

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**SAYISAL SES ÇALIŞMA
YAZILIMLARI ARASINDAKİ
SES ÇIKTILARININ FARKLARININ ANALİZLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

SERDAR SEÇME

İSTANBUL,2018

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SES TEKNOLOJİLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SAYISAL SES ÇALIŞMA
YAZILIMLARI ARASINDAKİ
SES ÇIKTILARININ FARKLARININ ANALİZLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

SERDAR SEÇME

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DENEÇ

İSTANBUL,2018

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SES TEKNOLOJİLERİ

Tezin Adı: Sayısal Ses Çalışma Yazılımları Arasındaki Ses Çıktılarının Farklarının Analizleri

Öğrencinin Adı Soyadı: Serdar Seçme

Tez Savunma Tarihi: 30/05/2018

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Dr. Öğr. Üyesi Yücel Batu SALMAN
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi YAHYA BURAK TAMER
Program Koordinatörü

İmza
Yahya Burak Tamer

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DENEÇ

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Y. BURAK TAMER

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖZDEMİR

İmzalar

Gökhan Deneç
Yahya Burak Tamer
Taylan Özdemir

TEŐEKKÜR

Bu tezi hazırlamam süresince bana desteklerini esirgemeyen, bütün bilgi birikimini ve zamanını bana sunan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Deneç'e; her türlü soruma büyük bir özen ile yanıt veren program koordinatörü Dr. Öğr. Üyesi Yahya Burak Tamer'e; çalışmalarımda bana yardımcı olan Barkın Engin'e ve Dr. Öğr. Üyesi Eray Altınbüken'e; son olarak bana her zaman inanan ve desteklerini daima arkamda hissettiğim aileme ve tüm sevdiklerime teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2018

Serdar SEÇME



ÖZET

SAYISAL SES ÇALIŞMA YAZILIMLARI ARASINDAKİ SES ÇIKTILARININ FARKLARININ ANALİZLERİ

Serdar Seçme

Fen Bilimleri Enstitüsü Ses Teknolojileri Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Deneç

Haziran 2018, 58 Sayfa

Günümüz müzik endüstrisinde sesi kaydetmeye, kaydedilen sesleri çalmaya ve bu ses kayıtları üzerinde işlemler yapılmasına yardımcı olan yazılımlar kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji, değişen kayıt teknolojileri ve müzik dinleme biçimleri bu yazılımların da değişmesine, gelişmesine ve bu yazılımlar arasında farkların doğmasına neden olmuştur. Yazılımlara erişimin ve ses üretimindeki kullanım kolaylıkları pek çok farklı yazılımın üretilmesine neden olmuştur. Kullanıcı tercihlerinin ve üretimlerin farklılaşmasının sonucunda, yazılımlar birbirlerinden bazı noktalarda ayrılmışlardır. Bu tez, ses kayıt ve müzik üretimi noktasında sık tercih edilen dört yazılım arasındaki farkları bazı sinyal ve gürültü türlerinin, yazılımlardan elde edilen ses çıktılarının analizleri yoluyla ifade edilmesi üzerine hazırlanmıştır. Bu konuyla ilgili daha önceden yapılan araştırmalar akademik çalışma disiplini taşımamaktadır. Bu tez çalışmasının sonucunda bu yazılımlar arası farklar sinyal ve gürültü türleri bazında ortaya konacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sayısal Ses, Sinyal Türleri, Sayısal Ses Yazılımları, Ses Sinyali

ABSTRACT

ANALYSIS AND COMPARISON OF SOUND OUTPUT QUALITY DIFFERENCE BETWEEN DIGITAL AUDIO WORKSTATION SOFTWARE

Serdar Secme

Institute of Science Sound Technologies Master Program

Thesis Supervisor: Dr. Lecturer Gökhan Denec

June 2018, 58 Page

Nowadays in music industry, numerous software programs are being used to record, listen and process sound. By means of evolving technology, different recording techniques and various ways of listening music caused a difference between audio production programs. As digital audio workstations became widespread, different manufacturers had produced offered different software working environment. While all these software programs are capable of audio production in similar ways, they differ from each other due to user needs and production requirements. In this thesis, you can find the comparison of four software programs those are commonly used in music industry, based on the analysis of spectrums of output files gathered with same noise and simple wave (sine wave) sources. Previous resarches on this field do not exist not exhibit academic discipline. As a resut of this thesis work, differences between these software programs are analyzed and compared based on basic waveforms and noise inputs.

Keywords: Digital Sound, Signal Types, Digital Audio Worstations, Audio Wave

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER.....	x
KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 SAYISAL SES ÇALIŞMA YAZILIMLARININ TARİHÇESİ.....	3
1.2 TEZİN AMACI	4
2. LİTERATÜR TARAMASI	5
2.1 SES FİZİĞİNE DAİR GENEL BİLGİLER.....	5
2.1.1 Yinelenen Hareket.....	7
2.2 SAYISAL SES İLE İLGİLİ BİLGİLER	8
2.2.1 Örnekleme Teorisi.....	8
2.2.2 Nicemleme.....	10
2.2.3 Sinyalin Gürültüye Oranı.....	13
3. VERİ VE YÖNTEM	15
3.1 BEYAZ GÜRÜLTÜNÜN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ	18
3.1.1 Beyaz Gürültünün Protools Yazılımındaki Ölçümleri	18
3.1.2 Beyaz Gürültünün LogicPro X Yazılımındaki Ölçümleri.....	20
3.1.3 Beyaz Gürültünün Studio One Yazılımındaki Ölçümleri	21
3.1.4 Beyaz Gürültünün Ableton Live Yazılımındaki Ölçümleri	21
3.2 PEMBE GÜRÜLTÜNÜN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ	22
3.2.1 Pembe Gürültünün Protools Yazılımındaki Ölçümleri.....	22
3.2.2 Pembe Gürültünün Logic Pro X Yazılımındaki Ölçümleri	23
3.2.3 Pembe Gürültünün Studio One Yazılımındaki Ölçümleri.....	24
3.2.4 Pembe Gürültünün Ableton Live Yazılımındaki Ölçümleri.....	24
3.3 TEKİL FREKANSLARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ	25
3.3.1 Protools Yazılımında 1 kHz Ölçümü.....	26
3.3.2 Logic Pro X Yazılımında 1 kHz Ölçümü	27
3.3.3 Studio One Yazılımında 1 kHz Ölçümü.....	27
3.3.4 Ableton Live Yazılımında 1 kHz Ölçümü	28
3.3.5 Protools Yazılımında 125 Hz Ölçümü	29

3.3.6	Logic Pro X Yazılımında 125 Hz Ölçümü	29
3.3.7	Studio One Yazılımında 125 Hz Ölçümü	30
3.3.8	Ableton Live Yazılımında 125 Hz Ölçümü	31
3.3.9	Protools Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü	31
3.3.10	Logic Pro X Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü	32
3.3.11	Studio One Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü	33
3.3.12	Ableton Live Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü	33
4.	BULGULAR	49
4.1	KARŞILAŞTIRMALI 1 kHz ANALİZİ	49
4.2	KARŞILAŞTIRMALI 125 Hz ANALİZİ	51
4.2.1	KARŞILAŞTIRMALI 62,5 Hz ANALİZİ	51
4.2.2	KARŞILAŞTIRMALI BEYAZ GÜRÜLTÜ ANALİZİ	52
4.2.3	KARŞILAŞTIRMALI PEMBE GÜRÜLTÜ ANALİZİ	53
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	55
EKLER		
Ek A.1	Waves Paz Analizörün Protools'da Ortaya Çıkan Beyaz Gürültü	47
Ek A.2	Waves Paz Analizörün Protools'da Ortaya Çıkan Pembe Gürültü	48

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Basit ses dalgasının osiloskoptaki görüntüsü	6
Şekil 2.2: Müzik sesinin osiloskoptaki görüntüsü.....	6
Şekil 2.3: Karmaşık sesin osiloskoptaki görüntüsü.....	6
Şekil 2.4: Basit uyumlu hareketin gösterimi	7
Şekil 2.5: Örnekleme teorisinin gösterimi	10
Şekil 2.6: Koordinant düzleminde ikili sayı sistemi ve zaman ilişkisinin gösterimi	12
Şekil 2.7: Sinyalin gürültüye oranı ve dinamik aralık ilişkisi.....	14
Şekil 3.3: Beyaz gürültünün Protools yazılımında Insight analizördeki sonuçları	19
Şekil 3.4: Protools'da 210 Hz'deki analiz sonucunun yakınlaştırılmış görüntüsü	19
Şekil 3.5: Beyaz gürültünün Logic Pro X yazılımında Insight analizördeki sonuçları...	20
Şekil 3.6: Logic Pro X'de 316 Hz'deki analiz sonucunun yakınlaştırılmış görüntüsü ...	20
Şekil 3.8: Beyaz gürültünün Ableton Live yazılımında Insight analizör sonuçları	22
Şekil 3.9: Pembe gürültünün Protools yazılımında Insight analizördeki sonuçları	23
Şekil 3.10: Pembe gürültünün Logic Pro X yazılımında Insight analizör sonuçları.....	23
Şekil 3.11: Pembe gürültünün Studio One yazılımında Insight analizördeki sonucu.....	24
Şekil 3.12: Pembe gürültünün Ableton Live yazılımında Insight analizör sonuçları	25
Şekil 3.13: Protools'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	26
Şekil 3.14: Logic Pro X'den elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar	27
Şekil 3.15: Studio One'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	28
Şekil 3.16: Ableton Live'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	29
Şekil 3.17: Protools'dan elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	29
Şekil 3.18: Logic Pro X'den elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar	30
Şekil 3.19: Studio One'dan elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	30
Şekil 3.20: Ableton Live'dan elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	31
Şekil 3.21: Protools'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	32
Şekil 3.22: Logic Pro X'den elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar	32
Şekil 3.23: Studio One'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	33
Şekil 3.24: Ableton Live'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar.....	34
Şekil 3.25: Audacity yazılımının ses çıktı penceresi	34
Şekil 3.26: Audacity yazılımının ürettiği beyaz gürültünün grafiği	35
Şekil 3.27: Audacity yazılımının ürettiği pembe gürültünün grafiği	36
Şekil 3.28: Audacity yazılımının ürettiği 1 kHz sinyalin grafiği	36
Şekil 3.29: Audacity yazılımının ürettiği 125 Hz sinyalin grafiği	37
Şekil 3.30: Audacity yazılımının ürettiği 62,5 Hz sinyalin grafiği	37
Şekil 3.31: Protools ses ayarları penceresi.....	38
Şekil 3.32: Logic Pro X ses ayarları penceresi	39
Şekil 3.33: Studio One ses ayarları penceresi	39
Şekil 3.34: Ableton Live ses ayarları penceresi	40
Şekil 3.35: Protools ses çıktı ayarları penceresi.....	41
Şekil 3.36: Logic Pro X ses çıktı ayarları penceresi	42
Şekil 3.37: Studio One ses çıktı ayarları penceresi	42
Şekil 3.38: Ableton Live ses çıktı ayarları penceresi.....	43
Şekil 3.39: -3 dB'de Protools'dan alınan 1 kHz ses sinyalinin grafiği	44
Şekil 3.40: -3dB'de Protools'dan alınan 125 Hz ses sinyalinin grafiği	44
Şekil 3.41: -3 dB'de Protools'dan alınan 62,5 Hz ses sinyalinin grafiği	45
Şekil 3.42: -3 dB'de Protools'dan alınan beyaz gürültü grafiği.....	45

Şekil 3.43: - 3 dB’de Protools’ dan alınan pembe gürültü grafiği	46
Şekil 3.44: Audio Diffmaker yazılımının ekran görüntüsü.....	46
Şekil 3.45: Beyaz gürültü için yapılan Protools ve Logic Pro X sonuçları.....	47
Şekil 3.46: Beyaz gürültü için yapılan Ableton Live ve Studio One sonuçları	48
Şekil 4.1: Yazılımlardan elde edilen 1 kHz’in toplu gösterimi.....	50
Şekil 4.2: Yazılımlardan elde edilen 1 kHz’in 100 Hz’de biriktirdiği enerji.....	50
Şekil 4.3: Yazılımlardan elde edilen 125 Hz’in toplu gösterimi	51
Şekil 4.4: Yazılımlardan elde edilen 62,5 Hz’in toplu gösterimi.....	52
Şekil 4.5: Beyaz gürültü analizlerinin toplu gösterimi.....	53
Şekil 4.6: Pembe gürültü analizlerinin toplu gösterimi.....	54



KISALTMALAR

ADDA	:	Analogdan Dijitale Dijitalden Analoga
CD	:	Compact Disk
DAW	:	Digital Audio Workstation
HZ	:	Hertz
KHZ	:	Kilohertz
MIDI	:	Musical Instruments Digital Interface
PGF	:	Pes Geçirgen Filtre
SS	:	Sayısal Ses
SSÇY	:	Sayısal Ses Çalışma Yazılımı
USB	:	Universal Serial Bus

1. GİRİŞ

Kulağımızı uyararak; kulaklarımız yoluyla beynimize ulaşarak bir etki yaratabilen her türlü uyarıcıya ses denir. Ses kavramından söz edilebilmesi için; bir kaynağa, iletici bir ortama ve bunları algılayabilecek bir alıcıya ihtiyaç vardır. Buna göre, bir sesin var olabilmesi için, çalışır durumda bir kulak ve beyin bulunması, onları uyarabilecek nitelikteki etkenlerin bir yerlerde oluşması ve bu etkenlerin, oluştukları yerden kulağa kadar, kulağı uyardırma yetecek bir şiddette iletilmesi gerekir. Bu öğelerden herhangi biri yoksa ses de yoktur (Zeren 2014, s. 11).

Kaynak, doğada bulunan her şey olabilir. Örneğin bir kuşun kanat çırpışı bir ses kaynağı olabileceği gibi bir aracın motor gürültüsü de ses kaynağı kabul edilebilir. İletici ortam; sıvı, gaz veya katı halde olabilir. Fakat genellikle iletici ortamı gaz yani hava olarak kabul edebiliriz. Alıcı ise; bu sesleri beynimize iletebilecek bir kulak ve bunları anlamlandırabilecek bir beyindir.

İnsanlığın varoluşundan günümüze kadar uzanan zaman diliminde; insan algısını yöneten ve davranışlarını belirleyen temel faktörlerden birisi de ses olmuştur. Ses kavramından yola çıkılarak üretilen ve tüketilen her türlü materyalin, kaydedilmesi ve depolanması gerektiği ihtiyaçlarından yola çıkılarak; sesin kaydedilip dondurulması ile ilgili çalışmalar başlamıştır.

İlk olarak 1860 yılında Fransız mucit Edouard Leon Scott de Martinville fonotograf adında bir alet icat etmiştir. 1857 yılında başlanan çalışmalar üç yıl sonra sonuç vermiştir. Fakat Edouard Leon Scott de Martinville sadece ses dalgalarını görsel olarak kayıt altına alabilmiştir. Fonotograf, ses dalgalarının görülebildiği ancak dinlenemediği bir icat olmuştur. Ardından 1876 yılında Thomas Edison fonotografı yola çıkarak fonografi icat etmiştir. Edison'un bu icadıyla ilk kez kaydedilen bir ses, tekrardan dinlenebilir olmuştur.

Gelişen teknoloji ve endüstrinin beklentileri, ses kayıt dünyasında çeşitli ihtiyaçların doğmasına neden olmuştur. Fonograftan günümüze kaydedilmiş bir ses verisinin kaydedilmesi ve tekrardan çalınması defalarca kez yöntem değiştirmiştir.

Fonografin icadının ardından 1880 yılında her iki yüzüne de kayıt yapabilen ve bu kayıtları tekrardan çalabilen plaklar icat edildi. Özel bir baskı tekniği uygulanarak plağın üzerine kazınan ses verisi; daha sonra bu ses verilerini okuyabilen bir iğne ve bu iğneden gelen ses sinyallerini bize duyurmaya yarayan gramofon yardımıyla duyulabildi. Bu gelişme müzik sektörü için çok büyük bir adım oldu. Müzisyenler bu teknoloji sayesinde eserlerini kaydetme ve daha çok kişiye duyurma imkanı yakalamış oldu (Morton 2004, s. 16).

1930'lerden sonra plak ve gramofonun yerini kaset ve kaset çalarlar aldı. Kasetin içerisindeki manyetik banta işlenen ses, hem daha kolay kaydedilebiliyordu, hem de daha kolay tekrardan dinlenilebiliyordu. Plak ve gramofona göre daha pratik çözüm sunan kaset teknolojisi 1970'lere kadar müzik sektörünün en çok tercih edilen kayıt ve dinleme materyali oldu.

1970'lerde ise kaset ve kaset çalarlardan daha pratik ve daha büyük boyutlarda ses kayıtları yapabilen CD (*Compact Disk*), ses kayıt teknolojisine yön verdi. İçindeki ses verisini daha uzun süre koruyabilmesi, kasete göre daha kaliteli ses verisi kaydedip depolayabilmesi, CD'lerin tercih edilmesinde çok önemli rol oynadı. Günümüzde CD teknolojisi yerini USB belleklere ve *hard disk* teknolojisine bırakmıştır.

Günümüzde ses kayıtları ve kayıtlar üzerindeki tüm işlemler çoğunlukla sayısal ses çalışma yazılımları (*Digital Audio Workstation*) yardımıyla yapılmaktadır. Bu yazılımlar müzik endüstrisinde Daw olarak da adlandırılırlar.

1.1 SAYISAL SES ÇALIŞMA YAZILIMLARININ TARİHÇESİ

İlk sayısal ses çalışma yazılımı (SSÇY) 1970 yılında Soundstream firması tarafından üretilmiştir. Üretilen bu yazılımın ismi Digital Editing System'dir. 1979 yılında Fairlight firmasının ürettiği CMI (*Computer Musical Instrument*) yazılımı bilgisayar tabanlı çalışmıyordu. Bir *hard disk* üzerine kendi ürettiği ses yazım sistemi (QQOS) ile MIDI (*Musical Instruments Digital Interface*) sinyaller yolluyordu ve bu midi sinyalleri eş zamanlı olarak çalabiliyordu.

1980'lerde Apple, Commodore Amiga ve Atari St gibi firmalar SSÇY'nin ilk temellerini atmıştır. Günümüzde yoğun olarak kullanılan Protools yazılımının ses işleme özellikleri 1980'lerde üretilen bu yazılımlardan yola çıkılarak geliştirilmiştir. 1980'li yıllarda Digidesign firmasının ürettiği Protools yazılımı sadece bir ses editörü olarak çalışabiliyordu. Protools'un ilk üretim sebebi dönemin yoğun olarak tercih edilen Akai s900 ve e-Mu Emulater 2 ses sentezleyici enstrümanlarından (*synthesizer*) ses örnekleri alıp, bu örnekleri tekrar çalabilmesidir. Ardından 1985 yılında Opcode firması tarafından üretilen Midimac yazılımı Macintosh bilgisayarlarda ses üretimi yapmaya izin vermiştir ve dönemin en yaygın kullanılan yazılımlarından birisi olmuştur.

Bu dönem başka bir SSÇY üreticilerinden birisi de Mark Of The Unicorn firması olmuştur. Digital Performer isimli bir yazılım çok kanallı midi kayıtlar yapılabilmesi, bu kanalların eş zamanlı olarak çalınabilmesi ve kanallar üzerine kesme, kopyalama, yapıştırma veya bir önceki işleme geri dönülebilmesi gibi kullanım kolaylıkları sağlamıştır. Digital Performer'ın piyasaya sunulduğu yıllarda Steinberg firmasının geliştirdiği Cubit yazılımı sektörde çok büyük değişimlere neden olmuştur. Ardından Cubit yazılımı geliştirilerek Cubase ismiyle sektördeki varlığını devam ettirmiştir. Bu dönemde kullanılan Atari, Notator Logic, Emagic Logic yazılımları da hem Macintosh hem de Windows tabanlı işletim sistemlerinde çalışabilmesi nedeniyle sektörde çok fazla tercih edilmeye başlanmışlardır.

90'lı yıllarda SSÇY teknolojisi çok hızlı gelişim göstermiştir. Bilgisayarların artan işlemci kapasiteleri, çok kanallı kayıt yapmaya imkan sağlayan yazılımların gelişmesi bugün kullanılan yazılımların temellerini oluşturmuşlardır. Apple tabanlı çalışan

dönemin programları; Performer, Creator, Pro-16, Vision, Studer Dyaxis, Sonic Solutions ve Sound Designer gibi programlardır. Windows tabanlı çalışan ilk SSÇY ise Samplitude Studio programı olmuştur.

Günümüzde pek çok gelişmiş SSÇY vardır. Bu tez çalışmasında yoğun olarak tercih edilen dört tanesi olan Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton Live yazılımları üzerinde analizler yapılacaktır.

1.2 TEZİN AMACI

Sesin kaydedilip depolanması için kullanılan yöntem ve materyaller değiştikçe, sesin dijital bir veri olarak kodlanıp anlamlandırılması sorunu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sayısal ses (SS) kavramı doğmuş ve günümüz ses kayıt teknolojisinin temelini oluşturmuştur.

SS verilerinin işlenmesi, değiştirilmesi ve depolanması gibi unsurlar günümüzde çoğunlukla bilgisayarlar ve ses işleyebilen iş istasyonları tarafından, bu işlemler için üretilmiş yazılımlar aracılığı ile yapılmaktadır. Günümüzde pek çok SSÇY bu amaca hizmet etmek için üretilmiştir. Bu tezin konusu da, bu SSÇY'ler arasında; gürültü ve ses sinyalleri temelindeki farklılıkların ortaya konulmasını içermektedir.

Bu çalışmada, ses mühendislerinin ve ilgili meslek gruplarına ait kişilerin en yoğun tercih ettikleri yazılımlardan dört tanesi seçilmiştir. Karşılıklı analizleri yapılacak olan yazılımlar Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton Live olacaktır. Bu yazılımlar arasında gürültü ve sinyal farklılıklarının olduğuna dair süregelen tartışmalara bilimsel zeminde bir sonuç önermek tezin temel hedefidir. Ses verisine doğrudan veya dolaylı etkisi olabilecek bütün koşullar, karşılaştırmalı analizleri yapılacak SSÇY'ler arasında sabit tutulmuştur. Bu çalışmanın en önemli parçalarından biri olan SS ve ses fiziğine dair prensipler Bölüm 2'de anlatılacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 SES FİZİĞİNE DAİR GENEL BİLGİLER

Bir uyarıcının kulağımızı etkileyen bir yapıda olabilmesi için, kendini tekrarlayan yani periyotlu yapıda olması gerekmektedir. Bir cismin konumunun, bir referans cismine veya noktasına göre değişmesine hareket deniyor (Zeren 2014, s 13). Hareketin niteliğini, cismin boyutu, referans cismine göre konumu ve hızı belirlemektedir. Hareket ne kadar karmaşık yapıda olursa, ortaya çıkan ses de o kadar karmaşık yapıda olur. Çok fazla karmaşık seslerin tamamına gürültü denir. Bir enstrümanın çıkardığı bir ses (Şekil 2.2) veya doğada karşılaştığımız sesler (Şekil 2.3) gürültülere oranla daha basit yapıda seslerdir. Fakat tamamıyla de basit sesler değildir. Şekil 2.1'de basit ses dalgasının osiloskoptan¹ bir görüntüsü vardır. Bir diyapozon² ya da bir osilatör³ ancak basit sesleri üretebilir. Aynı şekilde basit sesler birbiri üzerine eklenerek karmaşık seslere, karmaşık sesler ise birbirlerinden eksiltilerek basit seslere ulaşılabilir.

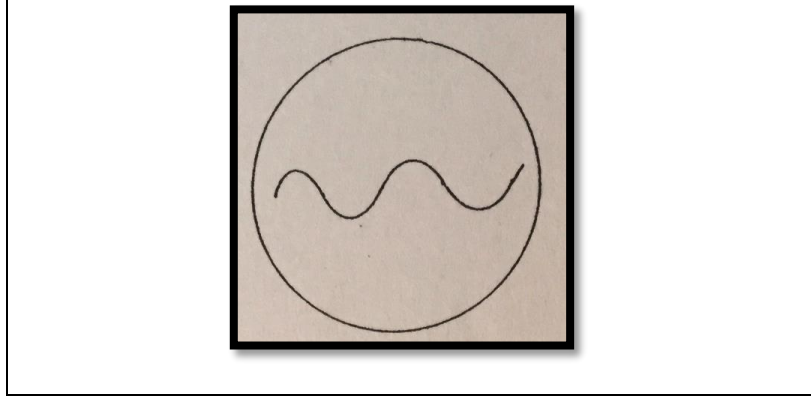
Durmakta olan bir sistemi harekete geçirebilmek için dışarıdan bir güç uygulanması gerekmektedir. Sistemin harekete geçme sebebi, dışarıdan uygulanan gücün bu sistemin denge konumunu bozmasıdır. Bir ipin ucunda hareketsiz olarak asılı duran bir kütleli ya da kolları hareketsiz duran bir ses çatalını dengedeki sistemlere örnek olarak gösterebiliriz (Zeren 2014, s 15). Denge konumu bozulan sistem, kendisini tekrar denge konumuna getirebilmek için ters güçler meydana getirir. Yani sistem dışarıdan uygulanan güce karşı koyar ve ters güçler üretir. Neticede sistem bir süre sonra kendi denge konumunu bulur. Bu durum sistemde bir salınım halini alır. Yinelenen hareket kavramı ortaya çıkar.

¹ Osiloskop: Elektrik gerilimindeki değişimleri zamana bağlı olarak görmemizi sağlayan araç.

² Diyapozon: Titreşimi neticesinde belli ses perdelerinin seslerini çıkaran, U harfi biçimindeki çelikten yapılmış bir araç.

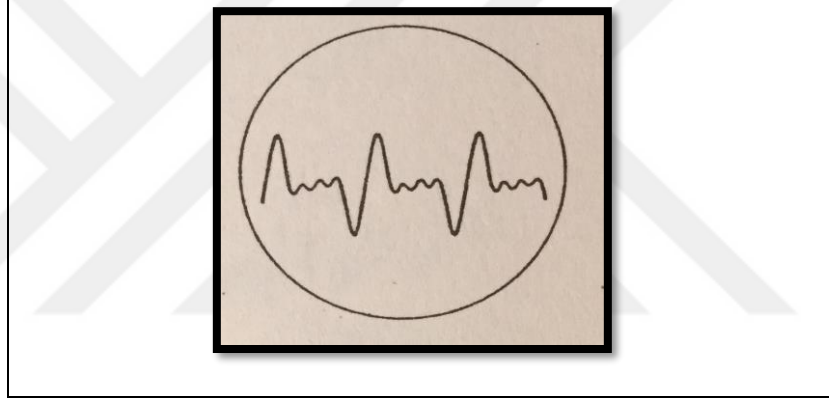
³ Osilatör: Elektronik ortamda bazı ses sinyali türlerini üretebilen bir araç.

Şekil 2.1: Basit ses dalgasının osiloskoptaki görüntüsü



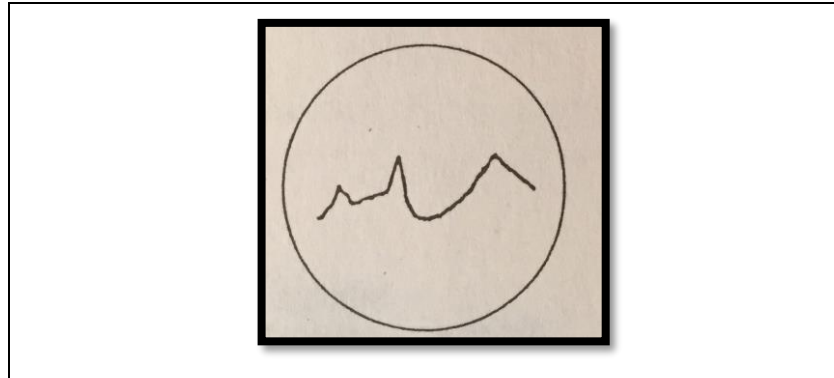
Kaynak: Zeren (2014, s 13)

Şekil 2.2: Müzik sesinin osiloskoptaki görüntüsü



Kaynak: Zeren (2014, s 13)

Şekil 2.3: Karmaşık sesin osiloskoptaki görüntüsü

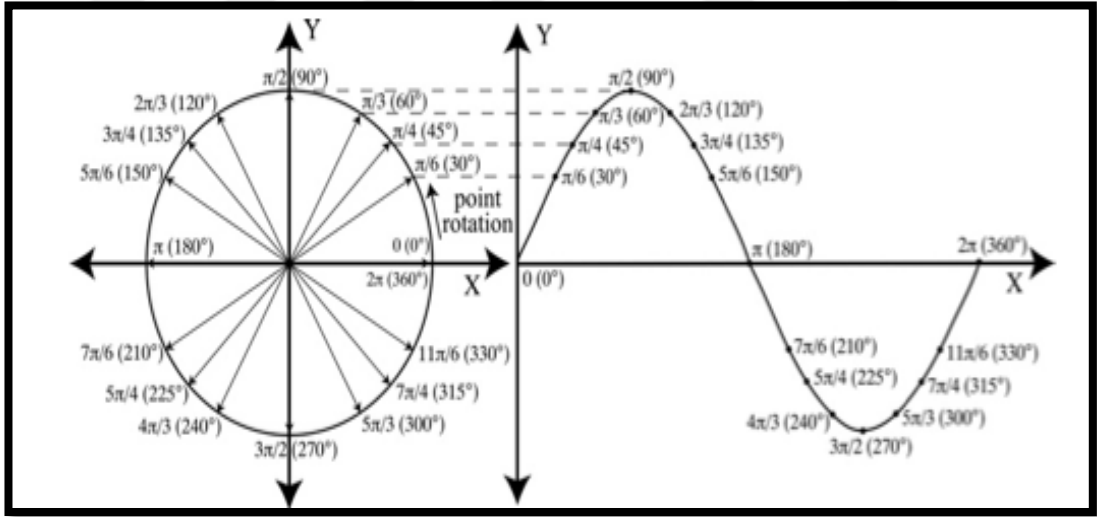


Kaynak: Zeren (2014, s 13)

2.1.1 Yinelenen Hareket

Bir ses dalgasının, bir saniye içerisinde başlangıç noktasına geri dönüp tamamladığı harekete periyot denir. Ses hareketinin başlangıç noktasına kadar bir saniye içerisinde geçirdiği sürede ortaya çıkan titreşim sayısına ise frekans denir ve *Hertz* (Hz) cinsinden ölçülür. Örneğin; saniyede bir tam tur yapan ses hareketinin frekansı 1 Hz'dir. Aynı şekilde saniyede 440 kez titreşim üreten bir ses dalgasının frekansı 440 Hz'dir. Sesin titreşim hızı arttıkça frekansı da artar. Bu durumda frekans arttıkça, periyot küçülecektir. Yani frekans ile periyot arasında ters orantı vardır. Şekil 2.4'de görüldüğü gibi basit bir ses hareketinin bir tam çember olan turunu tamamlamasıyla aslında periyodunu tamamladığı görülüyor. Ses dalgası çember üzerinde saat yönünün tersine bir istikametle hareketini başlayıp bitirdiğinde, bu ses dalgasının izdüşümü olan X ekseninde bir hareket tamamlıyor. X ekseninde bu hareketin koordinat düzlemi üzerindeki görüntüsü ise çemberin sağındaki düzlemde görülüyor.

Şekil 2.4: Basit uyumlu hareketin gösterimi



Kaynak: Kadis (2012, s 5)

2.2 SAYISAL SES İLE İLGİLİ BİLGİLER

Analog ses ile sayısal ses arasında temelde çok büyük farklar vardır. Analog ses verisi kesintisiz iken sayısal ses kesikli, sayılarla anlamlandırılmış ve ifade edilmiş bir veri türüdür. Bunu sadece ses verisi olarak görmekten ziyade genel olarak analog sinyal ile sayısal sinyal arasındaki farkları ortaya koymak faydalı olacaktır. Analog ses verisi bir şerit üzerinde kesintisiz olarak ilerler. Sayısal veri bu şerit üzerinden anlık örnekler (*sample*) olarak bu analog ses verisini üretmeye çalışır. Bunu yaparken analog sesin sonsuz değişkenlik gösteren genlik (*amplitude*), frekans, zaman gibi kavramlarını birbirinden ayrık zamanlarda örnekleyerek yapar. Bu zaman örneklemelerinin yapılabilmesi için, analog sinyali sayısal sinyale dönüştürmeye yarayan analogdan sayısala ve aynı anda sayısalardan analoğa (AD-DA) dönüşüm yapabilen dönüştürücüler (*converter*) kullanılır.

Dijital verinin kesikli örnekleme mantığını anlayabilmek için şöyle bir örnek verilebilir. Önünüzde hızla ilerlemekte olan bir araba olsun. Siz bu arabayı yolun kenarındaki bir sandalyede oturup gözlerinizle takip ettiğinizi düşünün. Aynı arabayı bu sefer gözlerinizle değil, anlık olarak art arda fotoğraf makinesi ile çekim yaparak takip ettiğinizi düşünün. Ne kadar sık fotoğraf çekmiş olursanız olun yine de çok küçük zaman aralıklarında görüntüde kayıplarınız olacaktır. İşte gözlerimizle takip edebildiğimiz veriyi analog veriyle, fotoğraf karelerinden ortaya çıkardığımız görüntü akışını da sayısal veriyle örtüştürebiliriz.

2.2.1 Örnekleme Teorisi

Örnekleme teorisi etkin bir veri işleme yöntemidir. Ses verilerinin örnekleme yoluyla sayısal veriye dönüşmesi, ses teknolojileri alanında çok önemli gelişmelere ve değişimlere yol açmıştır. Henry Nyquist 1925 yılında yayımladığı “*Certain Topics in Telegraph Transmission*” adlı makalesinde bir sinyalin tekrardan üretilebilmesi için gerekli bant genişliğinin sinyalin hızı ile orantılı olduğunu kanıtladı.

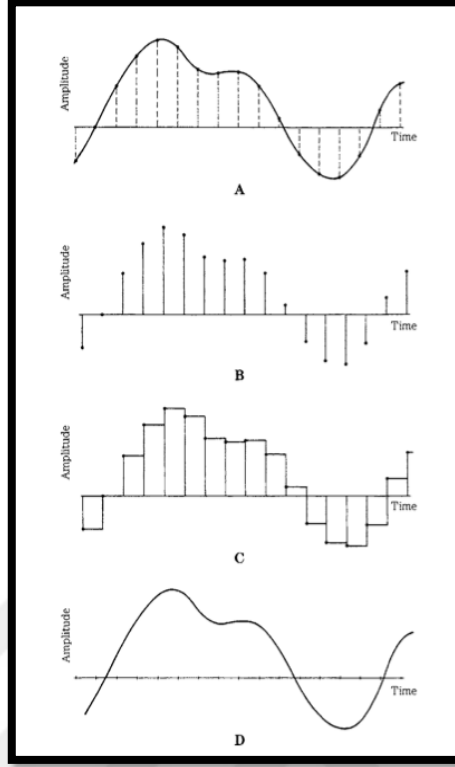
Bu teoreme göre örnekleme istenen sinyalin en üst frekans değerinin tam iki katı ederinde bir örnekleme yapılmalıdır. Eğer bir ses sinyaline örnekleme teorisi uygulanacaksa, bu sinyal bir pas geçiren filtreden (PGF) geçmektedir. Nyquist frekansını, yani sinyal frekansının yarısını aşmayan ses sinyali örneklemin dışında kalır.

Nyquist frekansının sınırları insan kulağının işitme sınırları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Sağlıklı bir insan kulağı 20 Hz ile 20 kilohertz (kHz) arasını duyabilmektedir. İnsan kulağının işitme sınırlarının dışında kalan üst frekanslar örnekleme teorisinin konusu olmadığı için Nyquist frekansı da bu şekilde tasarlanmıştır.

Örnekleme istediğimiz sistemin bant genişliği, sistemimizin en yüksek frekans limitini belirler. Örneğin saniyede 44100 adet örnekleme yapmak istiyorsak, bizim örnekleme hızımız 44100 Hz olur. Bu da bizim örnekleme frekansımızın en üst limitini belirler. Örnekleme frekansı yani Nyquist frekansı belirli bir bant genişliğine ulaşmak için ne sıklıkta örnekleme yapılacağını belirler. Kayıpsız bir örnekleme yapabilmesi için ses frekansının en az iki katı örnekleme yapmalıyız. Yani, 0 Hz'den 20 kHz'e kadar bir örnekleme yapabilmemiz için, örnekleme frekansımızın en az 40 kHz olması gerekmektedir.

Şekil 2.5'te örnekleme teorisinin aşamaları gösterilmiştir. A grafiği sisteme ilk giren analog sinyali (*input signal*), B grafiği bu sinyale ait sayısal verilerin oluşturulduğunu, C grafiği alınan sayısal verilerden oluşturulan ses sinyalini ve son olarak da D grafiği PGF'den giriş yapan dalga boyunun oluşumunu göstermektedir.

Şekil 2.5: Örnekleme teorisinin gösterimi



Kaynak: Pohlmann (2011, s 22)

2.2.2 Nicemleme

Nicemleme (*quantization*) sayısal olarak tekrardan üretilmek istenen ses sinyali kümesinden alınan verileri, daha küçük bir sinyal kümesine eşleme yöntemidir. Örnekleme ve nicemleme, ses verilerini sayısal olarak işlemenin temel öğeleridir. Bir analog dalga, bir örneklem verisiyle ifade edilebilir. Bu analog sinyalin genliği, o analog sinyalin genliğini temsil eden bir sayısal veri de ortaya çıkarır. Her bir analog örneklemede olduğu gibi, sesin genlik değerlerini de ifade etmenin bir sınırı vardır. Her örnekleme teorisinde olduğu gibi, kesintisiz devam eden bir analog sinyalin nicemlenmesinde de bazı hatalar meydana gelebilir. Buna nicemleme hatası (*quantization error*) denir.

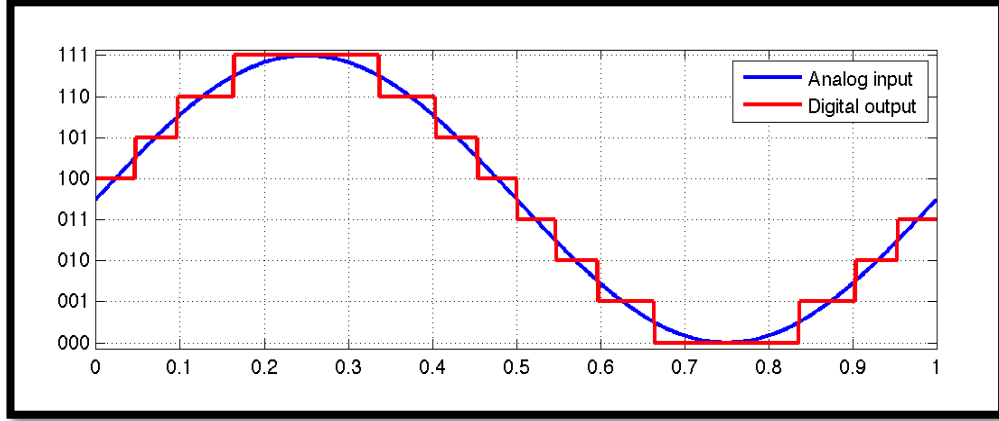
Nicemleme, temelinde sayısal bir değer oluşturabilmek için analog ses sinyalinin lümlenmesidir. Bu dijital ölçümleme ikili sayı sistemi (*binary number system*) kullanarak mümkün olmaktadır. İkili sayı sisteminin uzunluğu, sayısal verideki genlik değerinin çözünürlüğünü belirler. Bu özünürlüęü belirleyen en önemli unsurlardan birisi de AD/DA yani analogtan sayısala, sayısaldan analoga ses dönüşümleri yapabilen ekipmanlardır.

Kesintisiz devam eden bir analog sinyalden örneklem verileri almak kayıpsız bir süreçtir. Fakat genlik örnekleri alabilmek kayıplı bir süreçtir. Seçilen örnekleme oranı ne olursa olsun, nicemleme işlemini analog bir veriyi mükemmel bir şekilde ifade edemez. Çünkü bir dalga formu sonsuz sayıda genlik değerine sahiptir.

Şekil 2.5'te bir saniyelik bir ses kesitinden örnek görülmektedir. İkili kod sisteminde görülen 000, 001, 010 gibi sayı grupları, ikili sayı sistemini tanımlar. Buradaki her sıfır ve bir değeri sayısal ortama işlenen veriyi gösterir. Her sayısal verinin yazılım dilindeki karşılığına ise *Binary Digit* (Bit) denir. Şekil 2.6'da mavi ile ifade edilmiş eğri analog sinyali, kırmızı ile ifade edilmiş kırıklı eğri ise sayısal sinyali ifade eder. Ayrıca koordinat düzleminin Y eksenini ikili kod sistemini, X eksenini ise zamanı göstermektedir.

İkili sayı sistemindeki verinin boyutları, sayısal veriyi kodlamak için çok önemlidir. Günümüzde kullanılan çeviriciler saniyede 44100, 48000, 96000 ve 192000 örneklem temelinde çalışır. Bunlar, çalışılan projenin örnekleme oranını (*sample rate*) verir. Örnekleme oranı ne kadar büyürse, bir saniyede analog sinyalden alınan ses örneği sayısı da artacaktır. Bu durum ses verisinin sayısal ortamda daha fazla yer kaplamasını sağlayacaktır.

Şekil 2.6: Koordinat düzleminde ikili sayı sistemi ve zaman ilişkisinin gösterimi



Kaynak: D. Angle, 2008, [Online]⁴

Müzik endüstrisinde standart olarak kullanılan örnekleme oranı SSCY'lerde 44100 Hz'dir. Bu daha önce de bahsi geçen, insanın işitme sınırlarıyla ilgilidir. En yüksek işitme sınırimız olan 20 kHz'in tam iki katı olan 40 kHz Nyquist Teoremi göz önüne alındığında örnekleme frekansımız olmalıdır. Örnekleme yapılırken bu 40 kHz tam olarak PGF ile kesilememektedir. Bu yüzden 40 kHz ve altını tam anlamıyla örnekeleyebilmek için bir geçiş bölgesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu geçiş bölgesi frekans bazında ne kadar büyük olursa, örnekleme oranına o kadar yakın değerler elde edilebilmektedir. 44.1 kHz için bu geçiş bölgesi 22050 Hz olarak standart hale getirilmiştir. Bu oran Sony ve Philips firmalarının çalışmaları sonucu ortaya konmuştur ve standart olarak kabul edilmiştir.

Örnekleme oranının yanı sıra ikili sayı sisteminde kodlanan verinin uzunluğu da çok önemlidir. Bu tek bir seferde kaç tane bir ve sıfır verisinin aynı anda işleneceğini belirler. Bu, bit derinliği (*bit rate*) olarak adlandırılır. Örneğin bir CD'nin örnekleme oranı 44100 Hz, bit derinliği ise 16 bit olmaktadır. Bu 16 sayısı sadece birler ve sıfırlardan oluşacak 16 haneli bir sayıyı anlatmaktadır. İşte sayısal ortamda bu 16 bit değerindeki veriden 2^{16} adet yani 65536 yeni veri elde edilebilir.

⁴ <https://dwellangle.wordpress.com/2008/05/21/quantization-in-adcs/>

CD, 44.1 kHz ve 16 Bit özelliklerinde ses verileri içerir. Ayrıca CD sağ ve sol olmak üzere sesi iki yollu yani *stereo*⁵ olarak taşır. 44.1 kHz, 16 Bit ve *stereo* bir ses kaynağı saniyede 1,411,200 bitlik bir veri taşır. Yani örnekleme oranı ve bit derinliği saniyede işlenen verinin boyutunu belirler.

2.2.3 Sinyalin Gürültüye Oranı

Sinyalin gürültüye (*signal to noise ratio*) oranı kavramı ile dinamik aralık (*dynamic range*) kavramları birbiriyle iç içe geçmiş kavramlardır. Güncel kullanımda birbirlerinin yerine kullanılsa da aslında birbirlerinden çok farklı kavramlardır. Dinamik aralık bir ses ortamındaki en düşük sinyal olan gürültü zemini (*noise floor*) ile sistemin üretebileceği en yüksek ses sinyali arasındaki genlik farklarının seviyesidir. Her elektronik sistem ve ses ortamı sinyalin genlik seviyesiyle orantılı olarak bir dinamik aralığa sahiptir.

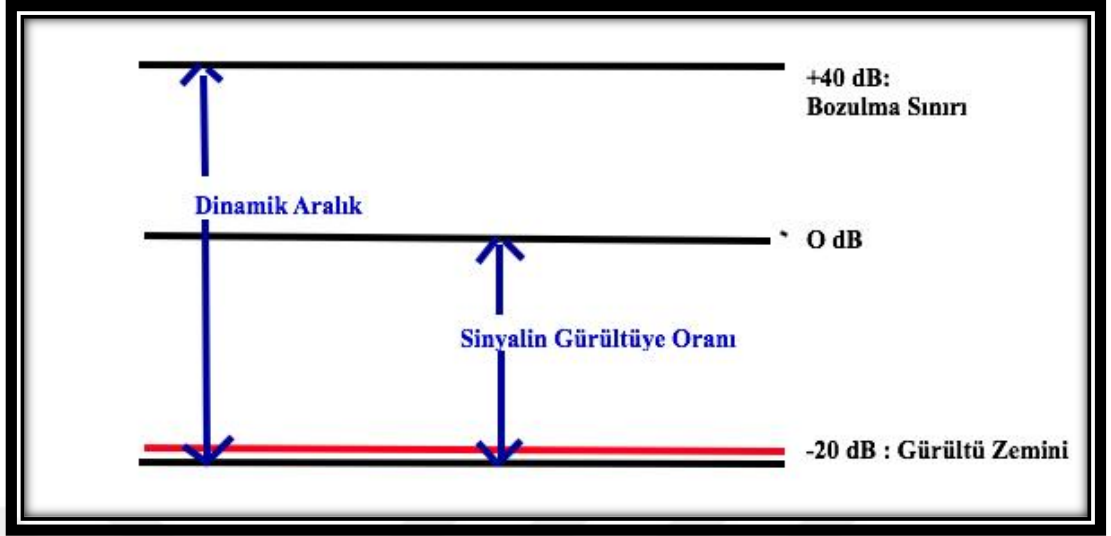
Sinyalin gürültüye oranı, sistemdeki ortalama genlik oranı ile ortalama gürültü zemininin arasındaki farktır. Gürültü zemininin sistemdeki oranı arttıkça elde edilen sesin niteliği de bozulmaktadır. Bu sebeple günümüzde sinyal gürültü oranı düşük olan ekipmanlar stüdyo ve sahne ortamlarında tercih edilmektedir.

Dinamik aralık ve sinyalin gürültüye oranı, sisteme sunulan ses sinyaline bağımlı değildir. Bu sadece sistemin üretebildiği maksimum ses çıkış seviyesi ve gürültü zemini arasındaki farka bağlıdır. Şekil 2.6'da görüldüğü üzere sinyalin gürültüye oranı ve dinamik aralık arasındaki fark, sayısal ses verisine dönüştürülmüş analog sinyalin modellenmesinde çok önemli bir rol oynar.

Şekil 2.7'ye bakıldığında +40 dB ses sisteminin en yüksek genlik noktasını ifade eder. Bu seviyenin üstüne çıkan her sinyal bozulmaya (*distortion*) uğrayacaktır. -20 dB ise gürültü zeminidir. -40 dB ile +40 dB Şekil 2.6'ya göre dinamik aralığını; -40 dB ile 0 dB arasındaki kısım ise sinyalin gürültüye oranını verir.

⁵ Stereo: Ses kaynağının eş zamanlı olarak iki yollu kaydı ve tekrar üretilmesi.

Şekil 2.7: Sinyalin gürültüye oranı ve dinamik aralık ilişkisi

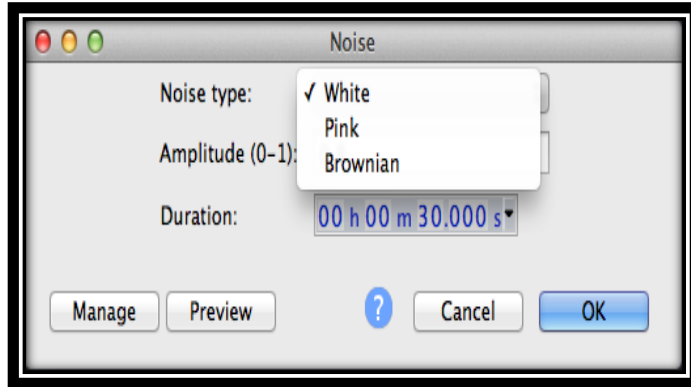


3. VERİ VE YÖNTEM

Günümüz müzik endüstrisinin temel üretim araçlarından birisi SSÇY'ler olmuştur. Gelişen teknoloji ve kayıt imkanlarının artması çok çeşitli SSÇY'lerin üretilip piyasaya çıkmasına sebep olmuştur. SSÇY'leri oluşturan temel bileşenler, SSÇY'ler arasındaki kayıt ve duyum farklılıkları yıllardır süregelen bir tartışma ortamı yaratmıştır. Veri ve yöntem analizine konu olan SSÇY'ler günümüz müzik endüstrisinde en çok tercih edilen Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton Live olacaktır.

Bu karşılaştırmalı analizler, beyaz gürültü ve pembe gürültü ses verilerinin spektrum analizör ile ölçülüp karşılaştırılmasıyla başlayacaktır. Ölçümlerde kullanılan dönüştürücü Universal Audio Apollo'dur. Ardından bazı temel frekansların farklı yazılımlarda analizleri yapılacaktır. Analizlerdeki beyaz gürültü ve pembe gürültü verileri Şekil 3.1'de görüldüğü üzere Audacity yazılımının sinyal üreticisinden elde edilmiştir.

Şekil 3.1: Audacity sinyal üretim penceresi

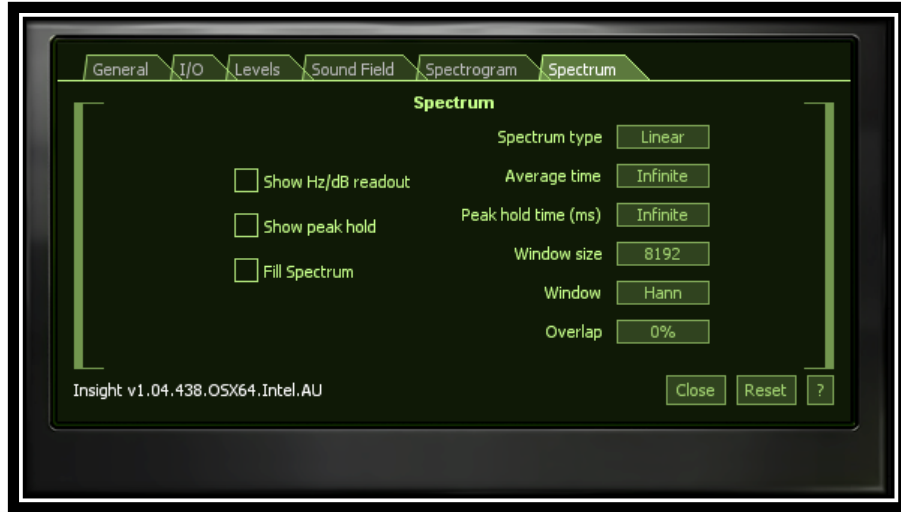


Ölçümlerde bir adet spektrum analizör⁶ yazılımı kullanılmıştır. Bu İzotope firmasının ürettiği Insight yazılımıdır. Bu yazılım; sektörde kullanılan diğer analizörlere göre daha detaylı sonuçlar verebilmektedir ve analizler için birden çok seçenek sunmuştur.

Bu çalışmada Insight yazılımının tez analizleri için sunduğu en doğru seçenekler tercih edilmiştir. Şekil 3.2’de Insight yazılımının ölçüm tercihlerinin yapılabildiği pencere gösterilmiştir. Burada spektrum tipi (*spektrum type*) doğrusal (*lineer*) seçilmiştir. Bunun dışında her oktav bölgesini üçe bölen ve kritik frekans bölgelerini de ayıran iki farklı seçeneği daha vardır. Her oktav bölgesini üçe bölen seçenek, alt frekanslarda daha detaylı ölçüm sonuçları sunmaktadır. Kritik frekans bölgelerini ayıran ölçümleme tipi ise birbirine benzer yapıdaki frekansları kendi arasında gruplayarak bir ölçümleme yapar. Bunları alt, orta ve üst frekans bölgeleri olarak böler. Doğrusal tipin seçilme sebebi her frekansa yüklenen enerjinin diğer seçeneklere göre daha detaylı görülebilmesidir. Ortalama ölçüm zamanı (*average time*) sonsuz (*infinite*) olarak seçilmiştir. Bunun sebebi ölçüm sonuçlarının anlık olarak değil, ortalama zaman diliminde sonuçlar verebilmesine imkan sağlayacak şekilde seçilmesidir. Frekanstaki enerjinin en yüksek noktasındaki tutulma zamanı (*pick hold time*) yine sonsuz (*infinite*) olarak seçilmiştir. Çünkü frekanslardaki enerjinin en yüksek veya en düşük genlik değerindeki ölçümlerin ortalama bir sonuç vermesi, analizlerde tercih edilen bir durumdur.

⁶ Spektrum Analizör: Frekanslara yüklenen enerji değerlerini ölçen ve bu değerleri grafiklerle sunan alet ya da yazılım.

Şekil 3.2: Izotope Insight yazılımının ölçüm tercihleri penceresi



Analizlere ilk olarak beyaz gürültü testleriyle başlanmıştır. Beyaz gürültü içeren 10 saniyelik ses dosyaları sırasıyla Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton Live yazılımlarının içine yüklenmiştir. Bu programların her birinden bütün teknik şartlar aynı kalmak şartıyla ses çıktıları alınmıştır. Bu ses çıktıları seçtiğimiz spektrum analizör olan Izotope Insight yazılımının içerisine yüklenip, SSÇY'lerin ürettiği ses çıktıları arasında farkların olup olmadığı analiz edilmiştir. Bu farkların hangi frekans bölgelerinde hangi genlik seviyelerinde olduğu araştırılmıştır.

Aynı analiz yöntemi ikinci olarak pembe gürültü için yapılmıştır. Pembe gürültü testleri bu tez için ayrıca şu önemi de taşır; sağlıklı bir insan 20 Hz ile 20 kHz arasını duyabilmektedir. Kişi yaş aldıkça 20 kHz'den itibaren duyumunda kayıplar yaşamaya başlar. Bu kayıplar genel olarak bütün insanlarda görülmektedir. Bu durum kişinin yaşam kalitesini bozmayacak seviyede ise problem olmadığı söylenebilir. Pembe gürültü de tıpkı erişkin kişinin bir duyum aralığında olduğu gibi üst frekanslarda logaritmik enerji azaltılmasıyla elde edilir. Alt frekanslardaki enerji seviyeleri tıpkı beyaz gürültüde olduğu gibidir. Fakat üst frekans bölgelerinde ses genlikleri logaritmik olarak azalmaktadır. Pembe gürültü ayrıca akustik ve elektronik ses sistemlerinin testleri yapılırken de yaygın olarak tercih edilir.

SSÇY'ler arası farklılıkların analizi için tercih edilen bir diğer ölçüm türü de bu çalışma için 1 kHz'in ölçümü olmuştur. Tekil frekansların ölçümünde hedeflenen temel nokta, bu frekansların yazılımlardan farklı ses çıktıları aldığı anda beraberinde yeni frekansların sisteme eklenip eklenmediği olmuştur. Bu eklenen frekansların hangi frekans değerlerinde olduğu, ölçüme sokulan frekansın temel doğuşkanlarından ⁷ (harmoniklerinden) olup olmadığı araştırılmıştır.

1 kHz için yapılan bu ölçümleme 125 Hz ve 62,5 Hz için de yapılmıştır. Özellikle alt frekansların seçilme sebebi, bu frekanslardaki dalga boylarının büyük olmasıdır. Dalga boylarının büyüklüğü analizler sonucunda ortaya çıkabilecek harmoniklerin ve faz⁸ farklarının ölçülmesi için daha detaylı sonuçlar verecektir.

Elde edilen bu analiz verileri, toplu olarak başka bir spektrum analizörde gösterilecektir. Örneğin beyaz gürültü için çalışmamıza konu olan SSÇY'lerden çıkan verilerin grafikleri tek bir spektrum analizörde gösterilecektir.

3.1 BEYAZ GÜRÜLTÜNÜN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ

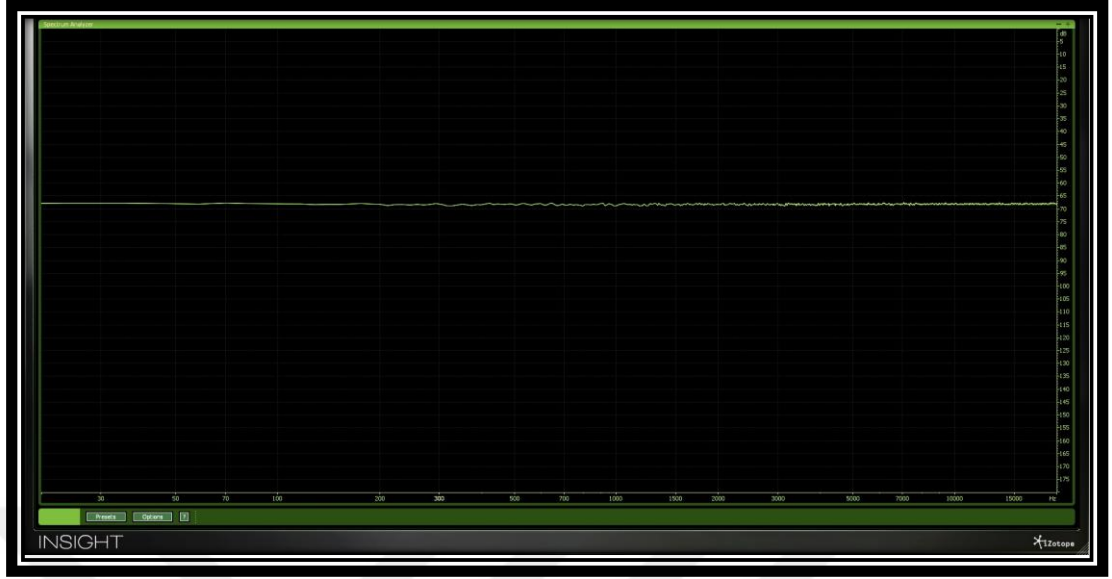
3.1.1 Beyaz Gürültünün Protocols Yazılımındaki Ölçümleri

Beyaz gürültünün, ilk olarak Protocols yazılımından elde edilen ses çıktılarının analizi gösterilecektir. Şekil 3.3'de ve Şekil 3.4'de Izotope Insight analizöründen elde edilen bir grafik gösterilmiştir. Beyaz gürültüde frekanslar üzerindeki enerjinin eşit olması beklenirken, elde edilen sonuçlarda bazı frekans bölgelerinde genliklerin azaldığı, bazılarında ise genliklerin arttığı görülmüştür. Özellikle en radikal genlik değişimleri 58 Hz'de 0,5 dB, 210 Hz'de 1,3 dB azalma şeklinde gözlemlenirken; 7663 Hz'de 0,6 dB artış saptanmıştır. Şekil 3.3'de 210 Hz'deki genlik azalımının yakınlaştırılmış hali gösterilmiştir.

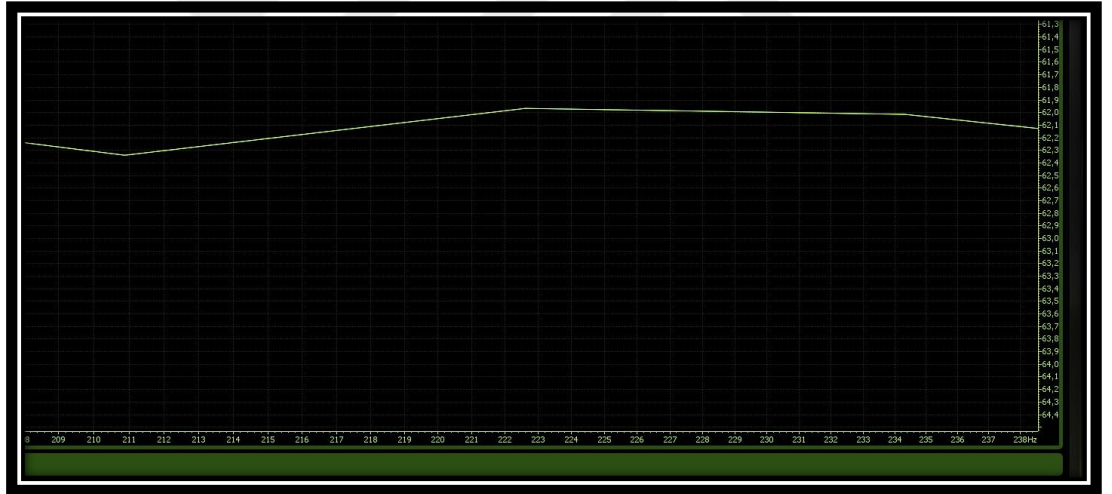
⁷ Doğuşkan: Temel frekans katı olan ve üst frekanslarda temel frekansla birlikte açığa çıkan, temel frekanstan çok daha düşük ses genliğine sahip ses enerjisi.

⁸ Faz: Sesin bir dalga formundaki anlık konumu.

Şekil 3.3: Beyaz gürültünün Protools yazılımında Insight analizördeki sonuçları



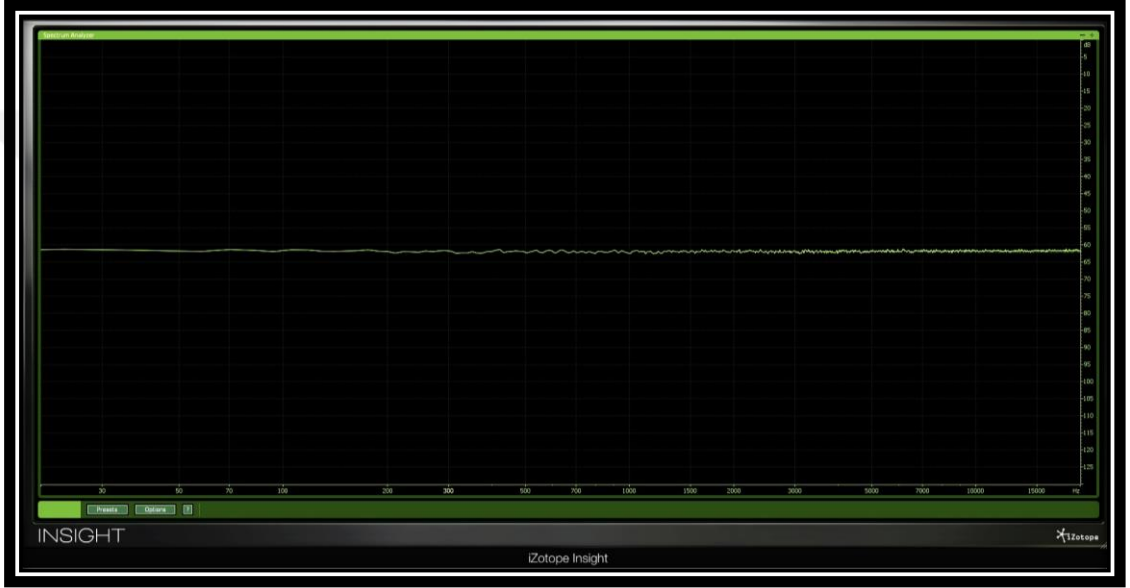
Şekil 3.4: Protools'da 210 Hz'deki analiz sonucunun yakınlaştırılmış görüntüsü



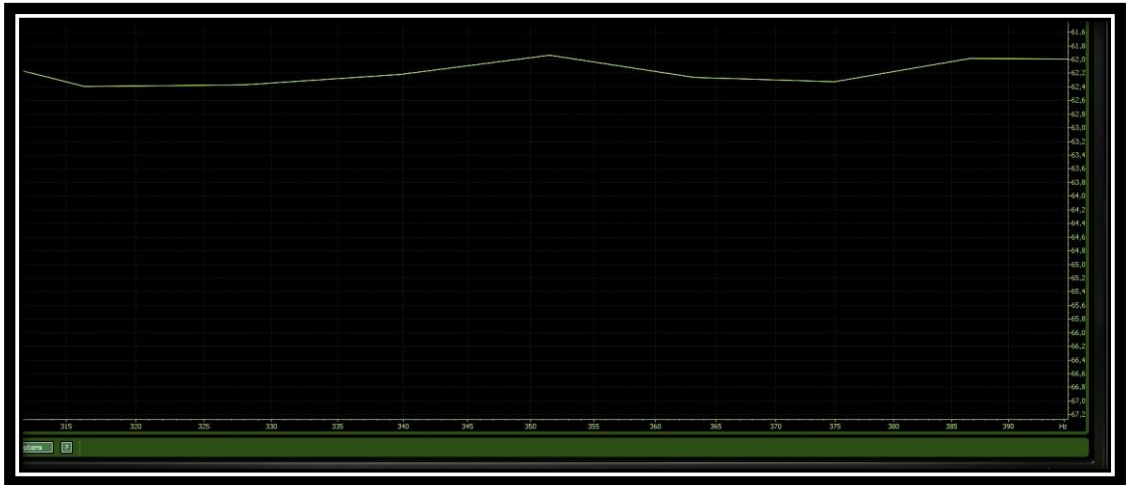
3.1.2 Beyaz Gürültünün LogicPro X Yazılımındaki Ölçümleri

Şekil 3.5'te ve Şekil 3.6'da görüldüğü gibi Logic Pro X'de beyaz gürültü için yapılan ölçümlerde 210 Hz ve 316 Hz frekanslarında 0,6 dB'lik genlik azalışları ile karşılaşmıştır.

Şekil 3.5: Beyaz gürültünün Logic Pro X yazılımında Insight analizördeki sonuçları



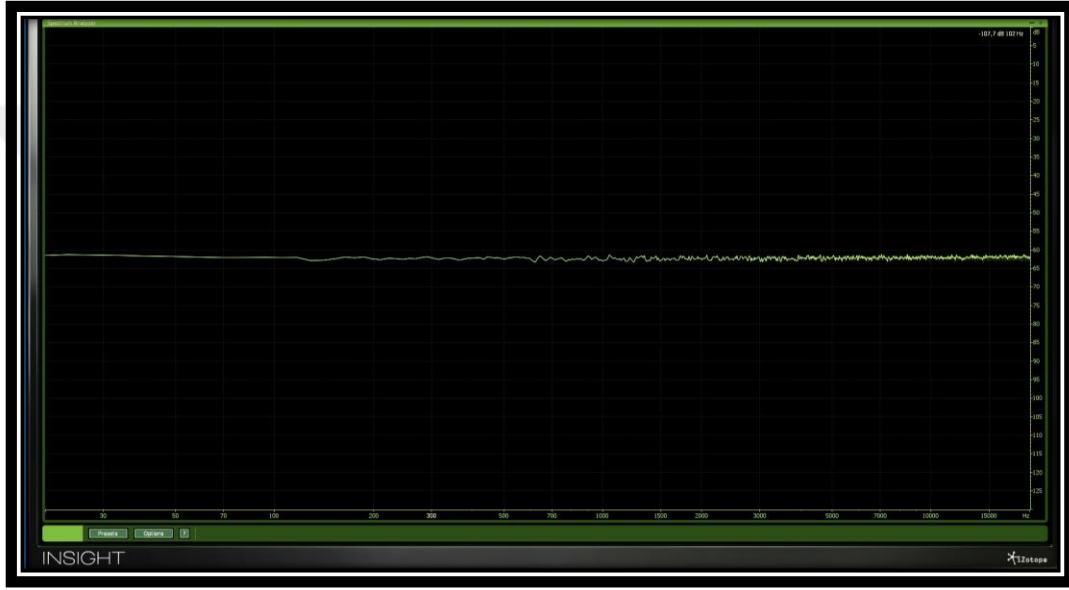
Şekil 3.6: Logic Pro X'de 316 Hz'deki analiz sonucunun yakınlaştırılmış görüntüsü



3.1.3 Beyaz Gürültünün Studio One Yazılımındaki Ölçümleri

Studio One ile yapılan ölçümler Logic Pro X ile yapılan ölçümlerle birebir aynı çıkmıştır. 210 Hz ve 316 Hz frekanslarındaki genlik azalışları Studio One’da da 0,6 dB olarak ölçülmüştür. Sonuçlar Şekil 3.7’de görülmektedir.

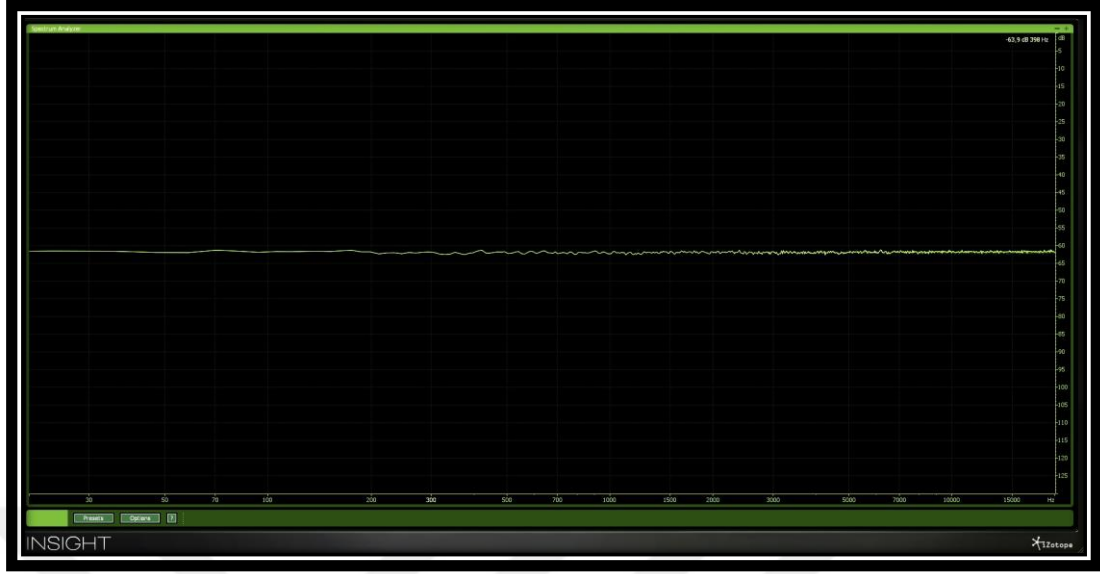
Şekil 3.7: Beyaz gürültünün Studio One yazılımında Insight analizördeki sonuçları



3.1.4 Beyaz Gürültünün Ableton Live Yazılımındaki Ölçümleri

Ableton Live ile yapılan beyaz gürültü ölçümleri Şekil 3.8’de görülmektedir. Daha önce beyaz gürültü ölçümleri yapılan SSÇY’lerde olduğu gibi 210 Hz ve 330 Hz frekanslarındaki genlik azalışları burada da gözlemlenmiştir. Fakat 420 Hz 910 Hz frekanslarında diğer SSÇY’lerde görülmeyen 0,8 dB’lik bir genlik artışı vardır. Diğer frekanslardaki enerji miktarları önceden ölçümleri yapılan SSÇY’lerdeki verilerle aynıdır.

Şekil 3.8: Beyaz gürültünün Ableton Live yazılımında Insight analizör sonuçları



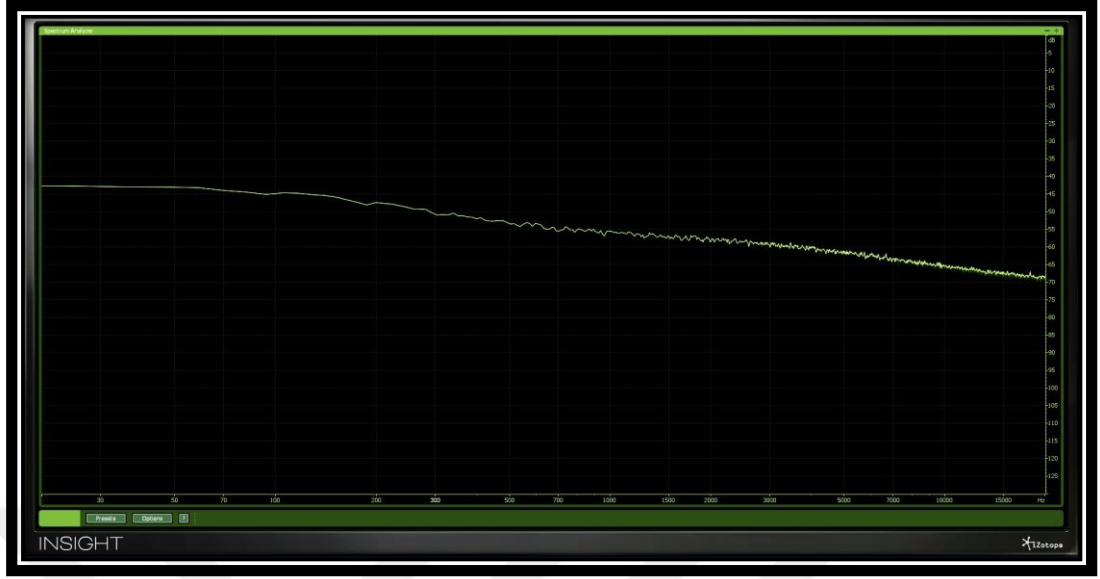
Beyaz gürültü analizleri araştırmaya dahil edilen SSCY'ler arasında birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. Sadece bazı frekans bölgelerinde (9 kHz ve 12 kHz arası) SSCY'lerin ses çıktılarını verirken ürettiği üst doğuşkanların genlik artışlarıyla karşılaşmıştır.

3.2 PEMBE GÜRÜLTÜNÜN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ

3.2.1 Pembe Gürültünün Protools Yazılımındaki Ölçümleri

Protools'dan alınan pembe gürültü ölçümleri sonucunda 17 kHz'de yaklaşık 1 dB ses genliğinde artış bulunmuştur. Ayrıca 180 Hz, 310 Hz ve 550 Hz'de Şekil 3.9'da da görüldüğü gibi 0,5 dB ses genliklerinde azalmalar meydana gelmiştir. Spektrumun üst frekanslardaki enerji azalmaları pembe gürültünün özellikleriyle örtüşmektedir.

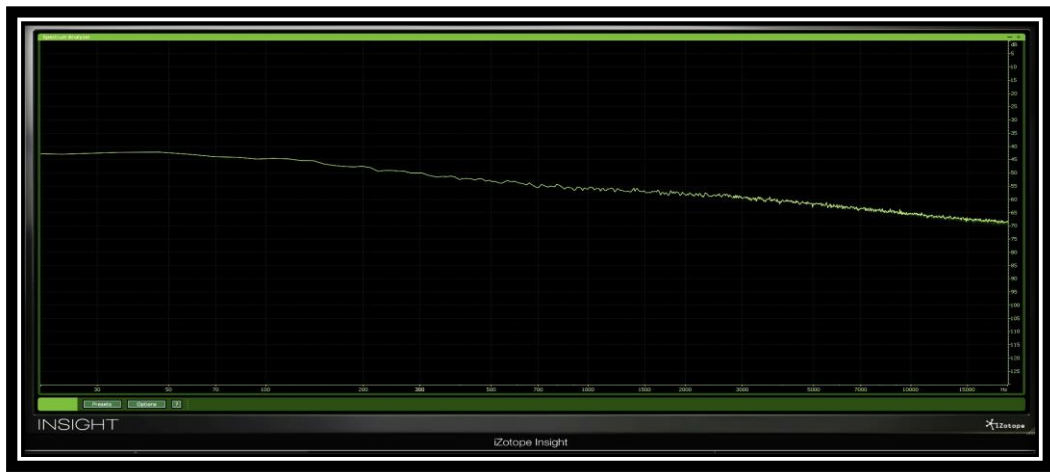
Şekil 3.9: Pembe gürültünün Protools yazılımında Insight analizördeki sonuçları



3.2.2 Pembe Gürültünün Logic Pro X Yazılımındaki Ölçümleri

Logic Pro X'den alınan pembe gürültü sonuçlarında 150 Hz ve 9 kHz frekanslarında 0,8 dB ses genliğinde artış gözlemlenmiştir. Şekil 3.10'da görüldüğü üzere ayrıca 20 Hz ile 100 Hz arası alt frekansların bulunduğu bölgelerde ölçüm eğrisinin diğer SSCY'lere göre 0,3 dB daha aşağı değerlerden başladığı görülmüştür.

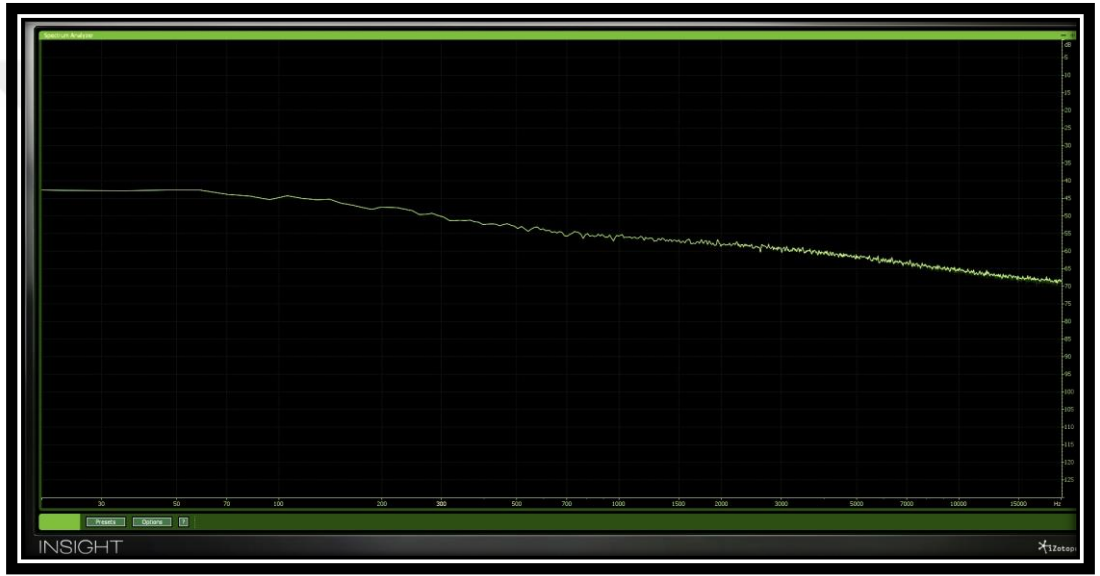
Şekil 3.10: Pembe gürültünün Logic Pro X yazılımında Insight analizör sonuçları



3.2.3 Pembe Gürültünün Studio One Yazılımındaki Ölçümleri

Studio One yazılımından elde edilen pembe gürültü çıktıları, beyaz gürültü analizlerinde olduğu gibi Logic Pro X'den alınan verilerle yakın çıkmıştır. 2.7 kHz'de Logic Pro X'den farklı olarak 0.6 dB genlik azalışı meydana gelmiştir. Ayrıca 12 kHz'de 1 dB'ye yakın genlik artışı olmuştur. Studio One'dan elde edilen pembe gürültü sonuçları şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Şekil 3.11: Pembe gürültünün Studio One yazılımında Insight analizördeki sonucu

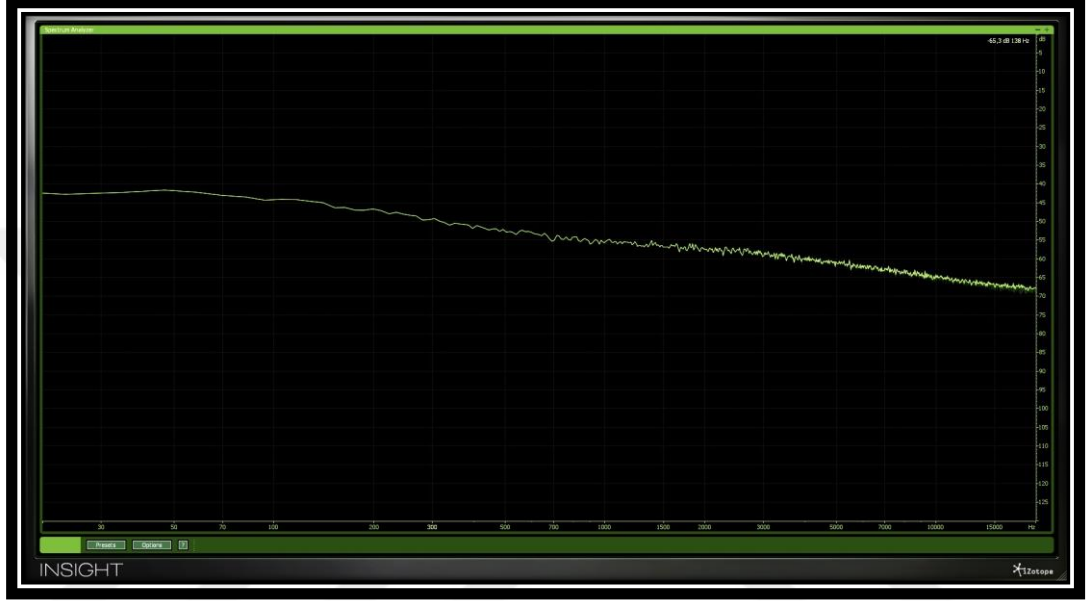


3.2.4 Pembe Gürültünün Ableton Live Yazılımındaki Ölçümleri

Ableton Live'dan alınan pembe gürültü analiz sonuçları şekil 3.12'de görülmektedir. Bu verilere göre pembe gürültü eğrisinin Ableton Live'da diğer SSÇY'lere yakın bir değer gösterdiği görülmüştür. Burada da Logic Pro X'de görülen alt frekanslardaki genlik miktarının diğer iki SSÇY'ye göre 0.3 dB az olduğu söylenebilir. Ableton Live'dan elde edilen verilerde 50 Hz'de 0.7 dB ses genliğinde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Analizlere konu olan SSÇY'lere baktığımızda pembe gürültü ve beyaz gürültü için birbirlerine çok yakın değerler ürettikleri görülmüştür. Duyumda ve kayıta çok radikal değişimler yaratmayacağı gibi programlar arasında veri aktarımlarında da ses kaynaklarına harici doğuşkanlar eklenmediği görülmüştür.

Şekil 3.12: Pembe gürültünün Ableton Live yazılımında Insight analizör sonuçları



3.3 TEKİL FREKANSLARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZLERİ

Bundan önceki analizlerde, genellikle bütün spektruma yayılan ve birçok frekans bilgisini içerisinde barındıran ses kaynaklarının analizleri yapılmıştı. Bu bölümde ise bazı temel frekansların tekil olarak yazılımlar arasındaki farklarının analizleri yapılacaktır. Bu frekanslar 1 kHz, 62,5 Hz ve 125 Hz olacaktır. Özellikle bu frekans değerlerinin seçilme sebebi, bu frekansların genellikle ölçüm frekansları olarak referans kabul edilmesi ve müzikal bilgilerin genellikle bu frekanslarda yoğunlaşmış olmasıdır.

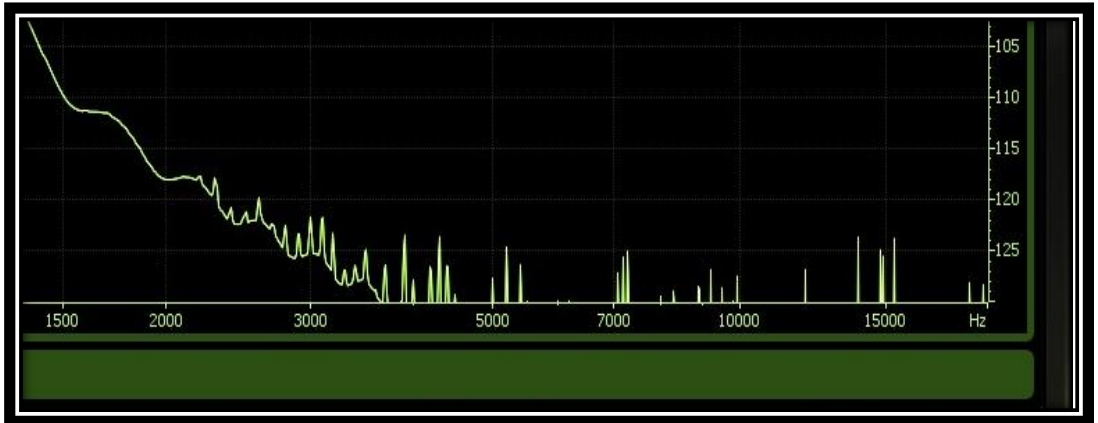
Bu bölümdeki ölçümlerin yapılmasındaki temel motivasyon, analize sokulan frekansın spektrum analizör içerisinde başka frekans bölgelerinde de doğuşkanlar üretip üretmediğinin incelenmesidir. Ayrıca SSÇY'ler arasındaki farklar incelenirken, yazılımlar arasında var olan frekans değerleri için ses genliğinin değişip değişmediğinin de incelenmesini içermektedir.

Bu bölümde analize dahil edilen ses örnekleri, bir önceki bölümde olduğu gibi Audacity yazılımından elde edilmiştir. Bunun sebebi, analizlere dahil edilmeyen bir programdan sinyal üretip, analizlerin objektif sonuçlar sunmasını sağlamaktır. Ölçüm analiz sonuçları yine Izotope Insight analizörü ile elde edilmiştir. Tekil frekansların analizlerindeki şekiller bu bölümde bütün spektrumu göstermekten ziyade, farkların ortaya çıktığı frekans bölgelerini gösterecektir.

3.3.1 Protools Yazılımında 1 kHz Ölçümü

Şekil 3.13'de Protools'dan alınan 1 kHz çıktısının spektrum analizördeki görünümü verilmiştir. Burada 5 kHz, 7 kHz ve 15 kHz frekanslarında doğuşkanlar oluşmuştur. Ayrıca 3 kHz'de daha üst frekanslarda oluşan doğuşkanlara nazaran daha yüksek genlikte doğuşkanlar ortaya çıkmıştır. Bununla beraber 1.5 kHz ve 2 kHz frekansları arasında yüksek genlikte doğuşkanlar tespit edilmiştir. 1 kHz'in altındaki frekanslarda herhangi bir doğuşkanın sinyale eklendiği görülmemiştir. Eklemlenen bu harici doğuşkanlar duyumda bir farklılık yaratmayacaktır. Fakat üst frekanslarda biriken bu doğuşkanlar, SSÇY'de üzerinde çalışılan bir projede üst üste eş zamanlı çalıştığında; üst frekanslarda bozulmalar (*distortion*) meydana getirecektir. Bu durum üst doğuşkanlarda duyumda istenmeyen bir parlaklık ve sertlik olarak algılanacaktır.

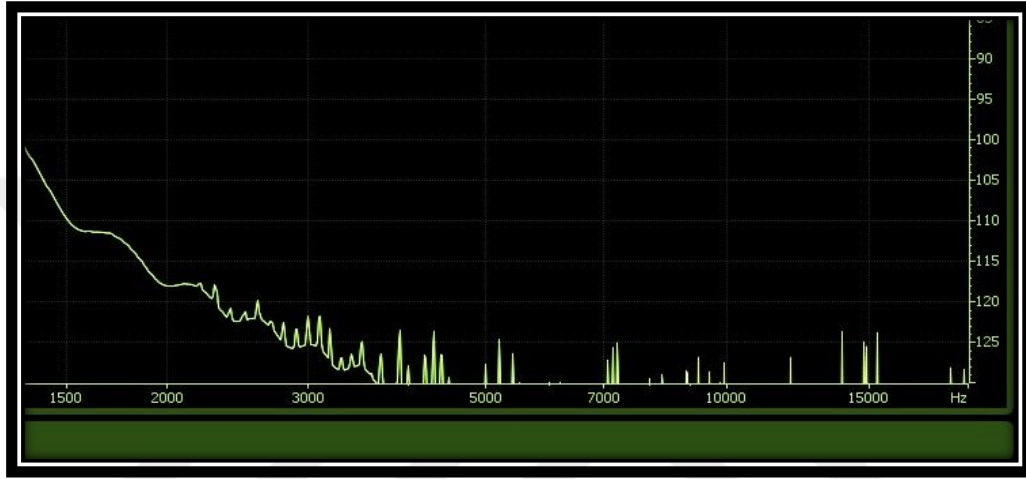
Şekil 3.13: Protools'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.2 Logic Pro X Yazılımında 1 kHz Ölçümü

Logic Pro X'in 1 kHz için verdiği veriler Protools ile çok benzer çıkmıştır. Şekil 3.14'te görüldüğü üzere üst frekanslarda ortaya çıkan doğuşkanlar, 1,5 kHz ile 2 kHz arasındaki genliklerin azalım eğrileri Protools ile benzer sonuçlar ortaya koymuştur.

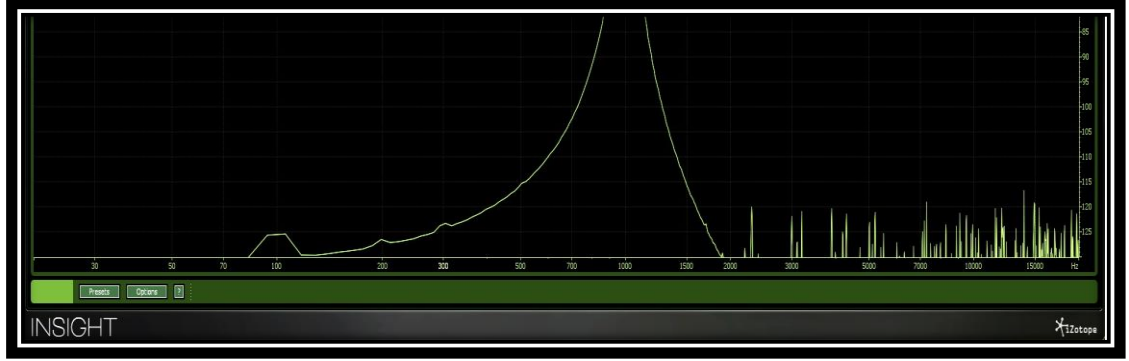
Şekil 3.14: Logic Pro X'den elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.3 Studio One Yazılımında 1 kHz Ölçümü

1 kHz'in Studio One üzerinde yapılan ölçümlerinde 1 kHz'in alt doğuşkanlarından olan 100 Hz, 200 Hz ve 300 Hz'de enerjiler olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Şekil 3.15'te görüldüğü gibi 1kHz'in üst doğuşkanları olan 3 kHz, 5 kHz, 7 kHz ve 10 kHz'de ses genliklerinde 4 dB kadar artışlar gözlemlenmiştir. Bu frekanslarda gözlemlenen doğuşkanlar sinyalin gürültü zemininde oldukları için duyuma çok büyük bir etkisi yoktur. Fakat birden fazla ses kaynağı eş zamanlı olarak aynı SSCY'de çalıştığında bu frekans bölgelerindeki enerjilerin yoğunlukları artacaktır.

Şekil 3.15: Studio One'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar

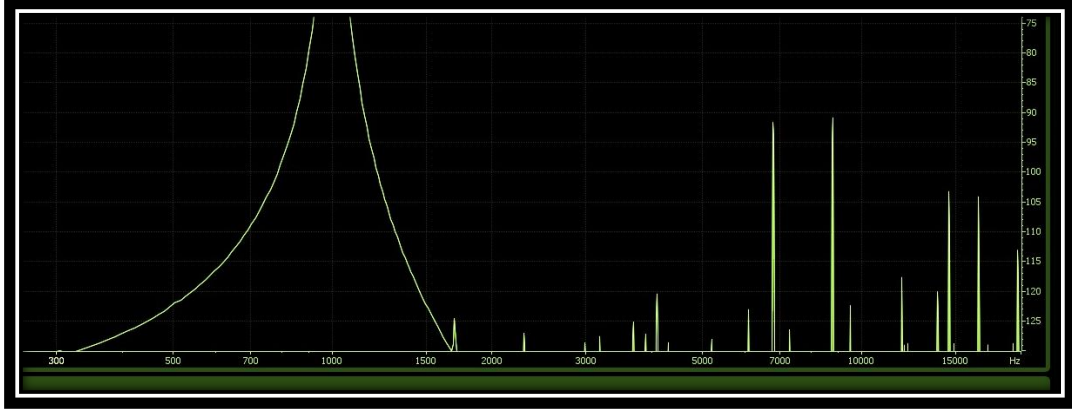


3.3.4 Ableton Live Yazılımında 1 kHz Ölçümü

Ableton Live yazılımında 1 kHz için ortaya çıkan değerler diğer SSCY'lere göre oldukça farklı çıkmıştır. 1 kHz'in alt frekans bölgelerinde hiçbir enerji ortaya çıkmamıştır. Fakat 1 kHz'in üst doğuşkanlarından olan 7 kHz, 10 kHz ve 15 kHz frekanslarında diğer SSCY'lerde olmayan enerjiler frekansın üzerine eklenmiştir. Eklenen bu frekanslar 4 dB ile 5 dB arasında değerlerde seyreden yeni enerjileri bu üst doğuşkanlara eklemiştir. Şekil 3.16'da bu frekanslar görülmektedir.

Yapılan 1 kHz ölçümlerinde bütün SSCY'lerde üst frekanslarda yeni doğuşkanların eklendiği görülmüştür. Logic Pro X'ten ve Protools'dan alınan ses verileri birbirlerine çok yakın çıkmıştır. Bu ölçümlerde diğer yazılımlardan en radikal şekilde ayrılan SSCY Ableton Live olmuştur.

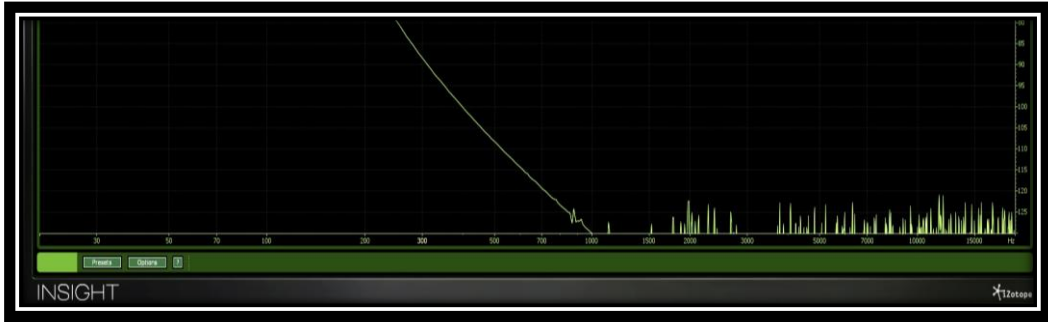
Şekil 3.16: Ableton Live'dan elde edilen 1 kHz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.5 Protools Yazılımında 125 Hz Ölçümü

125 Hz için Protools'da yapılan ölçümlerde 800 Hz'de genlik artışı meydana gelmiştir. Ayrıca 1.7 kHz 3 kHz arasında; 4 kHz ve üstü frekanslardaki frekanslarda genlik artışları gözlemlenmiştir. Bu genlik artışları yoğun olarak 11 kHz civarında 3 dB olarak ölçülmüştür. Şekil 3.17'de bu genlik artışlarının yoğun olarak görüldüğü frekans bölgeleri gösterilmiştir.

Şekil 3.17: Protools'dan elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.6 Logic Pro X Yazılımında 125 Hz Ölçümü

125 Hz'in Logic Pro X'den alınan ses verisinin ölçümlerinde özellikle 680 Hz ile 1.5 kHz arasında 5 dB'lik enerji yoğunluklarının dalgalanarak 125 Hz üzerine eklendiği görülmektedir. Ayrıca 1.5 kHz ve üzeri frekans bölgelerinde 2 dB ortalamaıyla

frekanslara eklemlenen enerjiler Şekil 3.18’de görülmektedir.

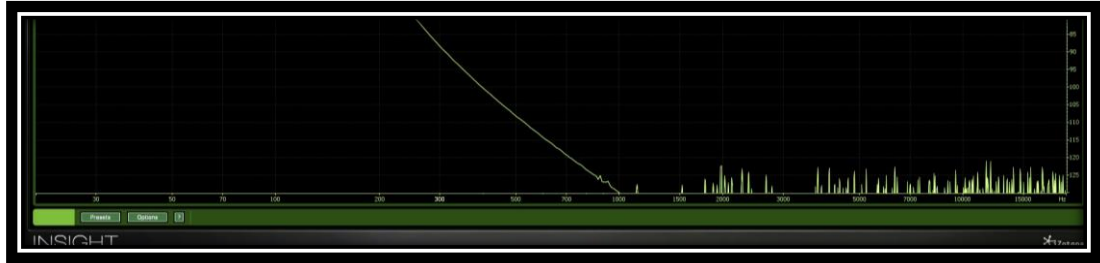
Şekil 3.18: Logic Pro X’den elde edilen 125 Hz’in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.7 Studio One Yazılımında 125 Hz Ölçümü

Studio One’da yapılan analizlerde 1 kHz ile 2 kHz arasında Logic Pro X ve Protools’da ortaya çıktığı gibi bir enerji yoğunluğu görülmemektedir. Şekil 3.19’de görüldüğü üzere üst frekanslarda ortaya çıkan doğuşkanların genlik seviyeleri de Logic Pro X ve Protools’da ortaya çıkan genlik seviyeleri kadar olmamıştır. Studio One’ın 125 Hz ölçümlerinde en dikkat çekici nokta 1 kHz ile 1,5 kHz arasında sadece tek bir frekansında eklemlenen frekansın olmasıdır. Diğer SSCY’lerde bu frekans bölgesinde oldukça yoğun bir enerji birikimi ortaya çıkmıştır. Ayrıca üst frekanslarda ortaya çıkan doğuşkanların genlik seviyeleri de Protools ve Logic Pro X’de ortaya çıkan genlik seviyeleri kadar olmamıştır.

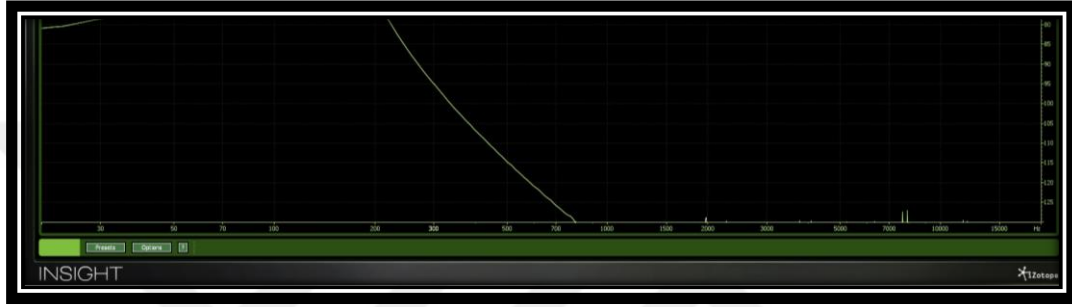
Şekil 3.19: Studio One’dan elde edilen 125 Hz’in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.8 Ableton Live Yazılımında 125 Hz Ölçümü

Ableton Live yazılımında yapılan 125 Hz ölçümünde 800 Hz ve üstü frekans bölgelerinde Protools'a, Logic Pro X'e ve Studio One'a göre herhangi enerji yoğunluklarına rastlanmamıştır. Ayrıca 125 Hz ölçümünde en tutarlı sonuçları Şekil 3.20'de görüldüğü gibi Ableton Live vermiştir.

Şekil 3.20: Ableton Live'dan elde edilen 125 Hz'in ürettiği üst üoğuşkanlar

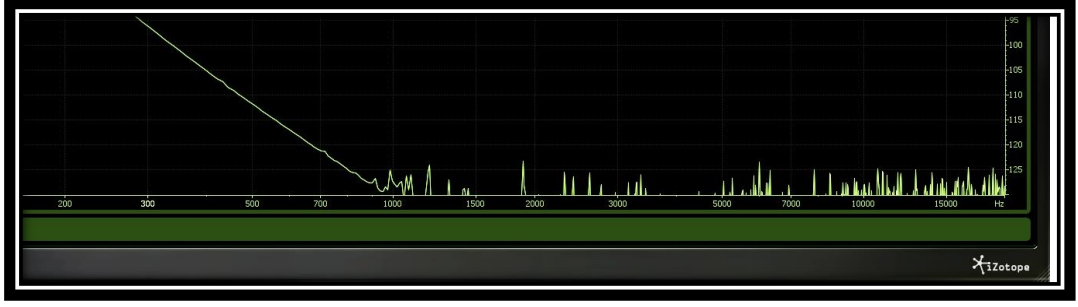


125 Hz için yapılan ölçümlerde yazılımlar arası farklar göz önüne alındığında Ableton Live diğer yazılımlara göre daha net sonuçlar vermiştir. Özellikle elektronik müzik gibi alt frekansların yoğun olarak kullanıldığı müzik türlerini icra eden kullanıcılar için 125 Hz'deki bu durum çok önemli bir fark yaratmaktadır. Diğer yazılımlarda ortaya çıkan üst doğuşkanlar, yazılımlar arası kayıt ve duyumda çok farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

3.3.9 Protools Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü

62,5 Hz için Protools'da yapılan ölçümlerde 1 kHz ile 1.5 kHz aralığında ek doğuşkanlar meydana gelmiştir. 1.5 kHz ile 2 kHz arası frekans bölgesinde herhangi bir doğuşkan meydana gelmemiştir. Bu durum 3 kHz ile 5 kHz arası bölge için de geçerlidir. Ayrıca 5 kHz ve üstü frekans bölgelerinde 3 dB'ye yakın genlik artışları görülmektedir. Şekil 3.21'de Protools'dan alınmış 62,5 Hz'in üst frekanslarda oluşan doğuşkanları gösterilmiştir.

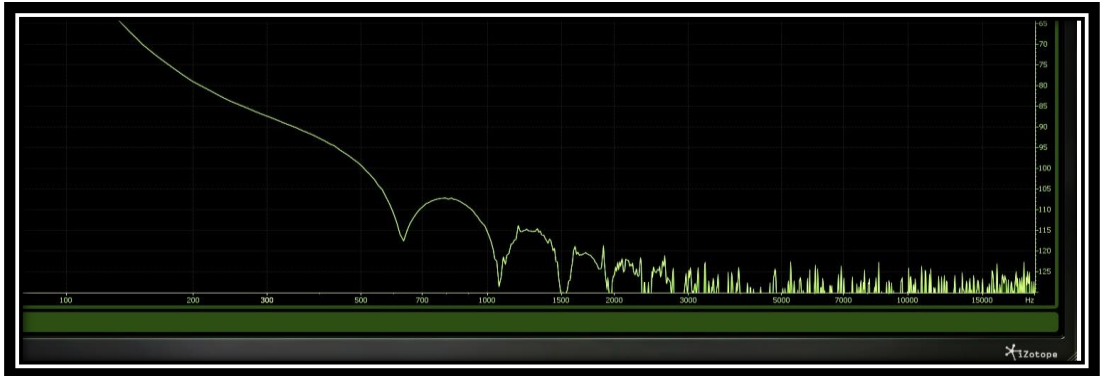
Şekil 3.21: Protools'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.10 Logic Pro X Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü

Logic Pro X'den üretilen 62,5 Hz'in Şekil 3.22'deki grafiğine bakılacak olursa 600 Hz ile 2 kHz arası frekans bölgelerinde ortalama 5 dB ses genliklerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca 550 Hz, 1.1 kHz, 1.5 kHz ve 2 kHz frekanslarında genliklerin yok olduğu; 3 kHz ve üstü frekans bölgelerinde ise üst doğuşkanların sinyale ortalama 2 dB ile eklendiği saptanmıştır. 200 Hz ile 550 Hz arası bölgedeki genlik azalışı logaritmik bir azalış olup, orta doğuşkanlarda sinyalde gereksiz yoğunluk yaratmaktadır. 62,5 Hz'in dalga boyu diğer analiz edilen frekanslara göre daha uzun olduğu için, orta frekanslardan başlayarak üst frekanslara doğru ek doğuşkanlar eklemiştir. Protools'a göre orta frekanslarda (300 Hz ile 1 kHz arası) daha yüksek ses genlikleri saptanmıştır.

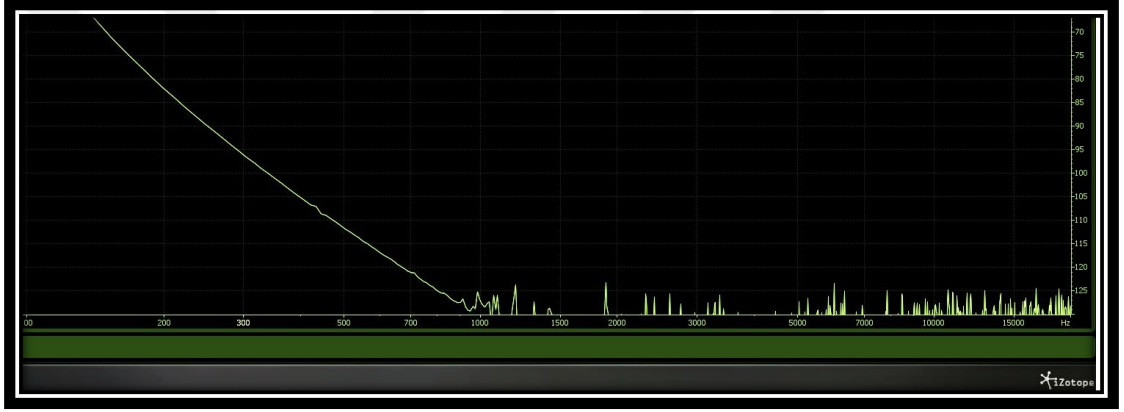
Şekil 3.22: Logic Pro X'den elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.11 Studio One Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü

Studio One yazılımından üretilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar aynı yazılımın 125 Hz için ürettiği doğuşkanlarla benzerlik taşımaktadır. Diğer yazılımlardan elde 62,5 Hz analizlerine göre üst frekanslarda Studio One daha az doğuşkan üretmiştir. Bu azlık hem frekans sayısı olarak hem de frekansların üzerine binen enerji olarak anlamlandırılabilir. Şekil 3.23'teki grafik incelendiğinde 1.6 kHz ve 6 kHz frekans bölgelerinde genliğin 3 dB arttığı görülmektedir.

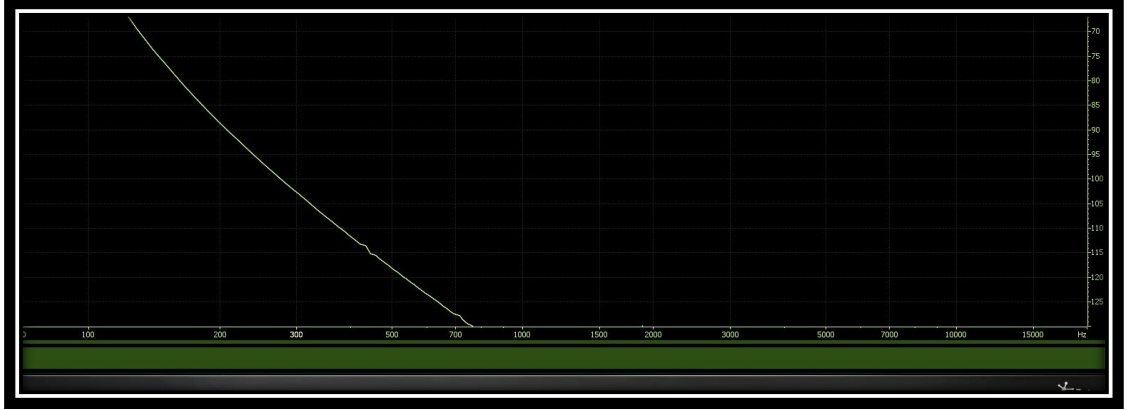
Şekil 3.23: Studio One'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar



3.3.12 Ableton Live Yazılımında 62,5 Hz Ölçümü

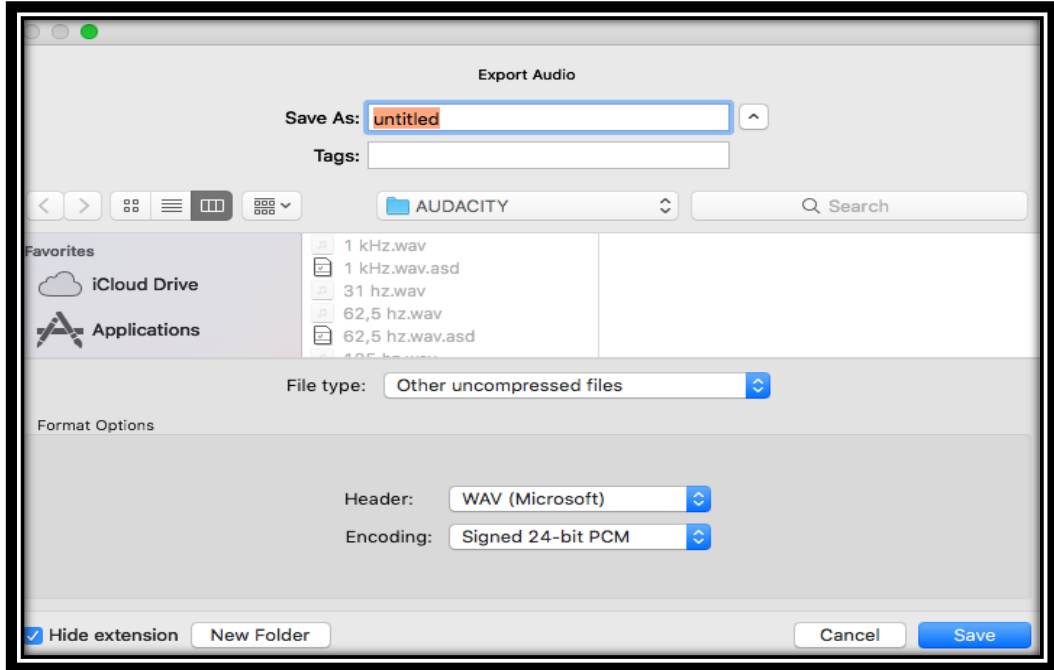
Ableton Live yazılımından elde edilen 62,5 Hz'in ses çıktısının analizi 125 Hz'deki analiz sonucuyla paralellik göstermiştir. Bu yazılımda 62,5 Hz için 750 Hz ve üzerinde herhangi bir doğuşkana rastlanmamıştır. Şekil 3.24'te görüldüğü üzere Ableton Live 62,5 Hz için SSÇY'ler arasında en doğru sonucu üretmiştir.

Şekil 3.24: Ableton Live'dan elde edilen 62,5 Hz'in ürettiği üst doğuşkanlar



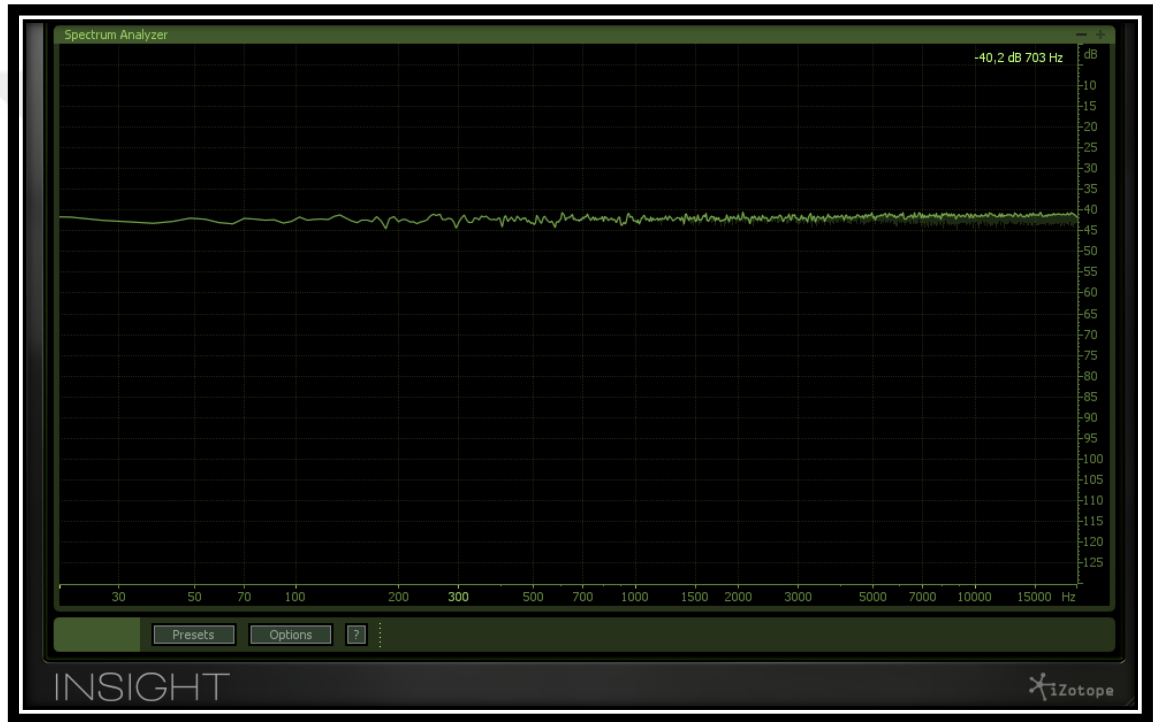
Şekil 3.25'te Audacity yazılımının ses çıktılarının yapıldığı pencere görülmektedir. Analizlerde kullanılan bütün ses kaynakları Audacity yazılımından elde edilmişlerdir. Bu yazılımdan alınan ses çıktıları 96 kHz ve 24 Bit olarak alınmışlardır. Analizlerin bu bölümünde daha önceki analizlerdeki gibi ses kaynakları 0 dB olarak değil -3 dB olarak da inceleneceklerdir. Bunun sebebi, ses kaynaklarının anlık olarak 0 dB'ye ulaştığı anlarda ortaya çıkabilecek üst harmoniklerin; analizlere karşı objektif bakış açısını kaybettirmesinden kaçınmak içindir.

Şekil 3.25: Audacity yazılımının ses çıktı penceresi

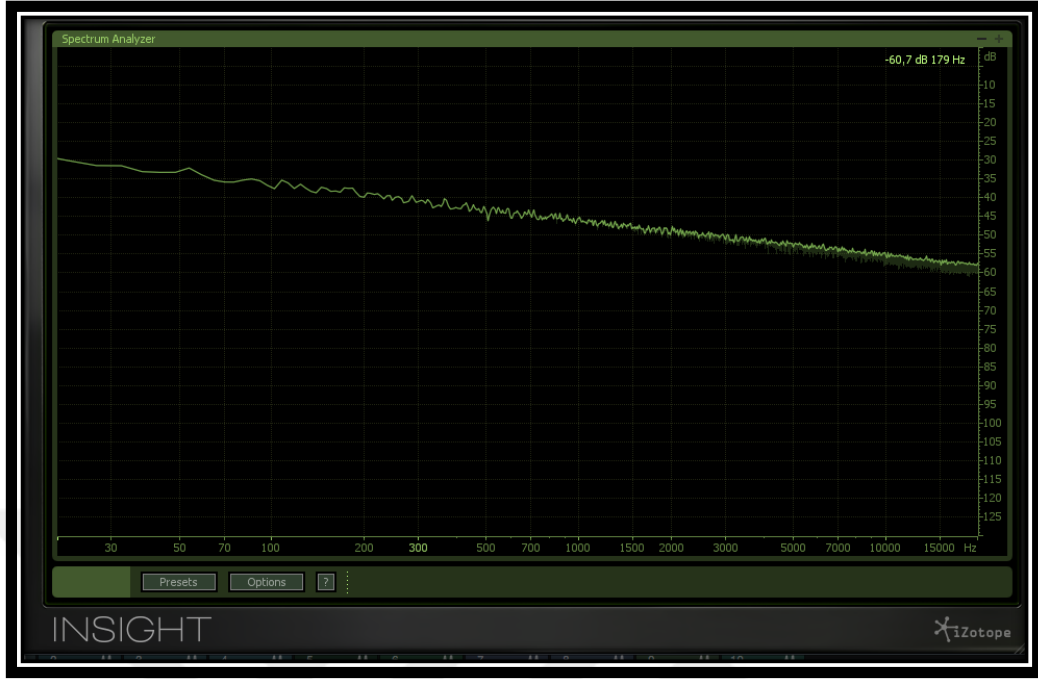


Audacity yazılımından elde edilen beyaz gürültü ve pembe gürültü grafikleri Şekil 3.26 ve Şekil 2.27’de gösterilmiştir. Bu grafikler ile analizlerden elde edilen grafikler karşılaştırıldığında yazılımların ses kaynaklarına yaptığı etkiler daha net görülmektedir. Özellikle beyaz gürültüden elde edilen analiz verilerinde incelenen dört SSÇY’nin alt frekans bölgelerinde çeşitli değişimlere uğradığı gözlemlenmiştir. İncelenen bu beyaz gürültü Audacity yazılımından 96 kHz 24 Bit çözünürlükte mono olarak elde edilmişlerdir. Ayrıca bu ses kaynakları yazılımdan 0 dB olarak çıkartılmışlardır.

Şekil 3.26: Audacity yazılımının ürettiği beyaz gürültünün grafiği

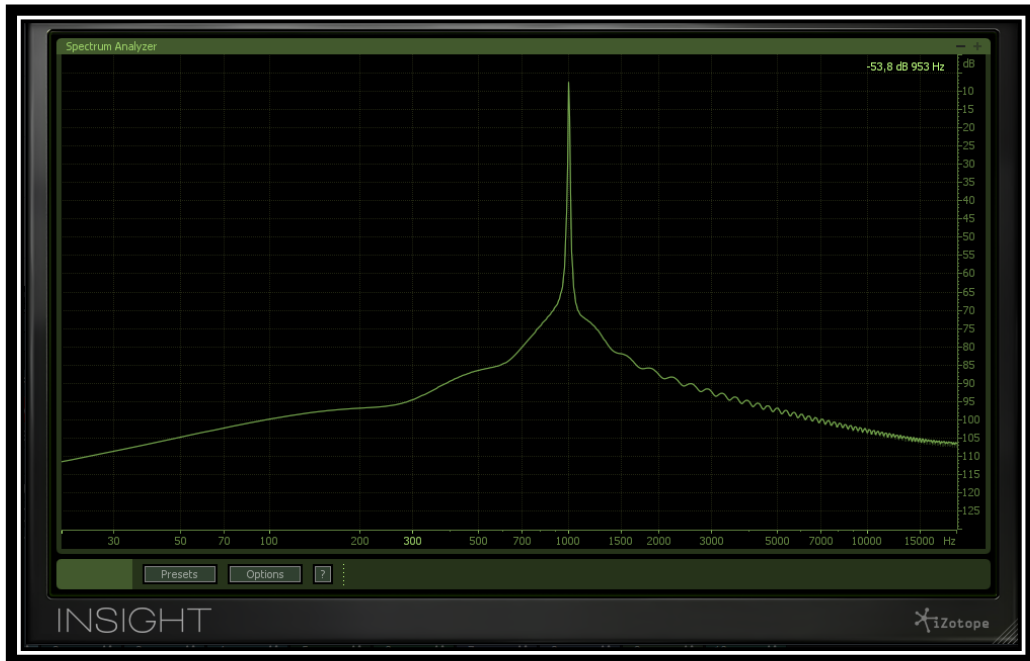


Şekil 3.27: Audacity yazılımının ürettiği pembe gürültünün grafiği

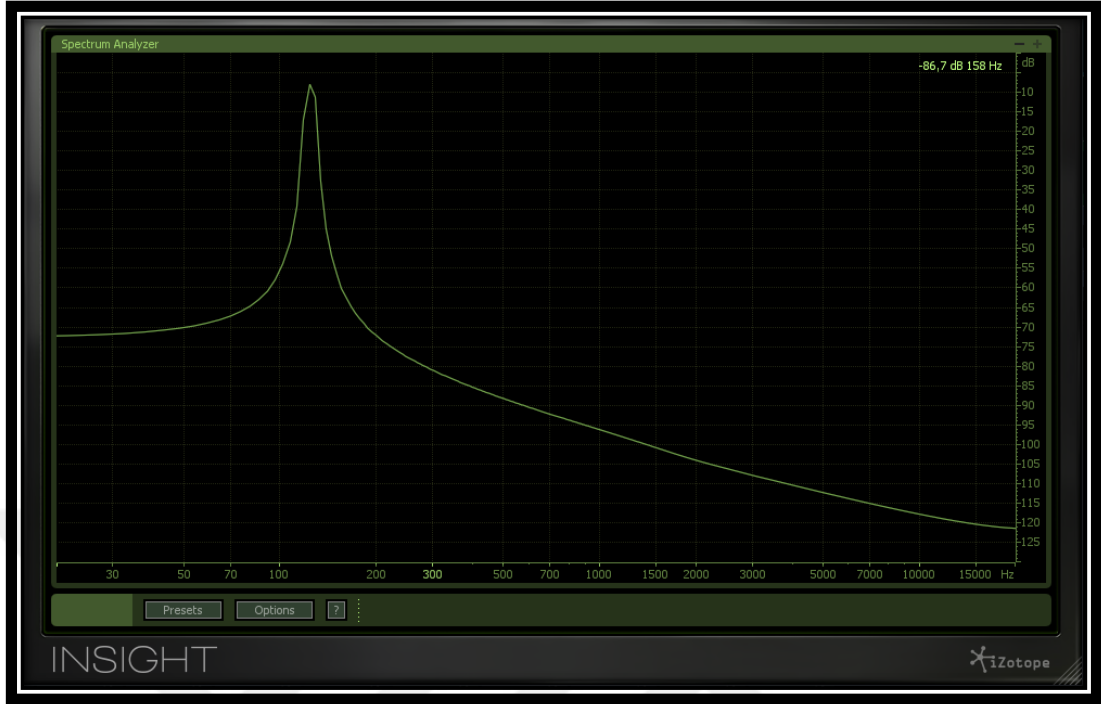


Şekil 3.28'de Audacity yazılımından elde edilen 1 kHz'in grafiği gösterilmiştir. Yine sırasıyla Şekil 3.29'da ve Şekil 3.30'da bu yazılımdan elde edilen 125 Hz ve 62,5 Hz'in grafikleri gösterilmiştir.

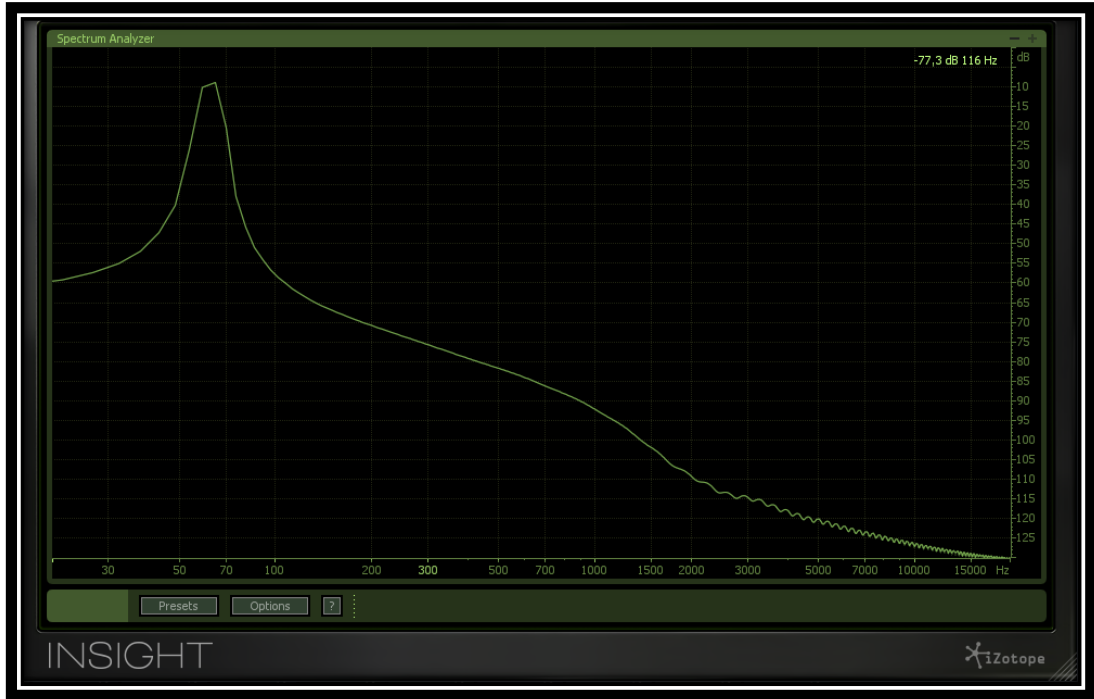
Şekil 3.28: Audacity yazılımının ürettiği 1 kHz sinyalin grafiği



Şekil 3.29: Audacity yazılımının ürettiği 125 Hz sinyalin grafiği



Şekil 3.30: Audacity yazılımının ürettiği 62,5 Hz sinyalin grafiği

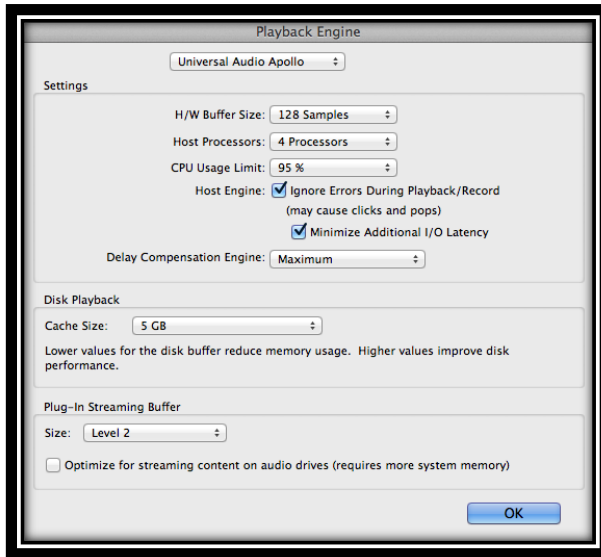


Analizlere konu olan yazılımların ses özelliklerinin ayarlanabildiği pencereler bu analizlerin ne şartlarda yapıldığını görmek açısından çok büyük önem taşımaktadır. Bu pencerelerdeki bilgilerin analizlerin objektifliği açısından birbirleriyle aynı olması gerekmektedir. Değişebilecek her özellik ses kaynaklarından elde edilen çıktıları değiştirebileceği gibi karşılaştırmalı sonuçların incelenebilmesi için de objektif olmayan bir ortam yaratacaktır. Şekil 3.31, Şekil 3.32, Şekil 3.33 ve Şekil 3.34 analizlere konu olan yazılımların ses özelliklerinin ayarlanabildiği pencereleri sırasıyla göstermektedir.

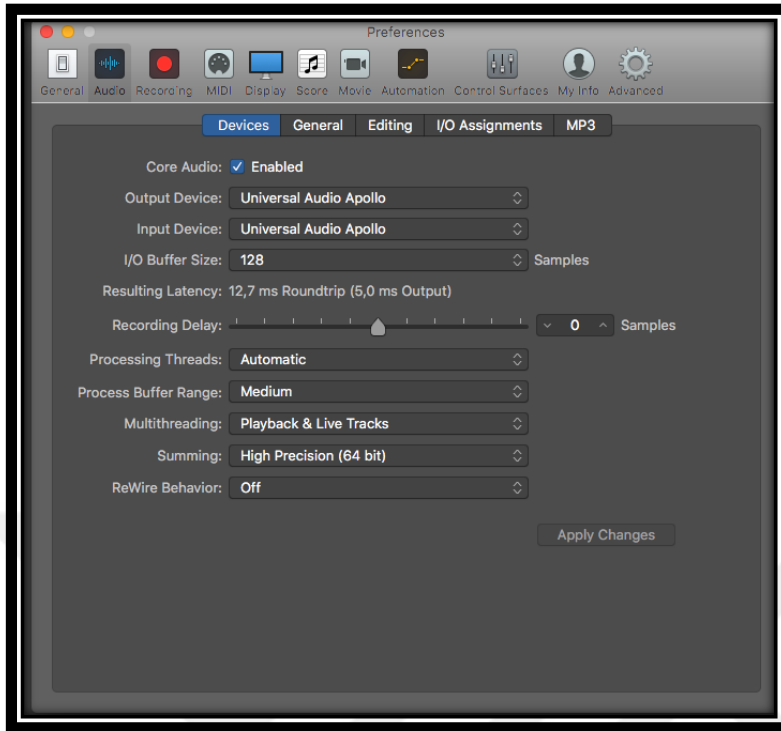
Bu pencerelerde bizim analizlerimiz için en önemli olan değişken *Buffer Size* olacaktır. Bu değişken, bilgisayara ulaşan sinyalin bilgisayar tarafından işlenip; tekrardan üretilmesi için gereken zamandır. Yüksek *Buffer Size* (512 ve üstü) ile işlem yapılan bir bilgisayarda, bilgisayara ulaşan sinyal ile bilgisayardan çıkan sinyal arasında zamansal bir gecikme yaşanır. Bu durum işlenen verinin kalitesine ve bilgisayara ulaştırılmak istenen bilginin bozulmasına yol açar. Kaydedilmiş bir veriyi işlerken ise büyük *Buffer Size* değerlerinde çalışmak, bilgisayarın işlemcisinden en iyi verimi almak için çok büyük önem taşır.

Bu analizlerdeki bütün yazılımlarda *Buffer Size* 128 örneklem değerinde seçilmiştir. Bu her yazılımda ve kayıt sistemlerinde ortalama değer olarak kabul edilir. Şekil 3.31’de Protools’un ses ayarları penceresi görülmektedir.

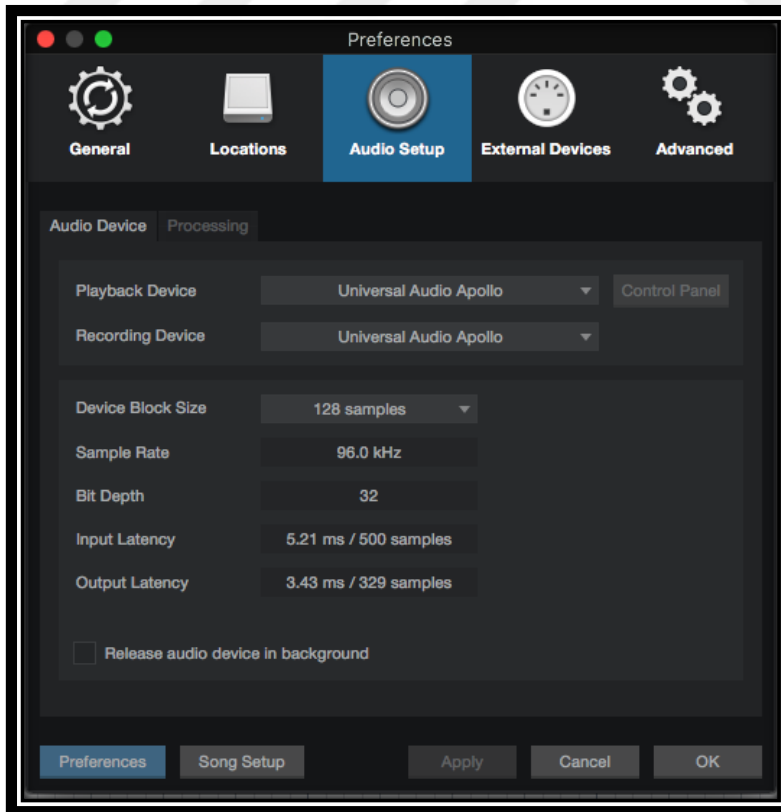
Şekil 3.31: Protools ses ayarları penceresi



Şekil 3.32: Logic Pro X ses ayarları penceresi



Şekil 3.33: Studio One ses ayarları penceresi

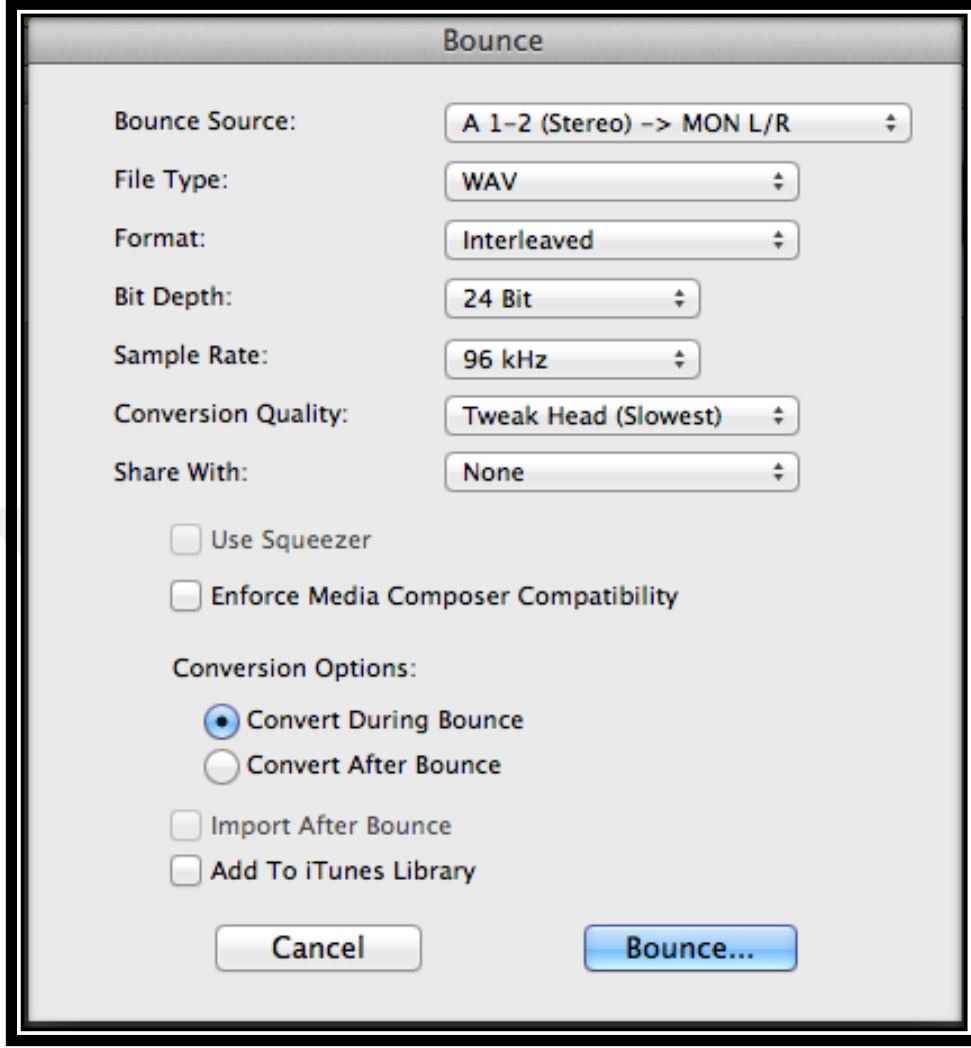


Şekil 3.34: Ableton Live ses ayarları penceresi



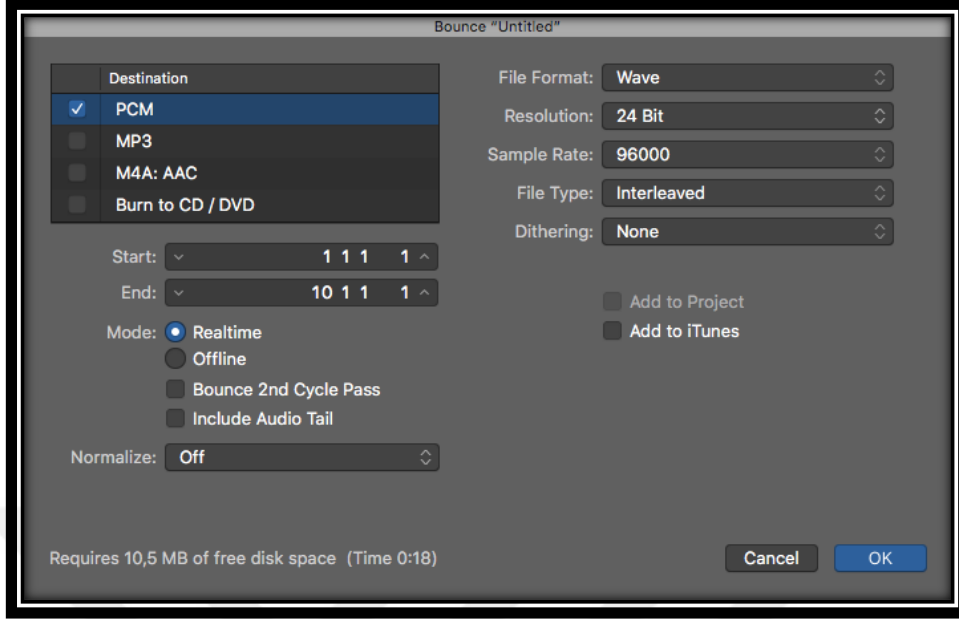
Analizler için yazılımların ses ayarlarının birbirleri içerisinde tutarlı olması çok önemlidir. Fakat bu analizler için ses ayarları kadar önemli olan bir husus da bu yazılımların ses çıktılarının ayarlandığı pencerelerdeki özelliklerdir. Bu pencerelerdeki bütün seçenekler yazılımların hepsinde aynı olmak zorundadır. Ayrıca sesin yapısını değiştirebilecek bütün özellikler, ses çıktıları alınırken kapatılmıştır. Şekil 3.35, Şekil 3.36, Şekil 3.37 ve Şekil 3.38 yazılımların sırasıyla ses çıktıların ayarlandığı pencereleri göstermektedir.

Şekil 3.35: Protools ses çıktı ayarları penceresi



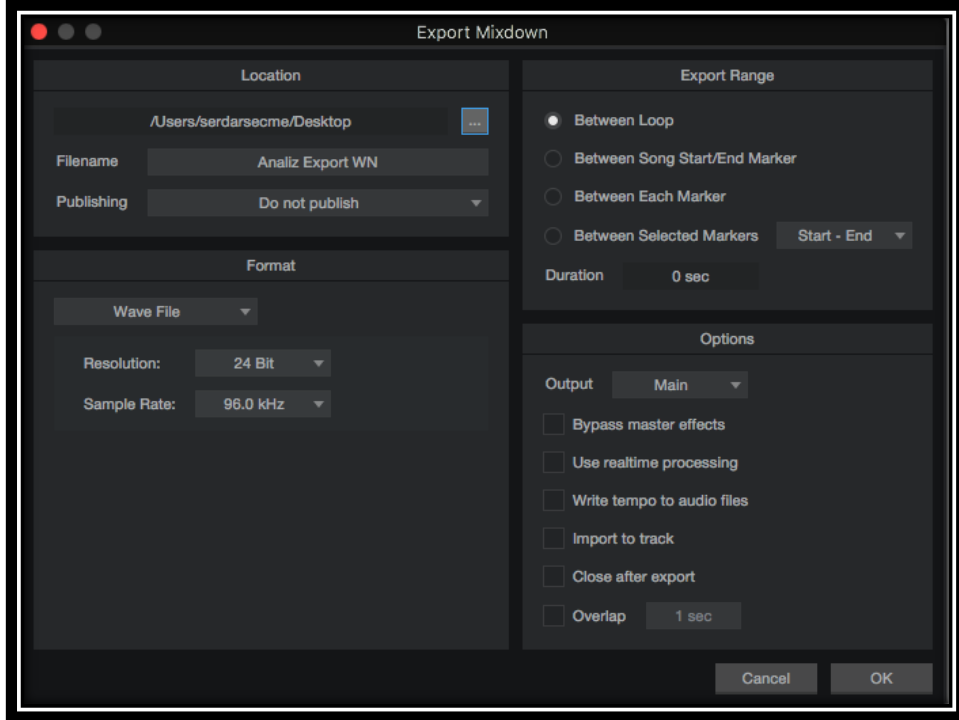
Bu yazılımlardaki bütün ses çıktı değerleri birbirlerinin aynısıdır. 96 kHz 24 Bit özelliklerinde ses çıktıları alınmıştır.

Şekil 3.36: Logic Pro X ses çıktı ayarları penceresi

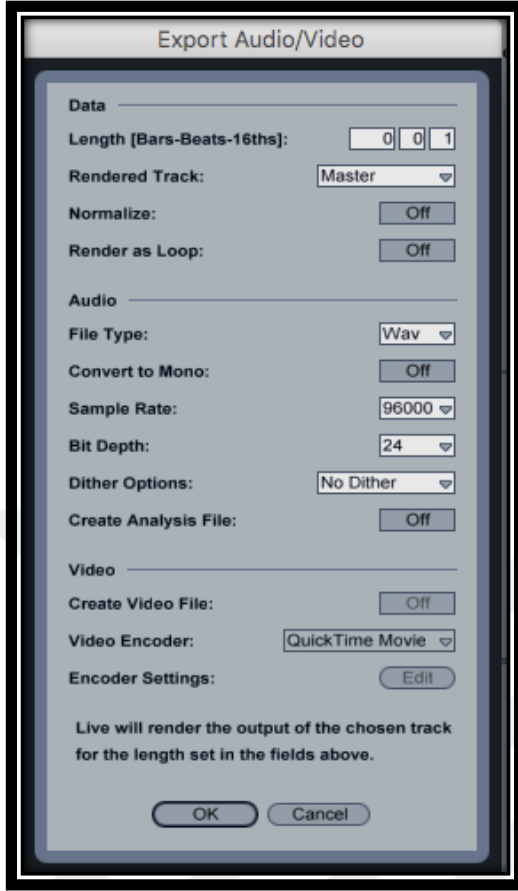


Logic Pro X, ses çıktıları alırken çeşitli seçenekler sunmaktadır. Analizlerdeki bütün yazılımlarda *normalize* ve *dithering* seçenekleri kapalıdır.

Şekil 3.37: Studio One ses çıktı ayarları penceresi



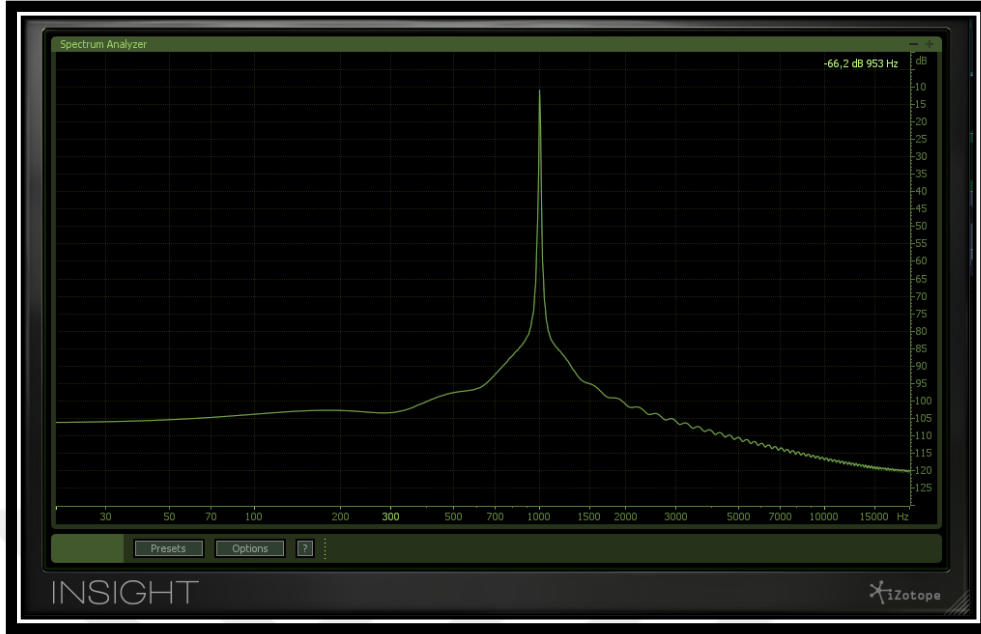
Şekil 3.38: Ableton Live ses çıktı ayarları penceresi



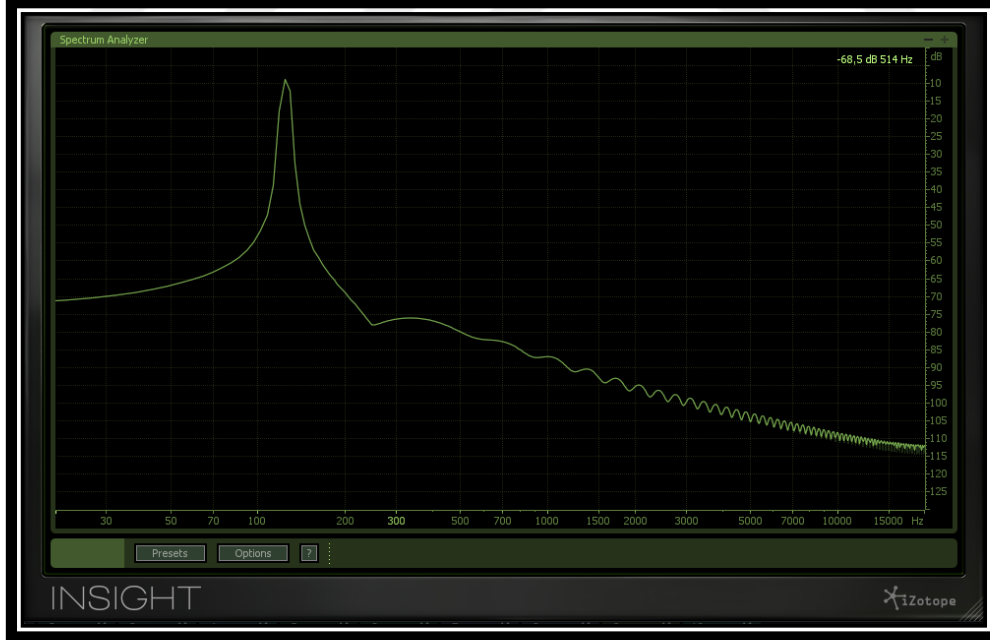
Çalışmanın bu bölümüne kadarki analizler ses kaynaklarının 0 dB'deki çıktılarının incelenmesine dayanmıştır. Bu bölümde analizlere başka bir boyuttan bakabilmeye yardımcı olması açısından bu kaynakların -3 dB alınmış ses çıktılarının Izotope Insight analizöründen elde edilmiş grafikleri gösterilecektir. Ses genliği azaldıkça, daha önceki analizlerde elde edilen bazı üst frekans doğuşkanları, bu durumda gerçekleşmemiştir.

Şekil 3.39, Şekil 3.40, Şekil 3.41 ve Şekil 3.42 sadece Protools'dan -3 dB alınmış ses çıktılarının grafiklerini göstermektedir. - 3 dB'deki veriler 0 dB'de üretilen veriler ile karşılaştırıldığında Protools'un 0 dB'de ürettiği üst frekanslardaki doğuşkanların özellikle 1 kHz analizlerinde ortaya çıkmadığı görülmüştür.

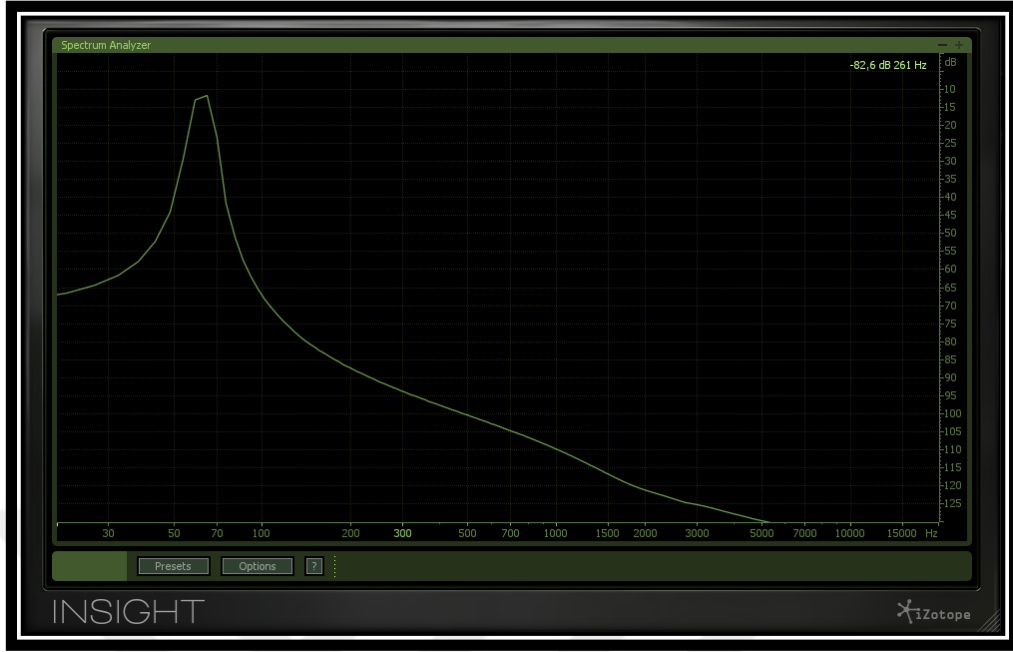
Şekil 3.39: -3 dB'de Protools'dan alınan 1 kHz ses sinyalinin grafiği



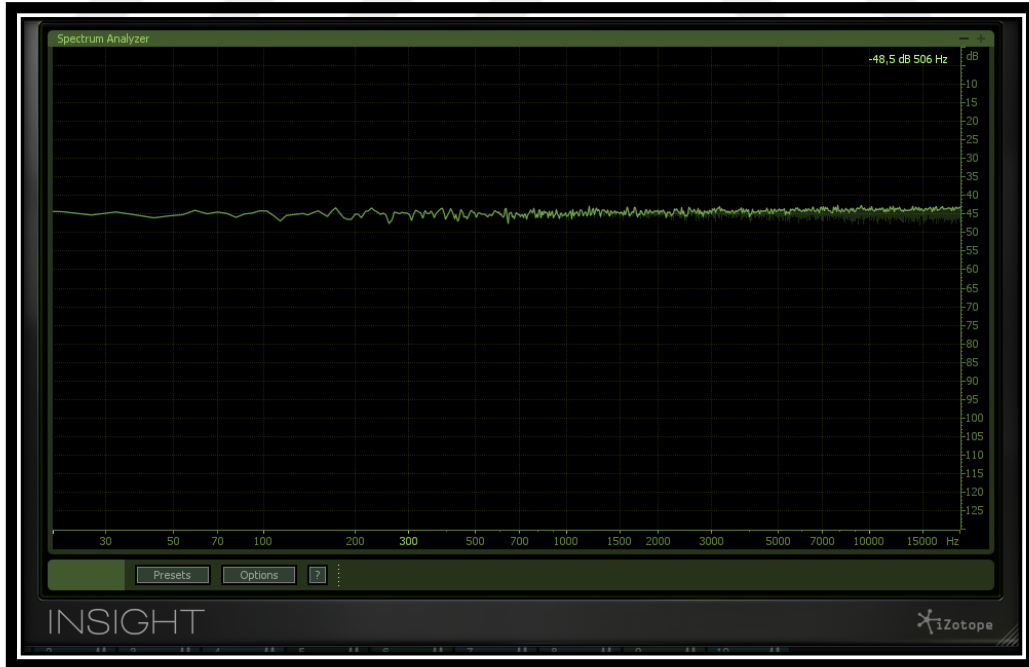
Şekil 3.40: -3dB'de Protools'dan alınan 125 Hz ses sinyalinin grafiği



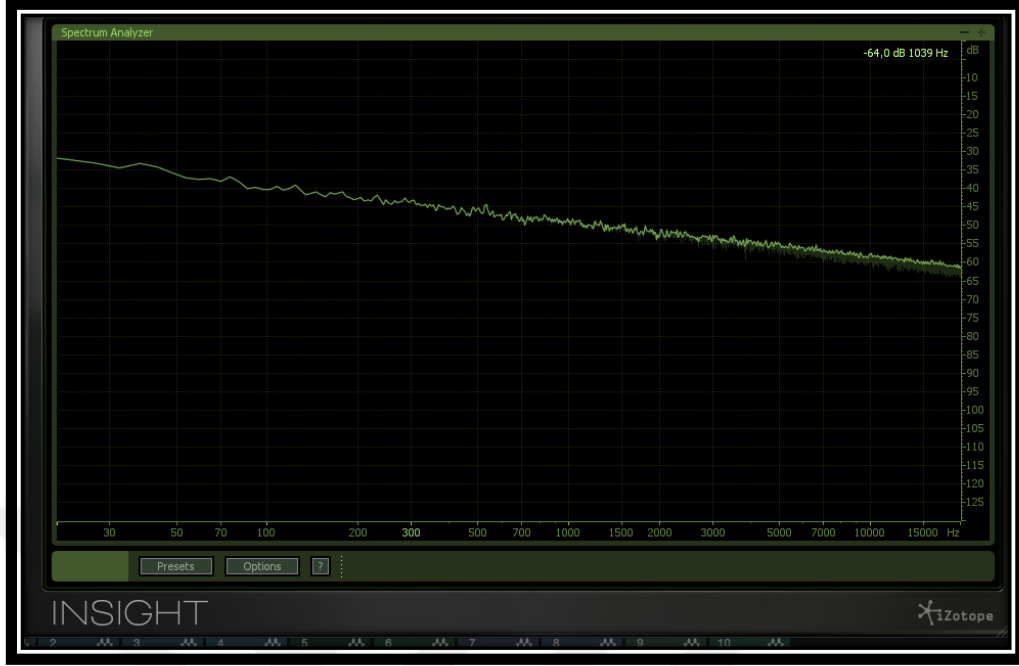
Şekil 3.41: -3 dB'de Protools'dan alınan 62,5 Hz ses sinyalinin grafiği



Şekil 3.42: -3 dB'de Protools'dan alınan beyaz gürültü grafiği

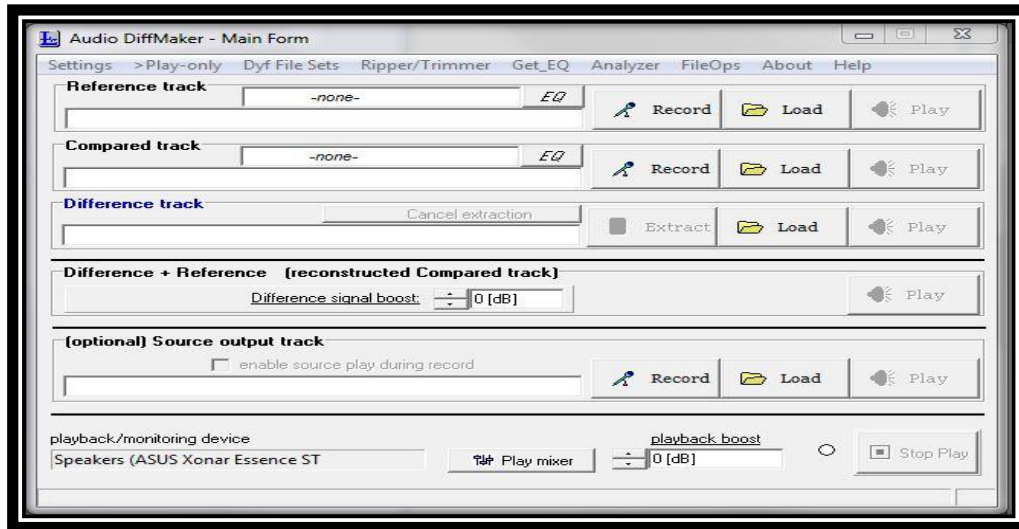


Şekil 3.43: - 3 dB'de Protools'dan alınan pembe gürültü grafiği



Analizlerde kullanılan ölçümlere farklı bir bakış açısı getirmek adına, analizlere konu olan beyaz gürültünün Audio Diffmaker yazılımı ile de testleri yapılmıştır. Audio Diffmaker yazılımı; iki ses kaynağı arasındaki farklılıkları testlere konu olan ölçümler neticesinde ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilen bir yazılımdır. Şekil 3.44'te Audio Diffmaker'ın program arayüzü görülmektedir.

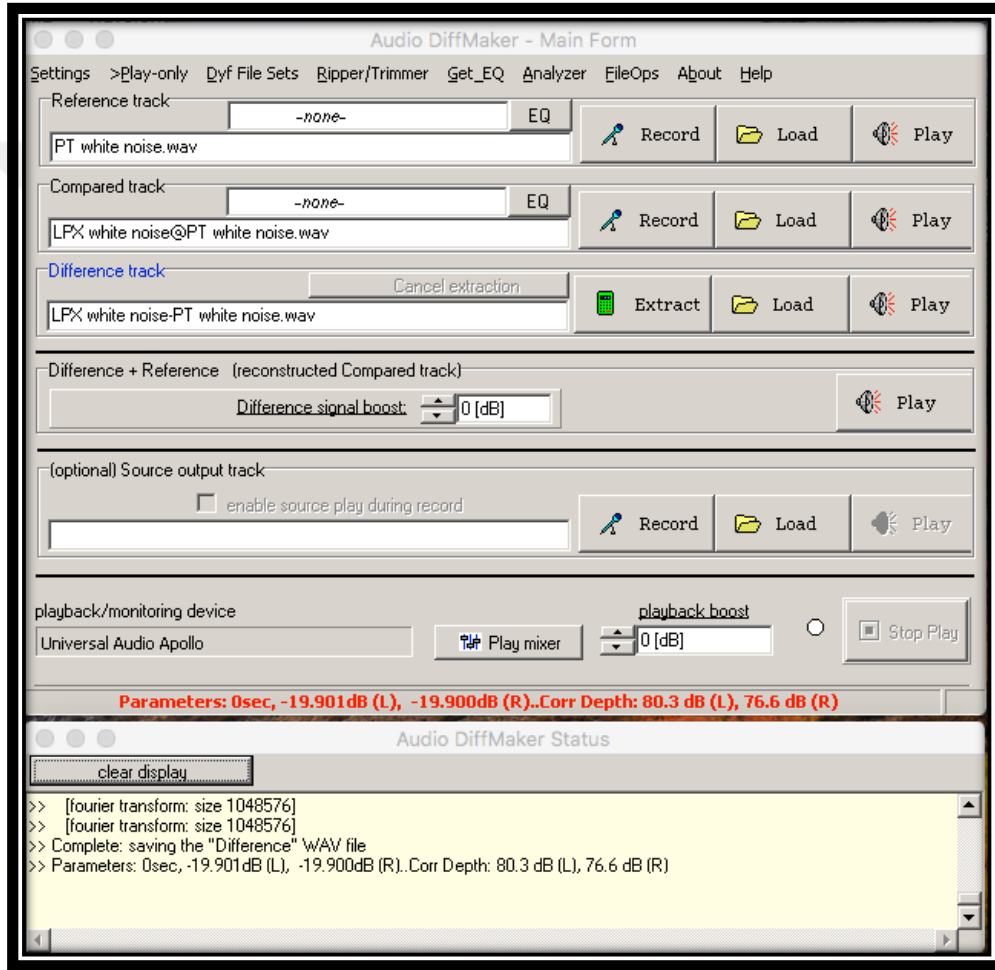
Şekil 3.44: Audio Diffmaker yazılımının ekran görüntüsü



Audio Diffmaker yazılımına ilk olarak bir referans ses örneği ardından bu referans ses ile karşılaştırılacak başka bir ses kaynağı yüklenmiştir. Daha sonra bu yazılımın bu iki ses kaynağı arasındaki farkları raporlaması istenmiştir.

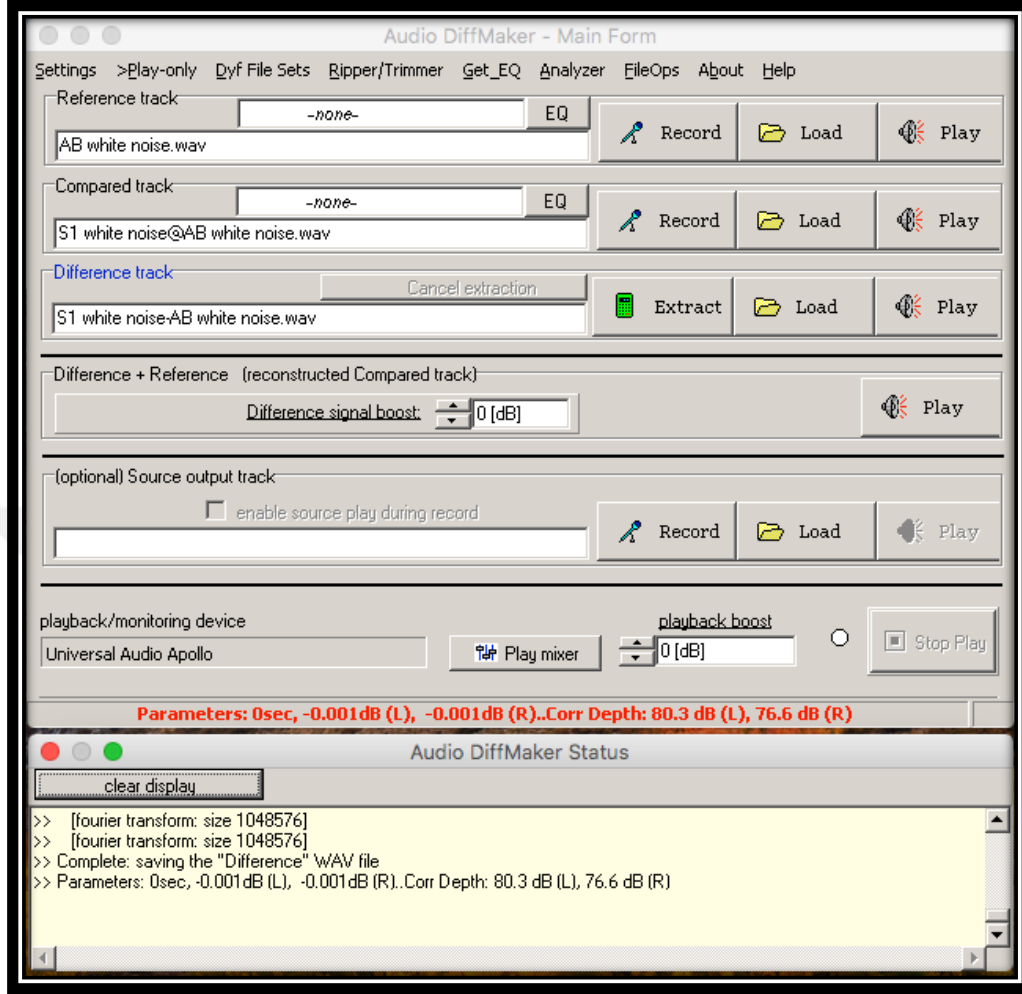
İlk olarak beyaz gürültü testleri yapılmıştır. Şekil 3.45'te Protools ve Logic Pro X arasındaki beyaz gürültü analizinin Audio Diffmaker'dan alınan raporu yer almaktadır.

Şekil 3.45: Beyaz gürültü için yapılan Protools ve Logic Pro X sonuçları



Şekil 3.46'da Audio Diffmaker ile yapılan Studio One ve Ableton Live testi görülmektedir.

Şekil 3.46: Beyaz gürültü için yapılan Ableton Live ve Studio One sonuçları



Beyaz gürültü için yapılan Audio Diffmaker testleri, daha önceki ölçümlerde yazılımlar arasında ortaya çıkan sonuçlarla paralel çıkmıştır. Bu ölçümlerdeki sonuçlar sayısal olarak çok daha detaylı sonuçlar ortaya koymaktadır. Sonuçların özeti şekillerde kırmızı renk ile ifade edilmiş değerlerde görülmektedir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, analizleri yapılan bütün ses kaynaklarının, spektrum analizördeki veriler ışığında farklılıkları ortaya konulacaktır. Bu farklılıkların hangi frekans aralıklarında, hangi ses verisinin analizinde ortaya çıktığı anlatılacaktır. Analizlerden elde edilecek sonuçların karşılaştırmalı yorumları için sadece Melda Production Mmultianalyzer yazılımından grafikler kullanılacaktır. Bu analizlerin seçilme sebebi, karşılaştırmaya sokulacak SSÇY'ler için aynı anda aynı grafik üzerinde verileri gösterebilmesidir. Grafiklerdeki sonuçlar bazı ölçümlerde SSÇY'ler arasında birebir sonuç verdiği için, grafiklerin bazılarında renkler üstüste binmiştir.

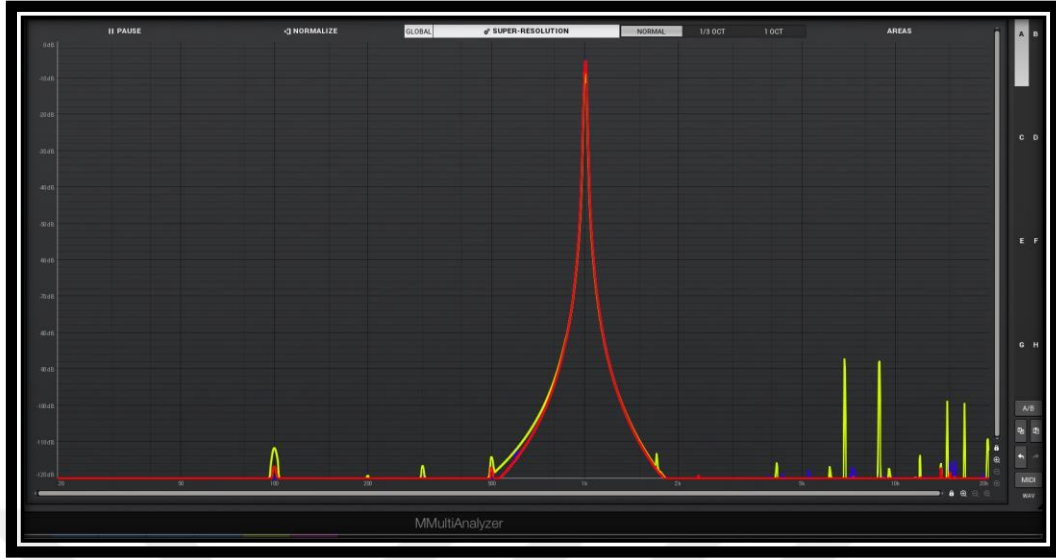
Bu grafiklerde kırmızı renk Protools'u, sarı renk Ableton Live'ı, mavi renk Logic Pro X', beyaz renk ise Studio One yazılımlarını temsil etmektedir. Şekil 4.1'de 1 kHz için SSÇY'ler arasında fark çıkan frekans bölgeleri gösterilmiştir.

4.1 KARŞILAŞTIRMALI 1 kHz ANALİZİ

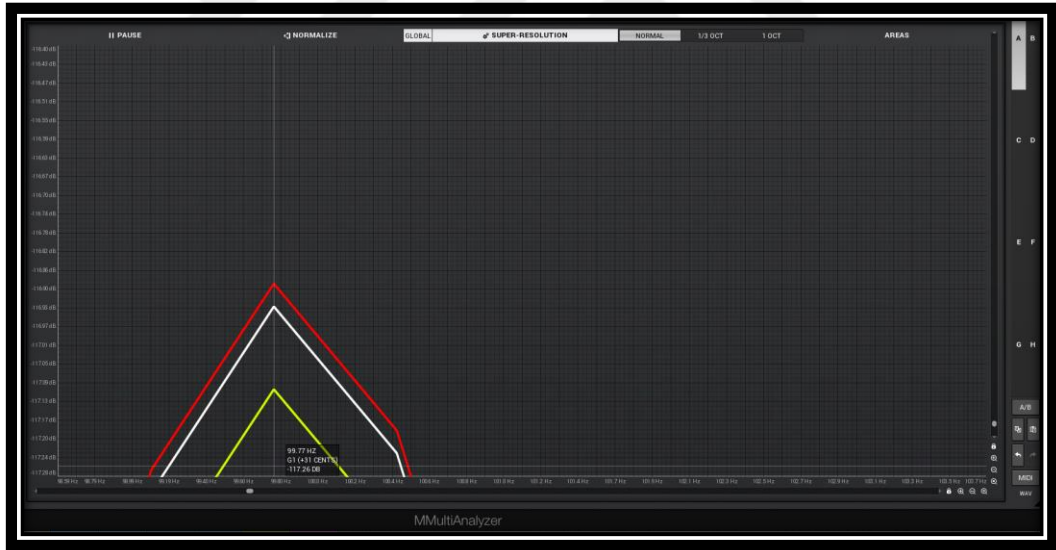
Analizlere konu olan SSÇY'lerden alınan 1 kHz ses çıktılarının hepsi aynı grafik üzerinde Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Veri ve yöntem kısmındaki verilerle paralel çıkan bu değerlere göre sarı renk ile ifade edilen Ableton Live'ın üst frekans bölgelerinde diğer SSÇY'lere göre oldukça yoğun bir ses enerjisi saptanmıştır. Bütün SSÇY'lerde 100 Hz ve 500 Hz frekanslarında genliğin arttığı görülmüştür. Studio One yazılımının 300 Hz, 590 Hz, 7200 Hz ve 15420 Hz frekanslarında diğer SSÇY'lerden bağımsız olarak doğuşkanlar ürettiği saptanmıştır.

Şekil 4.2'de ise 1 kHz sinyaline SSÇY'lerin 100 Hz frekansına yüklediği enerjiler görülmektedir. Bu grafikte 100 Hz bölgesine görsel olarak yakınlaştırılmış (*zoom*) içerik mevcuttur. 100 Hz'e en yüksek enerjiyi sırasıyla Protools, Studio One ve Ableton Live yazılımları yüklemiştir. Bu grafikten yola çıkarak, Protools'un 1 kHz için 0.2 dB'ye yakın bir değerde 100 Hz için doğuşkan ürettiği görülmüştür. Studio One yazılımı ve Ableton Live yazılımları da bu frekans değerlerinde doğuşkanlar üretmiştir.

Şekil 4.1: Yazılımlardan elde edilen 1 kHz'in toplu gösterimi



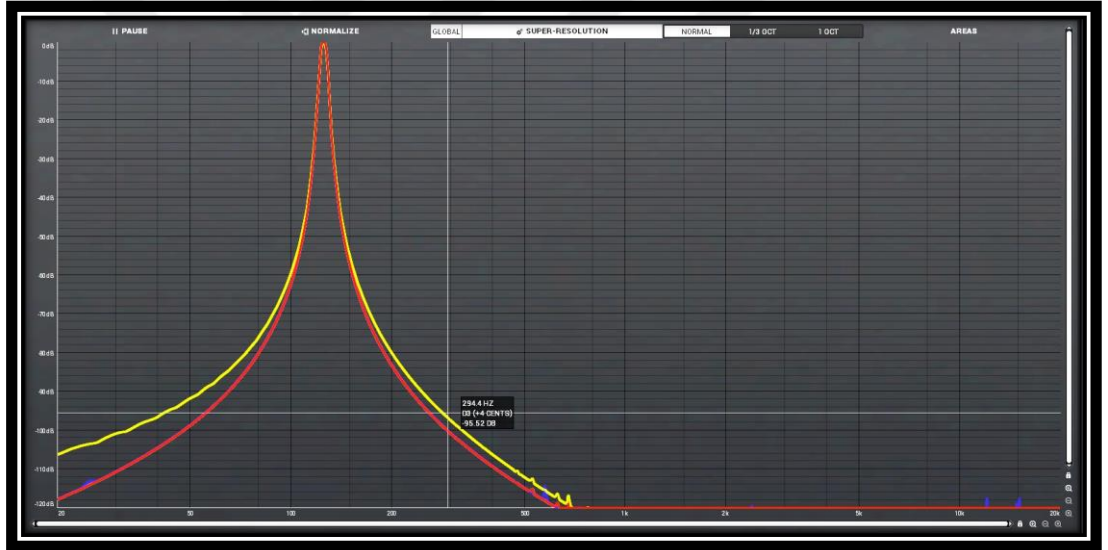
Şekil 4.2: Yazılımlardan elde edilen 1 kHz'in 100 Hz'de biriktirdiği enerji



4.2 KARŞILAŞTIRMALI 125 Hz ANALİZİ

SSÇY'lerden elde edilen 125 Hz ses verileri tek bir spektrum analizöre yüklendiğinde yazılımlar arasında üst frekans bölgelerinde çok büyük farklar ortaya çıkmamıştır. Bir önceki bölümde de olduğu gibi 125 Hz ölçümlerinde temel frekans bölgelerinde genlik seviyesi en yüksek yazılım Ableton Live olmuştur. Ableton Live'ı sırasıyla Studio One, Logic Pro X ve Protools takip etmiştir. Şekil 4.3'e bakılacak olunursa Ableton Live ve Protools yazılımlarının 500 Hz frekansında aynı yönde ve aynı genlik değerlerinde artışlarına rastlanmıştır. Ayrıca 125 Hz için yapılan analizlerde Studio One programının 10 kHz ve 20 kHz frekans bölgeleri arasında doğuşkanlar ürettiği tespit edilmiştir.

Şekil 4.3: Yazılımlardan elde Edilen 125 Hz'in toplu gösterimi



4.2.1 KARŞILAŞTIRMALI 62,5 Hz ANALİZİ

62,5 Hz için yapılan ölçümler 125 Hz ile yapılan ölçümler ile benzer çıkmıştır. Fakat bu ölçümde 125 Hz'deki ölçümlerde ortaya çıkan ve Studio One yazılımının 125 Hz'de ürettiği üst doğuşkanlar ortaya çıkmamıştır. Ableton Live yazılımı tıpkı 125 Hz'deki sonuçlar gibi, alt frekanslarda en yüksek ses genliği üretmiştir. 62,5 Hz'deki sonuçlar 125 Hz'deki sonuçlara paralel çıkmıştır ve SSÇY'ler arasında bu frekans bölgesinde radikal bir fark bulunamamıştır. Şekil 4.4'te 62,5 Hz'in SSÇY'ler arasındaki farkları

ortaya koyan grafik gösterilmiştir.

Şekil 4.4: Yazılımlardan elde edilen 62,5 Hz'in toplu gösterimi

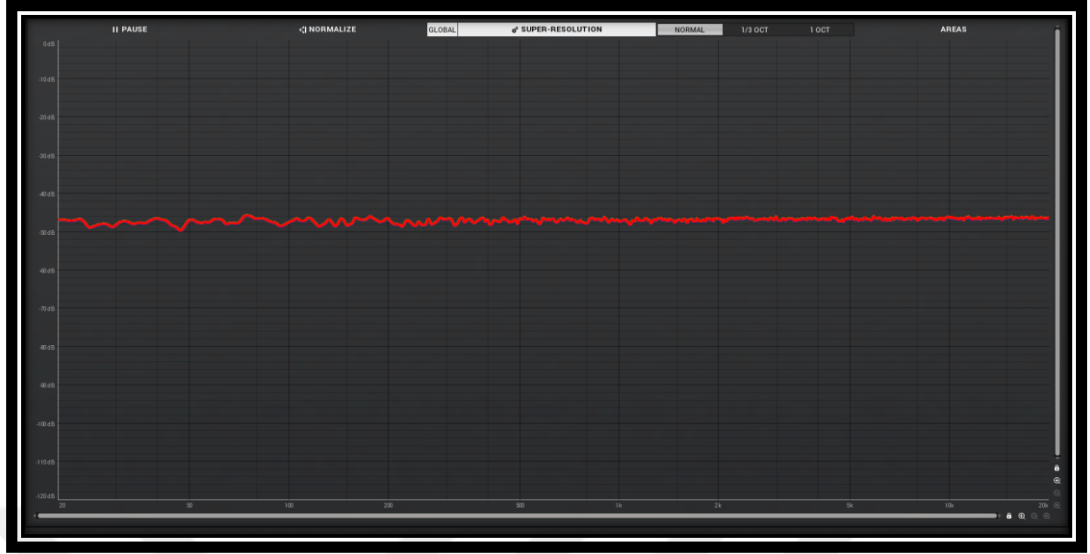


4.2.2 KARŞILAŞTIRMALI BEYAZ GÜRÜLTÜ ANALİZİ

Ölçümlere kaynak sağlayan beyaz gürültü sinyallerinin hepsi tek bir spektrum analizöre gönderildiğinde sonuçlar SSÇY'ler arasında tutarlı çıkmıştır. Ses genlikleri ortalama aynı frekans gruplarında artıp azalmıştır.

Şekil 4.5 bir beyaz gürültü sinyalinin spektrum analizörden alınan anlık bir kesitini göstermektedir. Bu grafikte, diğer grafiklerdeki gibi farklı renkte eğriler görmememizin sebebi, bulguların birebir aynı çıkmasıdır. Beyaz gürültü analizlerinde ortaya çıkan sonuçlar yazılımlar arasında birbirlerine çok yakın olmuştur. Bazı frekans bölgelerinde anlık farklılıklar ortaya çıksa bile bunlar dikkate alınacak zaman aralıklarında ve ses şiddetlerinde olmamıştır.

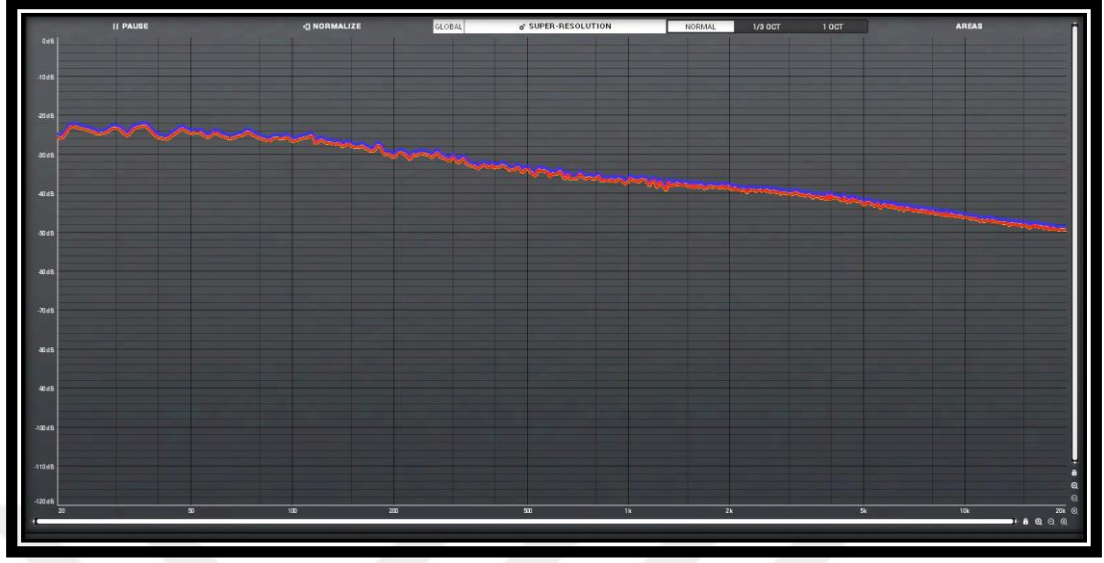
Şekil 4.5: Beyaz gürültü analizlerinin toplu gösterimi



4.2.3 KARŞILAŞTIRMALI PEMBE GÜRÜLTÜ ANALİZİ

SSÇY'ler arası pembe gürültü verileri incelendiğinde Logic Pro X yazılımının ses verilerindeki bütün ses seviyeleri eşit olmasına rağmen genlik olarak daha yüksek bir analiz verisi ortaya koyduğu görülmüştür. Bu genlik farkı 0.4 dB olmuştur. Analizler sonucunda yazılımların üst frekanslara doğru logaritmik bir eğri ile genlik azalmaları ürettiği görülmüştür. Bu durum pembe gürültünün yapısıyla paralellik göstermiştir. Analizlere konu olan bütün yazılımlar 1 kHz ile 1,5 kHz arasında 0.3 dB genlik kaybına uğramışlardır. Ayrıca pembe gürültünün yapısı gereği doğrusal bir eğri üretmesi beklenen 20 Hz ile 50 Hz arasındaki ses genliklerinin dalgalı bir yapıda olduğu saptanmıştır. Bu dört yazılım da 20 Hz ve 40 Hz frekanslarında 0.3 dB genlik kaybına uğramışlardır. Şekil 4.6 incelendiğinde mavi renk ile gösterilen eğri Logic Pro X'i, diğer eğri ise Protools'u, Studio One'ı ve Ableton Live'ı temsil etmektedir. Bu üç yazılımı temsil eden eğrinin tek bir renk grubunda toplanmasının sebebi, verilerin bu üç yazılımda birebir aynı çıkmasıdır.

Şekil 4.6: Pembe gürültü analizlerinin toplu gösterimi



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın temel hedefi Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton Live yazılımlarından çeşitli ses örnekleri (beyaz gürültü, pembe gürültü, 1 kHz, 125 Hz ve 62,5 Hz) alınarak bu ses örnekleri arasında farkların olup olmadığının incelenmesidir. Bahsi geçen ses verileri müzik endüstrisi ve sesle ilgili bütün alanlarda temel ölçüm frekansları olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki ölçümlere kaynak sağlayan ses verileri de bunlar olmuşlardır.

Bu ses verileri ölçümleri yapılan SSCY'lerin dışında bir yazılım olan Audacity programından alınmıştır. Ölçümlere konu olan yazılımlar içerisinde üretilen ses kaynakları, analizlerin objektifliğini bozabileceği gibi, çalışmanın tutarlılığını da kaybettirebilirdi. Audacity yazılımının sinyal üreticisi yardımıyla elde edilen beyaz gürültü, pembe gürültü, 1 kHz, 125 Hz ve 62,5 Hz ses kaynakları sırasıyla Protools, Logic Pro X, Studio One ve Ableton yazılımlarının içerisine yüklenmiştir. Ardından bu ses kaynaklarına hiçbir müdahale yapılmadan, bahsi geçen yazılımlardan ses çıktıları alınmıştır. Bu ses çıktıları her bir ses kaynağı için 10 saniyelik kesitler halinde alınmıştır.

Yazılımlardan çıktıları alınan bu ses kaynakları, Izotope Insight yazılımına yüklenip; yazılımın spektrum analizörü yardımıyla ölçümlenmişlerdir. Her bir ses kaynağı için tek tek bu analizler yapılarak sonuçlar şekiller yardımıyla ifade edilmişlerdir.

Ardından bu ses kaynakları kendi aralarında gruplanıp, çoklu ses kaynaklarını aynı anda analiz edebilen başka bir spektrum analizöre yüklenmişlerdir. Yani örneğin 1 kHz'in dört farklı yazılımdan elde edilen ses çıktıları aynı anda tek bir spektrum analizöre yüklenmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Aynı analizler beyaz gürültü, pembe gürültü, 125 Hz ve 62,5 Hz için de tekrarlanmıştır.

Birden çok ses kaynağını analiz edebilmek için Melda Production firmasının ürettiği Mmultianalyzer yazılımından yararlanılmıştır. Bu analizörde her bir yazılıma farklı renk

eğrileri verilmiştir. Protools için kırmızı, Ableton Live için sarı, Logic Pro X için mavi ve Studio One için beyaz renk eğrileri tercih edilmiştir. Analizler sonucunda Ableton Live yazılımının alt frekans bölgelerinde diğer yazılımlara göre daha yüksek genlikle ses enerjileri ürettiği sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca Ableton Live yazılımının 1 kHz için yapılan ölçümünde üst frekans bölgelerinde diğer yazılımlara göre doğuşkanlar ürettiği saptanmıştır. Bu doğuşkanlar diğer yazılımlarda da görülmüştür. Fakat Ableton Live yazılımındaki sonuçlar diğer yazılımların çok üzerinde çıkmıştır.

Beyaz gürültü testlerinde yazılımlar birbirleri arasında tutarlı sonuçlar vermiştir. Sadece dalga boyunun diğer frekans gruplarına göre daha uzun olduğu alt frekanslarda farklar ortaya çıkmıştır. Bu farklar, alt frekans bölgelerindeki faz farklarının daha yoğun olmasından kaynaklanmaktadır. Analizlere konu olan yazılımlarda, beyaz gürültü testlerinden elde edilen sonuçlar, bu SSÇY'lerin 20 Hz ile 20 kHz aralığındaki frekans bölgelerinde aynı enerji miktarlarında genlikler ürettiği sonucunu ortaya koymuştur.

Pembe gürültü teslerindeki sonuçlar pembe gürültünün yapısıyla benzerlik göstermiştir. Bu analizdeki farklar genel olarak üst frekans bantlarında yoğunlaşmıştır. Pembe gürültünün yapısı gereği üst frekanslara gidildikçe logaritmik olarak azalması beklenen frekans şiddetleri bu testlerde de yazılımlar arası tutarlı sonuçlar vermişlerdir.

Benzer ölçümler 125 Hz ve 62,5 Hz için de yapılmıştır. 62,5 Hz ölçümlerinde diğer yazılımlara göre üst doğuşkanlar üretmeyen tek yazılım Ableton Live olmuştur. Logic Pro X bu ölçümlerde üst frekans bölgesinde en çok doğuşkan üreten yazılım olarak tespit edilmiştir. Alt frekans bilgilerinin analizlerinde birbirlerine en yakın sonuç veren yazılımlar Studio One ve Protools olmuşlardır. Studio One ve Protools yazılımlarının genellikle aynı frekans bölgelerinde, aynı ses genliklerinde üst doğuşkanlar ürettikleri görülmüştür.

Bu tez çalışmasında hedeflenen ve bulunması amaçlanan farkların bazıları bulunmuştur. Bulunan bu farklar SSÇY'ler arasında tercih yapmaya kriter oluşturacak boyutta olmuşlardır. Analizler sonucunda ortaya çıkan farklar genellikle üst doğuşkanlarda olmuşlardır. Çok küçük ses genliklerinde olan bu üst doğuşkanlar, eş zamanlı olarak

birden fazla ses kaynağının çaldığı durumlarda, çalışılan proje üzerinde üst doğuşkanlarda istenmeyen yoğunluklar yaratabilir.

Gelişen yazılım teknolojisi bu tezde ortaya çıkan farkları yok edecek duruma gelmektedir. Analog sinyali sayısal sinyale çevirmede kullanılan çeviricilerin gün geçtikçe daha iyi sonuçlar üretmesi, bu yazılımları çalıştıran bilgisayarların artan işlemci güçleri, yazılımların çalışma performanslarını üst düzeyde destekler niteliktedir.

Bu çalışmada tercih edilen spektrum analizör müzik endüstrisinde yoğunlukla tercih edilen Izotope firmasının ürettiği Insight yazılımıdır. Bu analizörün seçilme sebebi spektruma dağılan enerjileri diğer yazılımlara göre daha detaylı vermesidir. Ayrıca spektrumda yer alan verileri, ölçümlere uygun değerlere göre değiştirmeye izin vermesi ve anlık değişimleri de raporlayabilmesi bu çalışma için uygun veri arzını sağlamıştır. Çalışmanın ilk aşamalarında bu analizler hem Izotope Insight hem de Waves Paz yazılımları ile yapılmıştı. Fakat ölçümler neticesinde Waves Paz analizörünün bazı frekans bölgelerinde ürettiği verilerde hatalar tespit edilmiştir. Bu hatalar özellikle ağırlıklandırılmış spektrum analizlerinde ortaya çıkmıştır. Ölçümlerde alt frekanslarda ortaya çıkan doğuşkanları Izotope Insight yazılımı kadar iyi raporlayamadığı görülmüştür. Ayrıca anlık ses örnekleri üzerinden yapılan analizlerde, diğer analizörlerde çıkan sonuçlardan çok farklı sonuçlar üretmiştir. Bu sonuçlar çalışmaya ilaveten “Ekler” kısmında değerlendirilmiştir.

SSÇY’ler arasındaki bu farklılıkların giderilmesine yönelik bundan sonra yapılması gereken çalışmalar yazılımlar arasındaki kayıt ve kayıtların çalınmasında ortaya çıkabilecek sonuçların incelenmesi yönünde olabilir. Kayıt ve kayıtların tekrardan çalınması gibi hususlar bu çalışma içine dahil edilmemiştir. Bu çalışma genel hatlarıyla gürültü ve sinyal tiplerinin yazılımlar arasındaki farklarını ortaya koymaya yöneliktir.

Çeviricilerin ses çıkışlarını bir başka kaydedici ekipmanın ses girişine bağlayıp, farklı yazılımlardan çalınan ses örneklerinden doğabilecek farklılıklarının incelendiği bir araştırma bu çalışmada değinilmeyen konuları tamamlamaya yardımcı olabilir. Ayrıca analizi yapılan yazılımlardan art arda alınan ses çıktılarının ne derece değişime uğradığı

da incelenebilir.

Günümüzde ses kayıt ve müzik üretim süreçleri çoğunkla sayısal ortamda yürütülmektedir. Bu durumda, kullanılan yazılımlar üretilen esere doğrudan etki etmektedir. Yazılımlar arasında bu çalışma neticesinde ortaya çıkarılan farkların en aza indirilmesi, üretilen eserlerin daha kaliteli olmasına neden olacaktır.



KAYNAKÇA

Kitaplar

Kadis, J., 2012. *The science of sound recording*. Massachusetts: Focal Press

Pohlmann, C. K., 2011. *Principles of digital audio*. 6. Baskı. New York: The McGraw-Hill Companies

Talbot-Smith, M., 1999. *Audio engineer's reference book*. 2. Baskı. Massachusetts: Focal Press

Watkinson, J., 2001. *The art of digital audio*. 3. Baskı. Massachusetts: Focal Press

Xiang, Y., Hua G. ve Yan B., 2017. *Digital audio watermarking fundamentals, techniques and challenges*. Singapore: Springer Nature

Zeren, M. A., 2014. *Müzik fiziği*. 6. Baskı. İstanbul: Pan Yayıncılık

Diğer Yayınlar

Angle, D., 2008, Quantization in ACDs [online], Berlin,
www.dwellange.wordpress.com

Izotope, Insight Manual, www.izotope.com

Melda, Mmultianalyzer Manual, www.meldaproduction.com



EKLER



Ek A.1 Waves Paz Analizörün Protools'da Ortaya Çıkan Beyaz Gürültü



EK2: Waves Paz Analizörün Logic Pro X'de Ortaya Çıkan Beyaz Gürültü



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serdar SEÇME

Adres: Tatlısu Mh. Elalmış Cd. Tuncay Sk. No:22 Erbay Apt. Kat:6 Darie:20
Ümraniye/İstanbul

Doğum Yeri ve Yılı: Niğde 1990

Yabancı Dil: İngilizce

İlköğretim: Nilüfer Hatun İlköğretim Okulu

Orta Öğretim: Şehremini Anadolu Lisesi

Lisans: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi

Yüksek Lisans: Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ses Teknolojileri

Çalışma Hayatı:

Stüdyo Değişim Sanat 2006 – 2013

Studio Circus 2013 – 2015

Freelance Music Producer 2018 -