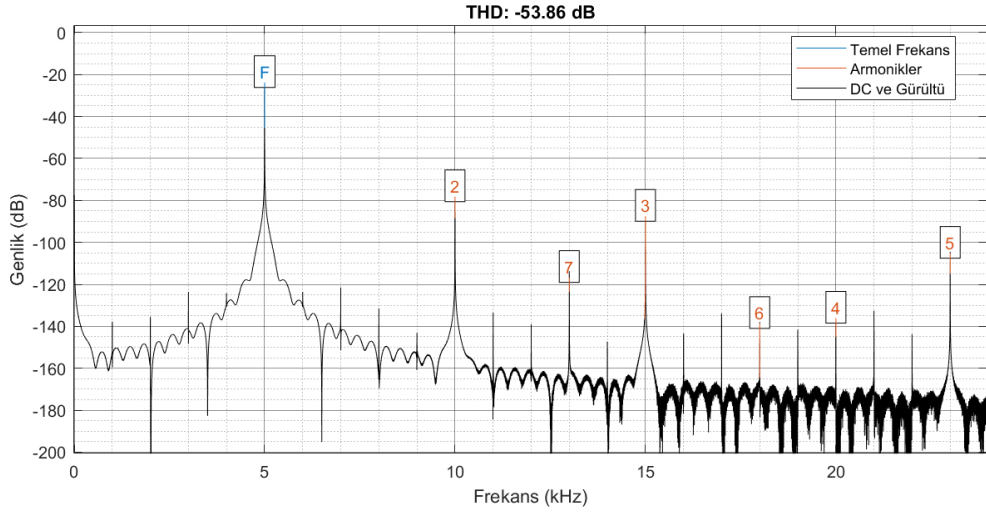
Şekil 3.89 ila 3.97'ye kadar olan görsellerde Waves CLA-76 5 kHz zamanlama testleri sırasında sinyallerde ortaya çıkan THD değerlerinin grafikleri verilmiştir.



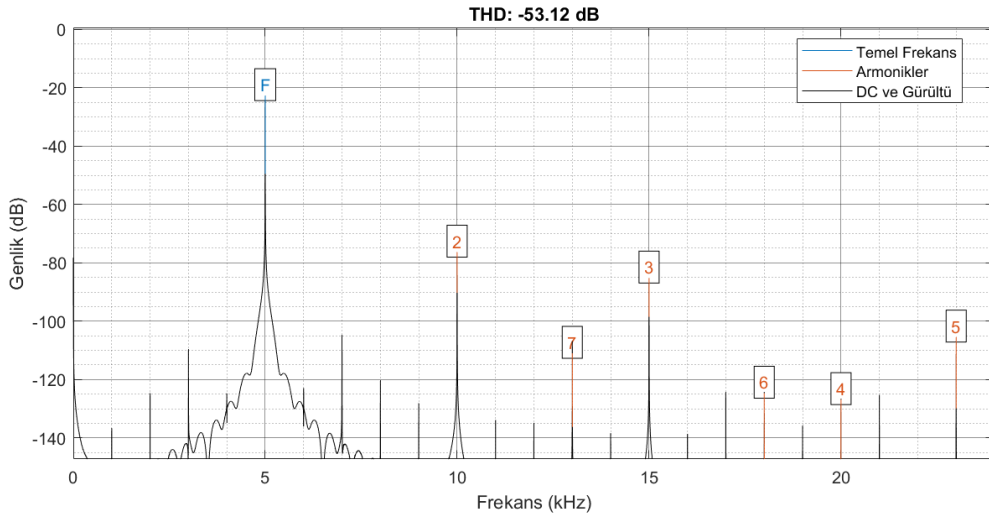
Şekil 3.89 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-HR THD Değerleri



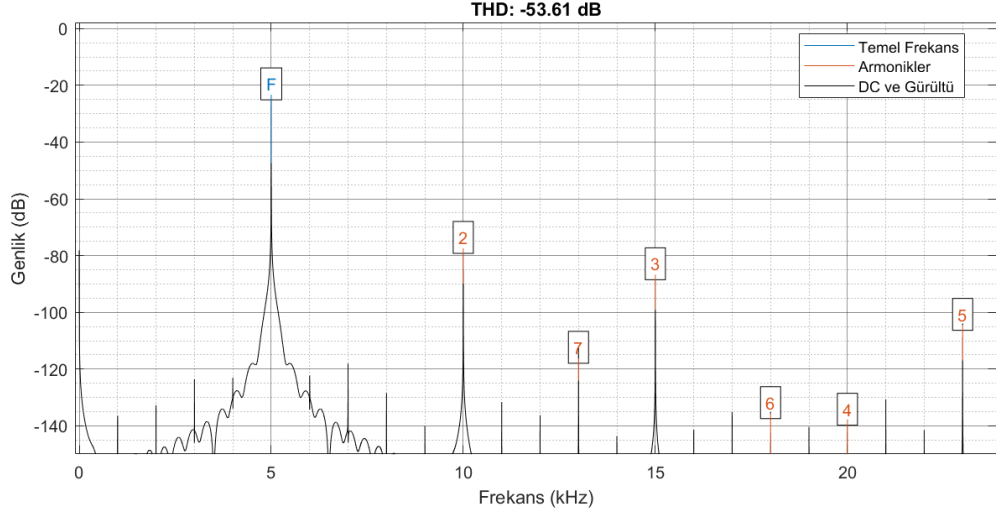
Şekil 3.90 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-OR THD Değerleri



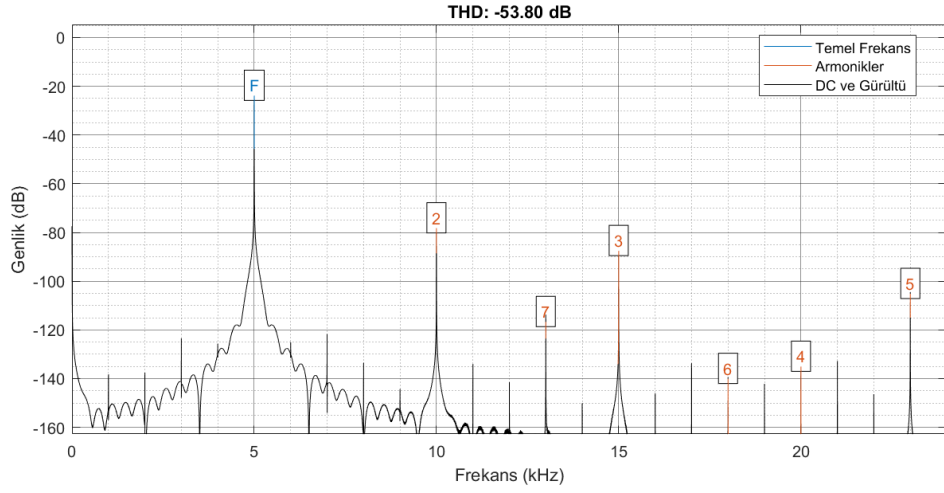
Şekil 3.91 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, HA-GR THD Değerleri



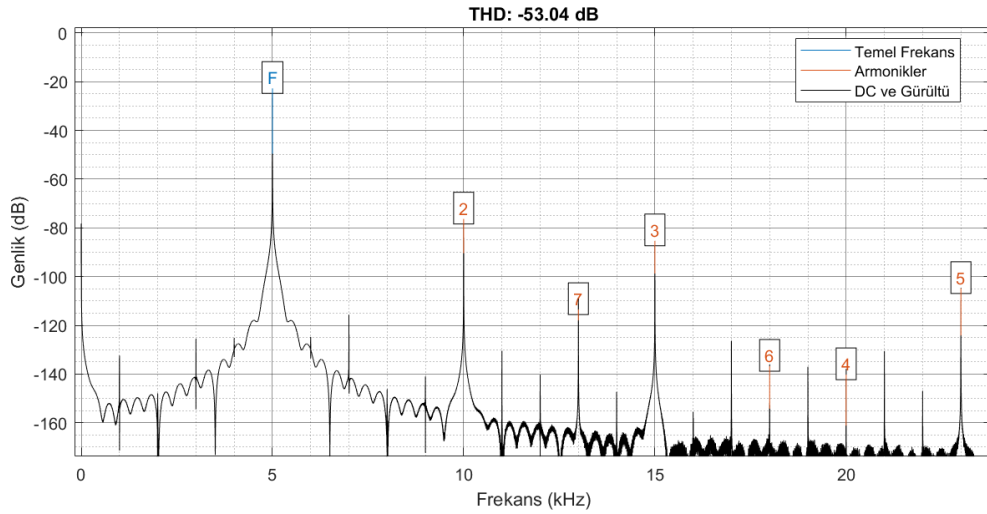
Şekil 3.92 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-HR THD Değerleri



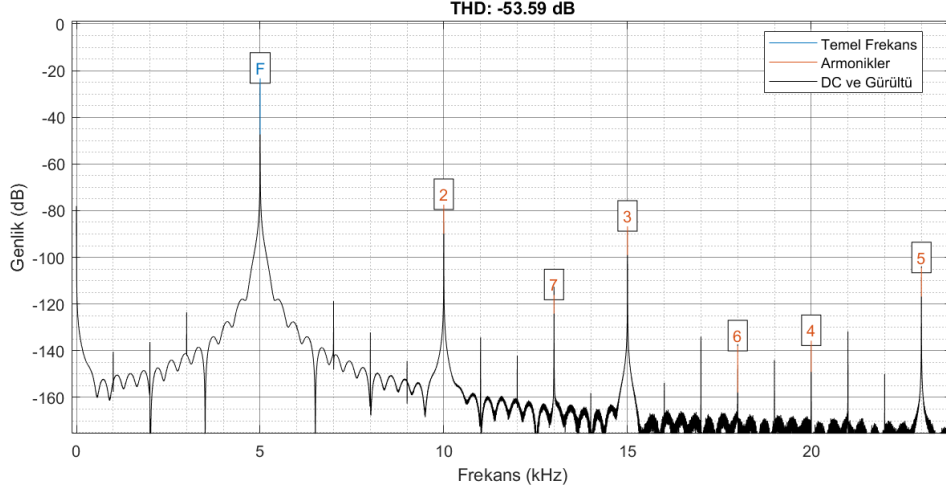
Şekil 3.93 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-OR THD Değerleri



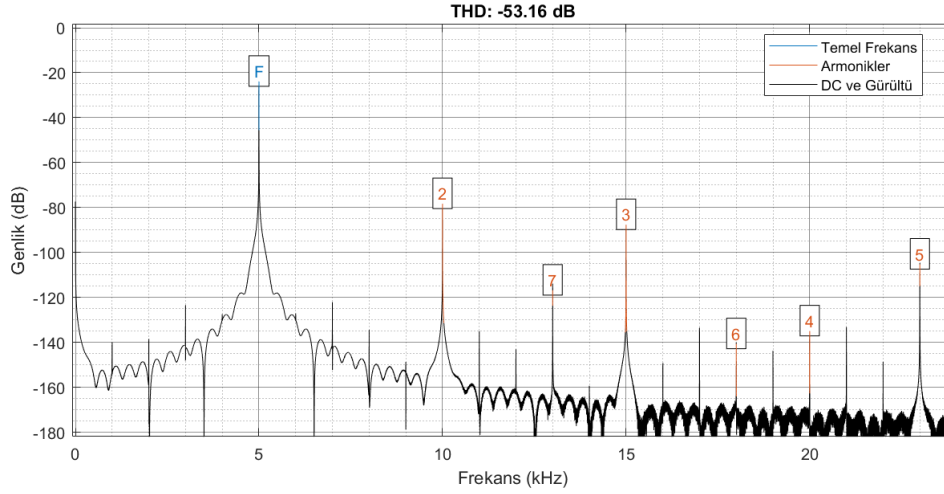
Şekil 3.94 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, OA-GR THD Değerleri



Şekil 3.95 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-HR THD Değerleri

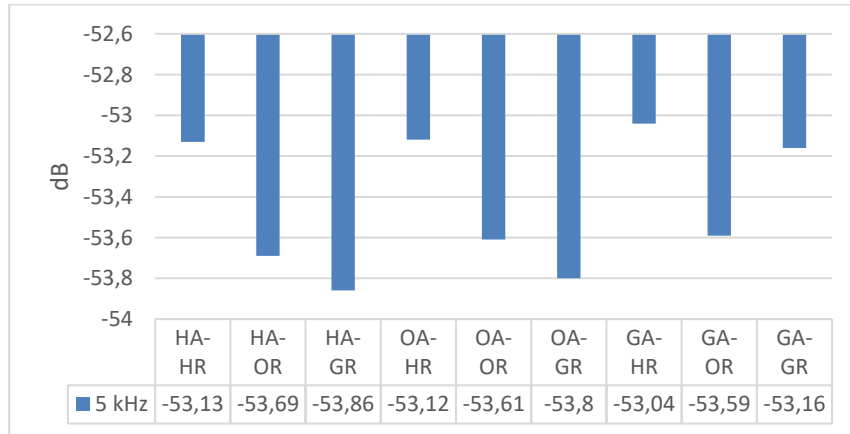


Şekil 3.96 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-OR THD Değerleri



Şekil 3.97 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, GA-GR THD Değerleri

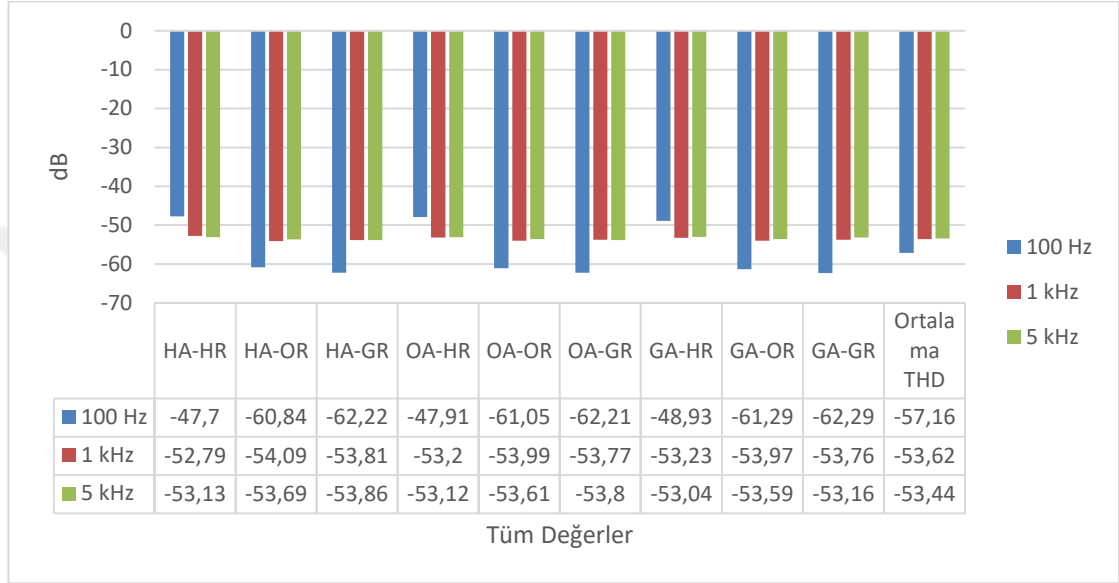
Waves CLA-76 5 kHz zamanlama testi sonrası kombinasyonlarındaki THD değerleri Şekil 3.105'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.98 Waves CLA-76, 5 kHz Zamanlama Testi, Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri

Diğer zamanlama testlerinde olduğu gibi Waves CLA-76 5 kHz zamanlama testinde de en yüksek THD değerlerini HR zamanlama uygulanan sinyaller göstermektedir. En yüksek ve en düşük THD değeri arasındaki fark 0.82 dB'dir. Diğer bir ifadeyle zamanlama kombinasyonlarının THD seviyeleri birbirlerine yakın davranış sergilemektedir.

100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerindeki sinyallerin tüm zamanlama kombinasyonlarında sergiledikleri THD değerleri Şekil 3.99'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.99 Waves CLA-76 Zamanlama Testleri, Farklı Frekans ve Zamanlama Kombinasyonlarındaki THD Değerleri

Tüm frekans bölgelerindeki ortalama THD değerleri incelendiğinde PuigChild 660'ın aksine CLA-76, alt frekans bölgesinde en düşük THD değerine sahiptir. Yine PuigChild 660'ın aksine Waves CLA-76'nın en yüksek THD ortalaması 5 kHz değerindeki test sinyalinde gözlemlenmiştir.

100 Hz test sinyalinde HR uygulandığında ortaya çıkan yüksek THD değeri, 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde aynı yüksek etkiye sahip değildir. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde de en yüksek THD değerine sahip zamanlama kombinasyonlarında HR uygulanmış olsa bile diğer zamanlama kombinasyonlarıyla arasındaki fark 100 Hz test sinyalinde gözlemlenen kadar yüksek değildir.

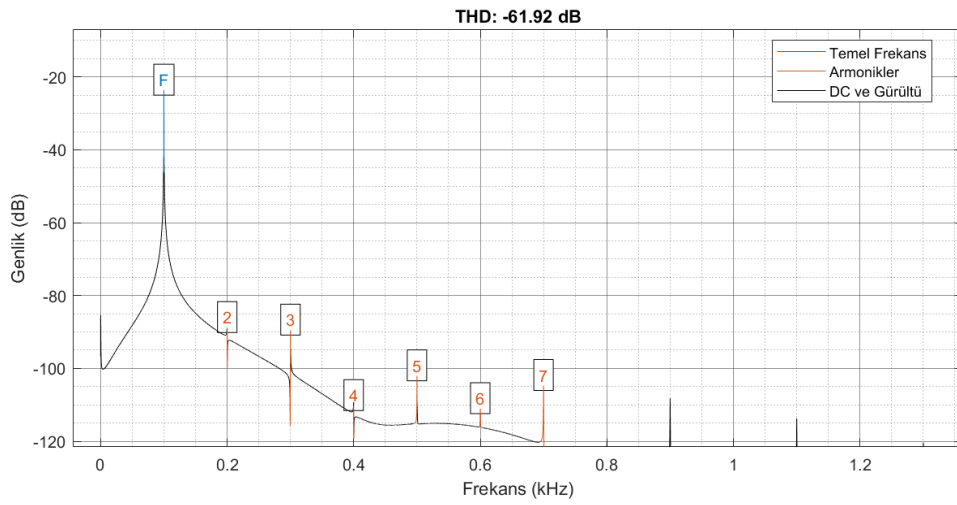
3.1.2.2 Waves CLA-76 gain reduction testleri

Bu testlerde Waves CLA-76'ya 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. Kompresörün test sinyaline 3 dB GR, 6 dB GR ve 9 dB GR kompres uyguladığı üç adet işlenmiş sinyal çıktısı alınmıştır. Her bir gain reduction uygulamasında

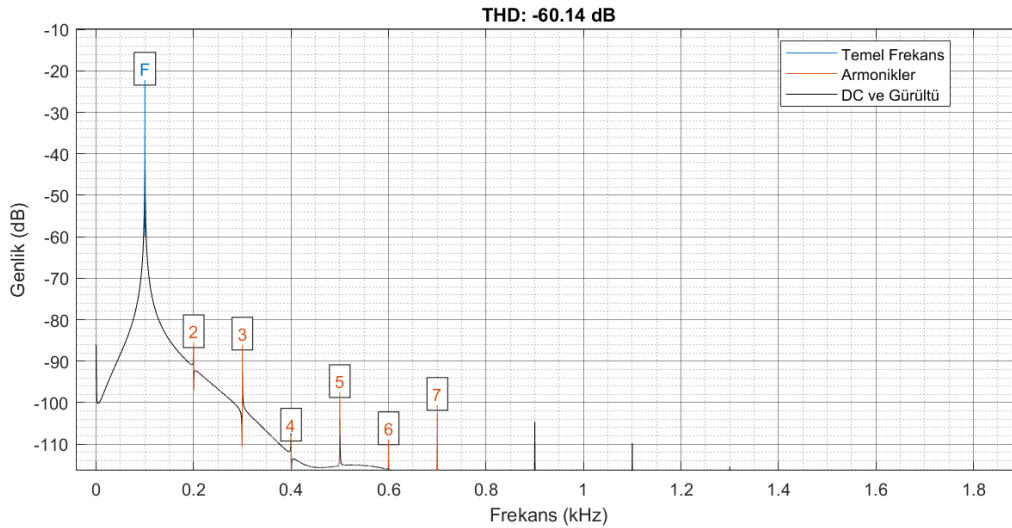
zamanlama sabiti OA-OR olarak ayarlanmıştır ve 4 ratio kullanılmıştır. Daha sonra GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı kompresör üzerinde bulunan output gain parametresi ile giriş sinyali seviyesine eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz gain reduction testleri

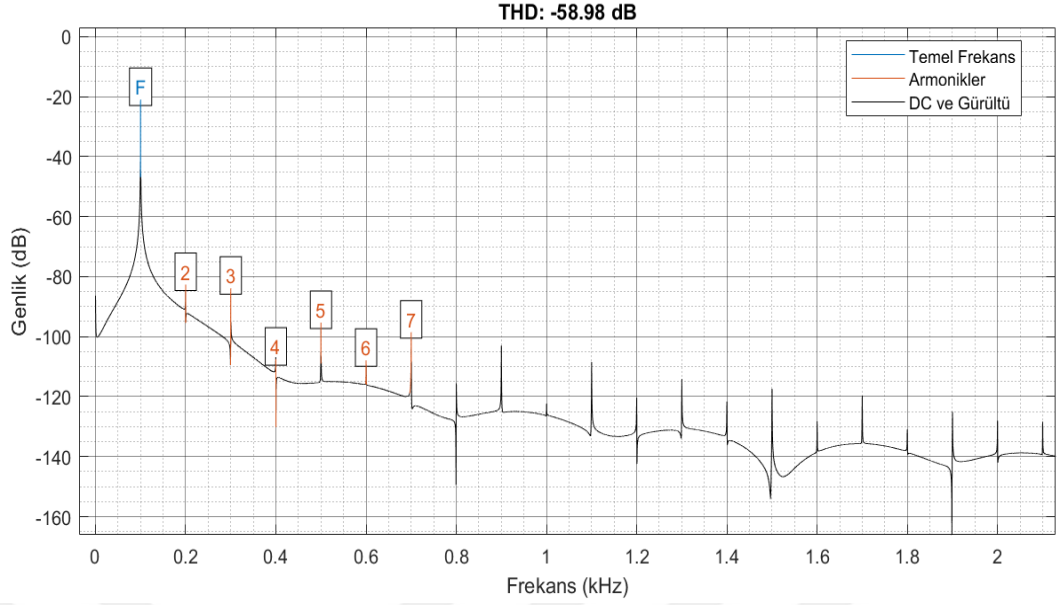
Waves CLA-76 100 Hz gain reduction testleri sonrası sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.100 ila 3.102'deki görsellerde, bu değerlerin karşılaştırmalı tablosu ise Şekil 3.103'de verilmiştir.



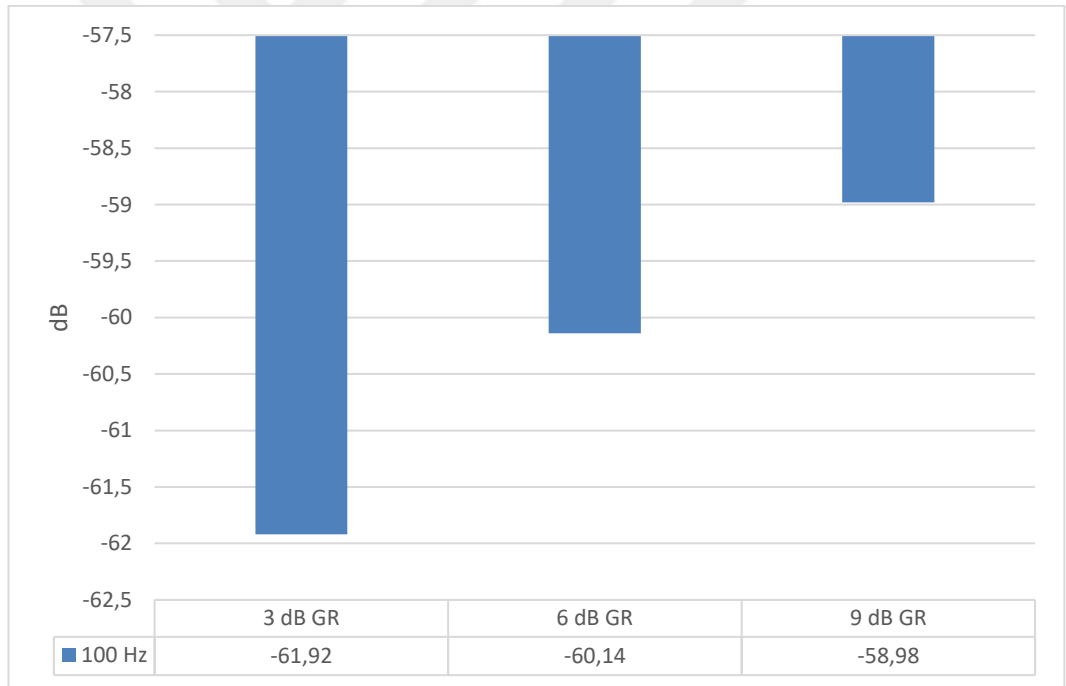
Şekil 3.100 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.101 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



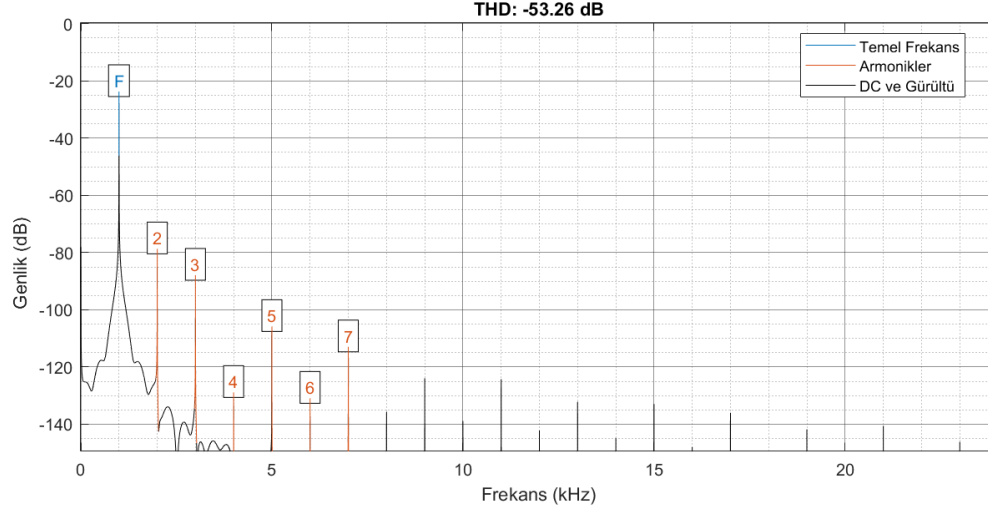
Şekil 3.102 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri



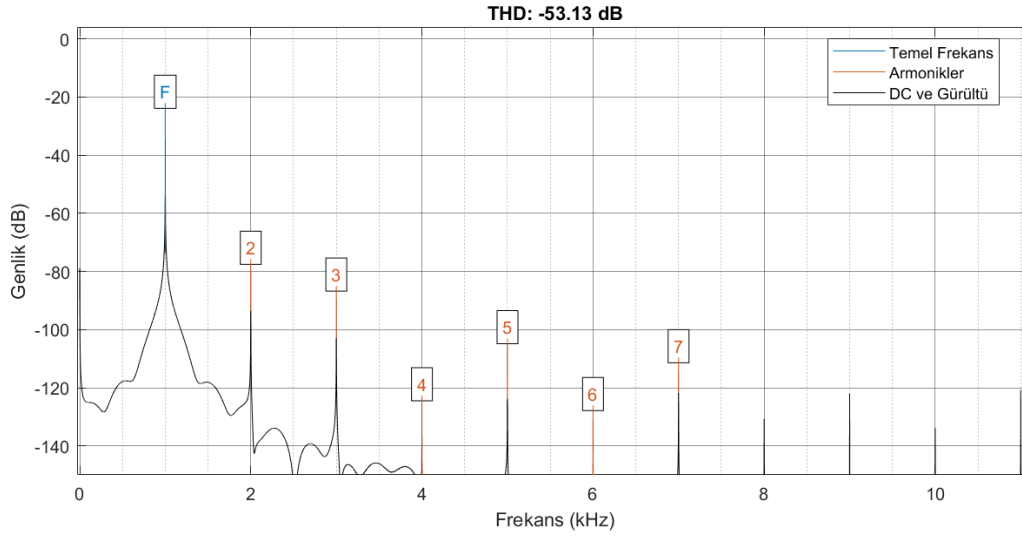
Şekil 3.103 Waves CLA-76, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

1 kHz gain reduction testleri

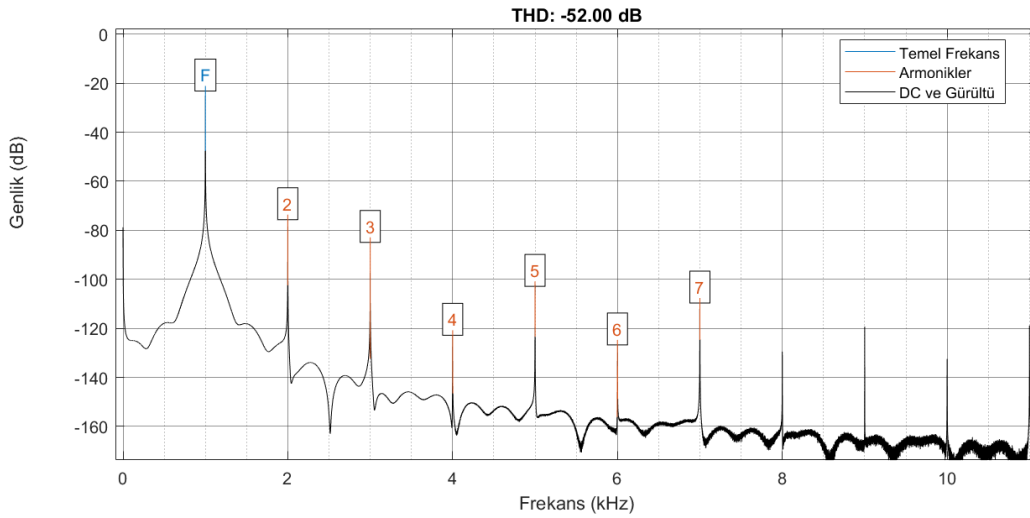
Waves CLA-76 1 kHz gain reduction testleri sonrası sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.104 ila 3.106'daki görsellerde, bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği ise Şekil 3.107'de verilmiştir.



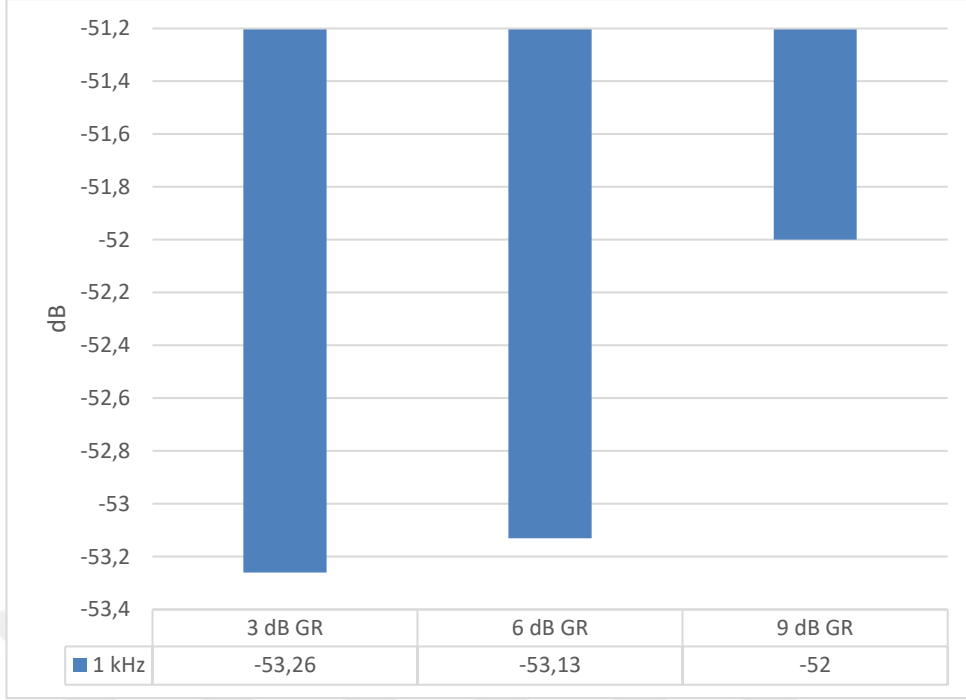
Şekil 3.104 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.105 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



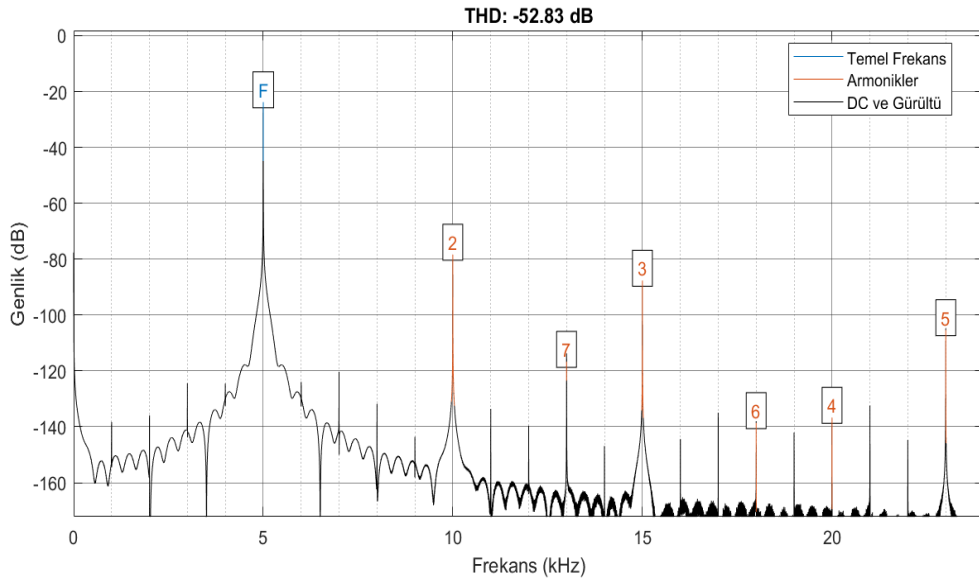
Şekil 3.106 Waves CLA-76, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri



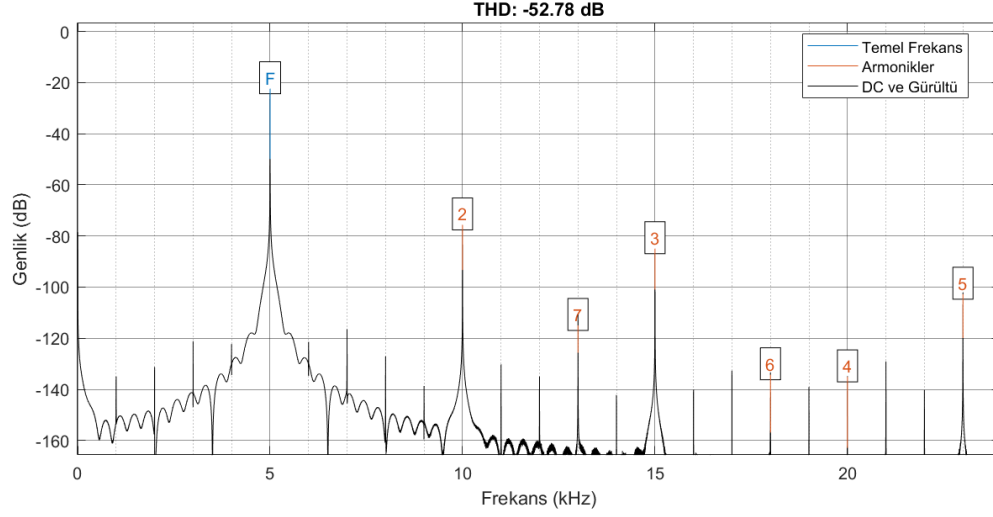
Şekil 3.107 Waves CLA-76, 1 kHz, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

5 kHz gain reduction testleri

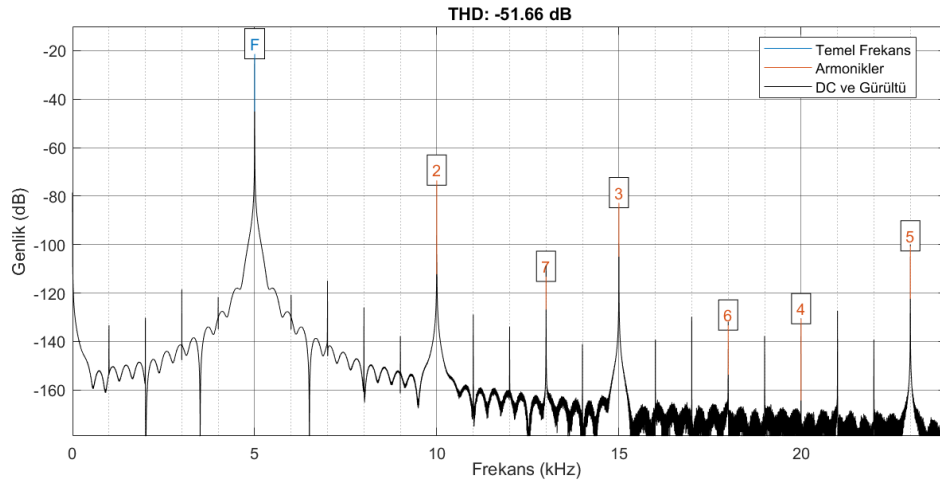
Waves CLA-76 5 kHz gain reduction testleri sonrası sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.108 ila 3.110'daki görsellerde, bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği ise Şekil 3.111'de verilmiştir.



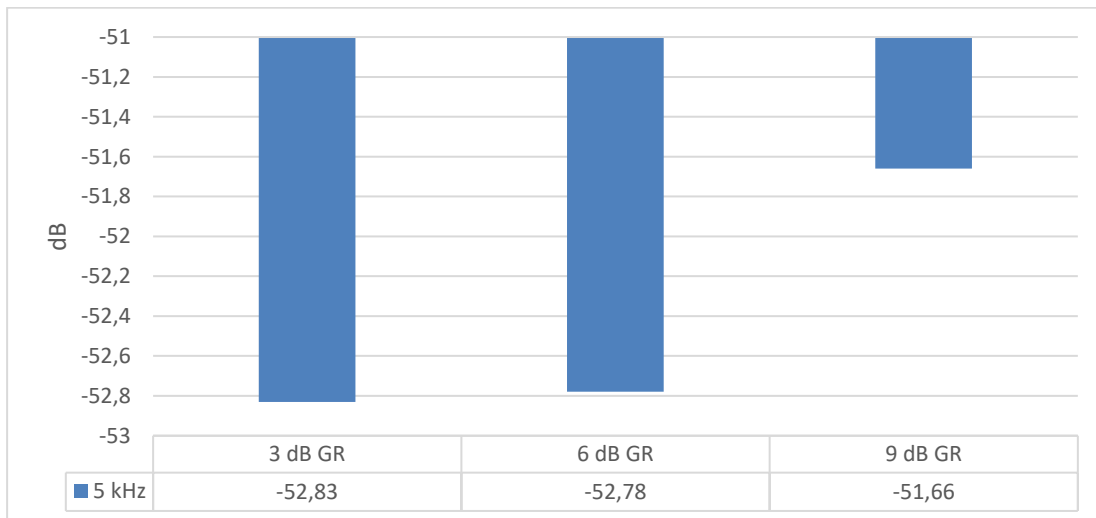
Şekil 3.108 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.109 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri

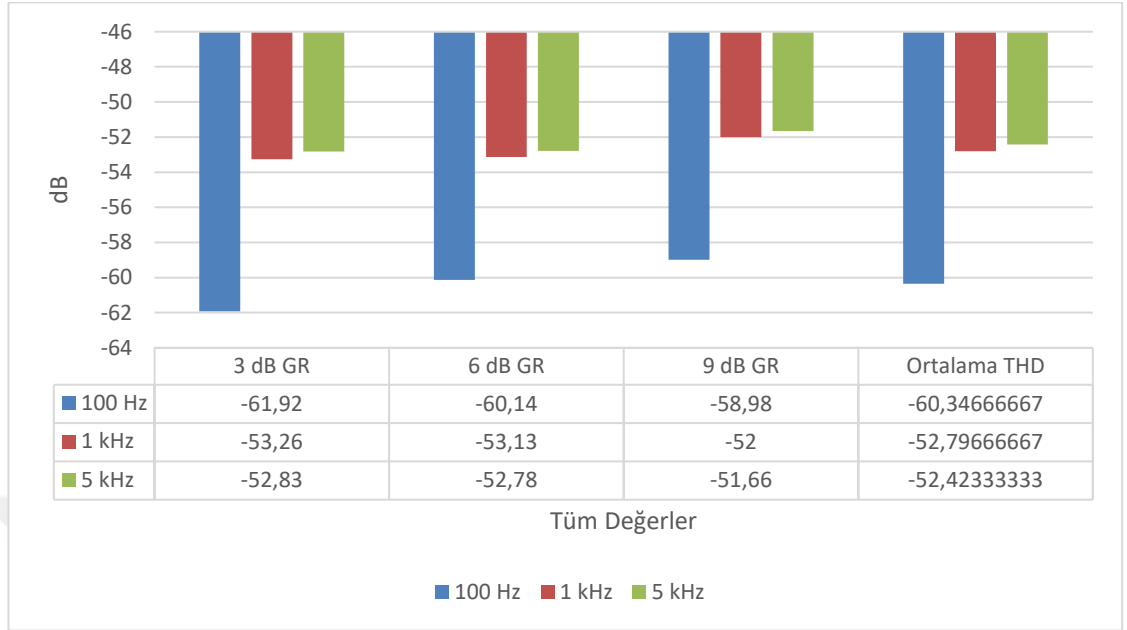


Şekil 3.110 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.111 Waves CLA-76, 5 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

Waves CLA-76 ile üç farklı frekans bölgesinde yapılan gain reduction testlerinden elde edilen THD değer verileri Şekil 3.112’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.112 Waves CLA-76 Gain Reduction Testleri, Farklı Frekans GR Miktarlarındaki THD Değerleri

Zamanlama testlerinde olduğu gibi, gain reduction testlerinde de Waves CLA-76, PuigChild 660’ın aksine en yüksek THD değerini 5 kHz, en düşük THD değerini ise 100 Hz test sinyallerinde göstermiştir.

Şekil 3.112’de bulunan ortalama THD değerleri incelendiğinde 1 kHz test sinyali ve 5 kHz test sinyalinde elde edilen sonuçlar arasında 0,373 dB bir fark gözlemlenmektedir. PuigChild 660’da bu fark 5.6 dB’dir.

3.1.2.3 Waves CLA-76 test sonuçları

Zamanlama testleri sonucunda ortaya çıkan verilere göre Waves CLA-76 en yüksek THD değerini HR (hızlı bırakma) zamanlama ayarında göstermektedir. Ayrıca atak ve bırakma süreleri frekans değerine bağlı olarak değişiklik göstermemektedir. CLA-76, 100 Hz ve 1 kHz test sinyallerinde sıkıştırma esnasında benzer genlik davranışı göstermektedir fakat 5 kHz test sinyalinde genlik değeri hareketinde ufak sapmalar gözlemlenmektedir.

Şekil 3.112’de bulunan Waves CLA-76 gain reduction testlerinin ortalamaları incelendiğinde ise zamanlama testlerinde olduğu gibi en yüksek THD değeri 5 kHz test sinyalinde bulunmaktadır. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinin ortalamaları arasında 0,373 dB değerinde bir fark gözlemlenmektedir. 100 Hz ve 5 kHz test sinyallerinin ortalama THD değerleri arasında 7,9 dB fark bulunmaktadır.

Özetle elde edilen veriler sonucunda Waves CLA-76'nın hızlı atak ve bırakma zamanlamalarına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sinyalin sahip olduğu frekans değeri zamanlama sürelerinde bir değişiklik göstermemekle birlikte üst frekanslarda genlik davranışında küçük değerlerde sapmalar gözlemlenmektedir. Elde edilen tüm veriler ışığında CLA-76'nın karakterini orta ve üst frekanslarda daha çok gösterdiği söylenebilir.

3.1.3 Waves CLA-2A testleri

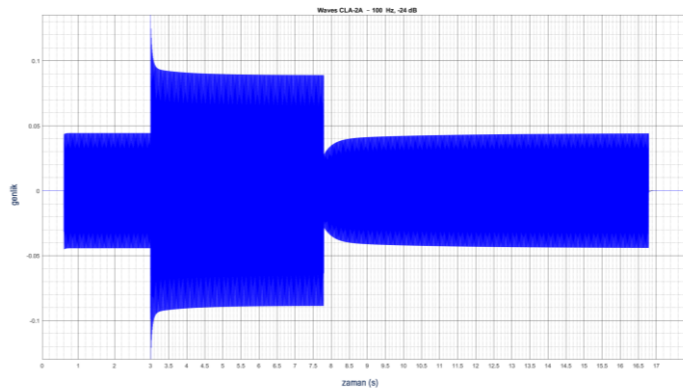
3.1.3.1 Waves CLA-2A zamanlama testleri

Bu testlerde Waves CLA-2A'ya 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -34 dBFS'den -24 dBFS'e, -28 dBFS'den -18 dBFS'e ve -22 dBFS'den -12 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren sinüs test sinyalleri gönderilmiştir. Üç farklı anlık artış gösteten genlik değerinin kullanılmasının sebebi, CLA-2A'nın zamanlama sürelerini gelen sinyale göre otomatik olarak ayarlamasıdır. Yapılan testlerde üç farklı genlik seviyesinde de benzer atak ve bırakma süreleri gözlemlenirse kompresörün zamanlama sürelerini genlikten ziyade giriş sinyalinin anlık yapısına göre belirlediği sonucu ulaşılabacaktır.

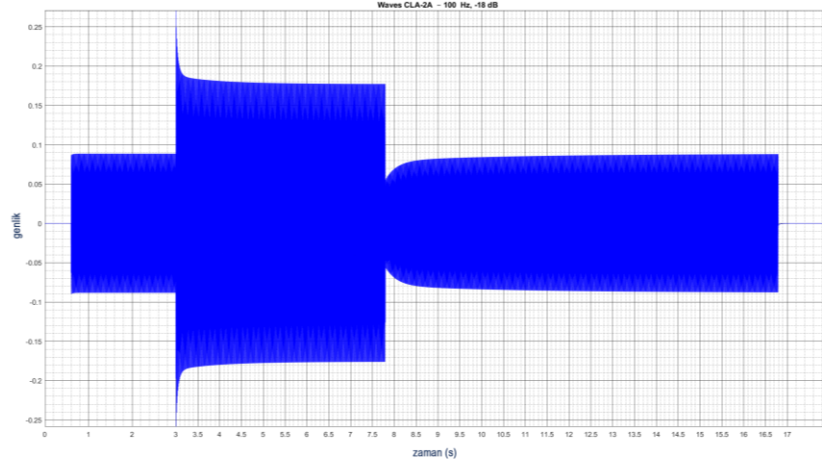
Zamanlama testlerinde kompresör her genlik değerindeki test sinyallerine 4 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı *output gain* parametresi ile giriş sinyalinin seviyesiyle eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz zamanlama testleri

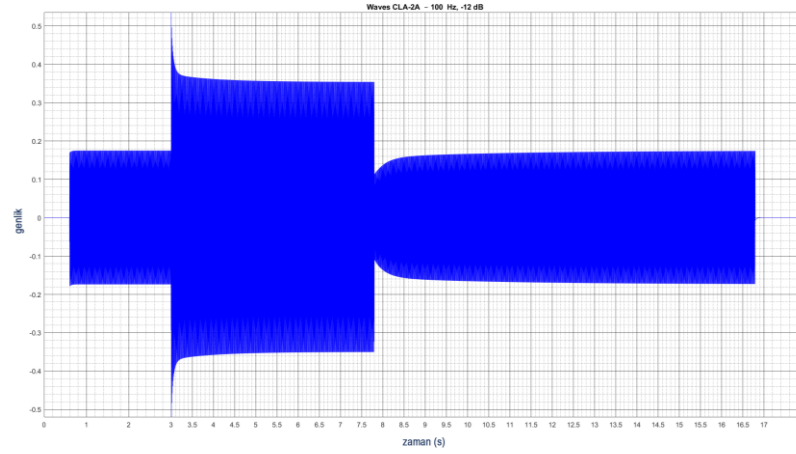
Şekil 3.113 ila 3.115'te Waves CLA-2A'nın tüm test sinyal genliği seviyelerinde, 100 Hz değerinde bir sinüs dalgasında oluşturduğu genlik zarfı değişiklikleri, dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.



Şekil 3.113 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS

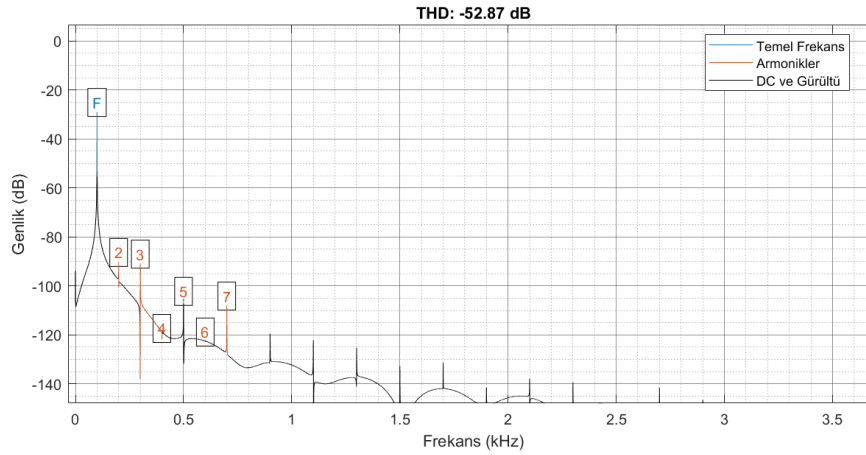


Şekil 3.114 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS

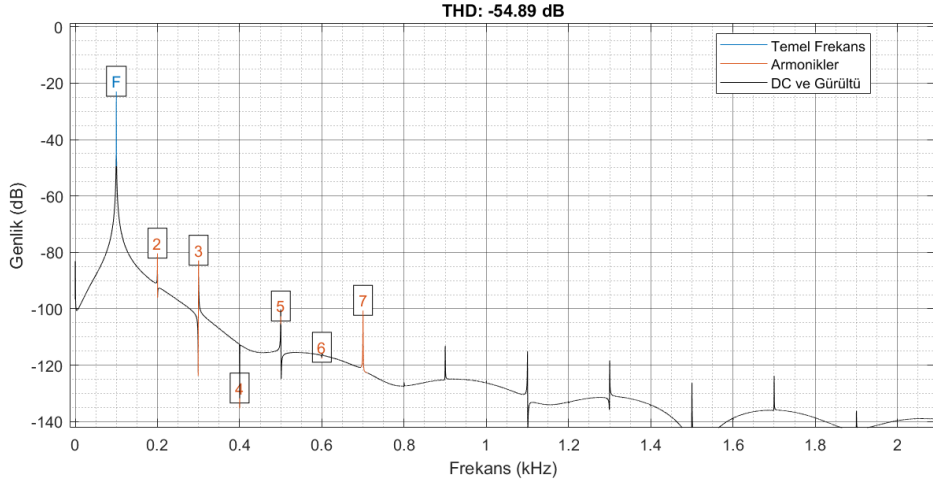


Şekil 3.115 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS

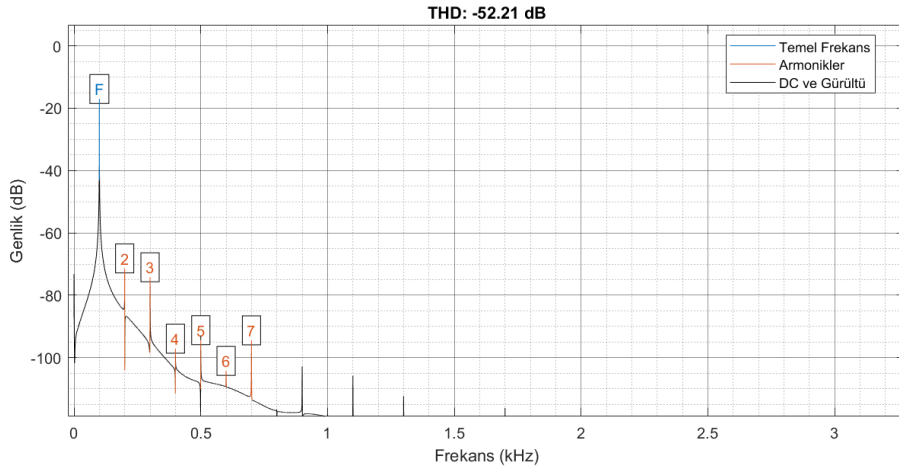
Şekil 3.116 ila 3.118'de zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.116 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri

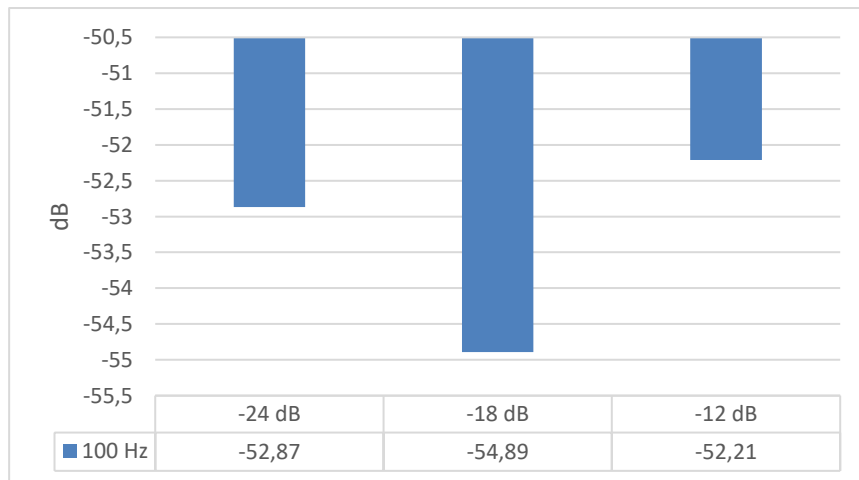


Şekil 3.117 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri



Şekil 3.118 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri

Waves CLA-2A'nın 100 Hz zamanlama testlerindeki farklı genliklerde oluşan THD değerleri Şekil 3.119'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

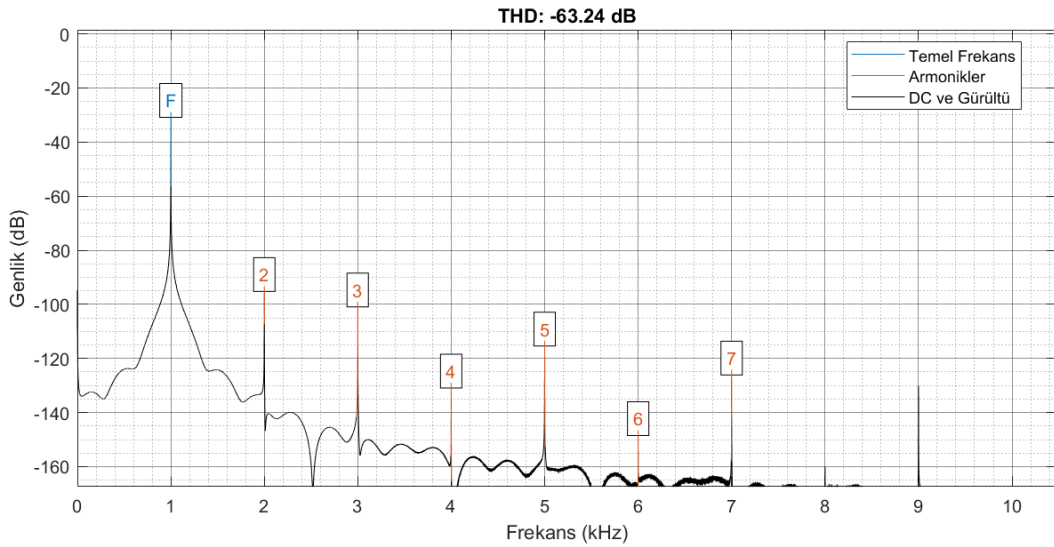


Şekil 3.119 Waves CLA-2A, 100 Hz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri

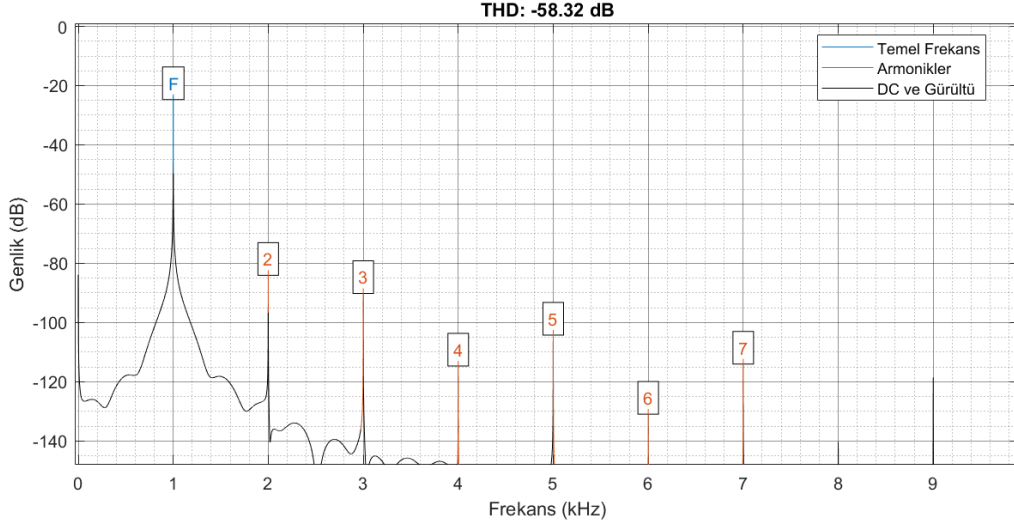
Şekil 3.119 incelendiğinde, -18 dBFS genliğe sahip test sinyalinde kompresör uygulandıktan sonra ortaya çıkan THD değerinin -24 dBFS ve -12 dBFS'e göre daha düşük olduğu gözlemlenecektir. Genlik seviyesi yükseldikçe doğuşkanların da seviyesinin yükselmesi beklenir fakat yukarıdaki grafikte -18 dBFS için bunun geçerli olmadığı görülmektedir. -18 dBFS'nin +4 dBu'ya, +4 dBu ise 0 VU'ya yani profesyonel ses ekipmanlarının nominal çalışma seviyesine eşdeğer olduğu düşünüldüğünde, yukarıdaki test sonuçlarında -18 dBFS'nin -24 dBFS'den sinyalde daha düşük seviyede bozulma yaratmasının sebebinin nominal seviyede giriş sinyali olduğu düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle CLA-2A'ya alt frekanslarda nominal seviyenin üstünde ya da altında bir giriş sinyali gönderildiğinde, nominal seviyede olduğundan daha yüksek seviyede bozulma davranışı göstereceği düşünülmektedir.

1 kHz zamanlama testleri

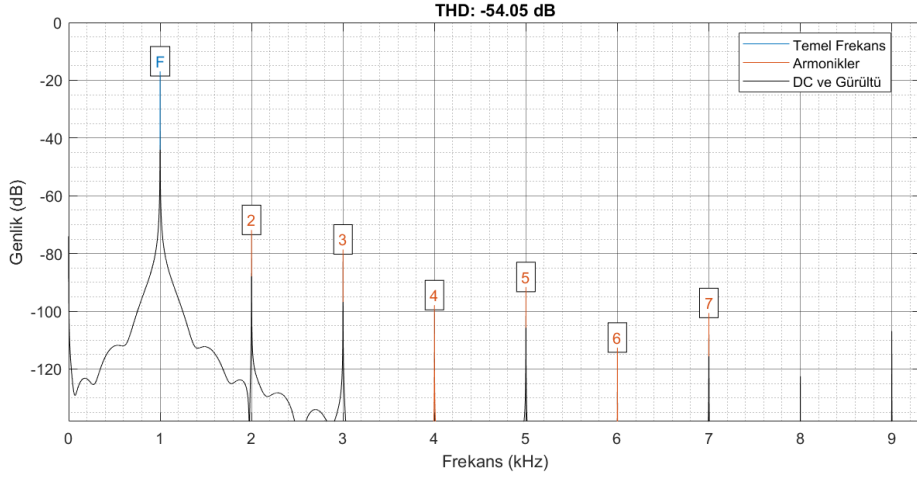
Waves CLA-2A 1 kHz zamanlama testlerinden elde edilen dalga formu görüntüleri Waves CLA-2A 100 Hz zamanlama testlerinde bulunan dalga formu görüntüleriyle aynı sonuçları verdiği için verilmemiştir. Şekil 3.120 ila 3.122'de Waves CLA-2A'nın zamanlama testleri sırasında tüm genlik seviyelerinde, 1 kHz değerinde bir sinüs sinyalinde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir. Şekil 3.123'de bu değerler karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



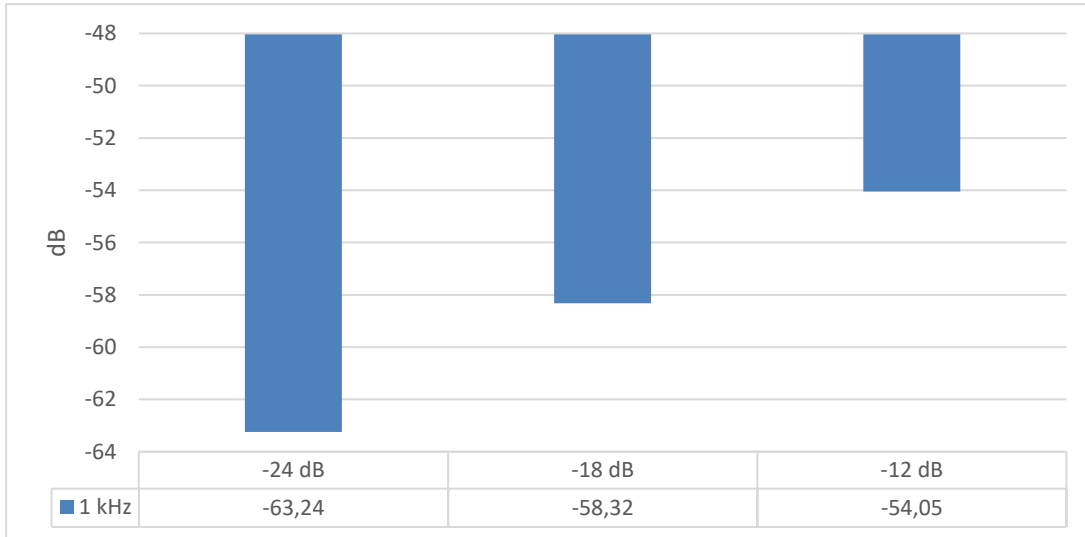
Şekil 3.120 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri



Şekil 3.121 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri



Şekil 3.122 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri

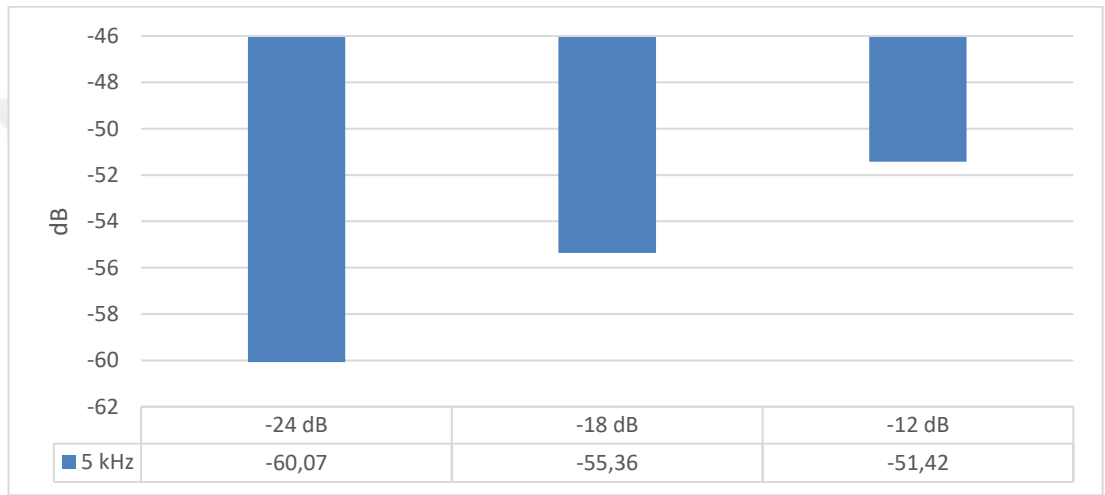


Şekil 3.123 Waves CLA-2A, 1 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri

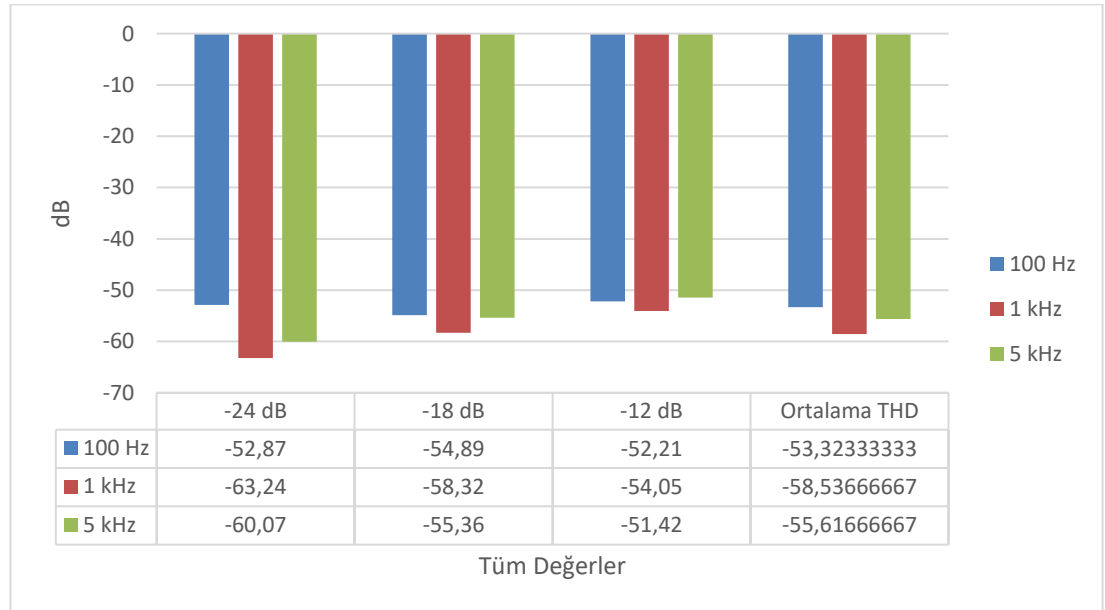
Şekil 3.123 incelendiğinde en düşük genlik değerinde (-24 dB) en düşük THD, en yüksek genlik değerinde (-12 dB) en yüksek THD seviyesi görülecektir.

5 kHz zamanlama testleri

Waves CLA-2A 5 kHz zamanlama testlerinden elde edilen dalga formu görüntüleri Waves CLA-2A 100 Hz zamanlama testlerinde bulunan dalga formu görüntüleriyle aynı sonuçları verdiği için verilmemiştir. Waves CLA-2A 5 kHz zamanlama testlerinden elde edilen THD sonuçları ise Şekil 3.124'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir. 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz zamanlama testlerinde elde edilen THD verileri ise karşılaştırmalı olarak Şekil 3.125'te verilmiştir.



Şekil 3.124 Waves CLA-2A, 5 kHz Zamanlama Testleri, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri



Şekil 3.125 Waves CLA-2A Zamanlama Testleri, Farklı Frekans ve Genliklerdeki THD Değerleri

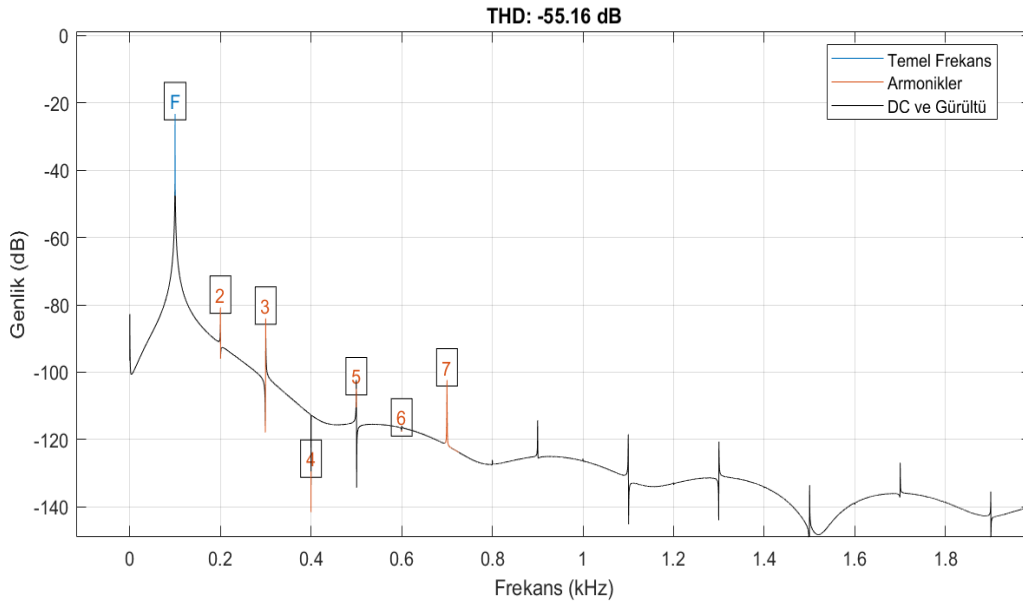
Şekil 3.125 incelendiğinde 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde genlik yükseldikçe THD değerleri de artış göstermektedir. Bu durum 100 Hz’de gözlemlenmemektedir. 100 Hz test sinyalinde -18 dBFS’de en düşük THD değeri görülmektedir. Bu veriler ışığında, Waves CLA-2A’nın farklı genliklerdeki THD davranışının orta ve üst frekanslarda doğrusal, alt frekanslarda doğrusal olmadığı düşünülmektedir.

3.1.3.2 Waves CLA-2A gain reduction testleri

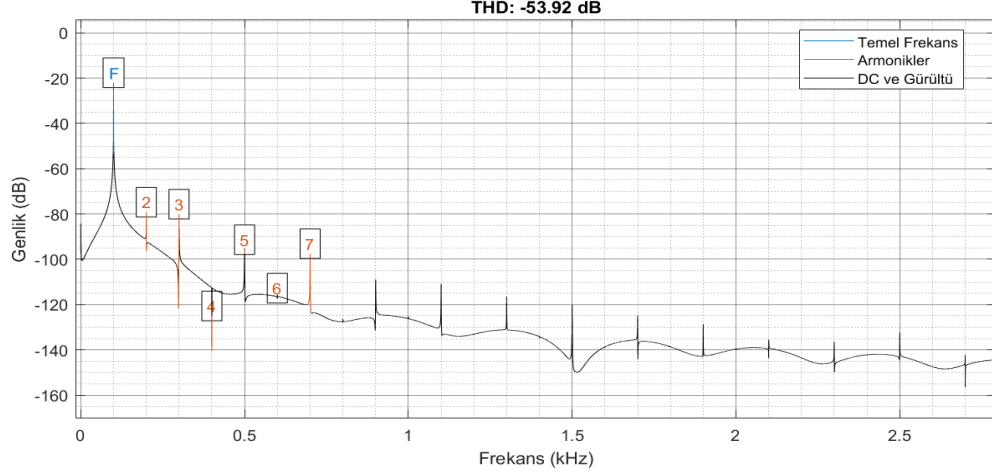
Bu testlerde Waves CLA-2A’ya 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS’den -18 dBFS’e anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı output gain parametresi ile giriş sinyalinin seviyesine eşitlenmiştir. Daha sonra kompresörün 3 dB GR, 6 dB GR ve 9 dB GR uyguladığı üç adet işlenmiş sinyal çıktısı alınmıştır. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz gain reduction testleri

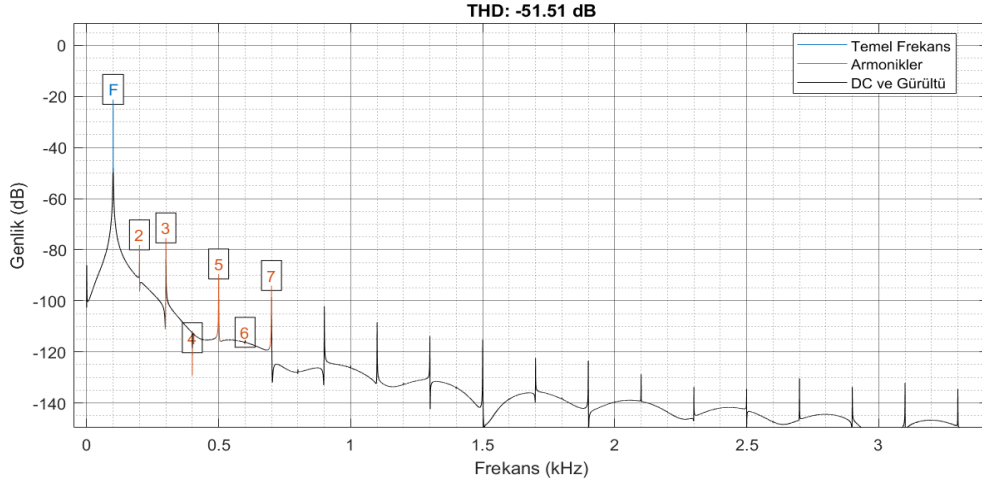
Şekil 3.126 ila 3.128’deki görsellerde gain reduction testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri, Şekil 3.129’da ise bu değerlerin karşılaştırmalı tablosu gösterilmiştir.



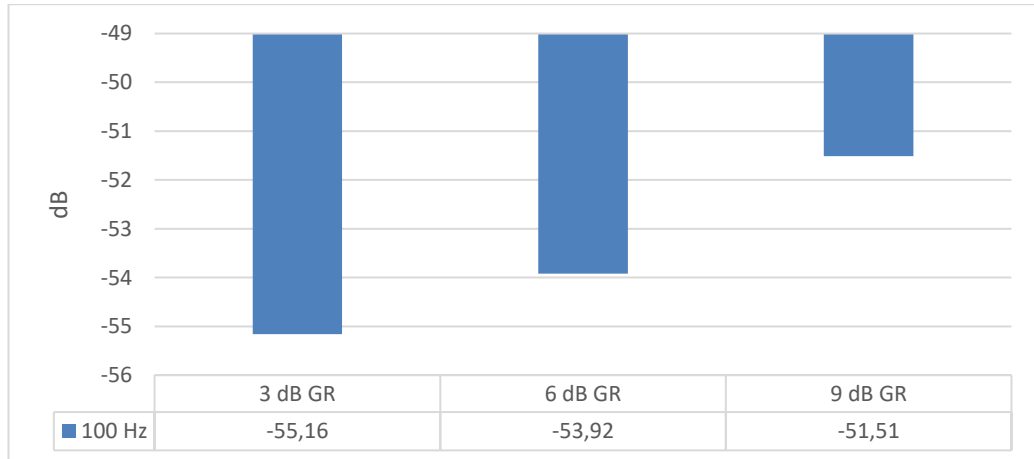
Şekil 3.126 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.127 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.128 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri

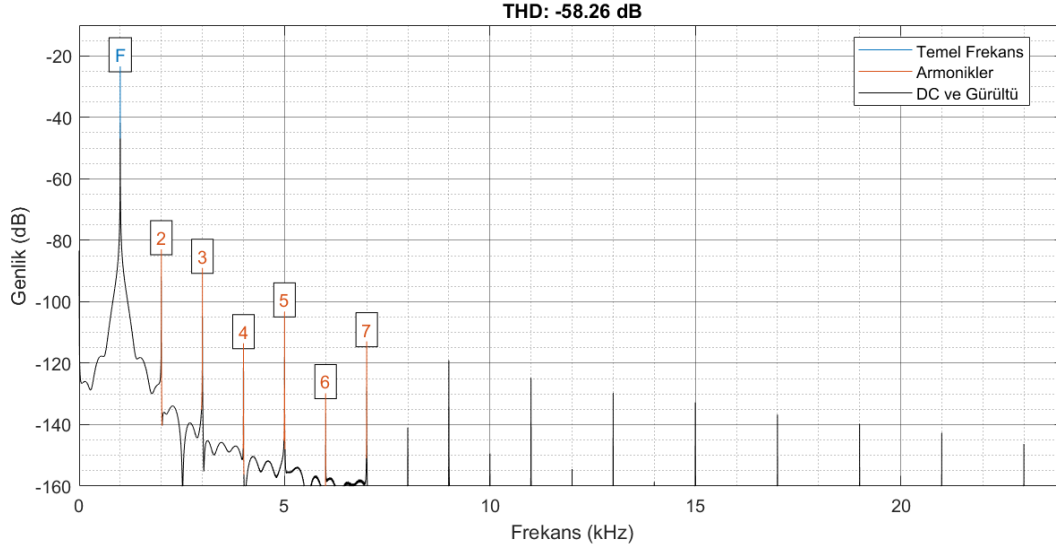


Şekil 3.129 Waves CLA-2A, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri

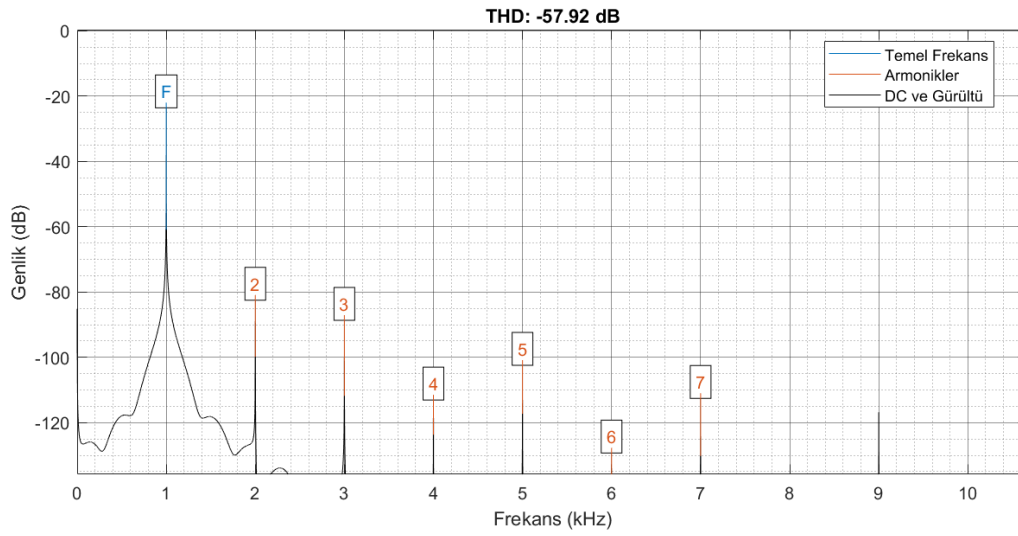
Şekil 3.129'da görüleceği üzere Waves CLA-2A alt frekans bölgesinde kompres seviyesi (gain reduction) arttıkça daha fazla harmonik bozulmaya sebep olmaktadır.

1 kHz gain reduction testleri

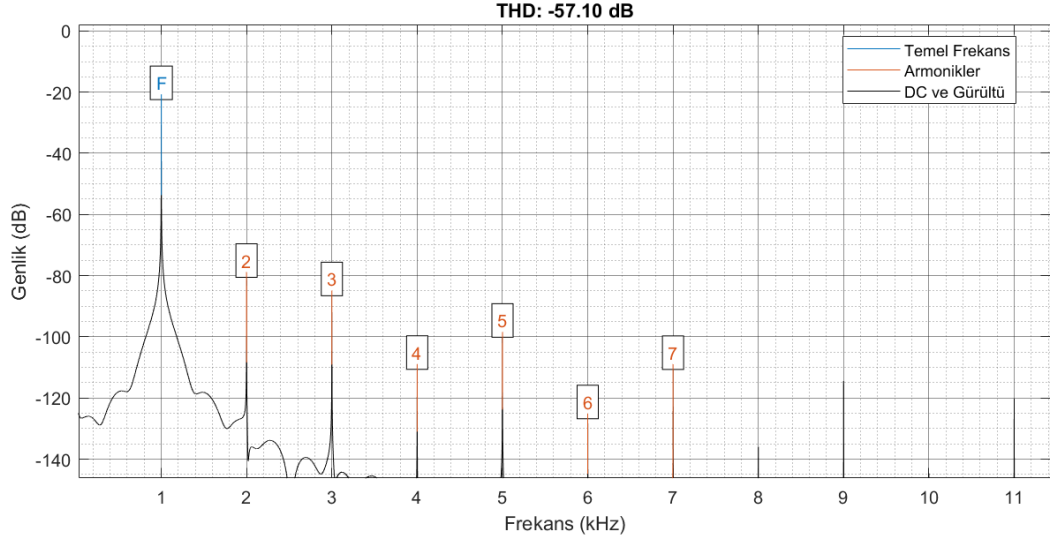
Waves CLA-2A 1 kHz gain reduction testleri sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.130 ila 3.132'de, bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği ise Şekil 3.133'de verilmiştir.



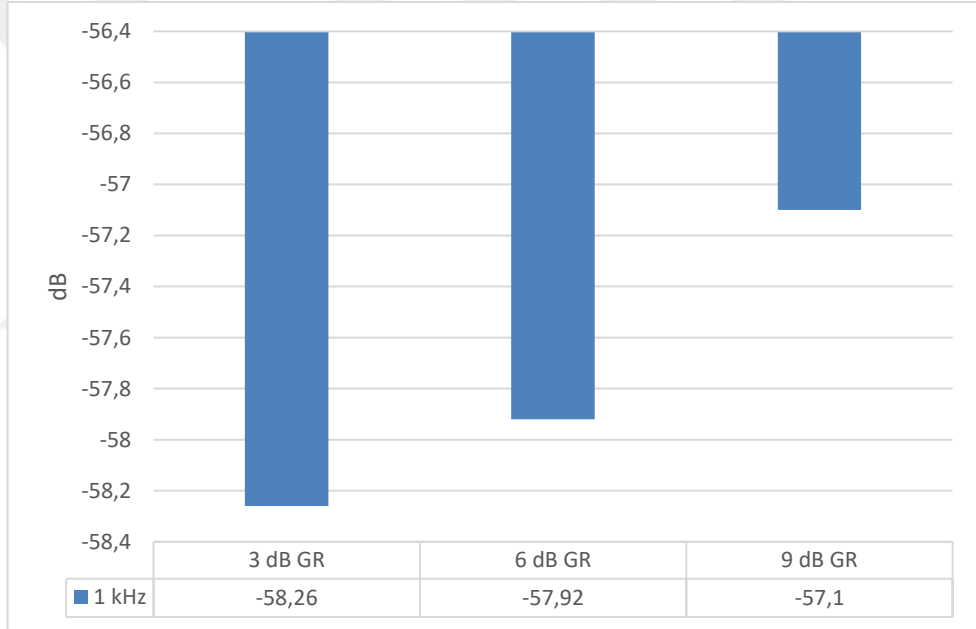
Şekil 3.130 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.131 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.132 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri

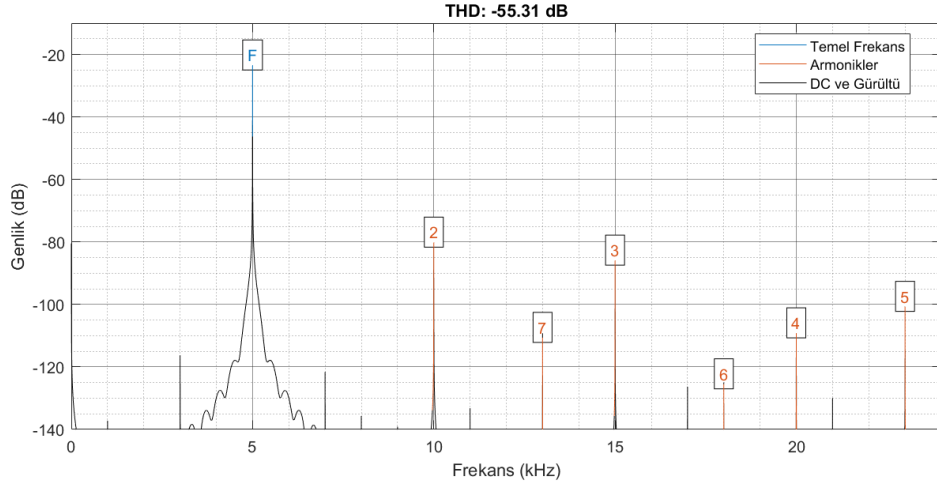


Şekil 3.133 Waves CLA-2A, 1 kHz Gain Reduction Testleri, Farklı Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri

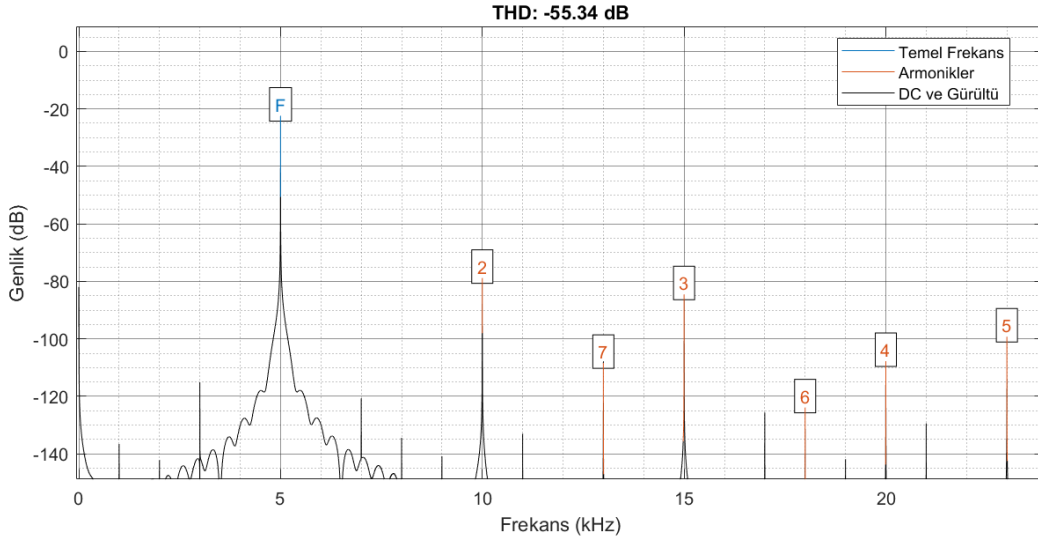
Şekil 3.133 incelendiğinde, 100 Hz gain reduction testlerinde olduğu gibi GR seviyesi arttıkça harmonik bozulma değeri artmaktadır. Fakat GR değerleri (3 dB GR, 6 dB GR, 9 dB GR) arasındaki harmonik bozulmaların genlik farkları 100 Hz gain reduction testlerindeki sonuçlara göre daha azdır.

5 kHz gain reduction testleri

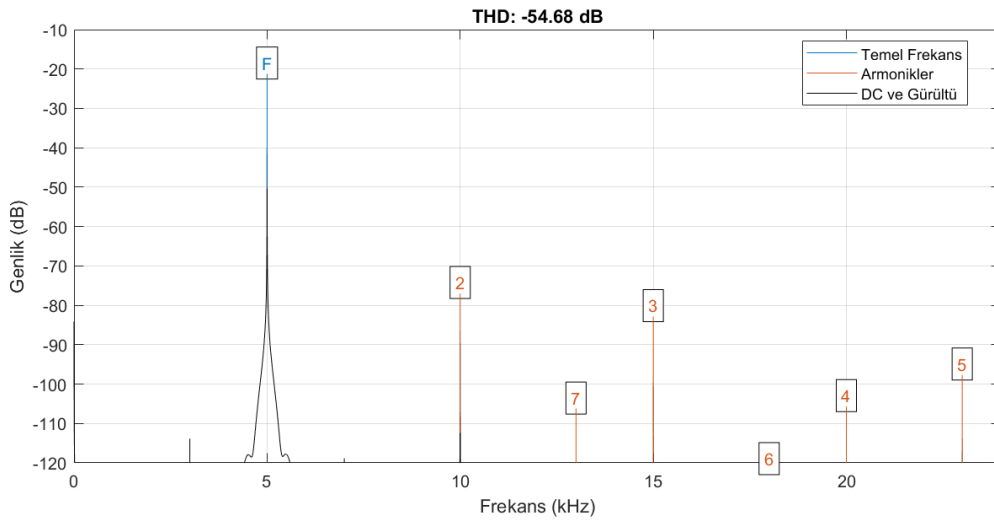
Waves CLA-2A 5 kHz gain reduction testleri sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.134 ila 3.136'da, bu değerlerin karşılaştırmalı grafiği ise Şekil 3.137'de verilmiştir.



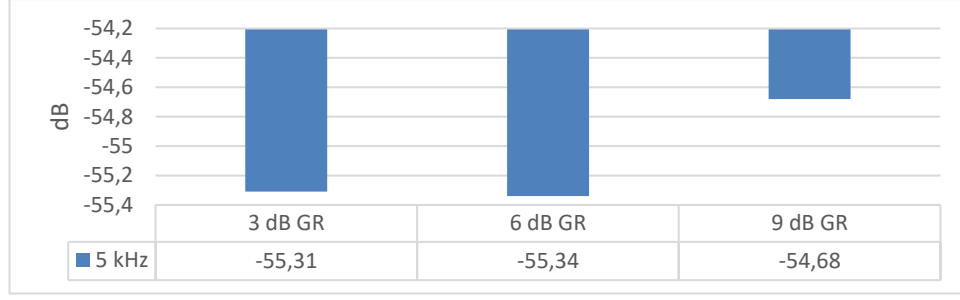
Şekil 3.134 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.135 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



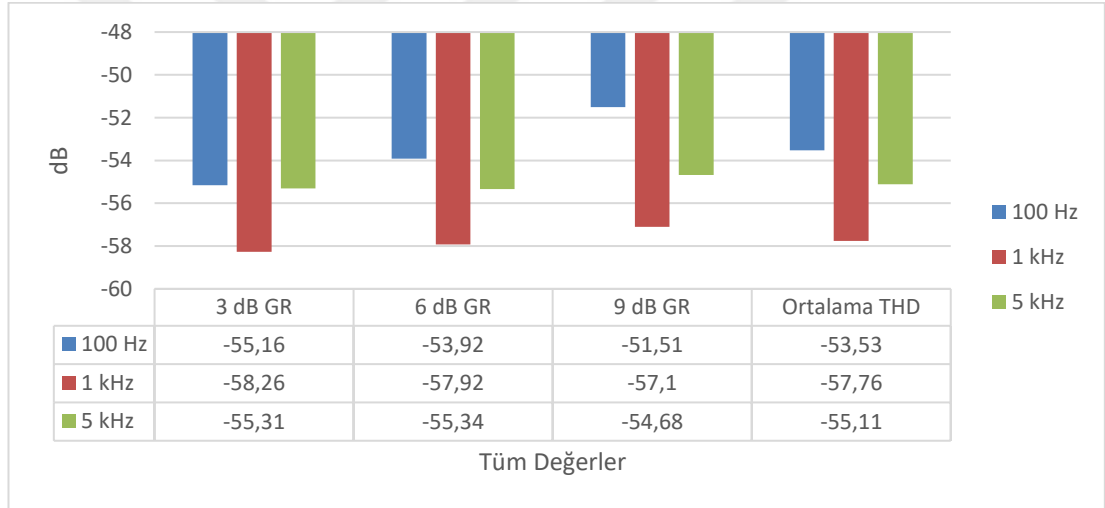
Şekil 3.136 Waves CLA-2A, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.137 Waves CLA-2A , 5 kHz Gain Reduction Testi Farklı Kazanç Azaltma Miktarlarındaki THD Değerleri

Şekil 3.137 incelendiğinde 6 dB GR uygulanan test sinyalinin 3 dB GR uygulanan sinyale göre küçük bir farkla da olsa en düşük harmonik bozulma gösteren sıkıştırma değeri olduğu gözlemlenecektir.

Waves CLA-2A ile üç frekans bölgesinde yapılan gain reduction testlerinden elde edilen veriler Şekil 3.138’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.138 Waves CLA-2A Gain Reduction Testleri, Farklı Frekans ve GR Miktarlarındaki THD Değerleri

3.1.3.3 Waves CLA-2A test sonuçları

Waves CLA-2A tüm frekans bölgeleri ve genlik değerlerinde benzer zamanlama süreleri göstermektedir. CLA-2A, PuigChild 660 ve CLA-76 ile karşılaştırıldığında daha hızlı bir atak süresine sahip olduğu gözlemlenecektir. Fakat CLA-2A'nın ataktan sonra tam kompresyona ulaşması diğer kompresörlere göre daha yavaş gerçekleşmektedir.

Yapılan testlerde CLA-2A'nın farklı genlik değerlerinde aynı zamanlama davranışları sergilediği görülmüştür. Bu da CLA-2A'nın otomatik zamanlama ayarının (orijinal donanım kompresörde zamanla ayarlarını T4 adındaki devre elemanı

gerçekleştirmektedir) genliğe göre değil, anlık yapılara göre ayarlandığı sonucunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile CLA-2A'nın hızlı anlık yapılara sahip sinyallerde hızlı zamanlama süreleri, daha yavaş anlık yapılara sahip sinyallerde ise daha yavaş zamanlama davranışları gösterdiği düşünülmektedir.

Zamanlama testlerindeki THD değerleri incelendiğinde, 100 Hz test sinyalinde en düşük THD değerine sahip sinyalin nominal seviyede (-18 dBFS) olduğu görülmektedir. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde ise THD değerleri sinyal genliği ile paralel olarak artmaktadır. Bu da kompresöre düşük frekanslarda nominal seviyenin üstünde ya da altında bir giriş sinyali gönderildiğinde, kompresörün sinyalde daha yüksek oranda bir harmonik bozulma göstereceği sonucunu vermektedir.

Şekil 3.138'de bulunan şekilde tüm frekans bölgelerindeki ortalama THD değerleri incelendiğinde ise en yüksek THD değerine sahip sinyalin 100 Hz, en düşük değere sahip sinyalin ise 1 kHz olduğu gözlemlenmektedir. Bu bağlamda Waves CLA-2A, sinyalde en yüksek bozulma oranını düşük frekanslarda gerçekleştirmektedir.

3.1.4 Waves dbx 160 testleri

Bu testlerde Waves dbx 160'a 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerlerinde, -34 dBFS'den -24 dBFS'e, -28 dBFS'den -18 dBFS'e ve -22 dBFS'den -12 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren sinüs test sinyalleri gönderilmiştir.

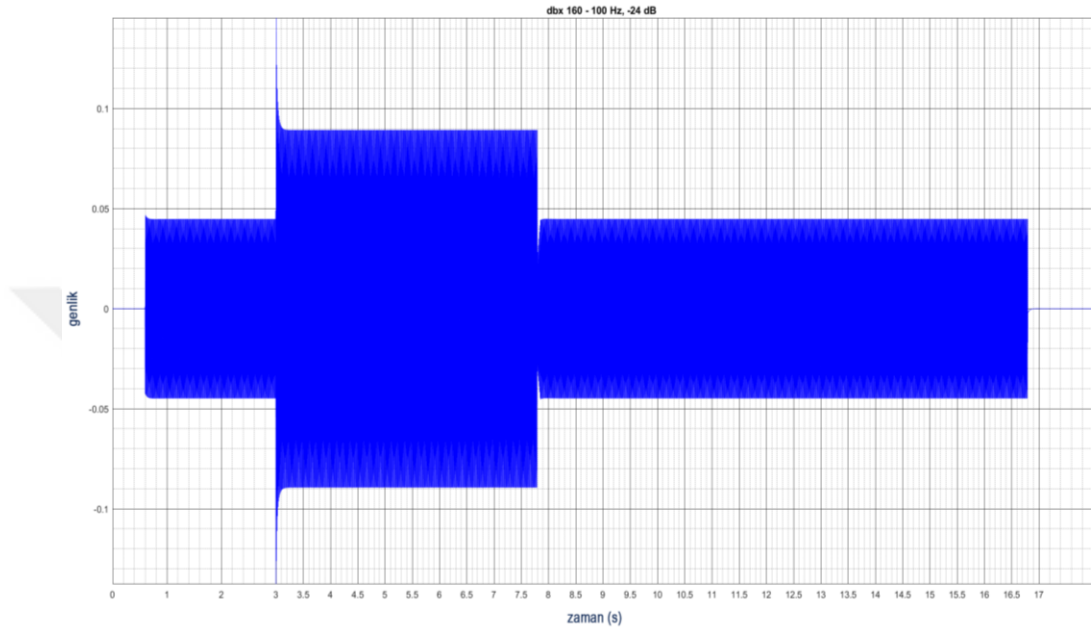
Üç farklı genlik değerinde test sinyali kullanılmasının sebebi, dbx 160'ın da Waves CLA-2A gibi atak ve bırakma parametrelerinin olmaması, zamanlama sürelerini gelen sinyale göre otomatik olarak ayarlamasıdır. Yapılan testlerde üç farklı genlik seviyesinde de benzer atak ve bırakma süreleri gözlemlenirse, kompresörün zamanlama sürelerini genlikten çok giriş sinyalinin anlık yapılara göre belirlediği sonucu ortaya çıkacaktır.

Testlerde kompresör her test sinyaline 4 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı output gain parametresi ile giriş sinyali seviyesine eşitlenmiştir. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak Kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

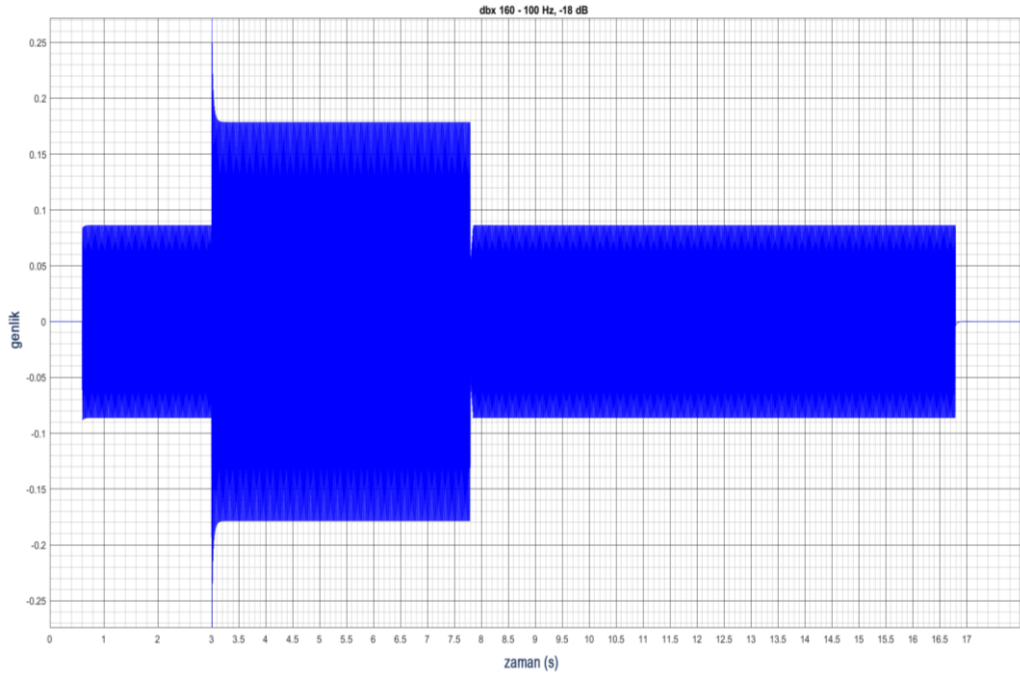
3.1.4.1 Waves dbx 160 zamanlama testleri

100 Hz zamanlama testleri

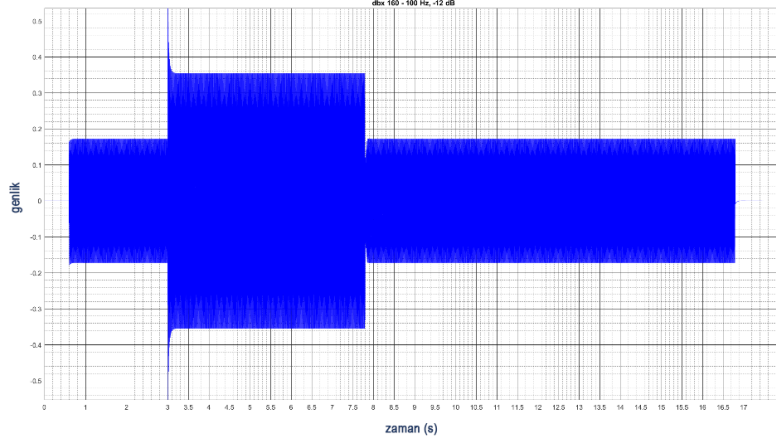
Şekil 3.139 ila 3.141'de Waves dbx 160'ın 100 Hz değerinde, test dahilindeki tüm anlık genlik artışı gösteren sinüs test sinyallerinde oluşturduğu genlik zarfı farkları dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.



Şekil 3.139 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS

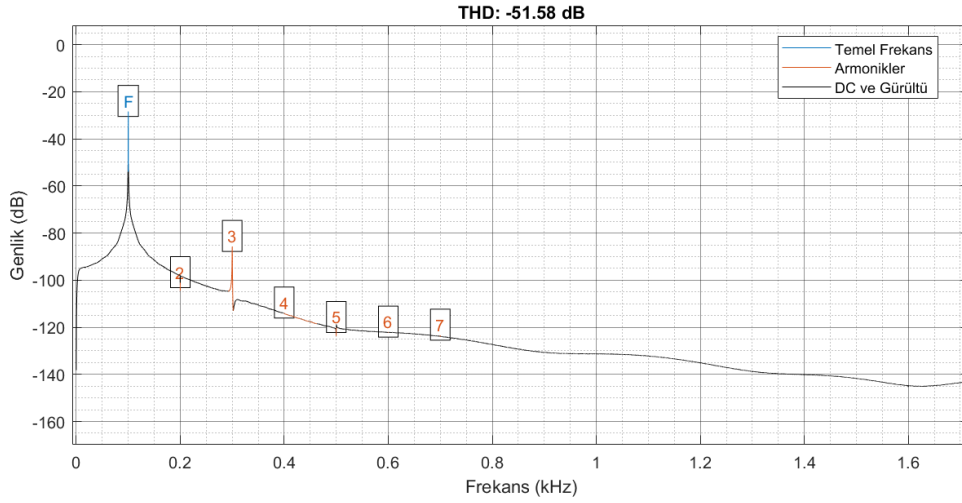


Şekil 3.140 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS

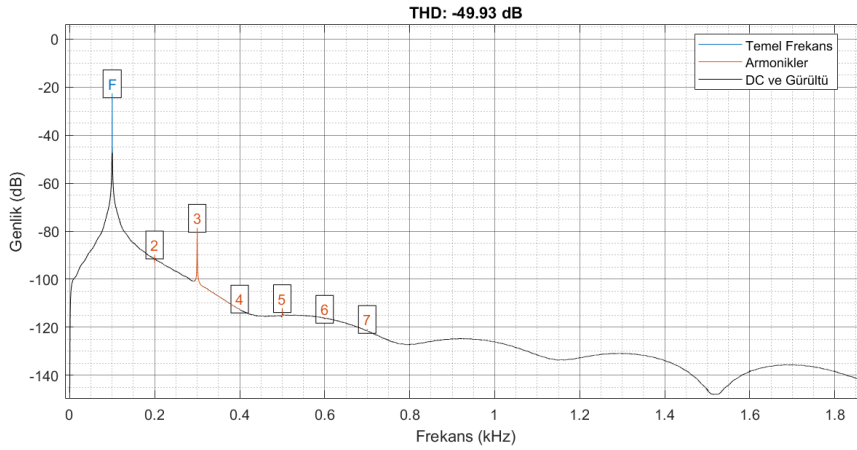


Şekil 3.141 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS

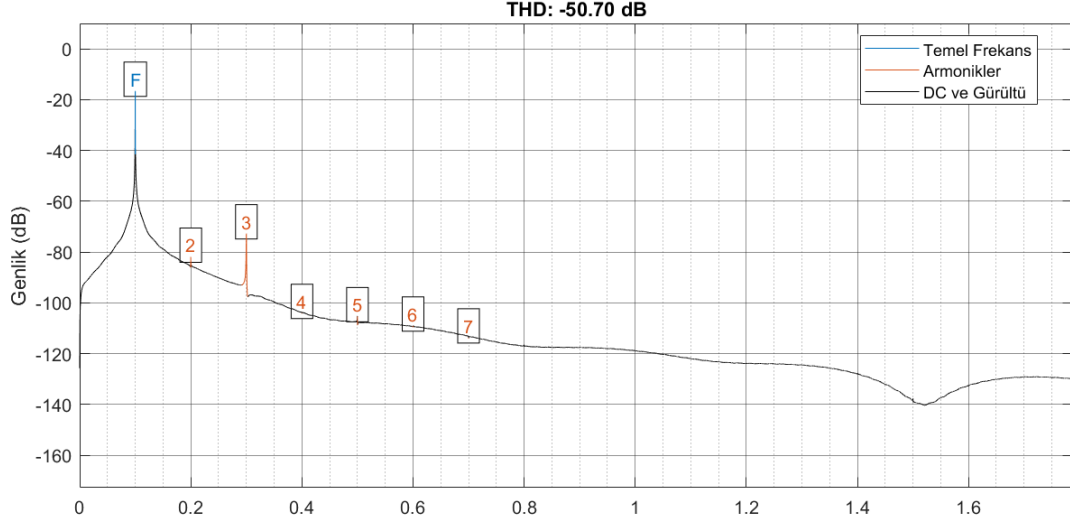
Şekil 3.142 ila 3.144'de zamanlama testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.142 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -24 dBFS THD Değerleri

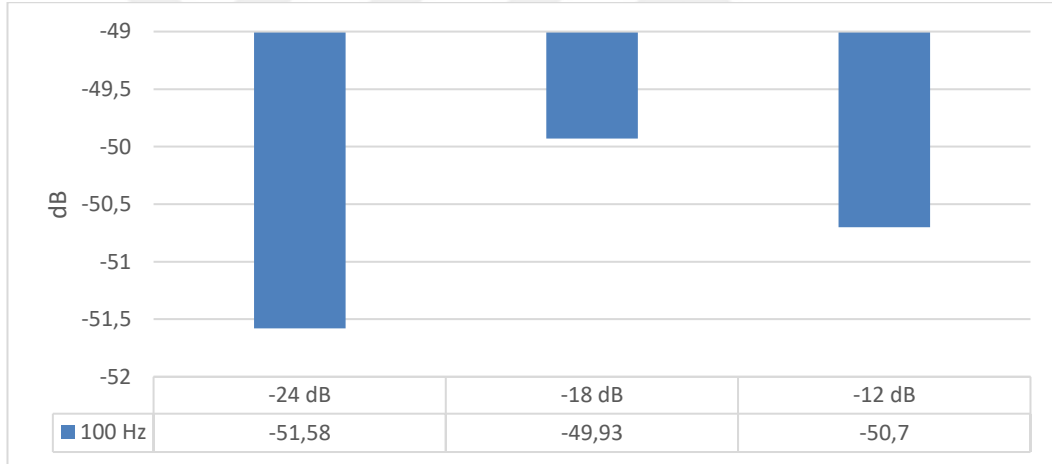


Şekil 3.143 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -18 dBFS THD Değerleri



Şekil 3.144 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, -12 dBFS THD Değerleri

Waves dbx 160'ın 100 Hz zamanlama testlerindeki farklı genliklerde oluşan THD değerleri Şekil 3.145'te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



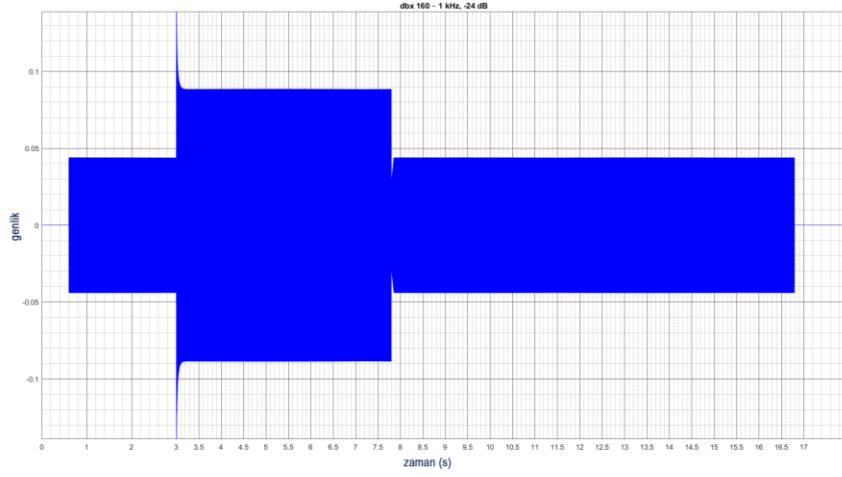
Şekil 3.145 Waves dbx 160, 100 Hz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri

Şekil 3.145 incelendiğinde Waves dbx 160 100 Hz değerindeki test sinyallerinde en yüksek harmonik bozulmayı profesyonel ses cihazları için nominal seviye olarak kabul edilen -18 dB'de göstermektedir.

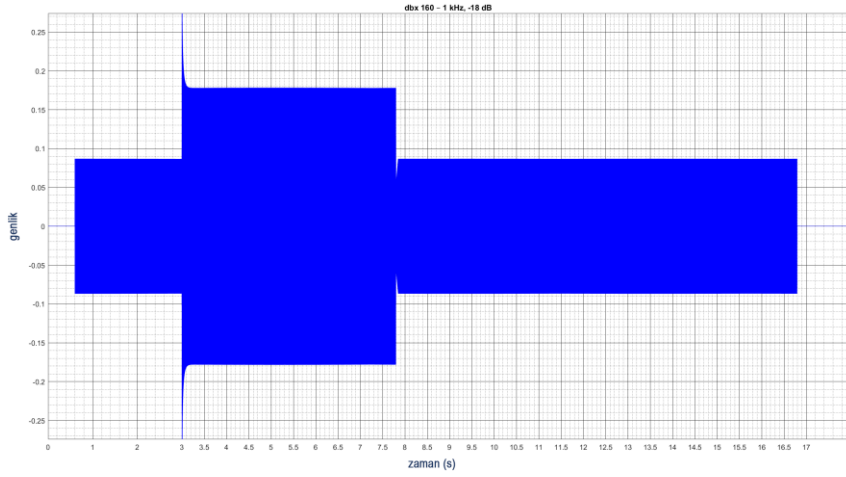
1 kHz zamanlama testleri

Şekil 3.146 ila 3.148'de Waves dbx 160'ın 1 kHz değerinde, test dahilindeki tüm anlık genlik artışı gösteren sinüs test sinyallerinde oluşturduğu genlik zarfı farkları dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir.

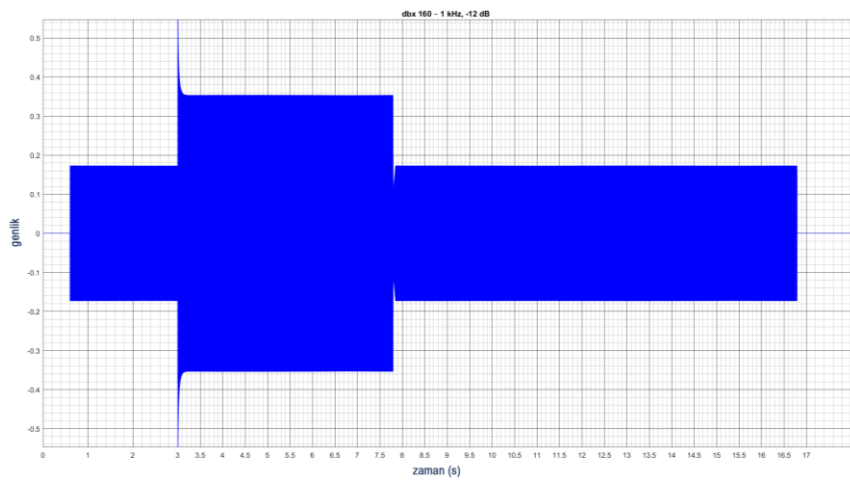
Şekil 3.149'de ise bu değerler karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



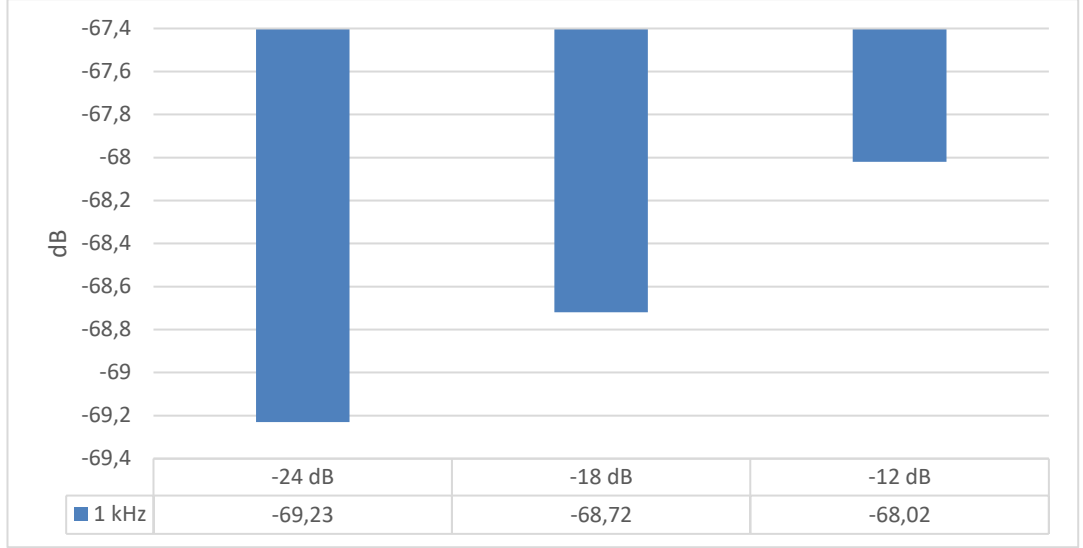
Şekil 3.146 Waves dbx 160, 1 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS



Şekil 3.147 Waves dbx 160 Zamanlama Testi, 1 kHz, -18 dBFS



Şekil 3.148 Waves dbx 160 Zamanlama Testi, 1 kHz, -12 dBFS

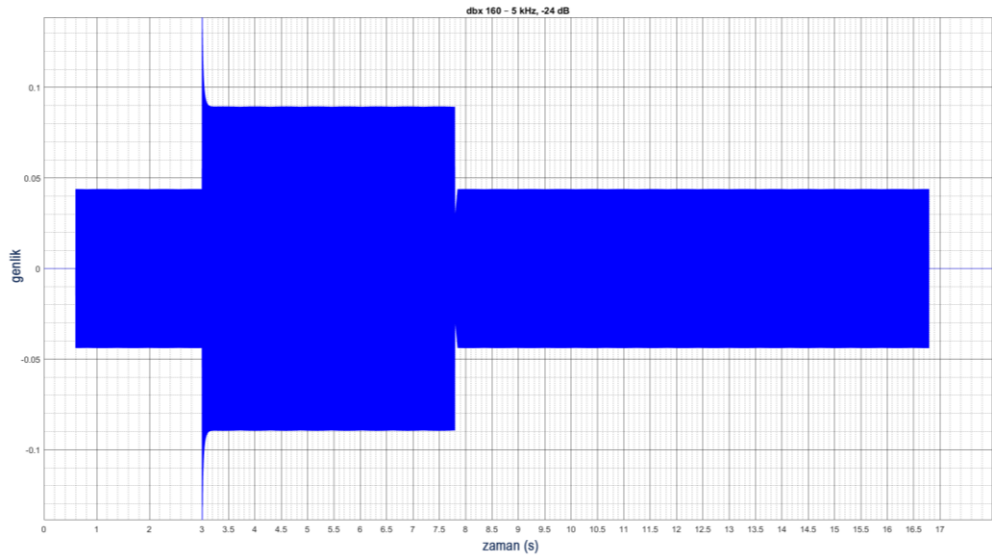


Şekil 3.149 Waves dbx 160, 1 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri

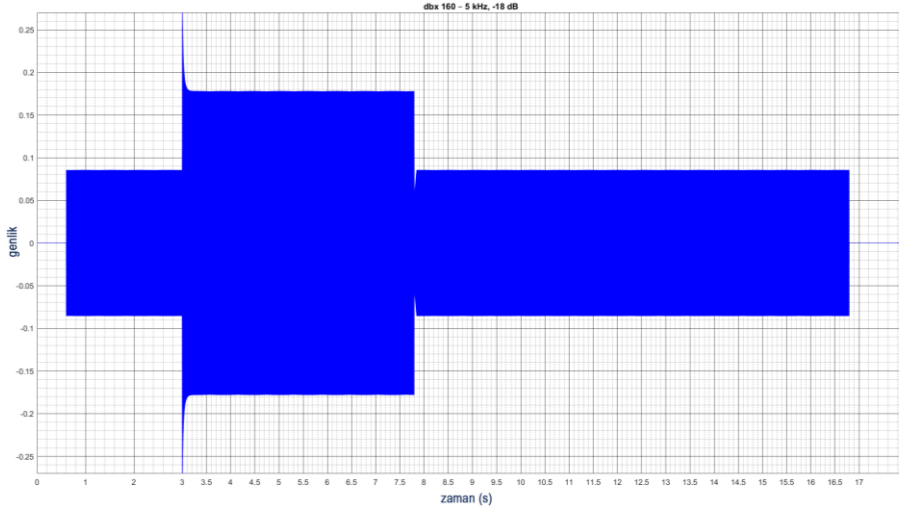
Şekil 3.149 incelendiğinde Waves dbx 160, 100 Hz zamanlama testinin aksine 1 kHz değerindeki test sinyalinde en yüksek harmonik bozulmayı -12 dB'de gerçekleştirmektedir.

5 kHz zamanlama testleri

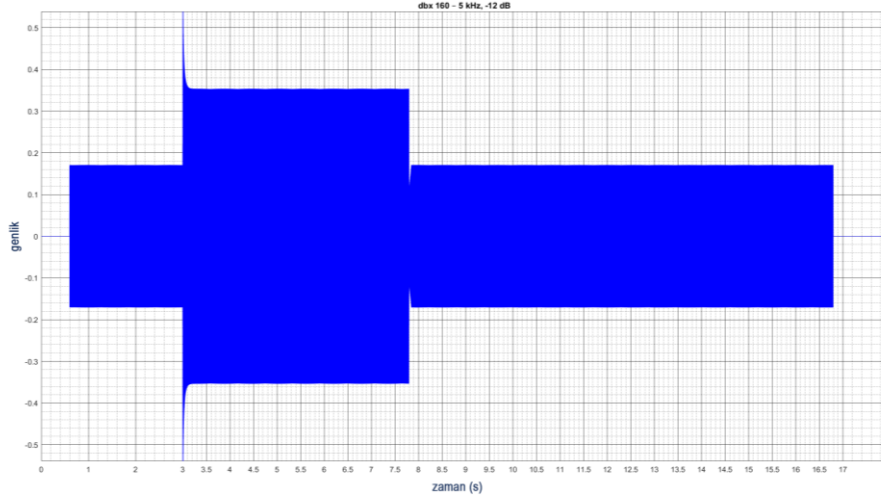
Şekil 3.150 ila 3.152'de Waves dbx 160'ın 5 kHz değerinde, test dahilindeki tüm anlık genlik artışı gösteren sinüs test sinyallerinde oluşturduğu genlik zarfı farkları dalga formu görüntüleriyle gösterilmektedir. Şekil 3.153'de ise test sonrasında sinyalde ortaya çıkan harmonik bozulma seviyeleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



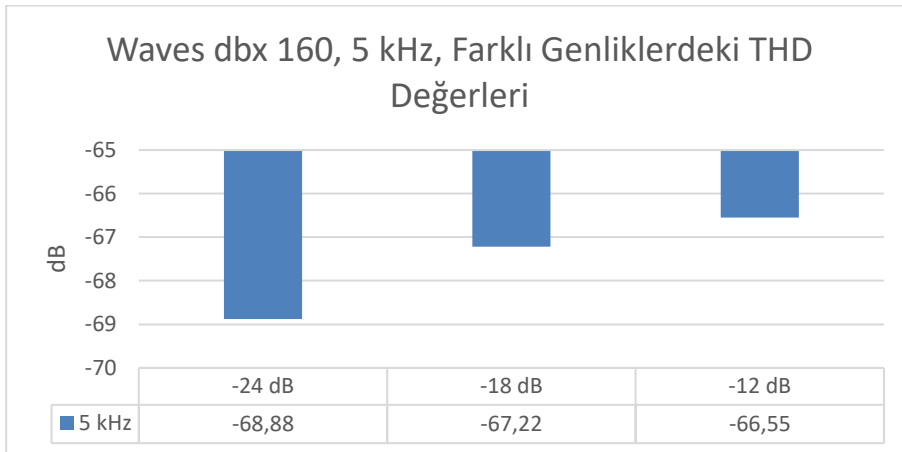
Şekil 3.150 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -24 dBFS



Şekil 3.151 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -18 dBFS



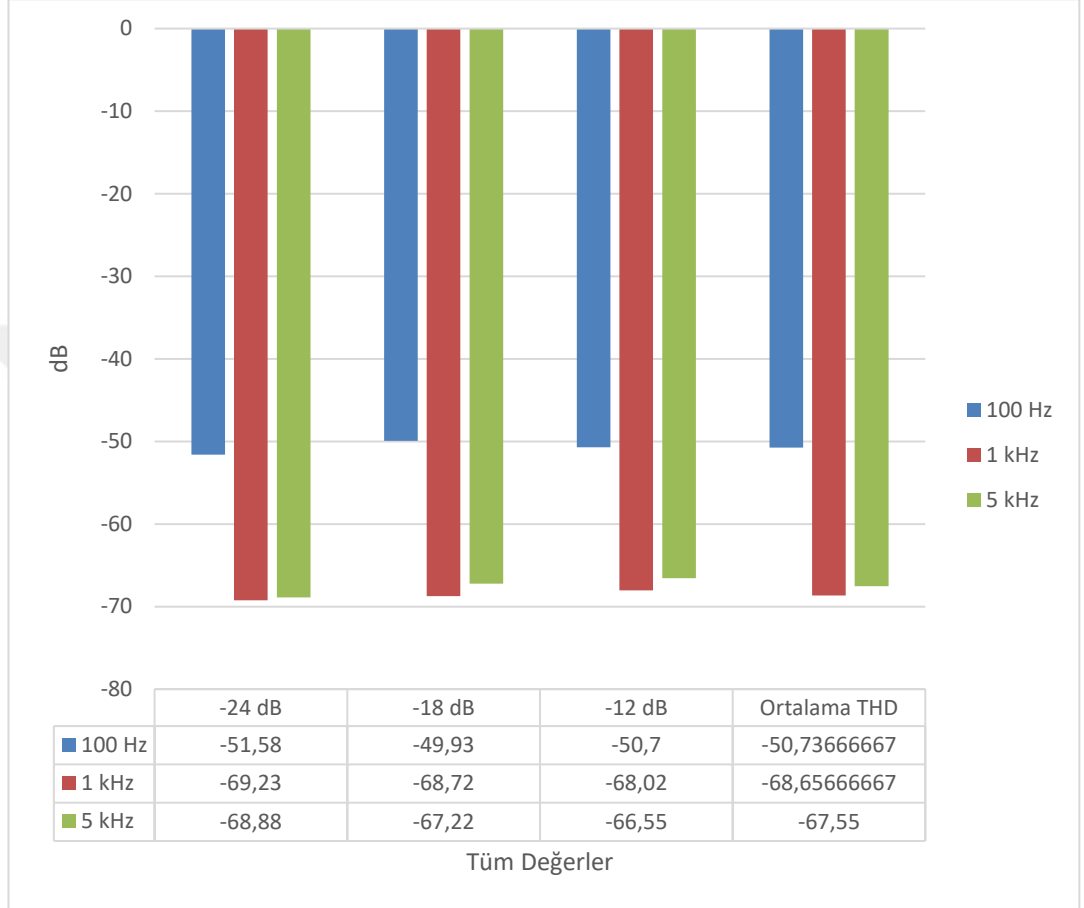
Şekil 3.152 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, -12 dBFS



Şekil 3.153 Waves dbx 160, 5 kHz Zamanlama Testi, Farklı Genliklerdeki THD Değerleri

Şekil 3.153 incelendiğinde Waves dbx 160 1 kHz zamanlama testlerinde olduğu gibi en yüksek toplam harmonik bozulma değerini -12 dB değerindeki test sinyalinde göstermektedir.

Şekil 3.154'te ise 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz zamanlama testlerinde ortaya çıkan THD değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 3.154 Waves dbx 160'ın Zamanlama Testleri Farklı Frekans ve Genlik Değerlerindeki THD Değerleri

Dalga formu görüntüleri incelendiğinde Waves dbx 160'ın hızlı zamanlama tepkilerine sahip olduğu gözlemlenecektir. Diğer tüm kompresörlerde olduğu gibi dbx 160'da da 5 kHz frekans değerine sahip sinüs test dalgasında genlik değerinde küçük değer sapmaları gözlemlenmektedir.

Waves dbx 160'ın farklı genlik değerlerinde aynı zamanlama davranışları sergilediği görülmüştür. Bu da dbx 160'ın otomatik zamanlama ayarının genliğe göre değil, anlık yapılaraya göre ayarlandığı sonucunu vermektedir.

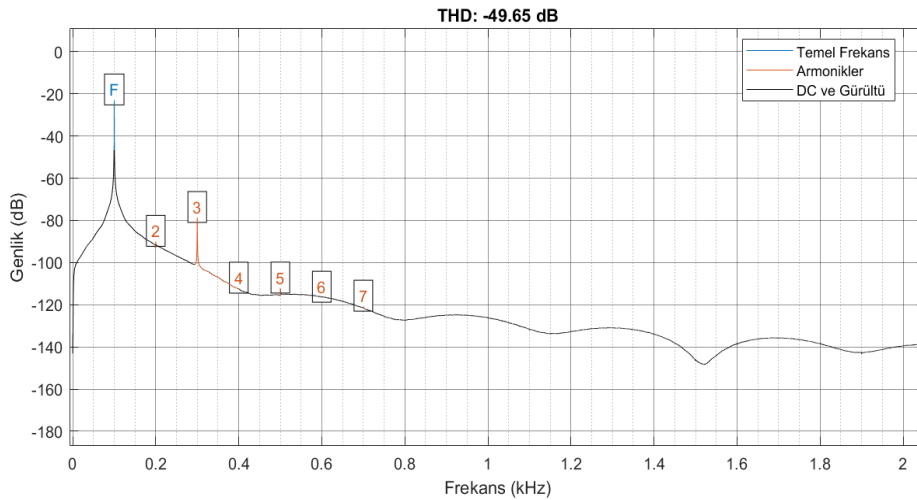
Zamanlama testleri sırasında oluşan, tüm frekans değerlerinin ortalama THD seviyelerinde en yüksek THD değerine sahip sinyalin 100 Hz, en düşük THD değerine sahip sinyalin 1 kHz olduğu gözlemlenmektedir.

3.1.4.2 Waves dbx 160 gain reduction testleri

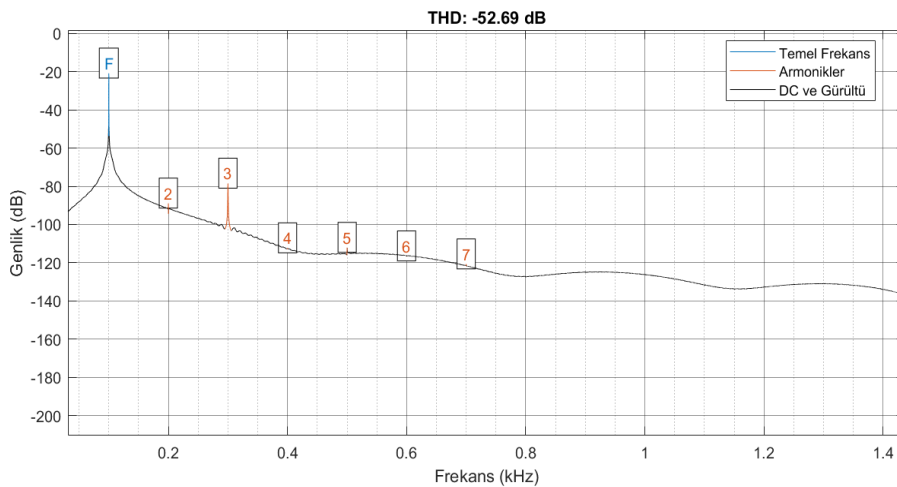
Bu testlerde Waves dbx 160'a 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz değerinde, -28 dBFS'den -18 dBFS'e anlık genlik artışı gösteren üç adet sinüs test sinyali gönderilmiştir. GR ile sinyalde oluşan genlik kaybı output gain parametresi ile giriş sinyalinin seviyesine eşitlenmiştir. Daha sonra kompresörün 3 dB GR, 6 dB GR ve 9 dB GR uyguladığı üç adet işlenmiş sinyal çıktısı alınmıştır. Giriş ve çıkış seviyesi ± 0.1 dB fark gösterebilmektedir. Son olarak kompresör uygulanmış çıktılar MATLAB aracılığı ile analiz edilip veriler elde edilmiştir.

100 Hz gain reduction testleri

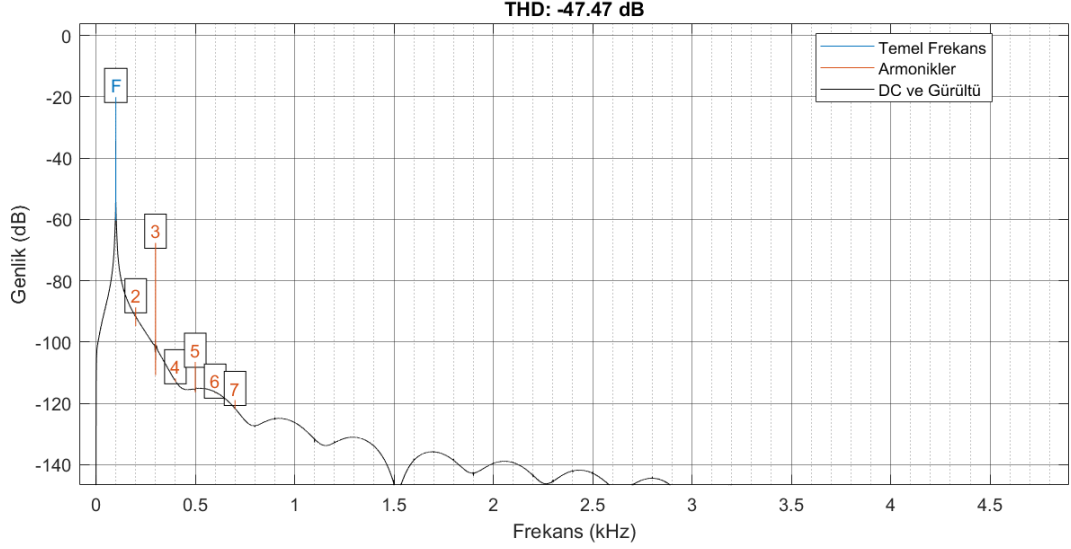
Şekil 3.155 ila 3.157'deki görsellerde gain reduction testleri sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri, Şekil 3.158'deyse bu değerlerin karşılaştırmalı tablosu gösterilmiştir.



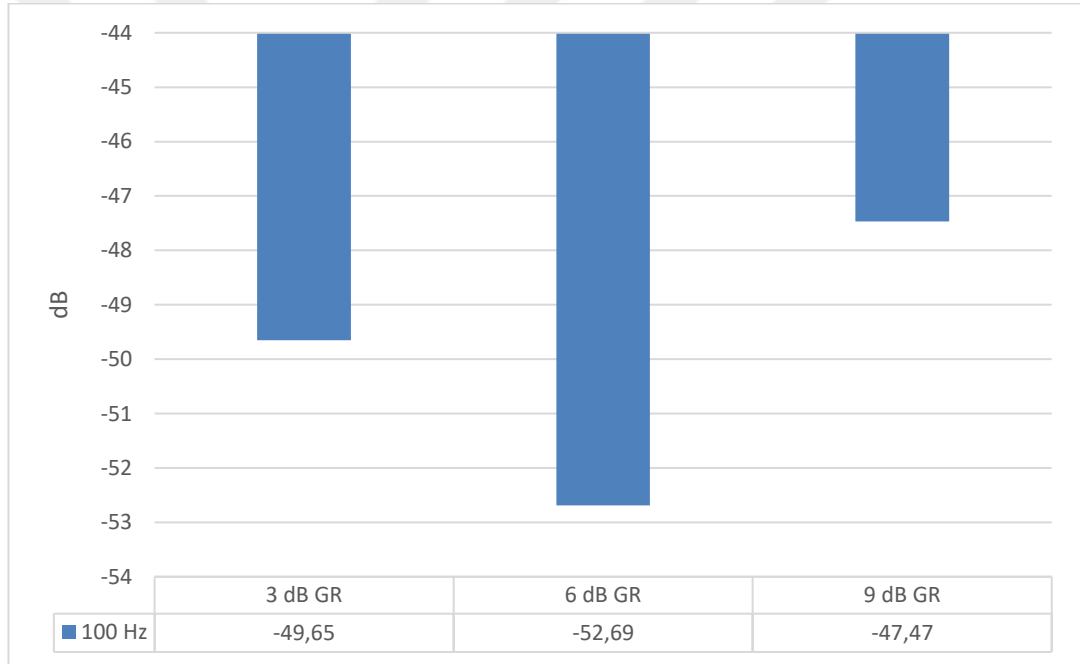
Şekil 3.155 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.156 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.157 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri

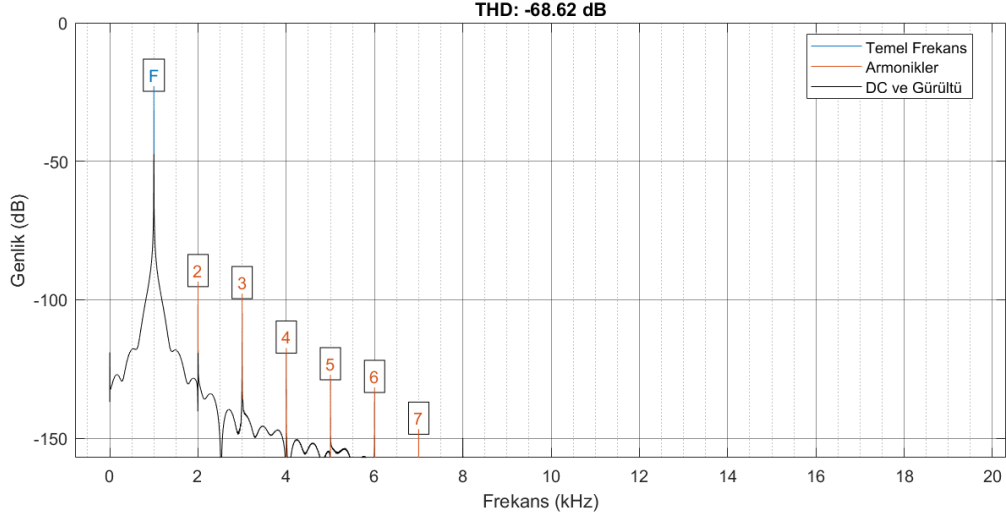


Şekil 3.158 Waves dbx 160, 100 Hz Gain Reduction Testi, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri

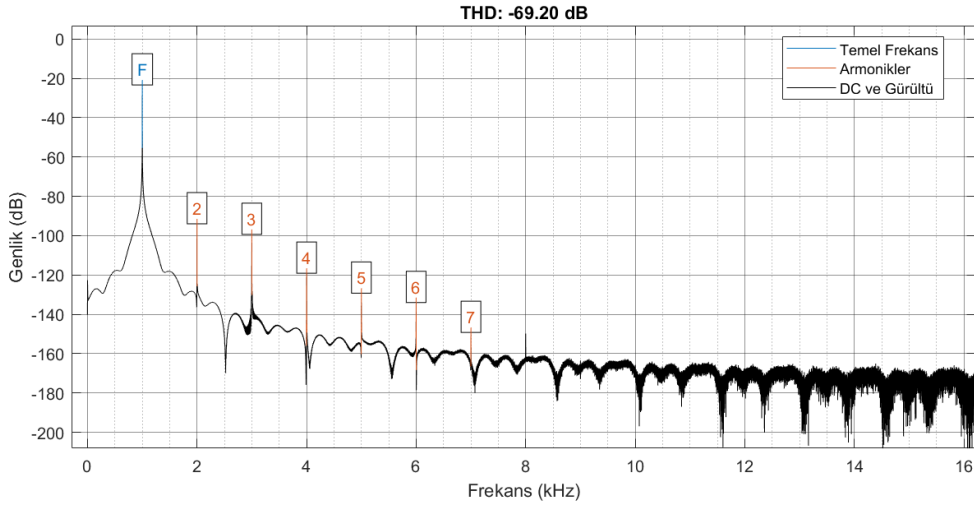
Şekil 3.158 incelendiği zaman 100 Hz değerindeki test sinyallerinde en düşük toplam harmonik bozulma değeri gösteren sinyalin 6 dB GR uygulanan sinyal olduğu gözlemlenecektir.

1 kHz gain reduction testleri

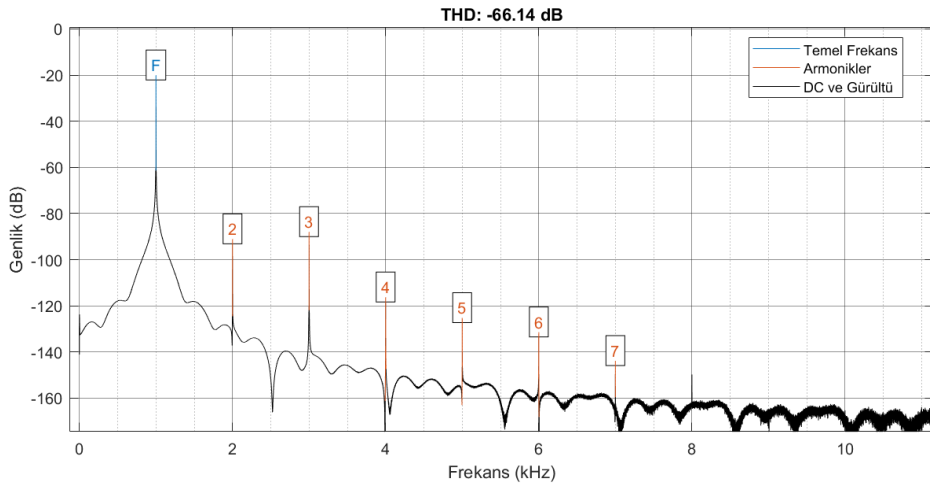
Şekil 3.159 ila 3.161'deki görsellerde 1 kHz gain reduction testleri sonrasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri, Şekil 3.162'de ise bu değerlerin karşılaştırmalı tablosu gösterilmiştir.



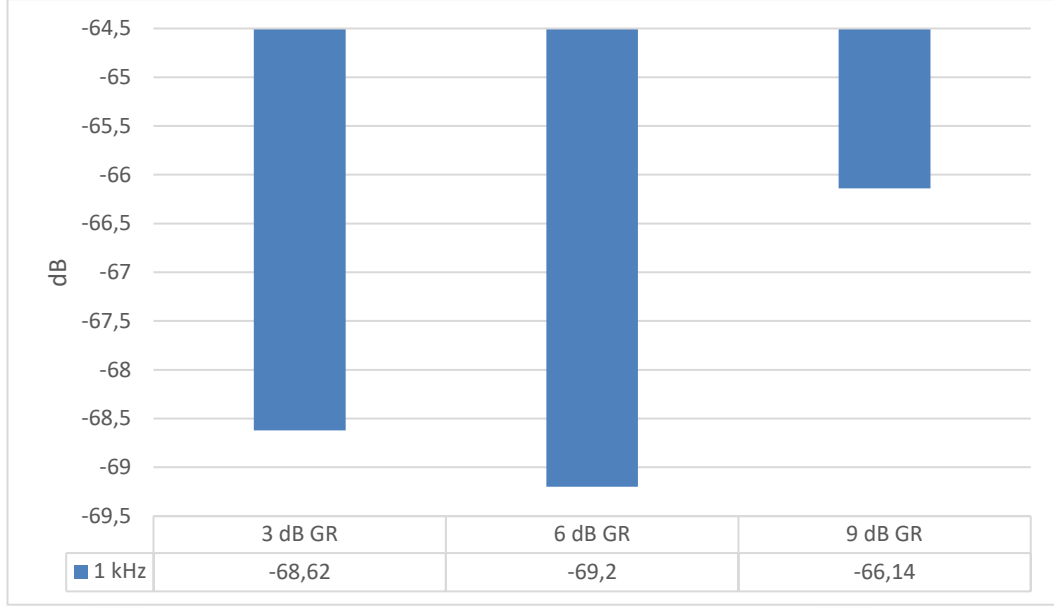
Şekil 3.159 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.160 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.161 Waves dbx 160, 1 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri

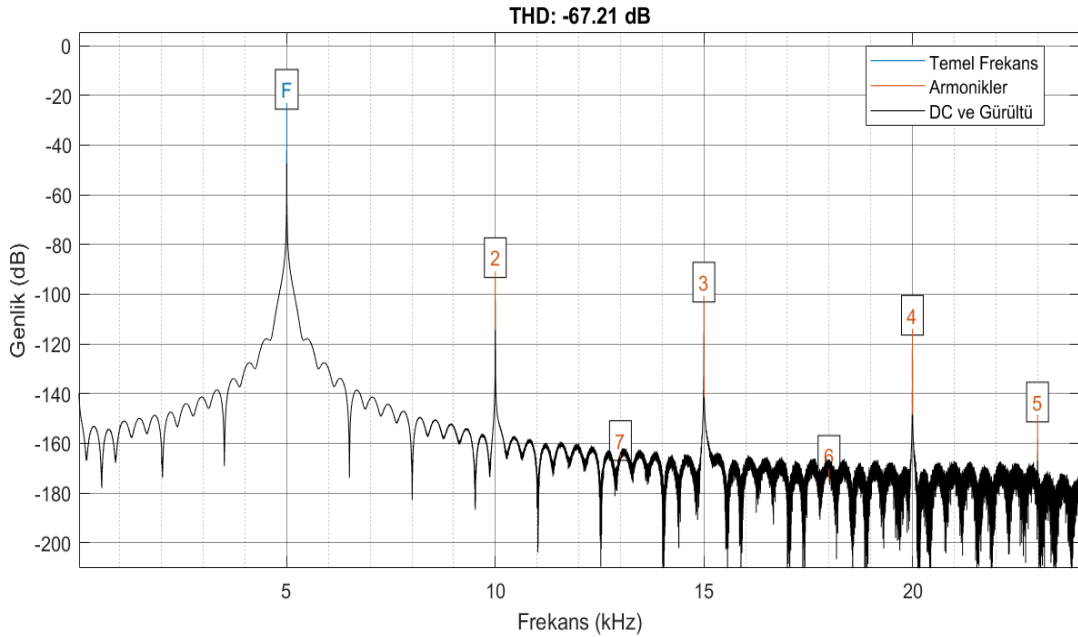


Şekil 3.162 Waves dbx 160, 1 kHz, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri

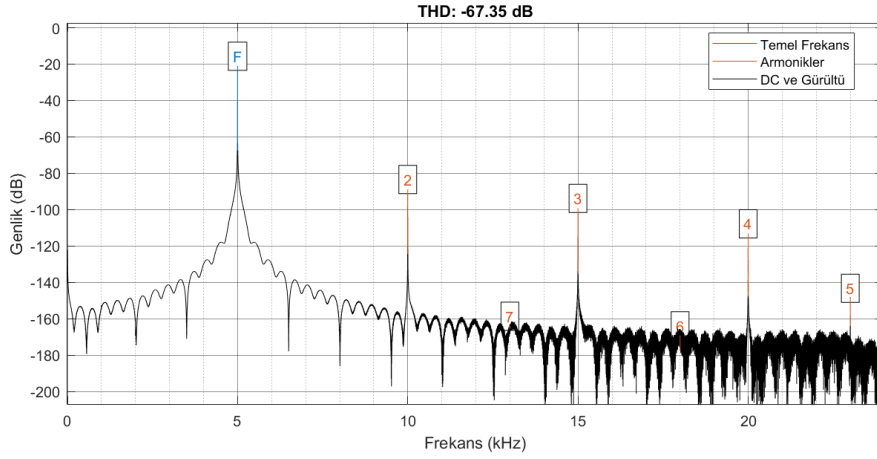
Şekil 3.162 incelendiğinde, 100 Hz gain reduction testinde olduğu gibi 1 kHz gain reduction testlerinde de yine en düşük THD değerine sahip test sinyalinin 6 dB GR uygulanan sinyal olduğu gözlemlenecektir.

5 kHz gain reduction testleri

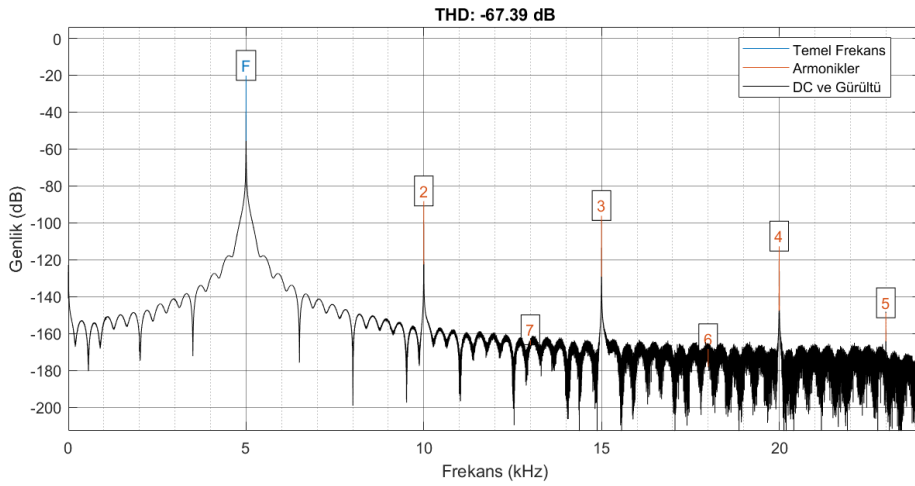
Waves dbx 160 5 kHz gain reduction testleri sırasında sinyalde ortaya çıkan THD değerleri Şekil 3.163 ila 3.165'teki görsellerde, Şekil 3.166'da ise bu değerlerin karşılaştırmalı tablosu gösterilmiştir.



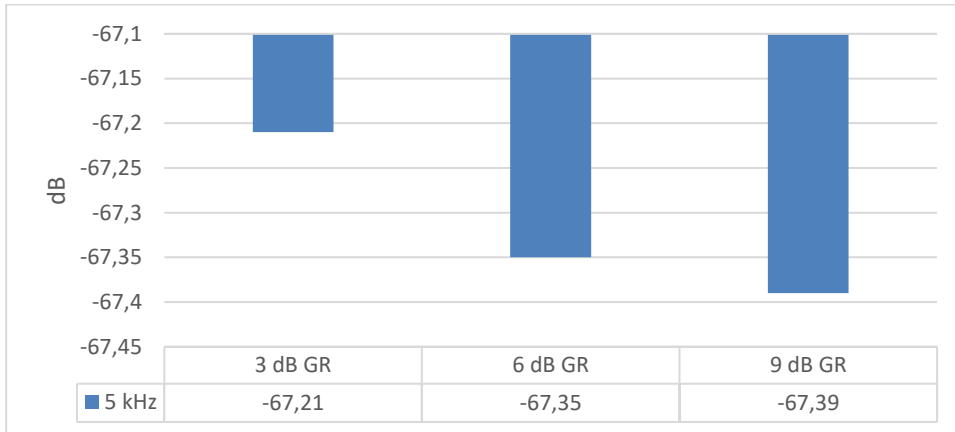
Şekil 3.163 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 3 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.164 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 6 dB GR THD Değerleri



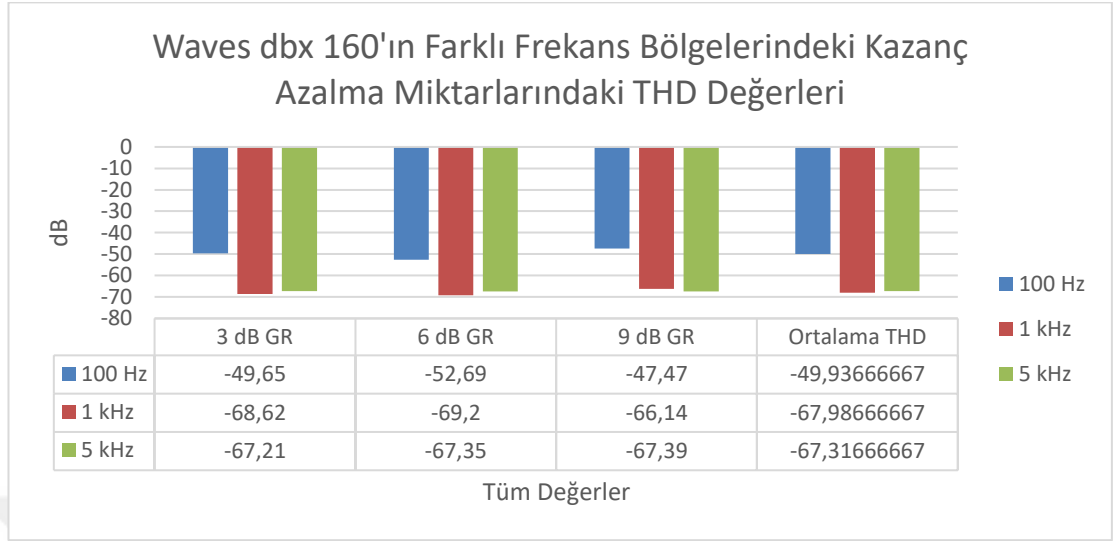
Şekil 3.165 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, 9 dB GR THD Değerleri



Şekil 3.166 Waves dbx 160, 5 kHz Gain Reduction Testi, Farklı GR Miktarlarındaki THD Değerleri

Şekil 3.166 incelendiğinde, Waves dbx 160'ın 100 Hz ve 1 kHz gain reduction testlerinin aksine 5 kHz gain reduction testlerinde en düşük THD küçük bir farkla 9 dB GR uygulanan sinyalde gözlemlenmektedir.

Şekil 3.167'de 100 Hz, 1 kHz ve 5 kHz zamanlama testlerinde ortaya çıkan THD değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 3.167 Waves dbx 160'ın Farklı Frekans Bölgelerindeki Kazanç Azalma Miktarlarındaki THD Değerleri

Şekil 3.167'deki THD değerleri incelendiğinde, 100 Hz ve 1 kHz sinyallerde en yüksek THD değerinin 9 dB GR'de, en düşük THD 6 dB GR'de olduğu görülecektir. 5 kHz test sinyalinde ise bu sıralama değişmekte ve en yüksek THD değeri 3 dB GR'de, en düşük değer ise 9 dB GR'de gözlemlenmektedir.

Yine Şekil 3.167'de bulunan ortalamalar incelendiğinde Waves dbx 160'ın sinyalde en yüksek bozulmayı alt frekans bölgesinde gerçekleştirdiği görülmektedir.

3.1.4.3 Waves dbx 160 test sonuçları

Zamanlama testlerindeki dalga formu görüntüleri incelendiğinde Waves dbx 160'ın bırakma süresinin diğer kompresörlere göre daha hızlı olduğu görülmektedir.

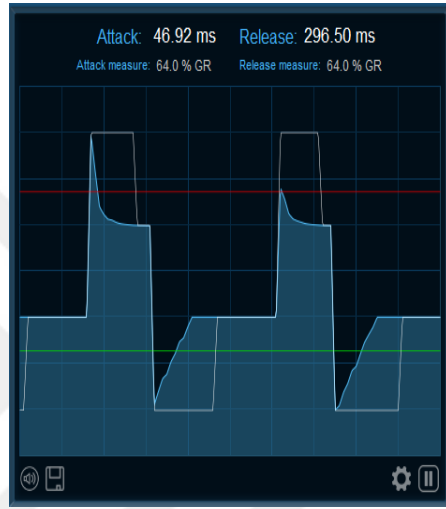
Elde edilen veriler sonucunda farklı genliklerdeki test sinyallerinde (-24 dBFS, -18 dBFS ve -12 dBFS) çok yüksek oranda aynı zamanlama süreleri gösteren Waves dbx 160'ın otomatik zamanlama sürelerini anlık yapılaraya göre uyguladığı düşünülmektedir.

Zamanlama ve gain reduction testlerinde en yüksek THD değerleri 100 Hz test sinyalinde ortaya çıkmıştır. GR testlerinde elde edilen ortalama THD sonuçları 100 Hz -49,94 dB THD, 1 kHz -67,99 dB THD ve 5 kHz -67,32 dB THD şeklindedir. Bu da dbx 160'ın alt frekans bölgesinde sinyalde daha çok bozulma gerçekleştirdiği anlamına gelmektedir.

3.2 Kompresörlerin Karşılaştırılması

Bu bölümde gerçekleştirilen testlerde Waves PuigChild 660, Waves CLA-76, Waves CLA-2A ve Waves dbx 160, zamanlama ve THD değerleri bağlamında karşılaştırılacaktır.

Zamanlama testlerinde LetiMix Compressor Measurement Toolbox (LetiMix CMT) ve LetiMix CMT Test Tone eklentileri ile kompresörlerin en hızlı ve yavaş atak-bırakma değerleri ölçülecektir. Şekil 3.168'de LetiMix CMT ve Şekil 3.169'da LetiMix CMT Test Tone eklentilerinin ekran görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.168 LetiMix CMT



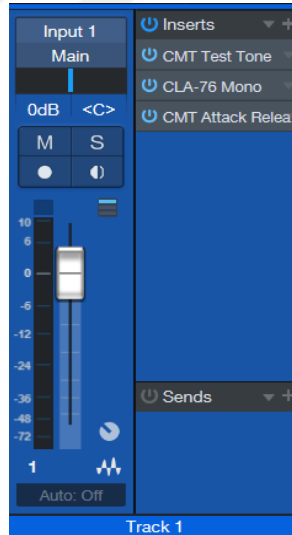
Şekil 3.169 LetiMix CMT Test Tone

Zamanlama karşılaştırma testleri için önce DAW üzerinde açılan bir ses kanalının *insert* kısmına LetiMix CMT Test Tone eklenir. Bu eklenti istenilen frekans ve genlik değerinde sinüs dalgası üreten bir ton jeneratörüdür. *Insert* bölümünün sinyal akışında CMT Test Tone'dan sonra ikinci eklenti olarak kompresör eklenir. Böylece

CMT test tone ile üretilen test sinyali kompresöre gönderilir. Kompresör, gelen test sinyaline kompres işlemini gerçekleştirdikten sonra sinyal akışında üçüncü sırada olan LetiMix CMT'ye gönderilir. LetiMix CMT ise kompresörün atak ve bırakma sürelerini ölçer. CMT Test Tone oluşturulan sinyalde iki farklı genlik değeri sunmaktadır. Bunlar yüksek seviye ve düşük seviye olarak adlandırılmaktadır. Düşük seviye için önerilen genlik değeri -25 dB, yüksek seviye için -5 dB'dir. CMT test tone ile üretilen test sinyali, bölüm 3.1'de gerçekleştirilen zamanlama testlerinde olduğu gibi önce düşük seviyede (-25 dB) devam eder ve daha sonra sinyal anlık olarak genlik artışı gösterip yüksek seviyeye (-5 dB) ulaşır ve bu periyodik olarak devam eder. Her iki seviyenin kaç saniye boyunca devam edeceği CMT test tone ile ayarlanabilmektedir. Böylece geç atak ve geç bırakma süreleri net olarak ölçülebilmektedir. Atak ve bırakma ölçümlerinin doğru sonuç verebilmesi için tavsiye edilen CMT Test Tone genlik seviyeleri -25 dB ve -5 dB'dir. Kompresörün eşik ayarınının -18 dB'de olması ve kompresörün 5 ila 15 dB arasında bir kazanç azaltma değeri göstermesi tavsiye edilmektedir (LetiMix Catalogue).

Dolayısıyla yapılan testlerde CMT Test Tone'da yüksek seviye -5 dB, düşük seviye -25 dB ve GR değeri 10 dB GR olarak belirlenmiştir.

Şekil 3.170'de zamanlama testleri için kullanılan sinyal akışı gösterilmiştir.



Şekil 3.170 LetiMix CMT Sinyal Akışı

3.2.1 THD karşılaştırmaları

Kompresörlerin THD bağlamında birbirleriyle karşılaştırılmasında Bölüm 3.1'de bulunan gain reduction testlerindeki tüm frekans değerlerinde (100 Hz, 1 kHz, 5 kHz) elde edilen veriler ve tüm verilerin ortalamaları karşılaştırılacaktır. Böylece

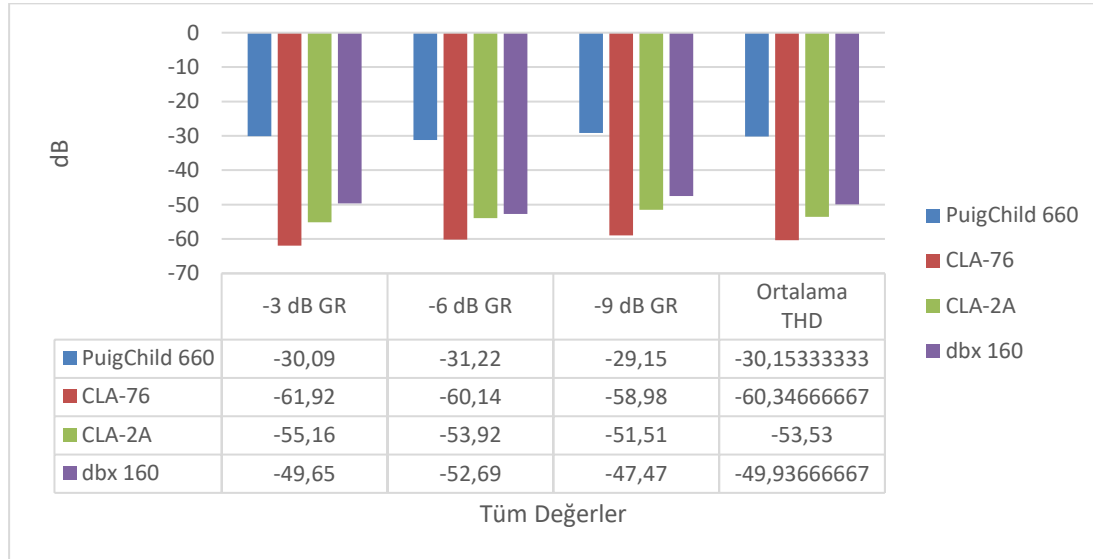
kompresörlerin farklı frekans bölgelerindeki THD davranışları ve genel ortalamadaki THD değerlerinin karşılaştırmalı verileri elde edilecektir.

THD karşılaştırma testlerinde belirlenen parametreler Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

	PuigChild 660	CLA-76	CLA-2A	dbx 160
Frekans Bölgeleri	100 Hz, 1 kHz, 5 kHz	100 Hz, 1 kHz, 5 kHz	100 Hz, 1 kHz, 5 kHz	100 Hz, 1 kHz, 5 kHz
Genlik Artışı	-28 dBFS'den -18 dBFS'e	-28 dBFS'den -18 dBFS'e	-28 dBFS'den -18 dBFS'e	-28 dBFS'den -18 dBFS'e
GR	-3 dB GR, -6 dB GR, -9 dB GR	-3 dB GR, -6 dB GR, -9 dB GR	-3 dB GR, -6 dB GR, -9 dB GR	-3 dB GR, -6 dB GR, -9 dB GR
Zamanlama	TC 2	OA-OR	-	-

Tablo 3.1 THD Karşılaştırma Parametreleri

Şekil 3.171'de de 100 Hz gain reduction testleriyle tüm kompresörlerde elde edilen THD değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

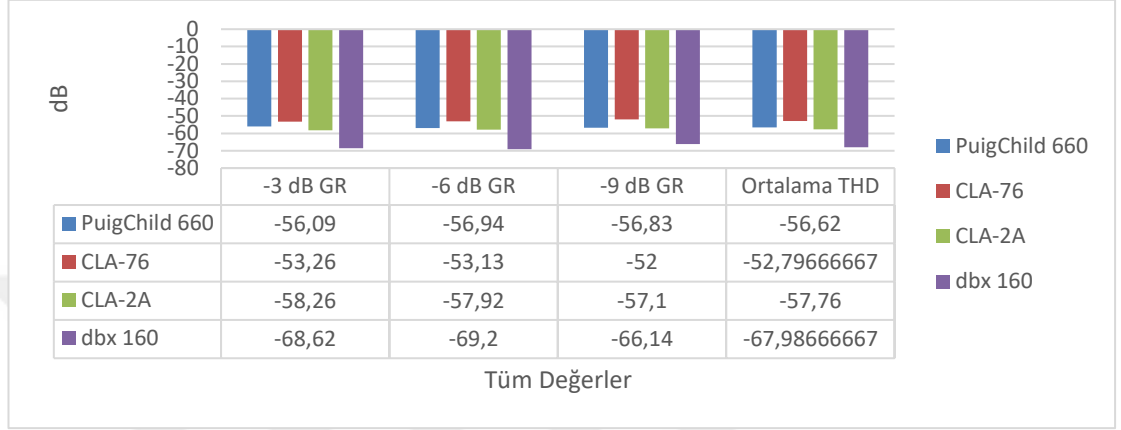


Şekil 3.171 100 Hz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri

Şekil 3.171'de bulunan 100 Hz THD değerleri incelendiğinde bu frekans bölgesinde en yüksek THD değerine sahip kompresörün -30.153 dB THD ortalamayla Waves PuigChild 660 olduğu görülmektedir. Bu frekans bölgesinde en yüksek ikinci THD

değeri -49.93 dB THD ortalama ile Waves dbx 160'a aittir. VCA kompresörlerin transparan yapılara sahip olduğu bilinmektedir fakat yapılan testlerde alt frekans bölgesinde Waves dbx 160 araştırma dahilindeki FET ve optik kompresörlere göre daha yüksek seviyede THD değeri göstermiştir.

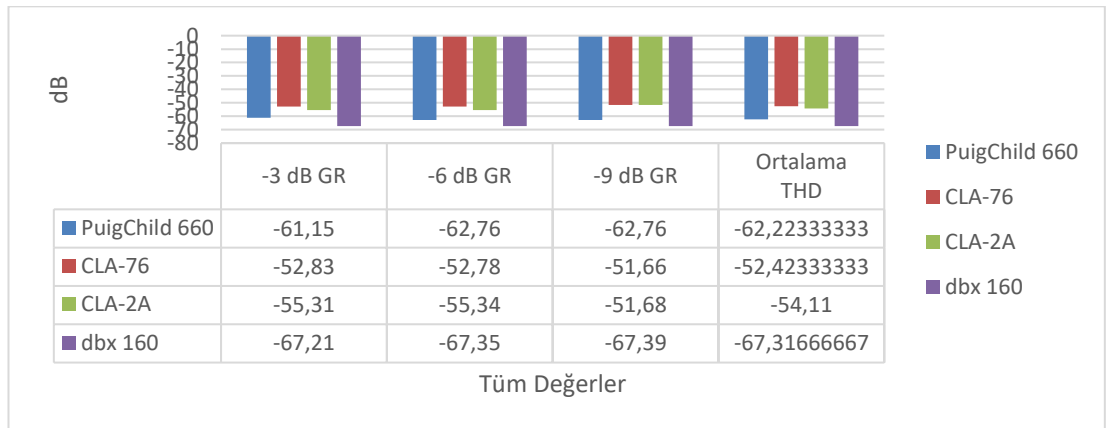
Şekil 3.172'de ise 1 kHz gain reduction testleriyle tüm kompresörlerde elde edilen THD değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.172 1 kHz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri

Şekil 3.172'de bulunan 1 kHz THD değerleri incelendiğinde ise bu frekans bölgesinde en yüksek THD değerine sahip kompresörün -52.79 dB THD ortalama ile Waves CLA-76 olduğu görülmektedir. 100 Hz THD ortalamalarında açık farkla en yüksek ortalama gösteren PuigChild 660 orta frekans bölgesinde CLA-76'dan sonra ikinci sırada gelmektedir. CLA-2A ile arasında yaklaşık 10 dB fark bulunan VCA kompresör dbx 160 ise en düşük THD ortalamasına sahiptir.

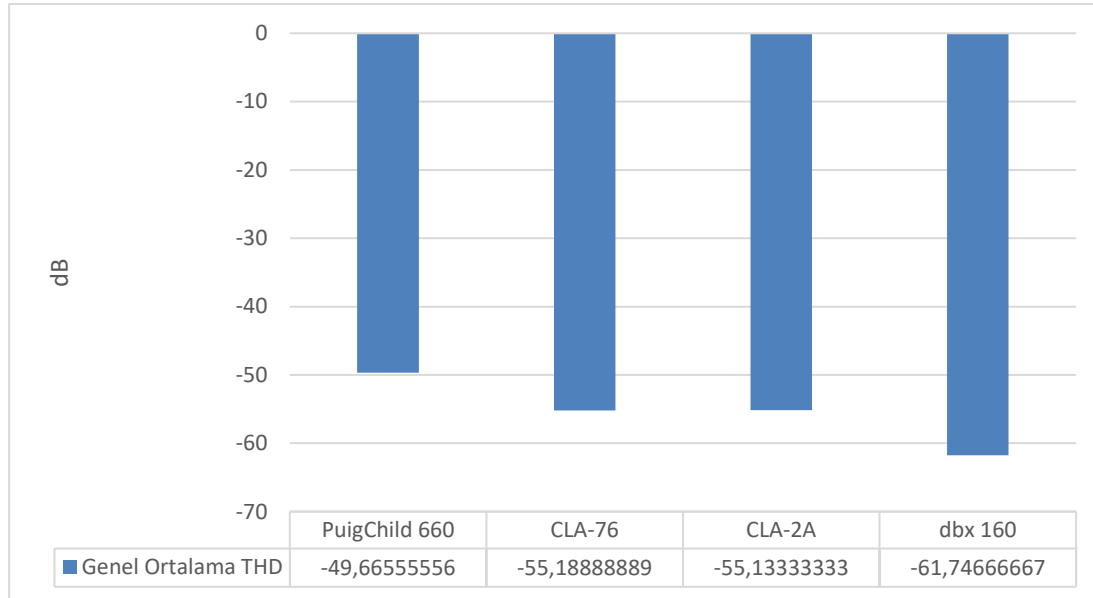
Şekil 3.173'te de 5 kHz gain reduction testleriyle tüm kompresörlerde elde edilen THD değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.173 5 kHz Gain Reduction Testleri, Kompresörlerin Karşılaştırmalı THD Değerleri

Şekil 3.173'te bulunan 5 kHz THD değerleri incelendiğinde ise bu frekans bölgesinde en yüksek THD değerine sahip kompresörün -52.42 dB THD ortalamayla yine Waves CLA-76 olduğu görülmektedir. İkinci en yüksek THD ortalaması -54.11 dB THD ile CLA-2A'ya aittir. Alt frekans bölgesinde diğer kompresörlerle arasında yaklaşık 20 dB fark bulunan PuigChild 660, üst frekans bölgesinde -62.22 dB THD ile üçüncü en yüksek THD ortalamasına sahip kompresör olmuştur. dbx 160 -67.31 dB THD ortalama ile üst frekanslarda en az harmonik bozulma gerçekleştiren kompresör olmuştur.

Son olarak Şekil 3.174'te ise tüm frekans bölgeleri (100 Hz, 1 kHz, 5 kHz) ve tüm GR seviyelerindeki (3 dB GR, 6 dB GR, 9 dB GR) THD değerlerinin ortalamaları alınıp kompresörler karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.174 Tüm Frekans Bölgeleri ve GR Değerlerinin Karşılaştırmalı THD Ortalamaları

Şekil 3.174 incelendiğinde tüm frekans bölgeleri ve GR değerlerinin karşılaştırmalı THD ortalamalarında en yüksek THD değerine sahip kompresörün PuigChild 660 olduğu, CLA-76 ve CLA-2A çok yakın değerlerde THD davranışı gösterdiği ve dbx 160'ın en düşük THD değerine sahip olduğu gözlemlenmektedir.

3.2.2. Zamanlama karşılaştırmaları

Araştırma dahilindeki tüm kompresörler LetiMix CMT ile gerçekleştirilen zamanlama testlerinden elde edilen verilerle karşılaştırılacaktır. Zamanlama karşılaştırma testlerinde belirlenen parametreler Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

	PuigChild 660	CLA-76	CLA-2A	dbx 160
Test Sinyali	1 kHz	1 kHz	1 kHz	1 kHz
Genlik Artışı	-25 dBFS'den - 5 dBFS'e	-25 dBFS'den - 5 dBFS'e	-25 dBFS'den - 5 dBFS'e	-25 dBFS'den - 5 dBFS'e
GR	-10 dB GR	-10 dB GR	-10 dB GR	-10 dB GR
Zamanlama	TC 1 ve TC 5	HA-HR ve GA- GR	-	-

Tablo 3.2 Zamanlama Karşılaştırma Parametreleri

Atak ve bırakma ölçümü için farklı süreler baz alınmaktadır. Genel olarak kompresörlerin genlik değişimlerine ilk olarak ne kadar sürede tepki verdiği ya da belli bir miktar GR seviyesine ulaşması için geçen süreler baz alınmaktadır. Bu testlerde atak ölçümü için kompresörlerin ilk devreye girme süresi, bırakma içinse uygulanan GR seviyesinin %63 azaldığı süre baz alınmıştır⁷.

Kompresörlerin zamanlama karşılaştırmaları Tablo 3.3'te verilmiştir.

	Atak (ms)	Bırakma (ms)
PuigChild 660/TC 1	0.5	58.5
PuigChild 660/TC 5	0.48	170.5
CLA-76/HA-HR	0.56	171.5
CLA-76/GA-GR	0.48	1980
CLA-2A	0.5	66.25
dbx 160	1	70

Tablo 3.3 Kompresörlerin 1 kHz Test Sinyali ile Gerçekleştirilen Zamanlama Karşılaştırmaları

⁷ <https://docs.google.com/document/d/1fUmWiAERzzgdxxbSueuVH6lc8etMTHelrxY8eztnytA/edit>
Erişim Tarihi: 17 Mayıs 2022

Tablo 3.3 incelendiğinde en hızlı bırakma süresinin PuigChild 660'ın TC 1 zamanlama sabitinde olduğu gözlemlenmektedir. En geç bırakma süresinin de CLA-76 GA-GR zamanlama kombinasyonunda olduğu gözlemlenmektedir.

Atak sürelerinde en yavaş zamanlamaya dbx 160, en hızlı zamanlamaya sahip kompresör ve zamanlama sabitleri CLA-76 GA-GR ve PuigChild 660 TC 5'dir. Bu beklenmedik bir sonuç gibi dursa da, baz alınan ölçümün tam GR uygulama süresi değil, kompresörün ilk devreye girdiği süre olduğu hatırlanmalıdır. Bu durumda, geç atak süresi ayarlandığında sinyal seviyesi eşik değerini geçtiği zaman kompresörler devreye hızlı atak süresinden daha hızlı bir şekilde girmektedir. Fakat geç atak, tam kazanç azaltma süresi baz alındığında erken atağa göre daha yavaş hareket etmektedir. Bu durumu daha net görebilmek için Şekil 3.175'te Waves CLA-76'nın hızlı atak ve geç atak süreleri dalga formu görüntüleri ile verilmiştir.



Şekil 3.175 Waves CLA-76, Dalga Formu ile Hızlı Atak ve Geç Atak Karşılaştırması

Şekil 3.175'te yukarıda bulunan yeşil renkli dalga formu görüntüsü hızlı atak, aşağıda bulunan kırmızı renkli dalga formu görüntüsüyse geç atak uygulanmış test sinyallerine aittir. Hızlı atak uygulanan test sinyalinde tepe noktasının geç atağa oranla daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da hızlı atağın tam kompresyonu geç atağa göre daha hızlı yaptığı ve tepe noktası genişliğinin daha düşük olduğu, diğer bir ifadeyle tepe noktasının kazanç azaltımına daha çok uğradığı görülmektedir. Aynı şekilde geç atak tam kompresyonu daha geç bir sürede gerçekleştirdiği için tepe nokta seviyesi daha yüksek, diğer bir ifadeyle kompresyona daha az uğramış olacaktır.

3.3 Caz Müzik İle Kompresör Testleri

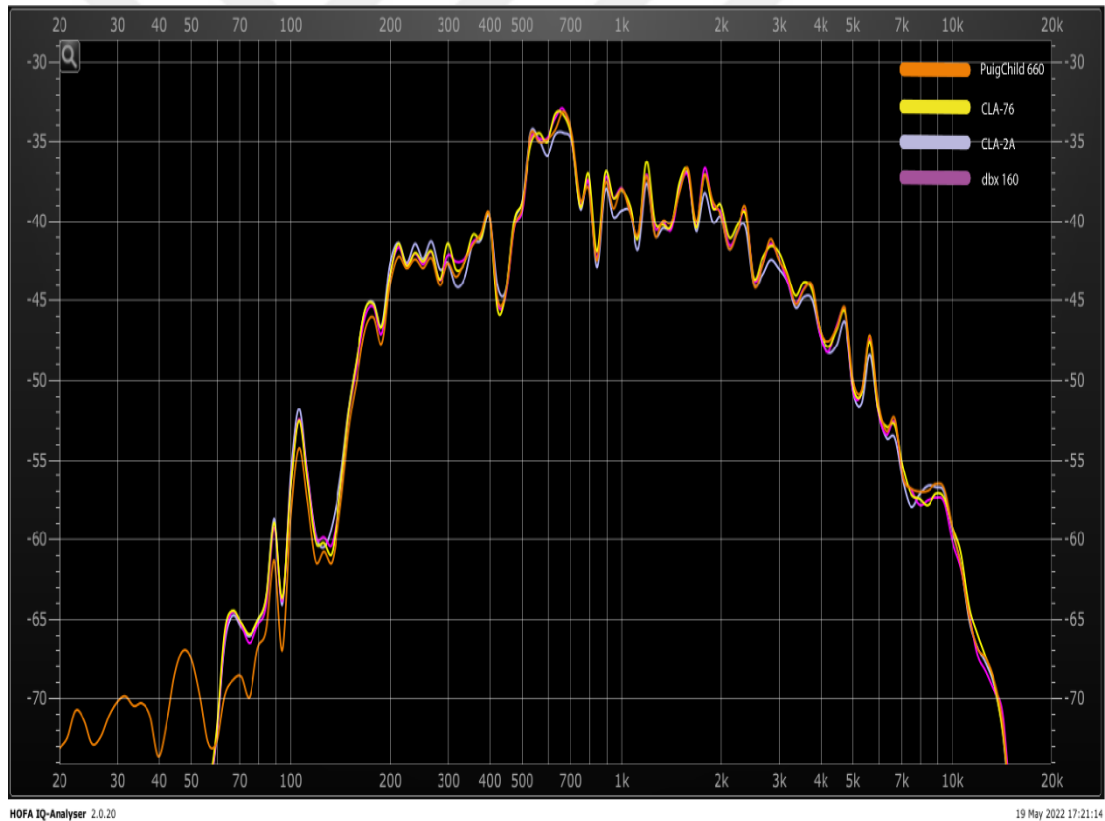
Bu bölümde Lindy Hip Big Band'in *Making Whoopee* adlı eserinin çok kanallı kaydında bulunan bakır üflemleri grubu, akustik davul, elektro gitar (clean ton) ve vokale çalışma kapsamında bulunan tüm kompresörler uygulanmıştır. Kompresörler en fazla 5 dB

GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Waves CLA-76'nın zamanlama ayarları 5 konumunda, Waves PuigChild 660'ın zamanlama sabiti TC 2 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Kompresör uygulanmış çıktıların frekans spektrum (LTAS) karşılaştırmasını yapmak için HOFA IQ-Analyzer v2 kullanılmıştır.

Kompresör uygulanmış çıktıların arasındaki genlik farklılıklarını karşılaştırmak için Adobe Audition CC 2015 kullanılmıştır. *True peak* (dBTP), ortalama RMS genliği, dinamik aralık ve ITU-R BS.1770-2 standardı gürlük (LUFS) değerleri genlik karşılaştırmalarında kullanılmıştır. Genlik ortalamaları ise eserin içinde bulunan tüm ses kaynaklarının genlik verilerinin ortalamaları alınarak elde edilmiştir.

Şekil 3.176'da Lindy Hip Big Band'in *Making Whoopee* adlı eserinin bakır üflemeli grubu kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) verilmiştir.



Şekil 3.176 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Bakır Üflemeli Grubu Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.4'te kompresör uygulanmış bakır üflemeli grubu ses örneklerinin genlik değerleri verilmiştir.

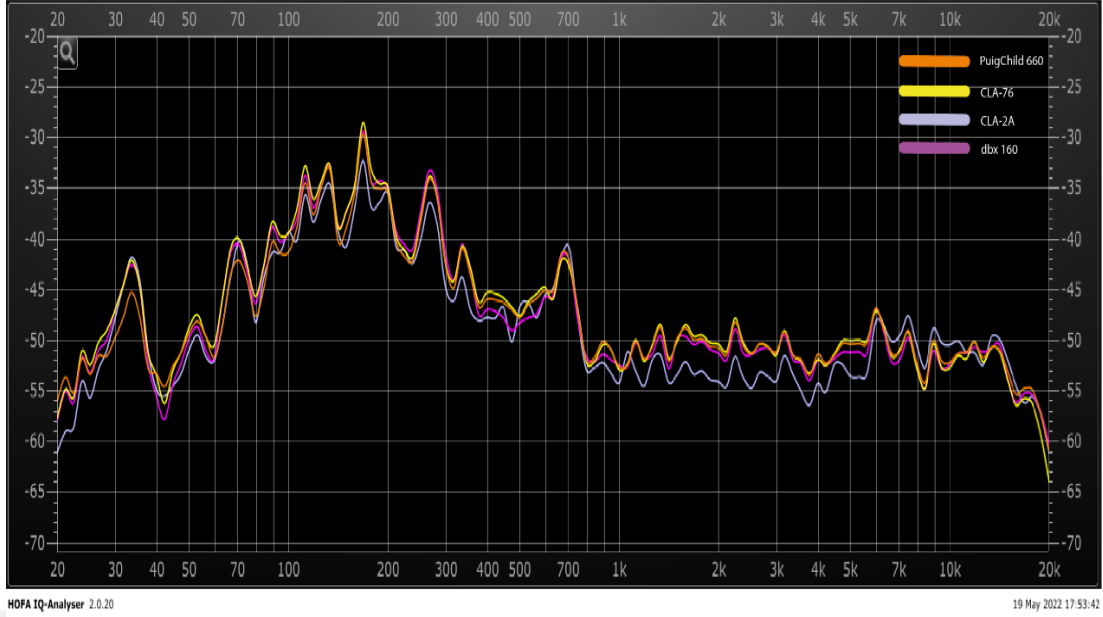
	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-15,6 dB	-35,945 dB	29,735 dB	-29,1 dB
Waves PuigChild 660/670	-17,555 dB	-35,63 dB	28,07 dB	-29,26 dB
Waves CLA-76	-17,44 dB	-35,52 dB	26,695 dB	-29,14 dB
Waves CLA-2A	-17,545 dB	-35,67 dB	26,57 dB	-29,35 dB
Waves dbx 160	-18,165 dB	-35,52 dB	26,01 dB	-29,51 dB

Tablo 3.4 Caz Müzik, Bakır Üflemleri Grubu Genlik Verileri

Şekil 3.176 incelendiğinde 100 Hz ve 300 Hz arasında CLA-2A ve CLA-76'nın diğer kompresörlere göre daha baskın olduğu görülmektedir. 1 kHz'den *hi-end* bölgeye kadar PuigChild 660'ın frekanslarda daha fazla artırma (boost) gerçekleştirdiği görülmektedir.

Tablo 3.4 incelendiğinde ise en düşük dBTP seviyesi dbx 160'a aittir. Bu dbx 160'ın diğer kompresörlere göre tepe noktalarını daha düşük seviyede tuttuğu anlamına gelmektedir. Ortalama RMS genlik değerlerinde en yüksek değerler -35,52 dB ile dbx 160 ve CLA-76'ya aittir. Dinamik aralığı en çok sıkıştırılan kompresör dbx 160, en az sıkıştırılan kompresör PuigChild 660 olarak gözlemlenmektedir. İşlenmemiş sinyale en yakın LUFS seviyesinin CLA-76'ya ait olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 3.177'de eserin akustik davul kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) verilmiştir. Akustik davul kayıtları içerisinde bas davul, trampet, tom ve ziller bulunmaktadır.



Şekil 3.177 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Akustik Davul Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.5'te kompresör uygulanmış akustik davul ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-13,09 dB	-37,05 dB	21,17 dB	-33,37 dB
Waves PuigChild 660/670	-15,82 dB	-37,77 dB	18,95 dB	-34 dB
Waves CLA-76	-14,76 dB	-37,02 dB	20,47 dB	-33,46 dB
Waves CLA-2A	-14,35 dB	-36,87 dB	18,77 dB	-33,48 dB
Waves dbx 160	-14,59 dB	-36,51 dB	14,23 dB	-33,92 dB

Tablo 3.5 Caz Müzik, Akustik Davul Genlik Verileri

Şekil 3.177 incelendiğinde CLA-2A'nın *low-end* bölgeden 700 Hz'e kadar en düşük seviyede olduğu gözlemlenmektedir. 700 Hz'de artış gösteren CLA-2A yaklaşık 7 kHz'e kadar tekrar en düşük seviyede seyretmektedir. 7 kHz'den sonra en yüksek seviyede olan kompresörün tekrar CLA-2A olduğu görülmektedir. 7 kHz ve sonrasında akustik davul kaydında zillere ait olduğu düşünülürse CLA-2A'nın tiz karakterli ses

kaynaklarında artış gösterdiği söylenebilir. 250 Hz civarına denk gelen tepelerde dbx 160'ın öne çıktığı görülmektedir. Bu bölge akustik davulda trampetin temel frekansının bulunduğu bölgelerdir. Anlık yapı tepkisi hızlı bir ses kaynağı olan trampette dbx 160'ın öne çıkması, bu kompresörün bu tür ses kaynaklarında etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5'te en düşük dBTP PuigChild 660'a, en yüksek ortalama RMS genlik değeri ve en düşük dinamik aralık dbx 160'a, işlenmemiş sinyale en yakın LUFS değerinin CLA-76'ya ait olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3.6'da ise kompresör uygulanmış elektro gitar ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-10,72 dB	-31,36 dB	30,67 dB	-23,82 dB
Waves PuigChild 660/670	-11,51 dB	-31,07 dB	28,78 dB	-24,01 dB
Waves CLA-76	-11,89 dB	-31,03 dB	28,55 dB	-24,02 dB
Waves CLA-2A	-11,61 dB	-30,97 dB	28,55 dB	-24,01 dB
Waves dbx 160	-10,99 dB	-30,56 dB	27,52 dB	-24,14 dB

Tablo 3.6 Caz Müzik, Elektro Gitar Genlik Verileri

Tablo 3.6'da en düşük dBTP CLA-76'ya, en düşük dinamik aralık dbx 160'a aittir.

Şekil 3.178'de eserin gitar kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) verilmiştir.



Şekil 3.178 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Elektro Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)

Şekil 3.178’de tüm kompresörlerin birbirlerine yakın sonuçlar verdiği ve CLA-2A’nın 150 Hz ve 7 kHz civarında artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Tablo 3.7’de kompresör uygulanmış vokal ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-10,72 dB	-31,36 dB	30,67 dB	-23,82 dB
Waves PuigChild 660/670	-11,51 dB	-31,07 dB	28,78 dB	-24,01 dB
Waves CLA-76	-11,89 dB	-31,03 dB	28,55 dB	-24,02 dB
Waves CLA-2A	-11,61 dB	-30,97 dB	28,55 dB	-24,01 dB
Waves dbx 160	-10,99 dB	-30,56 dB	27,52 dB	-24,14 dB

Tablo 3.7 Caz Müzik, Vokal Genlik Verileri

Tablo 3.7 incelendiğinde en düşük dBTP PuigChild 660’a, en düşük dinamik aralık ve LUFS dbx 160’a aittir.

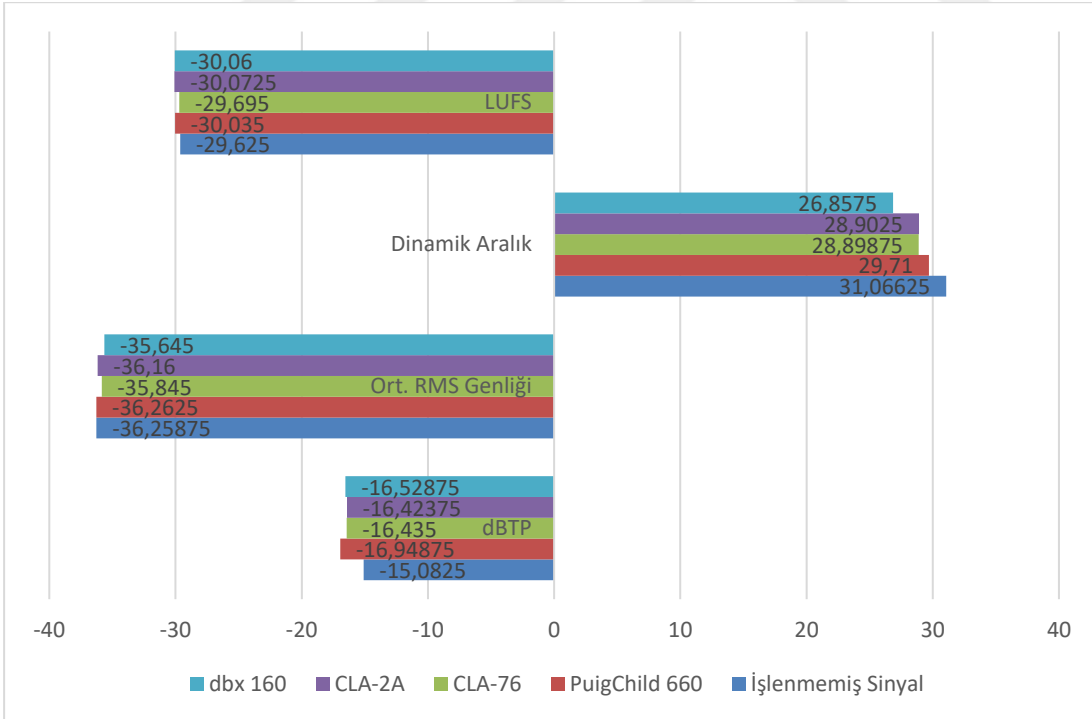
Şekil 3.179’da eserin vokal kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) verilmiştir.



Şekil 3.179 Caz Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)

Şekil 3.179’da, gitar LTAS analizlerinde olduğu gibi CLA-76’nın vokalin tüm frekans bandında en yüksek seviyede artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Şekil 3.180’de ise genlik verilerinden elde edilen ortalamalar verilmiştir.



Şekil 3.180 Caz Müzik Genlik Ortalamaları

Şekil 3.180’de bulunan genlik ortalamaları incelendiğinde en düşük dBTP PuigChild 660’a, en yüksek ortalama RMS genlik değeri dbx 160’a, en yüksek dinamik aralık PuigChild 660’a ve en yüksek LUFS ortalaması CLA-76’ya aittir.

PuigChild 660'ın ortalama genlik verilerinde en düşük dBTP'e sahip olması, bu kompresörün sinyalin tepe noktalarına diğer kompresörlere oranla daha fazla kazanç azaltımı uyguladığı anlamına gelmektedir. Aynı şekilde dinamik aralık ortalama verileri incelendiğinde dinamik aralığı en az azaltan kompresörün de PuigChild 660 olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında PuigChild 660, anlık yapısı yüksek ve dolayısıyla sinyalde bol tepe (peak) noktası bulunduran ses kaynaklarında, tepe noktalarını diğer kompresörlere oranla daha çok sıkıştırırken dinamik aralığı diğer kompresörlere oranla daha az sıkıştırmaktadır.

Frekans spektrumları incelendiğinde ise CLA-76'nın tüm ses kaynaklarında ve tüm frekans bandında en çok artış gösteren kompresör olduğu gözlemlenmektedir. CLA-2A'nın 100 Hz ile 300 Hz arasında ve *hi-end* bölgede artışlar gösterdiği gözlemlenmektedir. En yüksek dinamik aralık sıkıştırması uygulayan dbx 160, sadece trampetin temel frekasında diğer kompresörlere göre dikkate değer bir artış göstermektedir. VCA kompresörlerin genel karakter yapısı düşünüldüğünde dbx 160'ın bu durumu beklendik bir sonuçtur.

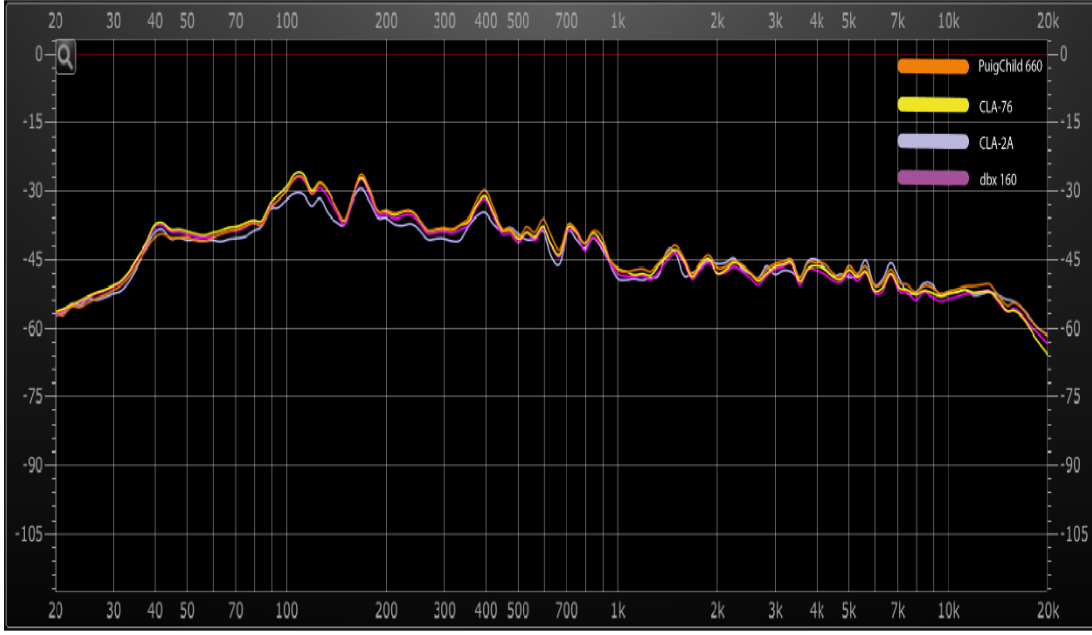
3.4 Rock Müzik İle Kompresör Testleri

Bu bölümde Candlebox'ın *Happy Pills* adlı eserinin çok kanallı kaydında bulunan akustik davul, elektro gitar (distortion ton) ve vokale çalışma kapsamında bulunan tüm kompresörler uygulanmıştır. Kompresörler en fazla 5 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Waves CLA-76'nın zamanlama ayarları 5 konumunda, Waves PuigChild 660'ın zamanlama sabiti TC 2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kompresör uygulandıktan sonra oluşan genlik farklarını gidermek için önce kompresörlerin üzerindeki çıkış seviyeleri ayarlanmıştır. Daha sonra LetiMix GainMatch 2 eklentisi ile giriş ve çıkış seviyeleri daha detaylı olarak eşitlenmiştir.

Kompresör uygulanmış çıktıların frekans spektrum (LTAS) karşılaştırmasını yapmak için HOFA IQ-Analyzer v2 kullanılmıştır.

Kompresör uygulanmış çıktıların arasındaki genlik farklılıklarını karşılaştırmak için Adobe Audition CC 2015 kullanılmıştır. *True peak* (dBTP), ortalama RMS genliği, dinamik aralık ve ITU-R BS.1770-2 standardı gürlük (LUFS) değerleri genlik karşılaştırılmalarında kullanılmıştır. Genlik ortalamaları ise eserin içinde bulunan tüm ses kaynaklarının genlik verilerinin ortalamaları alınarak elde edilmiştir.

Şekil 3.181'de eserin akustik davul kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) verilmiştir. Akustik davul kayıtları içerisinde bas davul, trampet, tom ve ziller bulunmaktadır.



HOFA IQ-Analyser 2.0.20

19 May 2022 18:05:47

Şekil 3.181 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Akustik Davul Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.8'de de kompresör uygulanmış akustik davul ses örneklerinin genlik değerleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-9,35 dB	-35,76 dB	28,72 dB	-28,78 dB
Waves PuigChild 660/670	-10,55 dB	-35,77 dB	26,22 dB	-28,94 dB
Waves CLA-76	-11,16 dB	-35,5 dB	26,22 dB	-28,76 dB
Waves CLA-2A	-11,26 dB	-35,76 dB	26,01 dB	-29,21 dB
Waves dbx 160	-12,94 dB	-34,97 dB	22,43 dB	-29,76 dB

Tablo 3.8 Rock Müzik, Akustik Davul Genlik Verileri

Şekil 3.181'de bulunan akustik davul frekans spektrumları incelendiğinde *low-end* bölgede CLA-76 öne çıkmaktadır. Yaklaşık 200 Hz ile 2 kHz arasında PuigChild 660 en yüksek artışı göstermektedir. 2 kHz'den sonrasında CLA-2A'nın artış yaptığı gözlemlenmektedir.

Tablo 3.8'de bulunan Akustik davul genlik verilerinde ise en yüksek tepe azaltma ve dinamik aralık sıkıştırma dbx 160'a aittir. Buna rağmen ortalama RMS genliğinde en yüksek seviye de dbx 160'a aittir.

Eserin gitar kaydına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) ise Şekil 3.182'de verilmiştir.



Şekil 3.182 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Elektro Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.9'da da kompresör uygulanmış elektro gitar ses örneklerinin genlik değerleri verilmiştir.

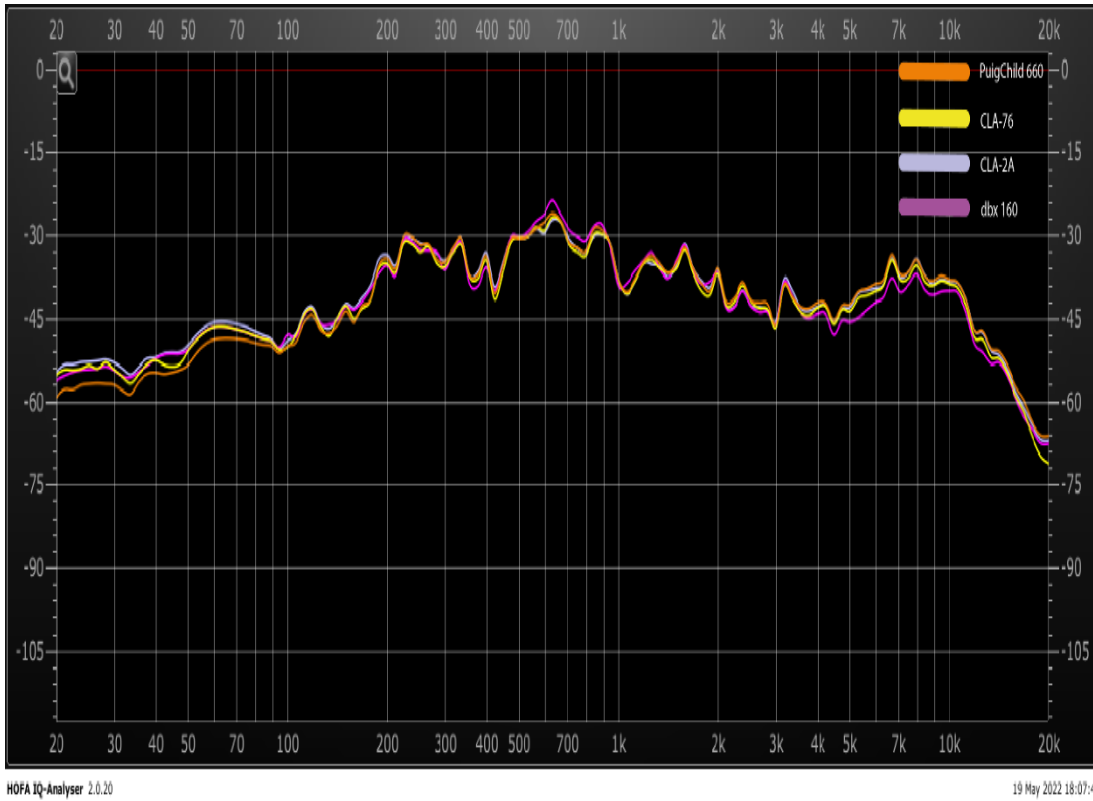
	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFs
İşlenmemiş Sinyal	-20,23 dB	-33,82 dB	27,12 dB	-29,64 dB
Waves PuigChild 660/670	-20,91 dB	-33,94 dB	24,73 dB	-29,83 dB
Waves CLA-76	-20,1 dB	-33,12 dB	25,33 dB	-29,08 dB
Waves CLA-2A	-20,68 dB	-33,41 dB	26,41 dB	-29,45 dB
Waves dbx 160	-20,27 dB	-33,23 dB	23,27 dB	-29,24 dB

Tablo 3.9 Rock Müzik, Elektro Gitar Genlik Verileri

Şekil 3.182'de bulunan gitar frekans spektrumları incelendiğinde PuigChild 660'ın yaklaşık 400 Hz ve altında en düşük artışı gösterdiği gözlemlenmektedir. 300 Hz ve altında CLA-2A ve dbx 160'ın daha ön planda olduğu, 300 Hz'den *hi-end* bölgeye kadar da CLA-76'nın en yüksek artışı gösterdiği gözlemlenmektedir.

Tablo 3.9'da bulunan genlik verilerinde ise en düşük dBTP PuigChild 660'a, en yüksek dinamik aralık sıkıştırmasının ise dbx 160'a ait olduğu gözlemlenmektedir.

Elektro gitar testlerinden sonra eserin vokal kaydına araştırma dahilindeki kompresörler uygulanmıştır. Vokal kaydına uygulanan kompresörlerden sonra ortaya çıkan frekans spektrumları (LTAS) Şekil 3.183'te verilmiştir.



Şekil 3.183 Rock Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)

Şekil 3.183'te bulunan vokal frekans spektrumları incelendiğinde 20-200 Hz arasında CLA-2A'nın artış gösterdiği görülmektedir. 500 Hz ve 2 kHz arasında dbx 160 daha fazla artış göstermektedir. 2 kHz ve sonrasında PuigChild 660'ın ön planda olduğu gözlemlenmektedir.

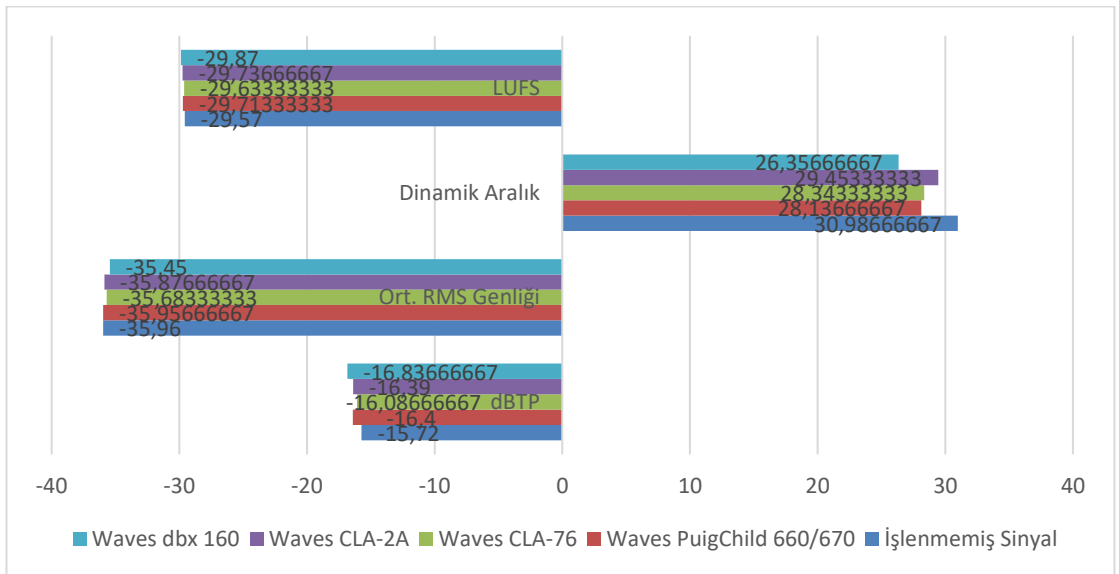
Tablo 3.10'da da kompresör uygulanmış vokal ses örneklerinin genlik değerleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-17,58 dB	-38,3 dB	37,12 dB	-30,29 dB
Waves PuigChild 660/670	-17,74 dB	-38,16 dB	33,46 dB	-30,37 dB
Waves CLA-76	-17 dB	-38,43 dB	33,48 dB	-31,06 dB
Waves CLA-2A	-17,23 dB	-38,46 dB	35,94 dB	-30,55 dB
Waves dbx 160	-17,3 dB	-38,15 dB	33,37 dB	-30,61 dB

Tablo 3.10 Rock Müzik, Vokal Genlik Verileri

Tablo 3.10'da bulunan vokal genlik verilerine bakıldığında PuigChild 660 haricindeki tüm kompresörler işlenmemiş sinyaldeki en yüksek tepe noktası değerinden daha yüksek tepe noktası değerleri göstermektedirler. Bunun kompresörlerin sinyaldeki en yüksek tepe noktasının oluştuğu yerde tam kazanç azaltımı uygulayamamasından kaynaklandığı ve bunun sebebinin zamanlama süreleri olduğu düşünölmektedir. Çıkış seviyesini giriş seviyesine eşitlemek için kullanılan *output gain* ya da *make-up gain* ile kompreslenmiş sinyalin genlik seviyesi yükseltildiği için, kompreslenmiş sinyallerin dBTP seviyeleri işlenmemiş sinyalin dBTP seviyelerinden daha yüksek çıkmaktadır.

Şekil 3.184'te tüm rock müzik genlik verilerinden elde edilen ortalamalar verilmiştir.



Şekil 3.184 Rock Müzik Genlik Ortalamaları

Şekil 3. 184'te bulunan genlik ortalamalarında, en düşük dBTP ve dinamik aralık dbx 160'a aittir. RMS değerleri birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir ve en yüksek değer dbx 160'a aittir. LUFS değerlerinde de yakın sonuçlar gözlemlenmektedir ve en yüksek değer CLA-76'ya aittir. Caz müzik genlik ortalamalarında olduğu gibi rock müzikte de dinamik aralığı en fazla sıkıştıran kompresörün dbx 160 olduğu gözlemlenmektedir.

Frekans spektrumları incelendiğinde, CLA-2A'nın caz müzik frekans spektrumlarında olduğu gibi yüksek frekans bölgelerinde diğer bölgelere göre daha çok artış gösterdiği gözlemlenmektedir. 2 kHz ve sonrasında PuigChild 660'ın ön planda olduğu gözlemlenmektedir. Caz müzik vokal frekans spektrumunda ise bu bölgede CLA-76 en yüksek artışı göstermektedir. Caz müzik gitar frekans spektrumunda PuigChild 660 en yüksek artışı gösterirken rock müzik gitar kaydında en yüksek artış CLA-76'ya aittir.

3.5 Geleneksel Müzik İle Kompresör Testleri

Bu bölümde Özcan Aslan'ın *Ateş İle Ülfet Olmaz* adlı eserinin çok kanallı kaydında bulunan perküsyon, klasik gitar, saz, keman ve vokale çalışma kapsamında bulunan tüm kompresörler uygulanmıştır. Kompresörler en fazla 5 dB GR uygulayacak şekilde ayarlanmıştır. Waves CLA-76'nın zamanlama ayarları 5 konumunda, Waves PuigChild 660'ın zamanlama sabiti TC 2 olacak şekilde ayarlanmıştır. Kompresör uygulandıktan sonra oluşan genlik farklarını gidermek için önce kompresörlerin üzerindeki çıkış seviyeleri ayarlanmış, daha sonra LetiMix GainMatch 2 eklentisi ile giriş ve çıkış seviyeleri daha detaylı olarak eşitlenmiştir.

Kompresör uygulanmış çıktıların frekans spektrumu (LTAS) karşılaştırmasını yapmak için HOFA IQ-Analyzer v2 kullanılmıştır.

Kompresör uygulanmış çıktıların arasındaki genlik farklılıklarını karşılaştırmak için Adobe Audition CC 2015 kullanılmıştır. *True peak* (dBTP), ortalama RMS genliği, dinamik aralık ve ITU-R BS.1770-2 standardı gürlük (LUFS) değerleri genlik karşılaştırılmalarında kullanılmıştır. Genlik ortalamaları ise eserin içinde bulunan tüm ses kaynaklarının genlik verilerinin ortalamaları alınarak elde edilmiştir.

Şekil 3.185'te eserinin perküsyon grubunun kayıtlarına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları verilmiştir. Perküsyon grubunun içinde el ile çalınmış asma davul, sanduka, bendir ve küp bulunmaktadır.



Şekil 3.185 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Perküsyon Grubunun Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.11’de ise kompresör uygulanmış perküsyon grubu ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

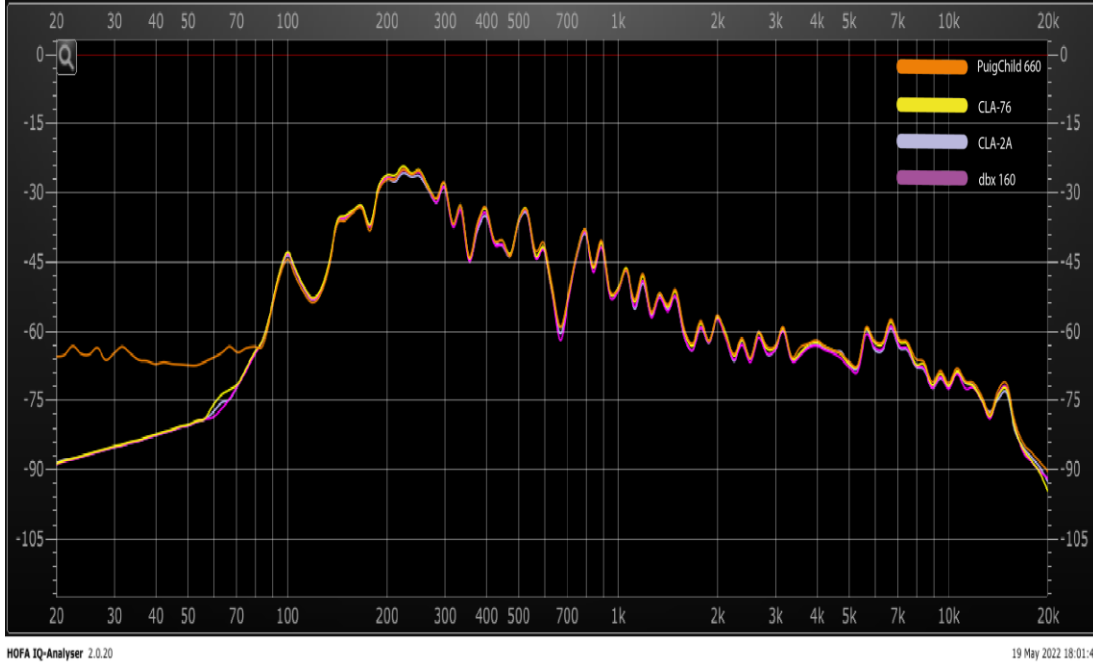
	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-6,82 dB	-49,36 dB	110,87 dB	-23,79 dB
Waves PuigChild 660/670	-8,32 dB	-48,44 dB	96,75 dB	-24,74 dB
Waves CLA-76	-9,27 dB	-48,71 dB	88,09 dB	-25,78 dB
Waves CLA-2A	-8,98 dB	-48,99 dB	74,92 dB	-26,5 dB
Waves dbx 160	-8,21 dB	-48,46 dB	84,03 dB	-26,04 dB

Tablo 3.11 Geleneksel Müzik, Perküsyon Grubu Genlik Verileri

Şekil 3.185’te bulunan perküsyon grubunun frekans spektrumu incelendiğinde PuigChild 670’in tüm frekans bandında diğer kompresörlerden daha fazla artış

gösterdiği görülmektedir. Tablo 3.11’de ise en düşük dBTP CLA-76’ya, en çok dinamik aralık sıkıştırması ise CLA-2A’ya aittir.

Eserin klasik gitar kaydına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları ise Şekil 3.186’da verilmiştir.



Şekil 3.186 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Klasik Gitar Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.12’de de kompresör uygulanmış klasik gitar ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

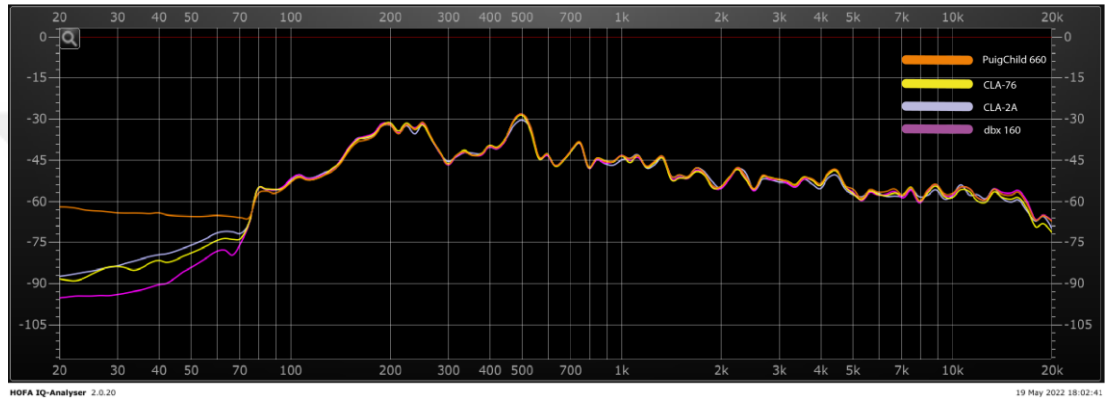
	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-13,84 dB	-34,68 dB	56,71 dB	-28,18 dB
Waves PuigChild 660/670	-16,04 dB	-34,21 dB	47,29 dB	-28,69 dB
Waves CLA-76	-15,6 dB	-34,11 dB	53,91 dB	-28,69 dB
Waves CLA-2A	-15,92 dB	-34,51 dB	44,66 dB	-29,22 dB
Waves dbx 160	-15,67 dB	-34,23 dB	45,95 dB	-29,04 dB

Tablo 3.12 Geleneksel Müzik, Klasik Gitar Genlik Verileri

Şekil 3.186'da bulunan klasik gitar frekans spektrumu incelendiğinde kompresörlerin yakın davranışlar sergilediği görülmektedir. Düşük frekans bölgesinde CLA-76'nın, 300 Hz civarından yüksek frekans bölgelerine kadar da PuigChild 660'ın daha çok artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Tablo 3.12'de bulunan klasik gitar genlik verilerinde ise en düşük dBTP PuigChild 660'a aittir. Dinamik aralığı en çok sıkıştırılan kompresörün ise CLA-2A olduğu gözlemlenmektedir.

Eserin saz kaydına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları ise Şekil 3.187'de verilmiştir.



Şekil 3.187 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Saz Frekans Spektrumu (LTAS)

Tablo 3.13'te de kompresör uygulanmış saz ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

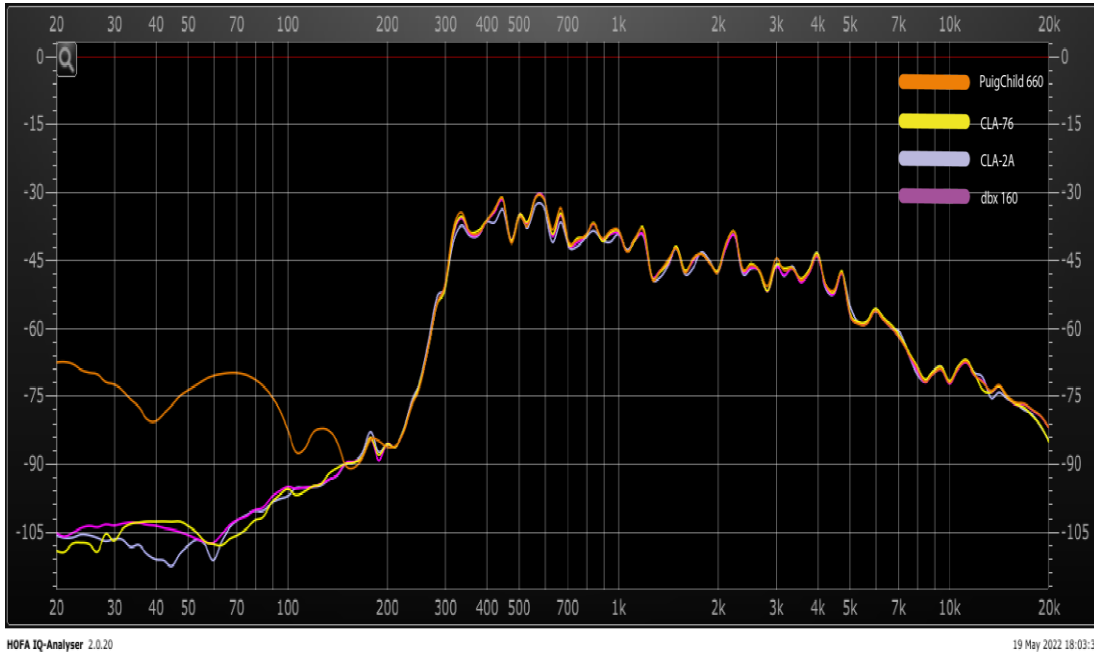
	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-14,34 dB	-39,49 dB	30,44 dB	-33,23 dB
Waves PuigChild 660/670	-15,18 dB	-39,22 dB	26,28 dB	-33,88 dB
Waves CLA-76	-15,19 dB	-39,3 dB	25,82 dB	-34,01 dB
Waves CLA-2A	-15,31 dB	-39,36 dB	26,67 dB	-33,99 dB
Waves dbx 160	-14,62 dB	-39,36 dB	26,18 dB	-34,16 dB

Tablo 3.13 Geleneksel Müzik, Saz Genlik Verileri

Şekil 3.187’de bulunan saz frekans spektrumu incelendiğinde, kompresörlerin artış seviyeleri yakın olmakla birlikte PuigChild 660’ın en yüksek artışı gösterdiği gözlemlenmektedir.

Tablo 3.13’te bulunan saz genlik verilerinde ise en düşük dBTP CLA-2A’ya, en düşük dinamik aralık ya da diğer bir ifadeyle en yüksek dinamik aralık sıkıştırması CLA-76’ya aittir.

Kabak kemane kaydına kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları ise Şekil 3.188’de verilmiştir.



Şekil 3.188 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Kabak Kemane Frekans Spektrumu (LTAS)

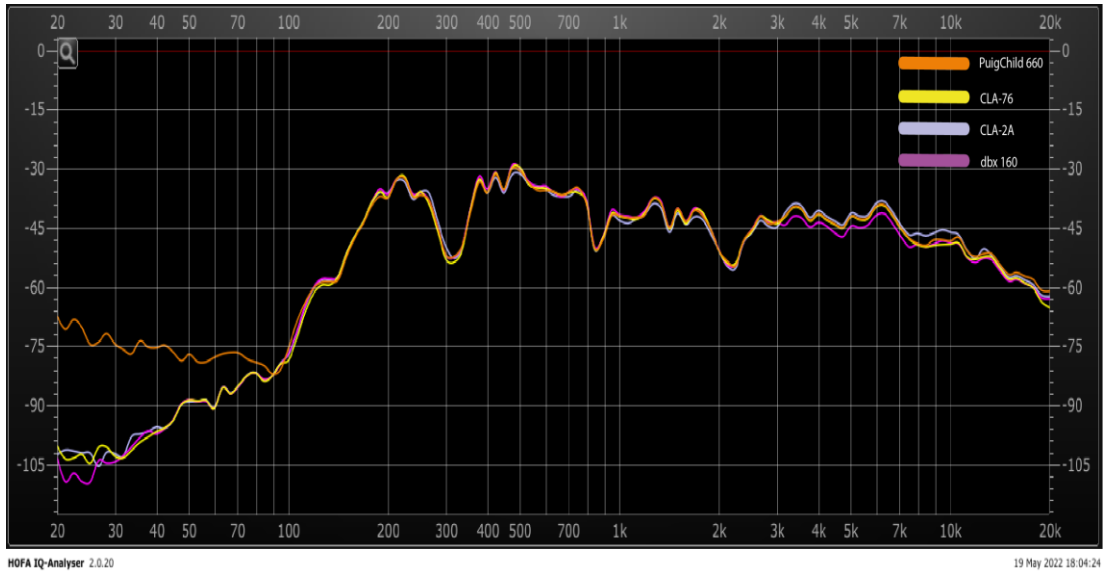
Tablo 3.14’te de kompresör uygulanmış kabak kemane ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-19,19 dB	-42,81 dB	37,32 dB	-34,76 dB
Waves PuigChild 660/670	-21,29 dB	-42,54 dB	34,45 dB	-34,97 dB
Waves CLA-76	-21,3 dB	-42,59 dB	34,24 dB	-35,07 dB
Waves CLA-2A	-21,23 dB	-42,36 dB	34,03 dB	-35,12 dB
Waves dbx 160	-23,34 dB	-42,32 dB	32,15 dB	-35,39 dB

Tablo 3.14 Geleneksel Müzik, Kabak Kemane Genlik Verileri

Şekil 3.188'de verilen kabak kemane frekans spektrumları incelendiğinde 300 Hz ve 3 kHz arasında PuigChild 660, 3 kHz'den sonra CLA-76'nın daha yüksek artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Tablo 3.14'te ise en düşük dBTP ve dinamik aralık dbx 160'a aittir.

Şekil 3.189'da ise eserin vokal kaydına araştırma dahilindeki kompresörler uygulandıktan sonra ortaya çıkan frekans spektrumları verilmiştir.



Şekil 3.189 Geleneksel Müzik, Kompresör Uygulanmış Vokal Frekans Spektrumu (LTAS)

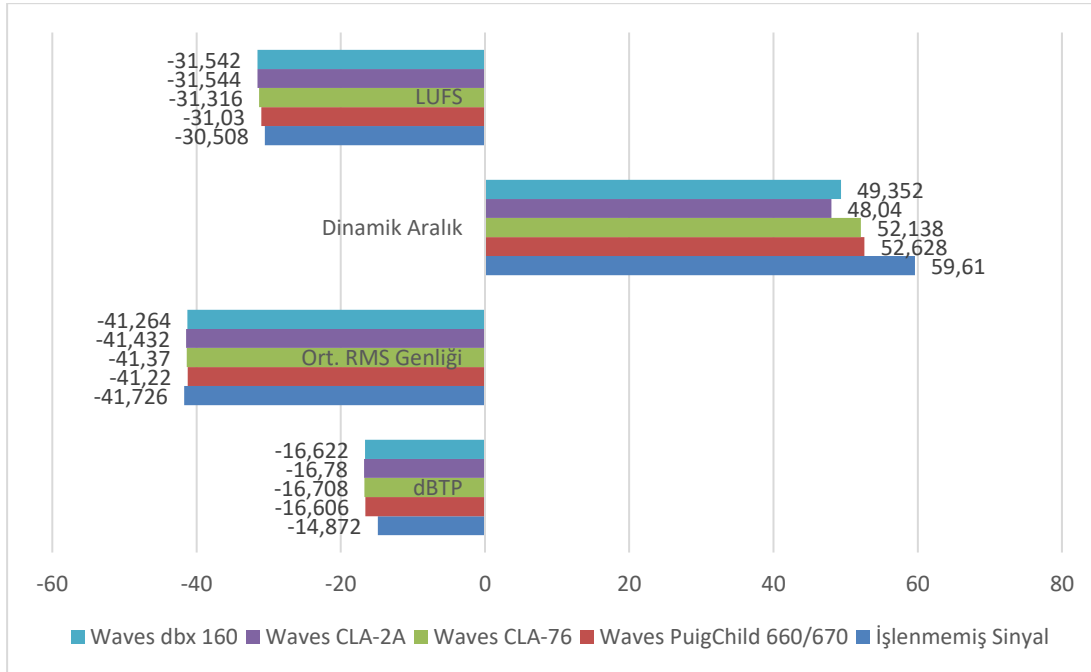
Tablo 3.15'te de kompresör uygulanmış vokal ses örneklerinin genlik özellikleri verilmiştir.

	dBTP	Ort. RMS Genliği	Dinamik Aralık	LUFS
İşlenmemiş Sinyal	-20,17 dB	-42,29 dB	62,71 dB	-32,58 dB
Waves PuigChild 660/670	-22,2 dB	-41,69 dB	58,37 dB	-32,87 dB
Waves CLA-76	-22,18 dB	-42,14 dB	58,63 dB	-33,03 dB
Waves CLA-2A	-22,46 dB	-41,94 dB	59,92 dB	-32,89 dB
Waves dbx 160	-21,27 dB	-41,95 dB	58,45 dB	-33,08 dB

Tablo 3.15 Geleneksel Müzik, Vokal Genlik Verileri

Şekil 3.189'daki vokal frekans spektrumları incelendiğinde CLA-2A'nın 3 kHz'den sonra en yüksek artışı gösteren kompresör olduğu gözlemlenmektedir. Bu bölge varlık bölgesi (presence) olarak adlandırılır ve bu bölgede oluşan artışlar vokalin daha tanımlı duyulmasını sağlar. Tablo 3.15'te bulunan genlik verilerinde ise en düşük dBTP dbx 160'a, en düşük dinamik aralığın PuigChild 660'a ait olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 3.190'da tüm genlik verilerinden elde edilen ortalamalar verilmiştir.



Şekil 3.190 Geleneksel Müzik Genlik Ortalamaları

Şekil 3. 190'da bulunan geleneksel müzik genlik ortalamalarında, en düşük dBTP ve dinamik aralık CLA-2A'ya aittir. RMS değerleri birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir ve en yüksek değer PuigChild 660'a aittir. LUFS değerlerinde de yakın sonuçlar gözlemlenmektedir ve en yüksek değer de PuigChild 660'a aittir. Ayrıca caz ve rock müzik genlik ortalamalarında dinamik aralığı en çok sıkıştırılan kompresör dbx 160 iken, geleneksel müzikte dinamik aralığı en çok sıkıştırılan kompresörün CLA-2A olduğu gözlemlenmektedir.





4. BULGULAR

4.1 Waves PuigChild 660'ın Ses Karakterine Ait Bulgular

Waves PuigChild 660'ın zamanlama testleri incelendiğinde, Şekil 3.16'da bulunan zamanlama sabitlerinde 100 Hz test sinyalinde en düşük THD değeri TC 2'de -30,97 dB THD, en yüksek THD değeri TC 6'da -29,78 dB THD'dir. Şekil 3.29'da bulunan 1 kHz test sinyalinde de 100 Hz test sinyalinde olduğu gibi en düşük THD değeri TC 2'de -56,33 dB THD, en yüksek THD değeri ise TC 6'da -55,56 dB THD değerindedir. Son olarak Şekil 3.42'de bulunan 5 kHz test sinyalinde gerçekleştirilen testlerde ise durum farklılık göstermekte ve en düşük THD değeri TC 1'de -62,66 dB THD, en yüksek THD değeri TC 4'te -60,74 dB THD olarak gözlemlenmektedir. Şekil 3.43'te bulunan PuigChild 660'ın zamanlama testlerinin ortalamaları baz alındığında ise en yüksek THD davranışı 100 Hz'de gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 5 kHz'de gözlemlenmektedir.

Waves PuigChild 660'ın gain reduction testleri incelendiğinde ise, Şekil 3.56'da bulunan PuigChild 660'ın gain reduction testlerinin ortalamaları baz alındığında en yüksek THD davranışı zamanlama testlerinde olduğu gibi 100 Hz test sinyalinde gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 5 kHz'de gözlemlenmektedir.

Şekil 3.47'de bulunan gain reduction testlerinde, 100 Hz test sinyalinde en yüksek THD değeri 9 dB GR'de -29,15 dB THD, en düşük THD değeri 6 dB GR'de -31,22 dB THD'dir. Şekil 3.51'de bulunan 1 kHz gain reduction testinde de sonuçlar birbirlerine daha yakın olmakla birlikte, en yüksek THD değeri 3 dB GR'de -56,09 dB THD, en düşük THD değeri 6 dB GR'de -56,94 dB THD'dir. Son olarak Şekil 3.55'te bulunan 5 kHz gain reduction testinde ise en yüksek THD değeri 3 dB GR'de -61,15 dB THD'dir. 5 kHz test sinyalinde 6 dB GR ve 9 dB GR uygulamaları -62,76 dB THD değerini göstermişlerdir.

Son olarak Tablo 3.3'te bulunan zamanlama karşılaştırmaları incelendiğinde ise PuigChild 660'ın TC 1 zamanlama sabitinin atak süresi 0.5 ms, bırakma süresi 58.5 ms olarak ölçülmüştür. TC 5 zamanlama sabitinin atak süresi ise 0.48 ms, bırakma süresi 170.5 ms olarak ölçülmüştür.

4.2 Waves CLA-76'nın Ses Karakterine Ait Bulgular

Şekil 3.99'da CLA-76'nın zamanlama testlerinin ortalamaları baz alındığında en yüksek THD davranışını 5 kHz'de gösterdiği gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışını ise 100 Hz'de gözlemlenmektedir. 100 Hz ortalama THD değeri -57,16 dB

THD, 1 kHz ortalama THD değeri -53,62 dB THD, 5 kHz ortalama THD değeri -53,44 dB THD'dir. Bu kompresörün zamanlama testlerinde 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde yakın sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmektedir.

Zamanlama kombinasyonlarında 100 Hz'de en düşük THD değeri GA-GR'de -62,29 dB THD, en yüksek THD değeri HA-HR kombinasyonunda -47,7 dB THD'dir. 1 kHz'de en düşük THD değeri HA-OR zamanlama kombinasyonunda -54,09 dB THD, en yüksek THD değeri HA-HR zamanlama kombinasyonunda -52,79 dB THD'dir. 5 kHz'de en düşük THD değeri HA-GR zamanlama kombinasyonunda -53,86 dB THD, en yüksek THD değeri OA-HR zamanlama kombinasyonunda -53,12 dB THD'dir (bkz. Şekil 3.99).

Ayrıca CLA-76 zamanlama testlerinde HR (hızlı bırakma) kullanılan zamanlama kombinasyonlarında diğer kombinasyonlara göre daha yüksek THD davranışı gözlemlenmiştir.

Şekil 3.112'de bulunan CLA-76'nın gain reduction testlerinin ortalamaları baz alındığında ise en yüksek THD davranışı zamanlama testlerinde olduğu gibi 5 kHz test sinyalinde gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 100 Hz'de gözlemlenmiştir.

Gain reduction testlerinde, 100 Hz test sinyalinde en yüksek THD değeri 9 dB GR'de -58,98 dB THD, en düşük THD değeri 3 dB GR'de -61,92 dB THD olarak gözlemlenmektedir. 6 dB GR'de THD değeri -60,14 dB THD'dir. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde de sıralama değişmemektedir. En yüksek THD değerleri 9 dB GR, en düşük THD değerleri 3 dB GR uygulanan sinyallerde gözlemlenmektedir (bkz. Şekil 3.112).

Tablo 3.3'de bulunan zamanlama karşılaştırmaları incelendiğinde ise CLA-76'nın HA-HR zamanlama kombinasyonunda atak süresi 0.56 ms, bırakma süresi 171.5 ms olarak ölçülmüştür. GA-GR zamanlama kombinasyonunda ise atak süresi 0.48 ms, bırakma süresi 1980 ms olarak ölçülmüştür.

4.3 Waves CLA-2A'nın Ses Karakterine Ait Bulgular

Şekil 3.125'teki CLA-2A zamanlama testlerinin ortalamaları baz alındığında, en yüksek THD değeri 100 Hz'de gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 1 kHz'de gözlemlenmektedir. 100 Hz ortalama THD değeri -54,323 dB THD, 1 kHz ortalama THD değeri -58,536 dB THD, 5 kHz ortalama THD değeri ise -55,616 dB THD'dir.

Waves CLA-2A'da zamanlama ayarı kompresör tarafından gelen sinyale göre otomatik olarak yapıldığı için kompresöre -24 dBFS, -18 dBFS ve -12 dBFS değerinde üç farklı genlik değerinde test sinyali gönderilmiştir. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde genlik yükseldikçe THD değerleri de artış göstermektedir. Bu durum 100 Hz'de gözlemlenmemektedir. 100 Hz test sinyalinde -18 dBFS'de en düşük THD değeri gözlemlenmektedir. Bu veriler ışığında, Waves CLA-2A'nın farklı genliklerdeki THD davranışının orta ve üst frekanslarda doğrusal olduğu, alt frekanslarda doğrusal olmadığı düşünülmektedir.

Şekil 3.138'de, CLA-2A gain reduction testlerinin ortalamaları baz alındığında da en yüksek THD değeri, zamanlama testlerinde olduğu gibi 100 Hz test sinyalinde gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 1 kHz'de gözlemlenmektedir. 100 Hz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -55,16 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -53,92 dB THD ve 9 dB GR uygulanan sinyalde ise -51,51 dB THD değeri gözlemlenmektedir. 1 kHz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -58,26 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -57,92 dB THD, 9 dB GR uygulanan sinyalde -57,1 dB THD değeri gözlemlenmektedir. 5 kHz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -55,31 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -55,34 dB THD, 9 dB GR uygulanan sinyalde -54,68 dB THD değeri gözlemlenmektedir.

Tablo 3.3'te bulunan zamanlama karşılaştırmalarında CLA-2A'nın atak süresi 0.5 ms, bırakma süresi 66.25 ms olarak ölçülmüştür.

4.4 Waves dbx 160'ın Ses Karakterine Ait Bulgular

Şekil 3.154'te, dbx 160 zamanlama testlerinin ortalamaları baz alındığında en yüksek THD davranışı 100 Hz test sinyalinde gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 1 kHz'de gözlemlenmektedir. 100 Hz ortalama THD değeri -50,73 dB THD, 1 kHz ortalama THD değeri -68,65 dB THD, 5 kHz ortalama THD değeri -67,55 dB THD'dir.

Bu kompresörde zamanlama ayarı CLA-2A'da olduğu gibi kompresör tarafından gelen sinyale göre otomatik olarak yapıldığı için kompresöre -24 dBFS, -18 dBFS ve -12 dBFS değerinde üç farklı genlik değerinde test sinyali gönderilmiştir. 1 kHz ve 5 kHz test sinyallerinde genlik yükseldikçe THD değerleri de artış göstermektedir. Bu durum 100 Hz'de gözlemlenmemektedir. 100 Hz test sinyalinde -12 dBFS'de, -18 dBFS'e göre daha düşük THD değeri gözlemlenmektedir. Bu veriler ışığında, Waves dbx 160'ın CLA-2A'da olduğu gibi, farklı genliklerdeki THD davranışının orta ve üst frekanslarda doğrusal, alt frekanslarda doğrusal olmadığı düşünülmektedir.

Şekil 3.167’de, dbx 160’ın gain reduction testlerinin ortalamaları baz alındığında, en yüksek THD davranışı, zamanlama testlerinde de olduğu gibi 100 Hz test sinyalinde gözlemlenmektedir. En düşük THD davranışı ise 1 kHz’de gözlemlenmektedir.

Gain reduction testlerinde, 100 Hz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -49,65 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -52,69 dB THD ve 9 dB GR uygulanan sinyalde -47,47 dB THD değeri gözlemlenmektedir. 1 kHz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -68,62 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -69,2 dB THD, 9 dB GR uygulanan sinyalde -66,14 dB THD değeri gözlemlenmektedir. 5 kHz test sinyalinde 3 dB GR uygulanan sinyal -67,21 dB THD, 6 dB GR uygulanan sinyalde -67,35 dB THD, 9 dB GR uygulanan sinyalde -67,39 dB THD değeri gözlemlenmektedir.

Zamanlama karşılaştırmalarında dbx 160’ın atak süresi 1 ms, bırakma süresi 70 ms olarak ölçülmüştür.

4.5 Kompresör Karşılaştırmalarına Ait Bulgular

Şekil 3.174’te bulunan kompresörlerin gain reduction karşılaştırma ortalamalarında en yüksek THD değeri PuigChild 660’a en düşük THD değeri ise dbx 160’a aittir. En yüksek THD değerini gösteren PuigChild 660’ın ortalaması -49,66 dB THD’dir. PuigChild 660’dan sonra en ikinci en yüksek değer -55,13 dB THD ile CLA-2A’ya aittir. CLA-2A’ya çok yakın bozulma değeri gösteren CLA-76 -55,18 dB THD değeri göstermektedir. En düşük ortalama bozulma değerine sahip dbx 160, -61,74 dB THD değerine sahiptir.

Zamanlama karşılaştırmaları için Tablo 3.3’ü inceleyiniz.

4.6 Caz Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular

Şekil 3.180’de bulunan genlik ortalamaları incelendiğinde PuigChild 660’ın en düşük dBTP seviyesine sahip olduğu ve en az dinamik aralık sıkıştırması uygulayan kompresör olduğu gözlemlenmektedir. Ortalama RMS genliğinde ise en yüksek değer -35,45 dB ile dbx 160’a aittir. Bu değer işlenmemiş sinyalden 0,51 dB daha fazladır. Algılanan ses yüksekliğinde (LUFS) ise en yüksek değer -29,69 dB ile CLA-76’ya aittir.

Caz müzik ile elde edilen genlik verilerinin en yüksek ve düşük değerleri Tablo 3.16’da verilmiştir.

	En Düşük dBTP	En Yüksek RMS	En Yüksek DR	En Yüksek LUFS
Bakır Üfleli Grubu	PuigChild 660	CLA-76 ve dbx 160	PuigChild 660	CLA-76
Akustik Davul	PuigChild 660	dbx 160	CLA-76	CLA-76
E. Gitar	CLA-76	dbx 160	PuigChild 660	PuigChild 660 ve CLA-2A
Vokal	CLA-76	dbx 160	PuigChild 660	PuigChild 660 ve CLA-2A

Tablo 3.16 Caz Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler Bölüm 3.3'te bulunan frekans spektrumları incelendiğinde ise, bakır üfleli grubunda 100 Hz ve 300 Hz arasında CLA-2A ve CLA-76'nın diğer kompresörlere oranla daha yüksek artış (boost) yaptığı ve 2 kHz'den sonrasında PuigChild 660'ın artış yaptığı gözlemlenmektedir.

Akustik davul frekans spektrumu incelendiğinde de CLA-2A'nın 7 kHz ve sonrasında artış yaptığı, kalan tüm frekans bandında diğer kompresörlere göre düşük seviyelerde kaldığı gözlemlenmektedir. dbx 160'ın 200-300 Hz arasındaki frekans bölgesinde diğer kompresörlere göre daha yüksek artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu frekans bölgesi trampetin temel frekansının bulunduğu bölge olduğu için bu artışın trampet ile gerçekleştiği düşünülmektedir.

Elektro gitar frekans spektrumunda ise kompresörler birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir. CLA-2A'nın 90 Hz, 150 Hz ve 7 kHz civarlarında artış gösterdiği gözlemlenmektedir.

Vokal frekans spektrumunda da CLA-76'nın tüm frekans bandında en çok artışı gösteren kompresör olduğu gözlemlenmektedir.

4.7 Rock Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular

Rock müzik genlik ortalamaları için Şekil 3.184 incelendiğinde, dbx 160'ın en düşük dBTP, dinamik aralık, RMS ve LUFS değerlerine sahip olduğu gözlemlenecektir.

Rock müzik ile elde edilen genlik verilerinin en yüksek ve düşük değerleri Tablo 3.17'de verilmiştir.

	En Düşük dBTP	En Yüksek RMS	En Yüksek DR	En Yüksek LUFS
Akustik Davul	dbx 160	dbx 160	PuigChild 660 ve CLA-76	CLA-76
E. Gitar	CLA-2A	CLA-76	CLA-2A	CLA-76
Vokal	CLA-76	dbx 160	CLA-2A	PuigChild 660

Tablo 3.17 Rock Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler

Bölüm 3.4'te bulunan akustik davul frekans spektrumları incelendiğinde, alt frekanslarda CLA-76'nın ön planda olduğu, 200 Hz ve 2 kHz arasında PuigChild 660'ın en yüksek artışı gösterdiği ve 2 kHz'den sonrasında CLA-2A'nın artış yaptığı gözlemlenmektedir.

Gitar frekans spektrumları incelendiğinde ise 400 Hz ve altında PuigChild 660'ın en düşük artışı gösteren kompresör olduğu, orta-alt bölgede CLA-2A ve dbx 160'ın daha ön planda olduğu ve 300 Hz'den sonrasında CLA-76'nın en yüksek artışı gösterdiği gözlemlenmektedir.

Son olarak vokal frekans spektrumlarında 20 Hz ve 200 Hz arasında CLA-2A, 500 Hz ve 2 kHz arasında dbx 160, 2 kHz ve sonrasında ise PuigChild 660'ın ön planda olduğu gözlemlenmektedir.

4.8 Geleneksel Müzik İle Kompresör Testlerine Ait Bulgular

Geleneksel müzik genlik ortalamaları için Şekil 3.190 incelendiğinde, birbirlerine yakın değerler gözlemlenmektedir. En düşük dBTP -16,78 dBTP ile CLA-2A'ya aittir. En yüksek dinamik aralık 52,628 dB, en yüksek LUFS değeri -31,03 dB ve en yüksek RMS değeri -41,22 dB ile PuigChild 660'a aittir.

Geleneksel müzik ile elde edilen genlik verilerinin en yüksek ve düşük değerleri Tablo 3.18'de verilmiştir.

Ses Kaynağı	En Düşük dBTP	En Yüksek RMS	En Yüksek DR	En Yüksek LUFS
Perküsyon	CLA-76	PuigChild 660	PuigChild 660	PuigChild 660
Klasik Gitar	PuigChild 660	CLA-76	CLA-76	PuigChild 660 ve CLA-76
Saz	CLA-2A	PuigChild 660	CLA-2A	PuigChild 660
Kabak Kemane	dbx 160	dbx 160	PuigChild 660	PuigChild 660
Vokal	CLA-2A	PuigChild 660	CLA-2A	PuigChild 660

Tablo 3.18 Geleneksel Müzik, En Yüksek ve Düşük Genlik Değerlerine Sahip Kompresörler

Bölüm 3.5'te bulunan ses kaynaklarının frekans spektrumları incelendiğinde ise, perküsyon spektrumunda tüm frekans bandında en yüksek artışı PuigChild 660'ın gerçekleştirdiği gözlemlenmektedir. Klasik gitar frekans spektrumunda ise kompresörlerin yakın davranışlar sergilediği gözlemlenmektedir. Düşük frekans bölgesinde CLA-76'nın, 300 Hz ve üzerinde PuigChild 660'ın daha çok artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Saz frekans spektrumunda perküsyonda olduğu gibi en fazla artış PuigChild 660'a aittir. Kabak kemane incelendiğinde 300 Hz ve 3 kHz arasında PuigChild 660'ın, 3 kHz'den sonra CLA-76'nın daha yüksek artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Vokal frekans spektrumunda ise 3 kHz'den sonra en yüksek artışı CLA-2A'nın gösterdiği gözlemlenmektedir.

4.9 Araştırmanın Alt Problemlerine Dair Bulgular

4.9.1 Birinci alt probleme dair bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi olarak "kompresörler farklı frekans bölgelerinde nasıl davranış göstermektedir?" sorusu belirlenmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde PuigChild 660'ın zamanlama ve gain reduction testlerinde en yüksek THD davranışını alt frekans bölgesinde sergilediği gözlemlenmektedir. PuigChild 660 en düşük THD davranışı ise üst frekans bölgesinde göstermektedir.

CLA-76 üst ve orta frekans bölgesinde yakın sonuçlar göstermektedir ve en yüksek THD davranışını üst frekans bölgesinde göstermektedir. CLA-76'nın en düşük THD davranışı ise alt frekans bölgesinde gözlemlenmektedir.

CLA-2A'nın en yüksek THD davranışını alt frekans bölgesinde, en düşük THD davranışını da orta frekans bölgesinde gösterdiği gözlemlenmektedir.

dbx 160'ın da CLA-2A'ya benzer davranışlar gösterdiği gözlemlenmektedir. CLA-2A gibi dbx 160'ın da en yüksek THD davranışı alt frekans bölgesinde, en düşük THD davranışı orta frekans bölgesinde gözlemlenmektedir.

4.9.2 İkinci alt probleme dair bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi olarak "kompresörlerin atak ve salınım davranışları ne şekildedir?" sorusu belirlenmiştir.

Tablo 3.3'te bulunan kompresörlerin zamanlama sürelerinin karşılaştırması incelendiğinde, en hızlı atak ve bırakma süresinin PuigChild 660'a, en yavaş atak süresi dbx 160'a, en yavaş bırakma süresinin de CLA-76'ya ait olduğu gözlemlenecektir.

Tablo 3.3'te bulunan zamanlama test sonuçlarında atak için baz alınan süre, kompresöre gönderilen sinyalin eşik seviyesini geçtiği zaman kompresörün ne kadar sürede devreye gireceğidir. Bırakma için baz alınan süre ise sinyal eşik seviyesinin altına düştüğü zaman kazanç azaltımının %100'den, %63 seviyesine düştüğü zamandır. Bu baz alınan süreler ile en yavaş bırakma süresi CLA-76'ya aittir. Fakat Waves PuigChild 660 zamanlama testlerinde bulunan dalga formu görüntüleri incelendiğinde, bu kompresörün TC 5 ve TC 6'da kazanç azaltımını %0 seviyelerine getirmek için 9 saniyeden daha fazla süreye ihtiyaç duyduğu gözlemlenecektir (bkz Şekil 3.9, Şekil 3.22, Şekil 3.35).

Bu bağlamda bırakma süresi için kazanç azaltımının %63 seviyesine düştüğü süre baz alındığında araştırma dahilindeki en yavaş bırakma süresine sahip kompresör CLA-76'dır. Kazanç azaltımının %0 seviyesine düşmesi baz alındığında ise en yavaş bırakma süresi PuigChild 660'a aittir.

4.9.3 Üçüncü alt probleme dair bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi olarak “kompresörlerin frekans spektrumuna olan etkileri nelerdir?” sorusu belirlenmiştir.

Şekil 3.174 incelendiğinde kompresörlerin farklı frekanslarda ve GR seviyelerinde ortaya çıkan THD ortalamaları görülecektir. Burada elde edilen verilere göre frekans spektrumunda en yüksek değışımi PuigChild 660, en düşük etkiyi ise dbx 160 göstermektedir. CLA-76 ve CLA-2A birbirlerine çok yakın seviyelerde toplam harmonik bozulma değeri göstermektedir.





5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Gain reduction testleri sonrasında elde edilen sonuçlarda Şekil 3.171'te de görüleceği üzere alt frekans bölgesinde en yüksek THD değerine sahip kompresörün Waves PuigChild 660 olduğu belirlenmiştir. Alt frekans bölgesinde PuigChild 660'dan sonra en yüksek ikinci THD değeri Waves dbx 160'a aittir. Bir VCA kompresörün sinyalde FET ve optik kompresörlerden daha az harmonik bozulma göstermesi beklenirken, alt frekanslarda dbx 160'ın FET ve optik kompresörlere göre daha yüksek harmonik bozulma yarattığı tespit edilmiştir.

Şekil 3.172'de de görüleceği üzere orta frekans bölgesinde ise en yüksek harmonik bozulmayı Waves CLA-76, en düşük harmonik bozulmayı ise dbx 160 göstermektedir. Waves CLA-76'dan sonra ikinci en yüksek harmonik bozulma PuigChild 660'a, üçüncü en yüksek harmonik bozulma ise CLA-2A'ya aittir.

Üst frekans bölgesi incelendiğinde de en yüksek harmonik bozulma Waves CLA-76, en düşük harmonik bozulma dbx 160'a aittir (bkz. Şekil 3.173). Üst frekans bölgesinde Waves CLA-76'dan sonra en yüksek ikinci harmonik bozulma CLA-2A'ya aittir. PuigChild 660 ise belirlenen üç frekans bölgesinde en düşük harmonik bozulmayı üst frekans bölgesinde göstermektedir.

Şekil 3.174 incelendiğinde de yapılan testler ile en yüksek ortalama THD değerine sahip kompresörün tüp kompresör olan Waves PuigChild 660 olduğu belirlenmiştir. En düşük THD değeri ise VCA kompresör olan Waves dbx 160'a aittir.

Zamanlama süreleri incelendiğinde ise en hızlı atak ve bırakma sürelerine sahip kompresörün Waves PuigChild 660 olduğu gözlemlenmiştir. En yavaş atak süresine sahip kompresörün ise dbx 160 olduğu gözlemlenmektedir. Diğer kompresörler 0.48 ms ila 0.56 ms arasında atak süresine sahipken, dbx 160 1 ms atak süresine sahiptir (bkz. Tablo 3.3).

Bırakma süresi incelendiğinde ise, GR miktarının %63 seviyesine indiği süre baz alındığında en yavaş bırakma süresine sahip kompresörün CLA-76 olduğu gözlemlenmiştir (bkz. Tablo 3.3). Bırakma süresinde GR miktarının %0 seviyesine indiği süre baz alındığında ise en yavaş bırakma süresine sahip kompresörün PuigChild 660 olduğu gözlemlenmiştir.

Kompresörlerle farklı müzik tarzları üzerinde gerçekleştirilen testler sonucunda dbx 160'ın dinamik aralığı en çok sıkıştıran kompresör olduğu gözlemlenmiştir. Bu

sebeple bu kompresörün dinamik aralığı düşük olan müzik tarzlarında kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Klasik müzik ve caz gibi dinamik aralığı yüksek müzik tarzlarında bu kompresörü kullanmanın müziğin dinamiğini oluşturan nüanslara olumsuz etki edeceği düşünülmektedir.

Ayrıca dbx 160'ın alt frekans bölgesinde diğer frekans bölgelerine göre daha yüksek harmonik bozulma göstermesi ve hızlı zamanlama süreleri sayesinde temel doğuşkanları alt frekans bölgesinde olan ritim çalgılarında tepe (peak) kontrolü ve paralel kompresleme gibi uygulamalarda başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Orta ve üst frekanslarda düşük harmonik bozulma gösteren dbx 160, bu frekans bölgesinde tınıya etki etmeden sadece sıkıştırma görevini gerçekleştirmek için farklı ses kaynaklarında tercih edilebilir.

Waves PuigChild 660'ın ise alt frekans bölgesinde gösterdiği yüksek harmonik bozulmanın bu frekans bölgesinde tınlayan ses kaynaklarına harmonik zenginlik katabileceği düşünülmektedir. PuigChild 660'ın sahip olduğu hızlı zamanlama davranışları ve yüksek tepe (peak) kontrolünün düşük frekanslı ritim çalgılarında başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Özellikle caz müzik ile kompresör testlerinde diğer kompresörlere göre daha az dinamik aralık sıkıştırması gerçekleştiren PuigChild 660'ın dinamik aralığı yüksek olan müzik tarzları için uygun olabileceği düşünülmektedir.

Waves CLA-76'nın test sonuçları incelendiğinde ise bu kompresörün alt frekans bölgesinde en düşük harmonik bozulma yaratan kompresör olması, CLA-76 ve dolayısıyla UREI 1176 FET kompresörün alt frekans bölgesinde temel frekansları bulunan ses kaynaklarını diğer kompresörlere oranla daha transparan bir şekilde sıkıştırmayı mümkün kılacağı düşünülmektedir. Diğer tüm kompresörler alt frekans bölgesinde en yüksek harmonik bozulma seviyelerini gösterirken, CLA-76 en düşük harmonik bozulma seviyesini alt frekans bölgesinde göstermiştir. Orta ve üst frekans bölgelerinde yüksek harmonik bozulma gösterdiği için CLA-76'nın birçok ses kaynağının varlık bölgesinde (presence) artış (boost) göstereceği ve bu ses kaynaklarını karışım (mix) içinde daha tanımlı duyuracağı düşünülmektedir.

Waves CLA-2A ise en yüksek harmonik bozulmayı alt frekans bölgesinde göstermektedir. Hızlı zamanlama süreleri, giriş sinyalinin genlik zarfına göre zamanlama ayarlarını otomatik yapması ve alt frekanslardaki yüksek harmonik bozulma ile birlikte bu kompresörün birden fazla ses kaynağını içinde barındıran (örn. akustik davul grup kanalı) ritim enstrümlerinde başarılı sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Üç farklı müzik tarzı ile gerçekleştirilen testlerde CLA-2A'nın üst

frekans bölgesinde gösterdiği artışlar bu kompresörün zil, vokal vb. ses kaynaklarının üst harmoniklerinde artış göstereceği ve sinyaldeki tiz karakteri artıracığı düşünülmektedir.

Kompresörler ve müzik tarzları arasındaki ilişkiler düşünüldüğünde caz müzik ve dinamik aralığı yüksek olan müzik tarzlarında Waves PuigChild 660 ve CLA-2A gibi dinamik aralığı diğer kompresörlere oranla nispeten daha az sıkıştıran kompresörlerin düşük GR miktarlarında kullanılmasının bu müzik tarzlarının dinamik yapısına uygun olacağı düşünülmektedir. Rock, elektronik müzik, rap vb. dinamik aralığı daha düşük olan müzik tarzlarında ise, Waves dbx 160 ve CLA-76 gibi yüksek dinamik aralık sıkıştırması uygulayan kompresörleri kullanmanın, bu ve benzeri müzik tarzlarının dinamik yapılarına uygun olacağı düşünülmektedir.

Geleneksel müzik kayıtlarında kompresör tercihinde ise bu müzik tarzlarının duyum alışkanlıklarına göre bir tercihte bulunmanın doğru olacağı düşünülmektedir. Bu duruma Neşet Ertaş'ın eski kayıtlarındaki sazların ve Musa Eroğlu'nun *Halil İbrahim* adlı türküsündeki sazların duyumu örnek olarak verilebilir. Neşet Ertaş'ın eski kayıtlarında duyulan sazlar bozulmuş (drive) ve sıkıştırılmış, diğer bir ifadeyle nüansların az hissedildiği bir şekildedir. Çoğu durumda bu kabul görmeyecek bir duyumken, sanatçının başarısı ile bu duyum kabul görmüş ve günümüzde halk arasında bu saz duyumuna Neşet Ertaş tonu adı verilmiştir. Musa Eroğlu'nun türküsünün ilk 20 saniyesi dinlendiğinde Neşet Ertaş'ın eski kayıtlarına nazaran sazlardaki nüansların çok daha anlaşılır olduğu fark edilecektir. Bu bağlamda Neşet Ertaş'ın saz tonuna yakın bir sonuç isteniyorsa daha yüksek dinamik aralık sıkıştırması uygulayan kompresörlerin, Musa Eroğlu'nun saz tonuna yakın bir sonuç isteniyorsa daha düşük dinamik aralık sıkıştırması uygulayan kompresörlerin tercih edilmesinin daha uygun olduğu düşünülmektedir. Ayrıca iki türküyü karşılaştırırken kaydedildikleri yıllardaki ses kayıt teknolojisini de göz ardı etmemek gerekmektedir.

5.2 Öneriler

Bu tez kompresörlerin farklı frekans bölgelerinde nasıl davranış gösterdiğini, zamanlama davranışlarını, tınıya olan etkilerini ve seçilmiş üç farklı müzik türünde nasıl farklar gösterdiklerine odaklanmıştır.

Araştırmanın ana problem sorularından biri olan “hangi kompresör türü, hangi müzik tarzında daha uyumlu çalışmaktadır?” sorusunun cevabı çok büyük bir evreni kapsamaktadır. Çünkü araştırmanın dahilindeki tüm ana müzik stillerinin altında bile

birçok alt tür bulunmaktadır. Bu alt türler çalım, duyum ve prodüksiyon anlamında farklılıklar göstermektedir.

Araştırma sorusunun cevabını bulabilmek için öncelikle bir ana tür belirlenip o türün en çok bilinen alt türleri de araştırmaya dahil edilebilir. Bu türlerin her birine ait prodüksiyonu bitmiş çok kanallı kayıtlar, miks öncesi ve sonrası olmak üzere tonal ve dinamik özellikleri bağlamında analiz edilebilir. Elde edilen verilerin korelasyon ve standart sapma analizleri sonucunda bu araştırmadan da faydalanılarak hangi kompresörün o müzik türü ve alt türlerinde daha uyumlu olduğu sonucu elde edilebilir. Bu sonuçlar ile de belirlenen müzik türü özelinde dinamik ve frekans spektrumu açısından o müzik türüne özel kompresör tasarımları geliştirilebilir.

Bir diğer öneri olarak, kompresörlerin tınısal olarak ses sinyalini ne şekilde etkilediğine dair psikoakustik ölçümler gerçekleştirip, kompresörlerin insan kulağındaki etkileri araştırılabilir.

Müzik tarzları ve kompresörler her ne kadar bilimsel yöntem ve verilerle eşleştirilse de tüm bunların sanata hizmet ettiği unutulmamalıdır. Tüm bu verilerin karşısında tecrübe, kişisel duyum alışkanlıkları ve geçmişten gelen kompresör kullanım alışkanlıklarının kompresör kullanımında yine de daha baskın olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadaki amaç kompresör kullanım alışkanlıklarında değişiklik yaratmaktan ziyade kompresör kullanım çeşitliliğine dair ışık tutmaktır.

KAYNAKÇA

- 1176LN Classic Limiting Amplifier*. (2020, Temmuz 25). Nisan 20, 2022 tarihinde Universal Audio Web sitesi: <https://help.uaudio.com/hc/en-us/articles/206007816-1176LN-Classic-Limiting-Amplifier> adresinden alındı
- 4tubes.com. (2013, Nisan 30). *Index of /2-SCHEMATICS/Pro-Audio/Compressors/FAIRCHILD-670*. Nisan 19, 2022 tarihinde 4tubes Web Sitesi: <http://4tubes.com/2-SCHEMATICS/Pro-Audio/Compressors/FAIRCHILD-670/> adresinden alındı
- All-Button Mode*. (2004, Temmuz 6). Nisan 20, 2022 tarihinde Sweetwater Web sitesi: <https://www.sweetwater.com/insync/all-button-mode/> adresinden alındı
- Alten, S. R. (2011). *Recording and Producing Audio for Media* (1. b.). Cengage Learning PTR.
- Aydöner, E. (2019). *Müzik Yapımında Mastering* (1. b.). Müzik Eğitimi Yayınları.
- Ballou, G. (2008). *Handbook For Sound Engineers* (4. b.). Elsevier Inc.
- Baltakesmez, A. (2011). *Elektrokimyasal Büyütme Tekniği ile Elde Edilen ZnO Tabanlı Homoeoklemlerin Elektrolüminesansının İncelenmesi*. Erzurum: Yüksek Lisans Tezi.
- Benson, D. J. (2006). *Music a Mathematical Offering* (1. b.). Cambridge University Press.
- Bieger, H. (2016, Mayıs). *Fairchild 660 & 670*. Nisan 19, 2022 tarihinde Sound on Sound Web sitesi: <https://www.soundonsound.com/reviews/fairchild-660-670> adresinden alındı
- Birth of a Classic: The dbx 160 Compressor*. (2020, 11 20). Nisan 25, 2022 tarihinde Mix Online Web sitesi: <https://www.mixonline.com/technology/birth-of-a-classic-the-dbx-160-compressor> adresinden alındı
- Bromham, G., Moffat, D., Barthet, M., & Fazekas, G. (2018). *The impact of Compressor Ballistics on the Perceived Style of Music*. New York: Audio Engineering Society.
- Campbell, W., Paterson, J., & Van Der Linde, I. (2017). *Listener Preferences for Alternative Dynamic-Range-Compressed Audio Configurations*. Journal of the Audio Engineering Society.

CLA-76 Compressor / Limiter. (t.y.). Mayıs 12, 2022 tarihinde Waves Web Sitesi: <https://www.waves.com/plugins/cla-76-compressor-limiter#intro-to-the-classic-compressors> adresinden alındı

Delen, H. (2017). Bağlama Mikrofonlama Teknikleri Ve Kompresör Kullanımının Müzik Teknolojileri Eğitimine Katkıları (Doktora Tezi).

Devine, K. (2013). Imperfect Sound Forever: Loudness wars, Listening Formations and the History of Sound Reproduction. *Popular Music*(32), 159-176.

Dittmar, T. A. (2017). *Audio Engineering 101: A Beginner's Guide to Music Production* (2. b.). Routledge.

Durmaz, S. (2009). *Müzik Teknolojisi ve Audio Terimleri Sözlüğü* (1. b.). İzmir: Cinius Yayınları.

Elektrik Elektronik Teknolojisi. (2011). Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.

Floru, F. (1999). Attack and Release Time Constants in RMS-Based Feedback Compressors. *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 47 No. 10, 788-804.

Fox, A. (t.y.). *Dynamic Range Compression: What Is The Makeup Gain Control?* Erişim: Şubat 16, 2022 tarihinde My New Microphone Web Site: <https://mynewmicrophone.com/dynamic-range-compression-what-is-the-make-up-gain-control/> adresinden alındı

Fox, A. (t.y.). *What Is A VCA Compressor & How Does It Work?* Nisan 25, 2022 tarihinde My New Microphone Web sitesi: <https://mynewmicrophone.com/what-is-a-vca-compressor-how-does-it-work/> adresinden alındı

Fox, A. (t.y.). *What Is Upward Dynamic Range Compression In Audio?* Erişim: Şubat 12, 2022 tarihinde My New Microphone Web sitesi: <https://mynewmicrophone.com/what-is-upward-dynamic-range-compression-in-audio/#:~:text=Upward%20compression%20is%20a%20type,compression%20with%20hardware%20or%20software.> adresinden alındı

Giannoulis, D., Massberg, M., & Reiss, J. D. (2012). Digital Dynamic Range Compressor Design—A Tutorial and Analysis. *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 60, No. 6, 399-408.

- Göknar, E. (2020). *Major Label Mastering Professional Mastering Process* (1 b.). Routledge.
- Gürer Yücel, F. (2014). *Ses Bilgisi Ve Akustik Konusunun Disiplinler Arası Öğretimi* (1. b.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Hjortkjær, J., & Walther-Hansen, M. (2014). *Perceptual Effects of Dynamic Range Compression in Popular Music Recordings*. *Journal of the Audio Engineering Society*.
- Holman, T. (2010). *Sound for Film and Television* (3 b.). Focal Press.
- Hosken, D. (2011). *An Introduction to Music Technology* (1. b.). Routledge.
- Huber, D. M., & Runstein, R. E. (2010). *Modern Recording Techniques* (7. b.). Focal Press.
- Introducing The "True Peak Limiter"*. (t.y.). Nisan 20, 2022 tarihinde Vintage King Pro Audio Outfitter Web sitesi: <https://vintageking.com/urei-universal-audio-1176ln-compressor-limiter> adresinden alındı
- Işıksan, C. (2013). *Yayıncılıkta Ses Teknolojisi ve Mikrofonlar*. İzmir: Görünmez Adam Yayıncılık.
- Izhaki, R. (2008). *Mixing Audio: Concepts Practices and Tools* (1. b.). Focal Press.
- Köse, E. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (R. Y. Kınca, Dü.) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- LetiMix Catalogue*. (t.y.). Mayıs 15, 2022 tarihinde LetiMix Web Sitesi: <https://letimix.com/products> adresinden alındı
- Ma, Z., De Man, B., Pestana, P. D., Black, D. A., & Reiss, J. D. (2015). Intelligent Multitrack Dynamic Range Compression. *Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 63, No. 6*, 412-426.
- McNiece, S. (2021, Temmuz 27). *Peak vs RMS vs LUFS – What are they, what's the difference and when you should use them*. Erişim: Şubat 16, 2022 tarihinde Mixdown Web sitesi: <https://mixdownmag.com.au/features/peak-vs-rms-vs-lufs-what-are-they-whats-the-difference-and-when-you-should-use-them/> adresinden alındı
- Messitte, N. (2021, Eylül 23). *Expanding on Compression: 3 Overlooked Techniques for Improving Dynamic Range*. Erişim: Şubat 16, 2022 tarihinde iZotope Web sitesi: <https://www.izotope.com/en/learn/expanding-on-compression-3-overlooked-techniques-for-improving-dynamic-range.html> adresinden alındı

- Moore, A. (2012). All Buttons In: An Investigation Into the Use of the 1176 FET Compressor in Popular Music Production. *Journal on the Art of Record Production*.
- Moore, A., Till, R., & Wakefield, J. P. (2016). An Investigation Into The Sonic Signature Of Three Classic Dynamic Range Compressors. *Audio Engineering Society Convention Paper 9572*. Paris: Audio Engineering Society.
- Owsinski, B. (2013). *The Mixing Engineer's Handbook* (3 b.). Cengage Learning PTR.
- Önen, U. (2011). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri* (5. b.). Ankara: Çitlembik Yayınları.
- Önen, U. (2016). *Miks Üzerine Müzik Prodüksiyonlarında Miks Teknikleri ve Çeşitli Yaklaşımlar* (1. b.). Ankara: Çitlembik Yayınları.
- Pasinlioğlu, T., & Önen, U. (2016). *Synthesizer Teknolojileri ve Programlama* (2. b.). Çitlembik Yayınları.
- Pasinlioğlu, T., & Pasinlioğlu, K. (2016). *Ses Uygulamalarında Efekt ve Sinyal İşlemciler* (1. b.). İstanbul: Cinius Yayınları.
- Punch, K. (2005). *Sosyal Araştırmalara Giriş*. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Rezar, Z. (t.y.). *Feed-back and feed-forward compressor topology explained*. Erişim: Şubat 16, 2022 tarihinde [blog:analog Web sitesi: https://blog.mixanalog.com/compressor-topology-explained](https://blog.mixanalog.com/compressor-topology-explained) adresinden alındı
- Savage, S. (2011). *The Art of Digital Audio Recording: A Practical Guide for Home and Studio* (1. b.). Oxford University Press.
- Semiz, T. Y. (2018, Şubat 27). *LDR Nedir? Foto Dirençlerin Çalışma Mantığı*. Nisan 21, 2022 tarihinde [robotistan: https://maker.robotistan.com/ldr/](https://maker.robotistan.com/ldr/) adresinden alındı
- Shea, M. (2005). *Studio Recording Procedures: How To Record Any Instrument* (1. b.). McGraw-Hill - TAB Electronics.
- Sonal, D., Mishra, K., Mishra, M. K., Shrivastava, S. K., & Mishra, B. K. (2022). Analysis of Impact of Repelling Sound on Animals . *NeuroQuantology*, 1335-1341.
- Sözen, M. (2003). *Sinemada Ses Kullanımı* (1. b.). Antalya: Detay Yayıncılık.
- Talbot-Smith, M. (2002). *Sound Engineering Explained* (2. b.). London: Focal Press.
- Tarikci, A. (2015). *Müzik Teknolojisine Giriş* (1. b.). Ankara: Müzik Eğitimi Yayınları.

Taylor, R. W., & Martens, W. L. (2014). *Hyper-compression in Music Production: Listener Preferences on Dynamic Range Reduction*. Berlin: Audio Engineering Society.

Teletronix LA-2A Classic Leveling Amplifier. (t.y.). Nisan 21, 2022 tarihinde Universal Audio Web sitesi: <https://help.uaudio.com/hc/en-us/articles/206356233-Teletronix-LA-2A-Classic-Leveling-Amplifier> adresinden alındı

Teletronix LA-2A User Manual. (t.y.). Nisan 21, 2022 tarihinde Universal Audio Web sitesi: http://media.uaudio.com/assetlibrary/l/a/la-2a_manual.pdf adresinden alındı

TELETRONIX® LA-2A CLASSIC LEVELING AMPLIFIER. (t.y.). Nisan 21, 2022 tarihinde Universal Audio Web sitesi: <https://www.uaudio.com/hardware/la-2a.html> adresinden alındı

The Fairchild 660 and 670. (t.y. para. 3). Wintage King Web sitesi: <https://vintageking.com/fairchild-660-670-compressor-limiter> adresinden alındı

Tomarakos, J. (2022, Şubat 9). Analog Devices Website: Erişim: <https://www.analog.com/ru/technical-articles/relationship-data-word-size-dynamic-range.html> adresinden alındı

Tube Compressor. (2017, para. 1, Nisan 6). SoundBridge Web sitesi: <https://soundbridge.io/tube-compressor/> adresinden alındı

Waves CLA-76. (2022, Mayıs 22). Waves Web sitesi: <https://www.waves.com/plugins/cla-76-compressor-limiter#intro-to-the-classic-compressors> adresinden alındı

Waves CLA-76 User Guide. (t.y.). Nisan 20, 2022 tarihinde Waves Web Sitesi: <https://www.waves.com/downloads/manuals> adresinden alındı

Waves dbx® 160 Compressor/Limiter User Guide. (t.y.). Nisan 25, 2022 tarihinde Waves: <https://www.waves.com/plugins/dbx-160-compressor-limiter#image> adresinden alındı

Waves PuigChild User Manual. (t.y.). Nisan 19, 2022 tarihinde Waves Audio Web Sitesi: <https://www.waves.com/1lib/pdf/plugins/puigchild.pdf> adresinden alındı

What is a FET: Field Effect Transistor: Types, Technology. (t.y.). Nisan 20, 2022 tarihinde Electronics Notes Web sitesi: <https://www.electronics->

notes.com/articles/electronic_components/fet-field-effect-transistor/what-is-a-fet-types-overview.php adresinden alındı

Zeren, M. A. (2018). *Müzik Fiziği* (7. b.). İstanbul: Pan Yayıncılık.

