



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

MÜZİK ANASANAT DALI

**MODÜLASYON TEKNİĞİ BAĞLAMINDA ÖZGÜN BİR
SYNTHESİZER KÜTÜPHANESİNİN OLUŞTURULMASI**

BARIŞ NAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: PROF. DR. HASAN ARAPGİRLİOĞLU

ANTALYA, 2023



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

MÜZİK ANASANAT DALI

**MODÜLASYON TEKNİĞİ BAĞLAMINDA ÖZGÜN BİR
SYNTHESİZER KÜTÜPHANESİNİN OLUŞTURULMASI**

BARIŞ NAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: PROF. DR. HASAN ARAPGİRLİOĞLU

ANTALYA, 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Barış NAR tarafından hazırlanan “Modülasyon Tekniği Bağlamında Özgün Bir Synthesizer Kütüphanesinin Oluşturulması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Müzik Anasanat Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir./...../.....

(Not: Sınav sonucu e-imza ile onaylanması halinde, bu belge yerine e-imzalı çıktılar konulmalıdır.)

Jüri Başkanı	Unvan, Adı SOYADI	İmza
Jüri Üyesi (Danışman)	Prof. Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU	İmza
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Atilla Kadri ŞENDİL	İmza
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üys. Bekir TANYERİ	İmza

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

.....
Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmamın tamamlanmasında emeği geçenlere içten teşekkürlerimi sunmak isterim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca büyük ölçüde faydalandığım, insani değerleriyle bana örnek olan sevgili hocam Prof. Dr. Hasan Arapgirlioğlu'na içten teşekkürlerimi sunarım. Sizin bilgi birikiminiz, hoşgörünüz ve sabrınız, benim akademik gelişimim için büyük bir öneme sahipti. Bu teşekkürlerimi en içten duygularıyla iletiyorum.

Ayrıca, aileme ve arkadaşlarıma sürekli destekleri ve anlayışları için içten teşekkürlerimi sunarım. Katkıda bulunan herkese, çalışmamın başarıyla tamamlanmasında sağladıkları yardım ve motivasyon için derin bir minnettarlık duygusuyla teşekkür ederim.

Barış NAR

Antalya, 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Öğrencinin	Adı Soyadı	Barış Nar
	Numarası	202153011004
	Anasanat Dalı	Müzik Teknolojileri
	Danışmanı	Prof. Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU
	Tezin Adı	Modülasyon Tekniği Bağlamında Özgün Bir Synthesizer Kütüphanesinin Oluşturulması

ÖZ

Bu çalışmada modülasyon teknikleri ile özgün bir synth kütüphanesinin nasıl oluşturulabileceği ve oluşturulurken izlenebilecek yöntem ve teknikler incelenmektedir.

Tezin birinci bölümünde problem durumu ve amacı, üçüncü bölümünde ise çalışmanın yöntemi belirtilmiştir. Dördüncü bölümünde ise bulgular ve yorumlar değerlendirilmiştir.

Tezin konusunu oluşturan özgün synth kütüphanesindeki sesler ve yapılan modülasyonların spektrum analiz verileri incelenmiş ve dördüncü bölümde yer verilmiştir. Ortaya çıkan verilerin neticesinde beşinci bölümde sonuçlara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Synth, Synthesizer, Ses Kütüphanesi, VST, Python, C++, Romplur



T.R.

AKDENİZ UNIVERSITY

INSTITUTE FINE ARTS

Student's	Name Surname	Bariş Nar
	Number	202153011004
	Department	Music Technology
	Supervisor	Prof. Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU
	Thesis Name	Creating an Original Synthesizer Library in the Context of Modulation Techniques

ABSTRACT

This study examines how an original synthesizer library can be created using modulation techniques, as well as the methods and techniques that can be followed during its creation.

The problem statement and the aim are stated in the first chapter of the thesis, while the methodology of the study is described in the third chapter. The findings and interpretations are evaluated in the fourth chapter.

The spectrum analysis data of the sounds in the original synth library and the modulations performed, which form the subject of the thesis, have been examined and

included in the fourth chapter. Based on the resulting data, the conclusions are presented in the fifth chapter.

Keywords: Synth, Synthesizer, The Sound Library, VST, Python, C++, Rompler



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xi
ŞEKİL DİZİNİ.....	xiii
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Problemler	2
1.2.1. Problem cümlesi	2
1.2.2. Alt problemler	2
1.3. Araştırmanın Amacı	3
1.4. Araştırmanın Önemi	3
1.5. Sayıtlılar... ..	3
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	4
1.7. Tanımlar	4
İKİNCİ BÖLÜM: KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	6
2.1. Makineleşme ve Elektronik Müziğin Tarihsel Perspektifi	6
2.2. Elektronik Müzik: Makineleşme ve Müzik Tarihindeki Dönüm Noktaları.....	7
2.2.1. Fonograf	7
2.2.2. Gramofon.....	9

2.2.3. Manyetik Bant Kaydı	11
2.3. Elektronik Müziğin Meydana Gelişi ve İlk Elektronik Çalgılar	12
2.4. Elektronik Müzikte Önemli Rol Oynayan Cihazlar ve Teknolojiler	17
2.4.1. Telharmonium	17
2.4.2. Theremin	18
2.4.3. Ondes Martenot	20
2.4.4. Trautonium	21
2.4.5. Hammond	22
2.4.6. Vocoder	22
2.4.7. Manyetik Bant Kaydı	23
2.4.8. RCA Synthesizer	25
2.4.9. Voltaj Kontrollü Synthesizer	26
2.4.10. Moog	27
2.5. Synthesizer Bileşenleri ve Özellikleri	29
2.5.1. Osilatör	29
2.5.2. Dalga Formları (Şekilleri)	31
2.5.3. Gürültüler	32
2.5.4. Filtreler	33
2.5.5. ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release)	34
2.5.6. LFO (Low Frequency Oscillator)	36
2.5.7. Efekt İşlemcileri	37
2.5.8. Amplifikatör	41
2.5.9. Klavye	42

2.6. Elektronik Müzikte Bilgisayarlar, Kullanılan Yazılımlar ve Eklentiler	42
2.6.1. Bilgisayar.....	42
2.6.2. DAW (Digital Audio Workstation).....	43
2.6.3. VST	44
2.6.4. Serum.....	45
2.6.5. Synth Kütüphaneleri.....	47
2.6.6. Romplur.....	48
2.6.7. C++	48
2.6.8. JUCE (Jules' Utility Class Extensions).....	49
2.6.9. Modülasyon Teknikleri	49
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	52
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR VE YORUMLAR	55
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar	55
4.2. İkinci Alt Problemlere İlişkin Bulgu ve Yorumlar	72
4.3. Üçüncü Alt Problemlere İlişkin Bulgu ve Yorumlar	75
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar	78
BEŞİNCİ BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER.....	86
5.1. Sonuç	86
5.2. Öneriler	88
KAYNAKLAR	90
EKLER.....	96

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

Akt.	Aktaran
M.Ö	Milattan önce
M.S	Milattan sonra
Sin.	Sinüs
Φ	Faz Açısı (phi)
EQ	Ekolayzır
Vb.	Ve benzeri
DAW	Digital Audio Workstation
VST	Virtual Studio Technology
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
λ	Dalga Boyu
Hz	Frekans Birimi
kHz	Frekans Birimi Değerinin 1000 Katı (Kilohertz)
A	Genlik (Amplitude)
ADSR	Atak Zayıflama Uzama Serbest kalma (Attack- Decay- Sustain-Release)
dB	Desibel
AM	Amplitüd Modülasyonu

FM	Frekans Modülasyonu
LFO	Low Frequency Oscillation
CPU	Central Processing Unit
MMS	Moog Modüler Synthesizer
RCA	Radio Corporation of America
HP	High-Pass
LP	Low-Pass

ŞEKİL DİZİNİ

Sıra	Tanımlama	Sayfa
Şekil 1.	Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali	55
Şekil 2.	Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	56
Şekil 3.	Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Rate parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	57
Şekil 4.	Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Rate parametresinin %50, Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	58
Şekil 5.	Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	59
Şekil 6.	Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	60
Şekil 7.	Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	61
Şekil 8.	Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50, Feed parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	62
Şekil 9.	Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50, Feed parametresinin %50, Rate parametresinin %50 oranda	63

	açılmasıyla oluşan analiz grafiği	
Şekil 10.	Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	64
Şekil 11.	Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Time parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	65
Şekil 12.	Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Time parametresinin %50, Feed parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	66
Şekil 13.	Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	67
Şekil 14.	Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Size parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	68
Şekil 15.	Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Size parametresinin %50, Damp parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	69
Şekil 16.	Low-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	70
Şekil 17.	High-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	71
Şekil 18.	Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali	72

Şekil 19.	LFO Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	73
Şekil 20.	LFO Depth parametresinin %50, LFO Rate parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	74
Şekil 21.	Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali	75
Şekil 22.	Gain parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	76
Şekil 23.	Drive parametresinin %30 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği	77
Şekil 24.	4 numaralı maddenin görsel ifadesi	79
Şekil 25.	5 numaralı maddenin görsel ifadesi	80
Şekil 26.	7 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi	80
Şekil 27.	8 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi	80
Şekil 28.	8 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi	81
Şekil 29.	B-Keys Plug-in sesleri kullanılarak oluşturulan müziğin kanal kanal gösterimi	82

Şekil 30.	Oluşturulan eserin birinci kanalı	81
Şekil 31.	Oluşturulan eserin ikinci kanalı	83
Şekil 32.	Oluşturulan eserin üçüncü kanalı	83
Şekil 33.	Oluşturulan eserin dördüncü kanalı	83
Şekil 34.	Oluşturulan eserin beşinci kanalı	84
Şekil 35.	Oluşturulan eserin altıncı kanalı	84
Şekil 36.	Oluşturulan eserin yedinci kanalı	84
Şekil 37.	Oluşturulan eserin sekizinci kanalı	85

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problemine, amacına, önemine, sınırlılıklarına ve araştırma ile ilgili kavramların tanımına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, problem cümlesi, amacı, önemi ve sınırlılıklarına yer verilmiştir.

Müzik alanının dışında kullanılan, sesi kaydetmek amacıyla icat edilen cihazların başında; mekanik çalışma prensibine sahip Fonograf ve Gramofon gelmektedir. Bu cihazlarla yapılan kayıtların temelinde insan sesi veya akustik çalgılar olurken, süreç içerisinde teknolojinin de gelişmesiyle beraber yerini manyetik bant kaydı teknolojisine bırakmış ve bu dönemle birlikte paralel olarak ortaya çıkan elektronik temelli çalgılardan olan Telharmonium vb. çalgıların kayıtları ise, “Magnetic Tape Records (Manyetik Bant Kaydı)” teknolojisi ile sağlanmıştır. Günümüzdeki Synthesizerler’in temeli olan Telharmonium, Theremin gibi icat edilen bu çalgılar elektronik tabanlı olmalarıyla, o güne kadarki icat edilen tüm enstrümanlardan ayrıldığı söylenebilir (Say, 1997: 500,503). Yakın döneme gelindiğinde kayıt yöntemlerinin ve elektronik enstrüman icatlarının gelişerek, bilgisayar ve yazılım programlarıyla üretilebildiği bir hale geldiği görülmektedir. Teknolojinin günümüzdeki yeri ve işlevselliğinin her geçen gün arttığı göz önünde bulundurulduğunda, hemen hemen her alanda kullanılan ve halen gelişimini devam ettiren teknoloji, müzik prodüksiyonu alanında da benzer gelişimler gösterdiği görülmektedir. Özellikle günümüz teknolojisi ile donatılan profesyonel ses kayıt stüdyoları güncellik, öznel ve kaliteli ürünler ortaya koyma bağlamında başarılı sayılabilmektedirler. Teknolojinin müzik prodüksiyonlarına en büyük yararlarından birisi olan bilgisayarlar sayesinde VST (Virtual Studio Technology) ve efekt

programları üretilmektedir. Genel anlamda belli yazılım dilleri ile kodlanan bu programlar, prodüksiyonların her aşamasında ürünlere etki etmektedir.

C++, Python, JUCE gibi programlama dilleri kullanılarak üretilen özgün ses kütüphaneleri ve efekt programları, prodüksiyonun henüz üretim aşamasındayken çoğu işi kolaylaştırmaktadır (Afyonluoğlu, 2020: 27). Müzik prodüksiyonlarındaki bu imkânın günümüzdeki başarısına gelebilmesi, yıllar içerisindeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak ilerlemiştir. Gelişim ve değişim, yeni sesler üretebilmek, özgün olabilmek, farklılık yaratabilmek ve bunlar gibi daha birçok isteği (ihtiyaç) kayıt altına alma ihtiyacı ile günümüzdeki yerine sahip olmuştur.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Problemler

1.2.1. Problem cümlesi

Modülasyon tekniği bağlamında özgün bir synthesizer kütüphanesinin oluşturulması ne şekilde gerçekleştirilmektedir?

1.2.2. Alt problemler

1. Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, zaman- efekt grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?
2. Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, LFO grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?
3. Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, kazanç grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?

4. Oluşturulan synth kütüphanesinin DAW içerisinde kullanımı ne şekilde gerçekleşmektedir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, yeni ve yaratıcı sesler için özgün bir synth kütüphanesinin oluşturulması ve dijital ses üretiminin yöntemleri hakkında fikirler sunmayı amaçlamaktadır. Oluşturulan özgün synth bankasında bulunan parametrelerin değişmesi ile oluşacak farklılıklar grafiklerle analiz edilmiştir. Ardından parametrelerin değerleri dikkate alınarak özgün seslerden oluşan kütüphane oluşturulmuştur. Yeni, özgün ve yaratıcı seslerden oluşan B-Keys Plug-in'i, dijital ses üretim alanında kullanılması ve yeni, özgün ürünler ortaya koyması da çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, dijital müzik üretimindeki yenilikleri teşvik eder ve müzik yapımı sürecinde yazılım sentezleyicilerinin kullanımı hakkında bilgi sağlar. Bu tez, yeni ve yaratıcı sesler oluşturmak için synth kütüphanelerinin nasıl kullanılabileceği ve dijital müzik yapımının geleceği hakkında fikirler sunar. Zaman-efekt grubu, LFO grubu ve kazanç grubu modülasyon işlemleri, özgün synth kütüphanesinin oluşturulması açısından önemlidir.

1.5. Sayıtlar

Bu çalışmada üretilen synth kütüphanesinin ve üretim aşamasında kullanılan Romplur programının dünya standartlarında olduğu varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bu araştırmada üretilen özgün synth kütüphanesi, spektrum analizinin yapıldığı ve özgün seslerden oluşan eserin gerçekleştirildiği Logic Pro X programı ile sınırlıdır.
- Bu araştırmada kullanılan arayüz programı Romplur, kullanılan programlama dilleri ise C++ ve JUCE ile sınırlıdır.
- Bu araştırmadaki özgün synth kütüphanesi, 2022 Eylül- 2023 Haziran tarihleri arasında üretilmiştir.

1.7. Tanımlar

Digital Audio Workstation: Müzik yapımı, ses kaydı, düzenleme, miksaj ve mastering gibi işlemlerin dijital olarak gerçekleştirilebilmesi için kullanılan yazılımlardır.

Synthesis: Sentez terimi, elektronik müzik bağlamında seslerin üretilmesi için kullanılan bir tekniktir ve bu teknik ses dalgalarının elektronik devreler veya yazılımlar aracılığıyla oluşturulmasıdır.

Plug-in: Bir yazılımın veya programın başka bir program veya platformda ek fonksiyon ve özellikler sağlamak amacıyla edilen bir eklenti olarak adlandırılabilir.

Software: Bilgisayar ve elektronik tabanlı cihazlarda çalışan talimatlar, veriler ve programlar içeren bir yazılım uygulamalarının genellemesi olarak adlandırılmasıdır.

VST: Ses üretimi ve işleme için kullanılan bir yazılım standardıdır ve bu araçlarla entegre şekilde çalışır.

MIDI: Elektronik müzik aletleri ve bilgisayarlar arasında müzikal verilerin aktarılması için kullanılan bir iletişim protokolüdür.



BİRİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Makineleşme ve Elektronik Müziğin Tarihsel Perspektifi

Teknolojik imkanların aksine, 19.yy'ın sonlarına kadar var olan akustik enstrümanların yalnızca icraları söz konusu olmaktaydı. Teknolojiden nasibini alan diğer tüm alanlar gibi müzik alanında da yeni olgular türemiştir. İnsan gücü yerini sanayi devrimi ile makinelerin desteğine hatta işlerin tamamen makinelere yaptırılmasına bırakmıştır. ‘‘Müzik dinlemek’’, yerine ‘‘müzik kaydetmek’’ eyleminin oluşmasında makineleşmenin önemli bir etkisi olmuştur. İcracıları canlı dinlemenin dışında kaydedilmiş olanı dinleme, kaydedilmiş olan ile oynama hatta kaydedilmiş olanı silme gibi işlemler, başlangıçta kolay olmasa da makineleşme ile bu alanın önü açılmıştır.

Elektronik müzik, yeni bir çağın açılması bağlamında büyük bir adım olmakla kalmayıp, 17.yy'dan beri süre gelen düzeni değiştirmesiyle de müzik tarihi için yeni bir perspektif oluşturmuştur. Yeni bir çağ tabiri, 17.yy'dan itibaren belli bir düzen ile süregelmiş olan müzik tarihinden bağlarının kopması olarak anlaşılmamalıdır. Aksine, elektronik müziğin başlattığı yeni çağ müziği ile iç içe geçmiş ve etkilerini elektronik müziğe de yansıtmıştır (Mimaroglu, 1995:31,32).

Gelinen bu noktanın tarihsel dönüm aşamalarından kısaca bahsetmek gerekirse, genel geçer olarak kabul edilen M.Ö. 4. yüzyılda Platon'un icat ettiği bir makinenin su ile çalışan ilk mekanik çalgı olduğu söylenmektedir. Aynı şekilde 13. yüzyılda Albert Magnus'un icat etmiş olduğu insan sesleri çıkaran mekanik tabanlı cihazın ve Charles Wheatstone'na ait stetoskopa benzeyen bir mikrofونun, elektronik müzik ve ses kayıt tarihi açısından önemli olduğu bilinmektedir (Canyakan, 2017: 177). Bu keşiflerin ve icatların üzerine gerçek anlamda elektronik müzik tarihini ve ses kayıt tarihini etkileyen, geliştiren ve yön veren asıl icadın Leon Scott de Martinville'nin Fonotograf'ı ile olduğu kabul edilmektedir. 1857 yılında icat edilen bu cihazla, ünlü Fransız halk ezgisi olan

“Au Clair de la Lune” ezgisinin yalnızca 10 saniyesi kayda alınmış ve saklanmıştır. Saklanan bu kayıt, Fonotograf’ın mekanik ve ilkel bir cihaz olmasına rağmen 2008 yılına kadar deforme olmamış ve David Giovanni tarafından revize edilebilmiştir (Erdal, 2016: 73-76).

Bahsedilen bu gelişmelerin dayandığı nokta sanayi devrimini başlatan en önemli gelişmelerden birisi olan James Watt’ın 1763 yılında icat etmiş olduğu buhar makinesi ile günlük hayatta insan ve hayvan gücüne duyulan ihtiyaç azalmasıyla başlamıştır. İnsan gücüne destek olarak hayvanların kullanılması da yerini buharlı makinelere bırakmıştır. Buharlı makinelerin gemilerde, lokomotiflerde, tarım/inşaat araçlarında ve sağlık alanında kullanılması için atılan ilk adımlar bu dönemde görülmektedir. Yol, köprü, demiryolu, kanal gibi ulaşım ağlarının oluşturulmasına ek olarak savaş aletlerinin de yapımı bu makineler aracılığıyla sağlanmıştır. Telefonun icadı teknoloji için son derece büyük bir adım olurken ticari amaçlarla kullanılan telgrafın yaygınlaşması da önemli bir gelişme olmuştur (Başer, 2011).

2.2. Elektronik Müzik: Makineleşme ve Müzik Tarihindeki Dönüm Noktaları

2.2.1. Fonograf

Bu gelişmelerin toplumun her alanına nüfuz etmesinin ardından müziğe yansımaları pek çok alanda gerçekleşmiş olmasına rağmen dönüm noktası, 19. yy. sonlarında (1877) Edison’un ses yazma aygıtı olan “Phonograph (Fonograf)” ile olmuştur (Kızılkaya, 2011:1). Seslerin kaydedilebilmesine ve tekrardan çalınabilmesine olanak sağlayan bu alet adından da anlaşılacağı üzere “ses” ve “yazmak” terimlerini içermektedir. Çalışma prensibi olarak, kornaya gönderilen kaynak sesin titreşimlerinin, silindir şeklindeki kalay folyoya girintili olarak çizilmesi ile kaydedilir. İki farklı diyafram ve iğne hem kayıt hem de kayıt sonrasında oynatma için kullanılmıştır. Kaynaktan gelen sese göre yukarı aşağı hareketler yapan iğne döner vaziyette (kurmali motor yardımı ile) olan folyo kaplı silindire çizik şeklinde işlemler yapmaktadır. Fiziksel olarak kaydedilmiş olan ses titreşimlerinin folyoda depolanmasının ardından, ikinci

iğnenin folyoya temas etmesi ile kornadan, kaydedilen sesin oynatılması sağlanmıştır. Kaydedilen sesin, çizgilerdeki derinliğine göre yüksek veya alçak olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca mekanik ses kaydının başlangıcı ise Fonograf ile yapılmıştır (Edison, 1878:1,2).

Bunlara ek olarak döneminin en dikkat çekici ve orijinal icadı olmasına rağmen kitlesel çoğunluğun kullanımı açısından pek yaygınlık kazanamamıştır. Kullanım zorluğu, maliyetli oluşu, kayıt süresinin sınırlılığı, kaydedilen folyonun oynatıldıkça aşınması gibi sorunlar sebebi ile Fonograf uzun soluklu bir buluş olamamıştır. Silindire sarılmış olan maddenin folyo olmasından dolayı ses kaynağının kime ve neye ait olduğu tam olarak belli olmamaktadır. Tüm olumsuz durumlara rağmen Fonograf, Gramofon ve dijital ses kayıt cihazlarının icadında milat olarak kabul edilmektedir.

Yaklaşık 10 yıl aradan sonra (1888) Alexander Graham Bell'in de dahil olduğu mühendisler topluluğu, silindirik yapıyı balmumu ile sarmıştır. Folyonun dezavantajlarını göz önünde bulundurarak, artı yönleri daha çok olan balmumu tercih edilmiştir. Bu yıllarda ampulün icadına da dikkat çekmek gerekmektedir (Kuyucu, 2020:53). Edison balmumu ile fonografa yeniden yoğunlaşarak bu alanda çalışmalarına devam etmiştir. Artık balmumu ile üretimine devam edilen Fonograf'ın ilk haline göre daha düşük maliyetli olması, kullanımının kolay olması ve kaydedilen ses kaynağının daha net olması satışını oldukça arttırmıştır (Welch, 1976).

Edison bir sesi veya olayı kaydedip tekrar dinlemenin yolunu Fonograf ile bulduktan sonra, aradan çok geçmeden Amerika Birleşik Devletleri'nin büyük şehirlerinde birçok Fonograf salonları açılmıştır. İlk olarak Kaliforniya'da karşımıza çıkan bu salonlarda öncelikli olarak müzik dinlemek amaçlanmış, Fonografin kayıt süresi gereği de süreye göre eserler bestelenmiştir. Örnek vermek gerekirse, Igor Stravinsky'nin "Serenade for Piyano (1925)" adlı eseri Fonograf için bestelenmiştir (Shih, 2011). Edison'un Fonograf'ı icat etmesindeki asıl amaç başlangıçta müzik olmamıştır. Amaç konuşmaları kayıt altına almayı ve sonrasında yazıya dökmeyi kolaylaştıran, sesi taşımayı, kaydetmeyi, koruyabilmeyi ve tekrar oynatabilmeyi de

sağlayan bir cihaz ortaya koymaktır. Ancak mekanik bir yapıya sahip olması, taşınmasının güç olması ve silindirin sarıldığı malzemelerin (folyo, balmumu) dayanıksız olmasıyla birlikte (çizilmesi, erimesi), kayıt süresinin kısa ve sınırlı olması gibi etmenler göz önünde bulundurulduğunda, dik eksenli kayıt sistemi (Fonograf) yerini, yatay eksenli bir kayıt sistemine (Gramofon) bırakarak, müzik teknolojisi alanında yeni çalışmalar yapılmasına sebep olmuştur (Malm, 1990: 350).

2.2.2. Gramofon

19. yy. sonlarına dönecek olursak, Fonograf için çeşitli çalışmalar yapıldığından bahsedilirken, Emile Berliner'in Gramofon adı verilen icadından söz edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşayan Alman mühendis Emile Berliner, daha yüksek ses kalitesine ve aralığına sahip Gramofon ile disk kayıt teknolojisini bulmuştur. Edison bu çalışmalarla dönemin tek patentli kişisi olma unvanını, Berliner'in Gramofon'u ile kaybetmiştir. Çalışma mekanizması olarak da Fonograf'tan ayrılması ve yenilikçi bir yaklaşımla tamamen farklı bir kayıt cihazının ortaya çıktığına inanan Berliner, icadına orijinal bir isim vererek bugünkü Gramofonların temelini atmıştır. Gramofon 'da kullanılan diskin zaman içinde plastik malzemeden üretilmesi dayanıklılık ve ekonomiklik açısından, Fonograf'ta kullanılan silindirin kaplamasından daha avantajlı olmuştur (Kinneer: 1994,21). Avantajları gibi dezavantajları da olan Gramofon, kayıt esnasındaki gürültü ve ses kirliliği seviyesi bakımından silindirik yapıdan (Fonograf) daha gürültülü kayıtlar gerçekleştirmiştir. Aslında iletişim alanına daha yakın olan Fonograf'ın yukarıda da belirtildiği gibi eğlence alanı için de kullanıldığı görülmektedir. Aynı şekilde Gramofon'un da müzik kutusu şekline (Jukebox) getirilmesinin ardından çeşitli yerlerde para karşılığında müzik dinletebilen ilk müzik oynatma alet olmuştur. Hem silindir hem de disk mantığıyla çalışan Jukebox'lar, 1890 yılının üçüncü çeyreğine kadar üretilmişlerdir. Üretici fabrikaların, silindir ve disk olarak ikiye ayrılmalarından dolayı kayıt teknolojileri alanında ilk form savaşları bu dönemde verilmiştir (Canyakan: 2017, 177-180).

Berliner, disklerle yanal hareketle ses işleyebilmiş ve ilk diskleri, üzerine balmumu sıkılmış çinko maddesinden üretmiştir. Aslında tam bu noktada sanayi devriminin etkilerinden tekrar söz etmek yerinde olacaktır. Folyodan balmumuna, balmumundan ise çinkoya kadar değişim ve gelişim gösteren diskler, sanayi devriminde gerçekleşmiş olan yeniliklerin bir neticesi olarak karşımıza çıkmıştır (Canyakan: 2017,181). Gramofon ile disk kayıtlarının binlerce kopyası başarıyla üretilebilmiştir. Çalışma prensibi diskin üzerine yazılmış ve gözle görülmesi zor olan ses işaretlerinin, bir kolektör aracılığıyla sesin hoparlöre iletilmesiyle işlemektedir. Gramofon kurmalı olarak üretilmiş ancak daha sonra revize edilerek elektrikli olarak çalıştırılmıştır. Emile Berliner “kayıtlar” ve “master diskleri” olarak adlandırdığı disklerin kayıt süresi, Fonografa göre iki katı artmış ve alınan binlerce kopyanın ardından orijinal diskteki yıpranma payının da az olduğunu gözlemlemiştir (Ar, Akbulut: 2021, 1528). Yıllar içinde birçok Gramofon üretim ve dağıtım şirketleri açılmıştır. Jukebox çok kazançlı bir araç olarak kullanılmış ve ardından tarihe gömülmüş olsa da onu aratmayacak olan Gramofon’un kullanım alanlarının artması da üretimindeki hızı etkilemiştir. Boyutlarına göre üretilen disklerin kayıt süreleri ve kaydedilen sesin kalitesi artmıştır. 25-30 dakikaları bulan kayıt sürelerinin yanında diskin her iki yüzüne de kaydetme imkânı Gramofon sektörünü oldukça üstlere taşınmasına vesile olmuştur. Vinil (kırılmaz) plastikten üretmeyi başaran Amerikan Columbia Şirketi, sektörü daha uzun soluklu bir döneme geçirmiştir. Disk üretimindeki maliyetin, Fonograftaki silindire göre düşük olmasına karşın Gramofonun kendi maliyeti Fonografa göre daha yüksektir. Diskteki ses okuyan birimin oldukça hassas olduğu ve başta üretilen yüzlerce Gramofonun birimlerinin, kullanıcıdan kaynaklı şekilde kırılması oldukça karşılaşılan bir durum olmuştur (Burgess: 2014). Plağın aynı hızda ve düzenli olarak dönmesini sağlayan bir motor bulunmaktadır. Bu motor elle çalıştırılırken ilerleyen dönemlerde elektrikle çalışmaktadır. El veya elektrik fark etmeksizin iki şekilde de dakikada 78 devir yapmaktadır. Elektrik yardımı ile çalışan Gramofonlara pikap adı verildiği kaynaklar tarafından tespit edilmiştir. Video ve sinema sektörü ile ortak çalışmalar sürdürmelerine

örnek olarak; eş zamanlı görüntü ve ses kaydı alma fikri Gramofonla gelişmiştir (Burgess: 2014).

2.2.3. Manyetik Bant Kaydı

Günümüzde ses kayıt teknolojisi tarihi, her ne kadar dijital olarak yapılıyor olsa da Gramofondan sonra değinilmesi gereken daha birçok gelişmeye tanıklık etmiştir. Sanayi devriminin sosyolojik sonuçlarına bağlı olarak insanlığın farklı arayışlar içinde olma düşüncesi, günümüz teknolojisinin şu an ki seviyesi ile doğru orantılı olarak ortaya yeni ve farklı şeyler çıkmasında etkili olmuştur. 1888 yılına dönecek olursak, Oberlein Smith tarafından geliştirilen manyetik bant kaydı ile ilgili ilk adımlar atılmıştır. Bir yıl aradan sonra Valdemar Poulsen tarafından Telegraphon üzerine ilk manyetik bant kaydı yapılmıştır. Fiziksel kayıt alan diğer cihazların aksine gönderici ve alıcının bulunduğu bu cihaz, göndericiden gelen kelime veya kelime gruplarını mors alfabesi kodlarına dönüştürmektedir. Dönüşen kodlar, elektromanyetik dalgalar halinde iletilirken alıcı, elektromanyetik dalgaları mors alfabesi kodlarını baz alarak tekrar dikte etmektedir (Önen, 2007: 147). Kaydedilen sesleri son derece hızlı okuması ile bilinmekte olan Telegrafon, diğer cihazlar gibi sanat dışı amaçla tasarlanmıştır. Araştırmalar neticesinde, aslında savaş sırasında komuta merkezine, ordu hareketleri ve olayları aktarmak için kullanıldığı bilinmektedir. Genel olarak savaş, iş ve ticaret gibi önemli durumlarda sıkça kullanıldığı görülmüştür. Bu gelişmeler, ses kayıt teknolojisinin evrimini hızlandırmış ve mekanik ses kaydının gelişmesine yol açmıştır. Sonrasında ise elektronik ses kayıt cihazları ve elektronik müzik enstrümanları gibi yeni teknolojiler ortaya çıkmıştır. Bu ilerlemeler, ses kaydının daha yüksek kalitede yapılmasını, ses manipülasyonunun kolaylaşmasını ve yeni ve farklı müzikal ifadelerin keşfedilmesini sağlamıştır.

2.3. Elektronik Müziğin Meydana Gelişi ve İlk Elektronik Çalgılar

Sanatın tüm alanlarında olduğu gibi müzik de yaşandığı dönemin gerek ekonomik gerek askeri gerekse sosyolojik ve de psikolojik etkilerine maruz kalmıştır. Özellikle I. ve II. Dünya Savaşı süreci içerisinde yer alan Dadaizm, Minimalizm ve Serializm gibi birçok akım, bu etkinin yansımalarında öncü olmuştur (Mimaroglu, 1995: 163,165). Bu akımlar, sanatçılarda farklı bakış açıları ve düşünce yapıları oluşturmıştır ki; tüm bunlar elektronik müzik tarihine yön veren önemli etkenler arasında yer almaktadır. 20. yy'ın başlarında klasik armoni, bestecilerin kendilerini ifade etmeleri bakımından yetersiz kaldığı ve bu sorunun da etkisiyle besteciler için yeni tını arayışlarının ortaya çıktığı bir dönem olmuştur.

“...Benim düşünceme itaat eden ve beklenmedik seslerin yeni bir dünyasını sunarak içsel ritmimin gereksinimlerine uyum sağlayan enstrümanlara özlem duyuyorum...” (Deutsch, 1976: 1).

Bu bakımdan doku, ritim ve müzikteki yoğunluğun farklılaşması da elektronik müzik ile bağdaştırılabilir. Burada bahsedilen, geçmişten beri süre gelen müzik kültürünün ve yapısının yok olması değil, aksine bunun bir köprü olarak kullanılması ve elektronik müzikle bestecilerin sınırlarını genişleterek yeni bir müzik anlayışı ortaya koymaları söz konusudur. Ritim kalıplarının, armoninin, dokunun ve tonalite gibi kavramların, elektronik müzik ile sınırlarının genişlemesi; çoğu bestecinin eserlerinde anlatmak istedikleri fikirleri birçok farklı açıdan, herhangi bir sınır olmadan ortaya koymalarına imkân sağlamıştır.

Savaşta, ticarette vb. alanlarda haberleşme amacıyla yaygınlaşmaya başlayan ses kayıt teknolojilerinin, para atılarak kaydı oynatan bir müzik çalara evrilmesi, hatta kaydedilmiş ses ile çeşitli işlemler sonucunda farklı ürünler elde edilmesi; müzik ve ses dünyasında farklı anlayışların ortaya çıkmasını tetikleyen ve önemini kaybetmeyen adımlar arasında sayılmaktadır.

18. ve 19. yüzyıl müzik anlayışının yanı sıra özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasında Pierre Schaffer, Edgard Varese ve John Cage'nin gerek bakış açıları gerekse

eserleriyle bestecilikte sınırların yeniden çizildiği, ses efektlerinin ve gürültünün müziğin parçası olduğu ve her sesin aslında müzik olduğu bir dönemin, elektronik müzik anlayışında, temel taşlar oluşturduğu söylenebilir. 1930 yılından itibaren günümüz ses sanatı teriminin oluşmasında, Arnold Schoenberg'in öğrencisi olan John Cage'nin önemli etkileri bulunmaktadır. 12 ton müziğin belli ritmik düzen üzerine kurulmasını ve gürültünün, tiyatro, dans, film ve radyo gibi alanlarda da kullanılması gerektiğinden bahseden Cage, eserlerinde dinleyici, besteci ve icracının geleneksel olarak bulunduğu konumu değiştirmiş; insan bedeni, elektronik aletler, anlık sesler vb. materyallerden yararlanmıştır (Cage,1967:3,7). Bu yeni yorumculuk tekniği, geleneksel sanat tekniğinin dinamiklerinde değişikliklere sebep olduğu söylenmektedir. Batı sanat müziğinde temel olarak kullanılan dizi, ton, tını ve ritmik öğelerin son derece kısıtlı olduğunu düşünen ve alanda önemli çalışmalar yapan bu üç besteci fiziksel, mekânsal, kavramsal, sosyal, ekonomik, akustik ve kültürel ifadeleri, müzik içinde kullanmaya başlayan ve günümüzde de aktif olarak icra eden birçok sanatçıya ışık tutmuşlardır.

1950'li yıllara gelindiğinde, gelişen teknolojinin bir sonucu olan manyetik ses bandının icadı, elektronik müziğin yeni bir müzik türü olarak kabul edilmesinde büyük rol oynamıştır. Tam da bu noktada yenilikçi arayışların başında tını (sound) kavramı karşımıza çıkmaktadır. Seslerin madde olarak görülüp kullanıldığı, çevrenin hatta sessizliğin sesinin dahi müzikte bir yere ait olduğunu düşünen besteciler, "Somut Müzik (Musique Concrete)", "Bilgisayar Müziği (Computer Music)", "Teyp Müziği (Tape Music)" ve "Elektronik Müzik (Elektronische Musik)" kavramlarını ortaya atmışlardır. Yanlış anlaşılmasından dolayı farklı dillerde adlandırılmalarındaki asıl sebep yakın dönemlerde hem Almanya'da hem Fransa'da hem de Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmalarından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalar neticesinde isimlerdeki çeşitliliğinin, farklı tür müzikleri ifade etmediği bilinmektedir (Mimaroglu, 1995: 17, 20).

Alanda öncü kişiler arasında yer alan Viladimir Ussachevsky çalışmalarına "Teyp Müzik (Tape Music)" adının verirken Kolombiya Üniversitesi'ndeki dersinin adına da Elektronik Müzik (Electronic Music) demiştir (Mimaroglu, 1995: 21).

Kişilerin, kuruluşların veya toplulukların temsil ettiği bu terimler, dönemin dikkat çeken önemli olaylarıyla da anılabilmektedir. Almanya'nın Köln şehrindeki, Batı Alman Radyo ve Televizyon Kurumu'nun (WDR) stüdyosundaki bir besteleme tekniği okulunu temsilen adlandırılan "Elektronische Musik" terimi, Almanya'da yapılan müzik türünü ifade etmektedir. Hem elektronik hem de doğal kaynaklı seslerin eserde kullanıldığı bilinirken, okulun önde gelen bestecilerinden Karlheinz Stockhausen'ın "Gesang der Jünglinge" eseri örnek sayılabilecek bir eser niteliğinde olmaktadır (Mimaroglu, 1995: 22).

Fransa'da ise ortaya çıkan "Somut Müzik (Musique Concrete)" terimi, elektronik tabanlı seslerin yabancı algılanmasının önüne geçilmesi için ortaya atıldığı düşünülmektedir. Almanya'nın aksine Fransa'da doğal kaynaklı sesler daha fazla kullanılmaktadır. Paris şehrinde bulunan Fransız Radyo ve Televizyonu'na (ORTF) bağlı çalışan Müzik Araştırma Topluluğu (Groupe de Recherches Musicales) elektronik tabanlı seslerin aksine doğal kaynaklı sesleri de kullanmışlardır. "Le Trièdre fertile" adlı eserini elektronik kaynaklı seslerle besteleyen Pierre Schaeffer hem okulun hem de topluluğun öncü bestecisi olmaktadır (Mimaroglu, 1995: 21).

Amerika'da ortaya çıkan "Teyp Müziği (Tape Music)" terimi, ilk olduğu düşünülen ve genel anlamda deneysel müzik icralarının yapılması ile bilinen Columbia-Princeton Elektronik Music Center için ifade edilmiştir. John Cage, David Tudor, Earle Brown, Christian Wolff gibi önde gelen bestecilerin bu müzik türüne bıraktıkları ürünler oldukça dikkat çekmektedir (Say, 2005: 442). Teyp müzik, manyetik bir bant üstüne kaydedilebilen müziği ifade ederken, teknolojinin gelişmesiyle birlikte bant kullanımının azaldığı da bilinmektedir (Emmerson, Smalley, 2001:60).

Bir diğer kavram olan "Akusmatik'in (Acousmatic)" ortaya çıkışı, Pisagor'un bir perdenin arkasından konuşmasıyla ve dinleyiciye sadece sesi ilemesiyle, anlattıklarının daha etkili anlaşılabilirdiğini gözlemlemiştir. Daha yoğun dinlenmeyi sağlayan bu durum, Akusmatik (Acousmatic) kavramına verilebilecek örneklerin başında sayılmaktadır. Sesin kaynağının görülmemesinden dolayı icra eden kişinin

mimikleri ve hareketleri görülememektedir. Bundan dolayıdır ki Akusmatik Müzik, geleneksel müzik algısından son derece farklı olduğu anlaşılmıştır. (Mimaroglu, 1995:22). Günümüzün müzik geleneği ve algısı bağlamında, kaynağın bir hoparlör olduğunu ve dinleyenlerin aynı şekilde icra eden kişi/kişileri görmediği düşünüldüğünde; Akusmatik kavramının ortaya çıkışı bugün gelinen noktanın bir çıkış noktası olduğu söylenilebilir.

Yeni tını arayışlarıyla ses türlerinin yeniden üretilmesi ve gelişmesi, ses çeşitliliğini arttırmıştır. Soyut yaklaşım ve gerçek dünya (real world) sesleri olarak iki ayrı estetik yönelim ortaya çıkmıştır. Bu iki yaklaşımın da besteciye seçme şansı vermesiyle önemini korusa da müzikte yeni ve farklı kavramların türemesine neden olmuştur. Groupe de Recherches Musicales grubunun önemli üyesi olan besteci François Bayle, 1974 yılının ikinci yarısında ‘‘Elektro-Akustik Müzik (Electro-Acoustic Music)’’ terimini kullanmaya başlamıştır (Emmerson, Smalley, 2001:61).

Marcian Hoff’un icat ettiği mikro işlemci ve ardından üretilen farklı donanımsal bileşenlerin bir araya gelmesiyle, günümüzde hem sanat hem de diğer alanların olmazsa olmazı olarak kullanılan bilgisayar kavramının ortaya çıkması, konu özelinde müzikal yapının değişmesinde büyük rol oynamıştır.

Eserlerin üretilmesinde önemli bir besteleme aracı olarak kullanılan bilgisayarın ‘‘Bilgisayar Müziği (Computer Music)’’ kavramıyla ilişkilendirilmesi, New Jersey, Murray Hill’de bulunan Bell Telephone Laboratories’daki çalışmalarla bağdaştırılmaktadır (Emmerson, Smalley, 2001:60). Dönemin Bilgisayar Müziği (Computer Music) laboratuvarları ile analog müzik laboratuvarlarının farklı olduğu kabul edilse de çıkan bestelerin büyük bölümü bilgisayar laboratuvarlarında bestelenmiştir. Eserde kullanılan her elektronik sesin üretiminde teknolojik araçların kullanılması, o eseri ‘‘Bilgisayar Müziği’’ yapmamaktadır. Çünkü analog cihazlarla desteklenen bilgisayar müziklerinin olduğu da bilinmektedir (Emmerson, Smalley, 2001:60,61). Müziği üretmek amacıyla kullanılan bu bilgisayarların bestecilik, aranjörlük, prodüktörlük gibi alanlarda çalışan kişiler için kompozisyon bakımından

büyük kolaylıklar sağlamıştır. Müzik dinlemek, müziğe ulaşmak, müzik üretmek ve müzik eğitimi gibi ana başlıkların bilgisayar ve teknoloji alanında gösterilen başarılarla kolaylaştığı söylenebilir. Ulaşılabilirliği ve taşınabilirliği kolaylaşan kişisel bilgisayarlar sayesinde dijital devrimin temelleri atılmıştır. Ayrıca besteleme ve kayıt alanlarındaki gelinen noktalar göz önünde bulundurulduğunda müziğin tüketiciye ulaşmasının da tarihle doğru orantılı olarak kolaylaştığı söylenebilmektedir (Say, 2005: 218, 220).

Tüm bu teknolojik gelişmeler kolaylık sağladığı gibi birtakım sorunlar da getirmiştir. Analog cihazlardan dijitalleşmeye doğru gidilen bu dönemde, analog cihaz ile dijital yazılımı bağlayacak ara bir birime ihtiyaç duyulmuştur. Böylece MIDI (Musical Instrument Digital Interface) adı verilen bir protokolün üretimine 1984 yılında Sequential, Yamaha, Korg, Roland gibi alanında önemli firmalar bir araya gelerek ortak çalışmalara başlamıştır. İlk MIDI protokolü ise 1981 yılında Dave Smith tarafından üretilmiştir (Moore, 1996: 37).

Yukarıda bahsedildiği gibi kişisel bilgisayarların ortaya çıkmasıyla teknolojinin küçülmesi ve ulaşımının kolay hale gelmesi, müzik alanında da etkisini göstermiştir. O güne kadar laboratuvar, okul vb. mecralarda kullanılan, ardından bu alanların dışına çıkan elektronik müzik böylelikle çok daha geniş kitleler tarafından üretilebilir bir hal almıştır.

Sanatın bir dalı olan ve sanat için yapılan elektronik müzik, artık elektronik aletlerle üretilen ve dinleyicinin dans etmesini amaçlayan bir müzik terimi olarak ortaya çıkmıştır (Özdemir, 2014: 80,81).

Sesi kaydetme, somutlaştırma fikrine ilk olarak telgraf, telefon, fonograf gibi cihazlar öncülük etmiş olsa da Elisha Gray's'in buluşu olan "Musical Telegraph" ve Bob Duddell's'in "Singing Arc" isimli buluşu, 1899 yılında atılan iki önemli gelişme sayılmaktadır (Moore, 1996: 37).

19. Yüzyılda, elektronik müziğin kullanımı ve yenilikçi üretim araçlarının icadı, müziğin elektronik cihazlarla tanışmasına imkân sağlamıştır. Aslında elektronik müziğin temelinde müziği somutlaştırma fikrinin yattığını, bilgisayar teknolojisinin ve internetin

gelişmesiyle de bu fikrin müzik üretimini hızlıca arttırdığı düşünülebilir. Gerek yazılım gerekse donanım sayısındaki artış neticesinde elektronik müzik kadar müziğin diğer alanlarında da üretim aşamalarının hızlandığı görülmüştür. Müzisyenlerin yaratıcı potansiyellerini genişletmesi ve yeni tınların, ritim kalıplarının üretilmesine olanak sağlamasında etkili olan elektronik tabanlı enstrümanlar dikkat çekmektedir.

Bahsedildiği üzere ses kayıt cihazlarının, elektronik müzik tarihi açısından öneminden söz edilmiş ve mekanik enstrümanların (piyano, keman, gitar, viyolonsel) yalnızca canlı olarak perforce edilmesine dikkat çekilmiştir. Elektro-mekanik enstrümanların icadı ve gelişmesiyle de sesin kaydedilmesi, oynanabilmesi hatta dağıtılabilmesinin, teknolojinin etkileri arasında görüldüğüne ve müziği standart yapısından çıkararak yeni bir döneme geçildiğine işaret edilmiştir. Bu noktada ortaya çıkan elektro-mekanik enstrümanlara baktığımızda, karşılaştığımız en önemli cihazların başında “Telharmonium” gelmektedir.

2.4. Elektronik Müzikte Önemli Rol Oynayan Cihazlar ve Teknolojileri

2.4.1. Telharmonium

1897 yılında, Thaddeus Cahill, “Dynamophone” veya “Telharmonium” adında elektrikle çalışan bir ses üretme sistemini tanıtmış ve icadını 580.035 patent numarası ile kaydettirmiştir (Manning, 2004: 3). Bu buluşun icadı, elektronik müzik özelinde, ilerleyen dönemlerde geliştirilecek olan diğer elektronik çalgıların önünü açmıştır. Elektronik bir müzik aleti olan Telharmonium, elektrikle çalışan, kontrol devreleri aracılığıyla kendine özgü ses tonları üreten ve biçimlendiren, polifonik bir klavyeye (en az iki veya üç sesi aynı anda çalabilme imkanına) sahip, sentezlenen sesi ise içindeki hoparlörlerden çıkarabilen ilk sentezleyici olarak adlandırılmaktadır.

Telharmonium, 12 adet ton diskinden oluşan, bu disklerin alternatör olarak kullanıldığı ve hızlıca döndürülmesiyle açığa çıkan elektriğe, metal fırçaların periyodik olarak değmesinin sonucu olarak ses sentezlemektedir (Millard, 2013: 117,124). “Ses

sentezleme (synthesis)” terimini, patentin ilk sayfalarında kullanan Cahill, kullandığı 12 diskin çıkıntıları sayesinde, 1 oktav içinde bulunan 12 farklı notayı elde edebilmekteydi. 7 oktav olarak tasarlanan cihazda, tek frekans ile nota üretmenin yetersiz olduğu ve her notanın armoniklerinin hesaba katıldığı 5 ton diskinin daha eklenmesi, Telharmonium’un daha zengin bir ses üretmesini sağlamıştır.

İlk olarak 1900 yılında Washington’da dikkat çeken bu cihaz hedeflendiği şekilde hem üretilmemiş hem de satılamamıştır. Üretilen ilk Telharmonium ile yatırımcıların ilgisini çekmek hedeflenmiş, orijinalinden daha küçük bir model ile üretilcek diğer modeller için para desteği sağlanmıştır. 1901 yılında üretilmiş versiyonuyla, yalnızca bir oktavlık nota üretebilen bu küçük modelin, telefon hatları aracılığıyla evlere ve yakın çevrelere Telharmonium müziği dinletilmiştir. Ancak gerek maliyeti gerekse ağırlığı, kullanıcılar için oldukça zorlayıcı unsurlar olmuştur. 1906 yılında restoran, konser salonları, tiyatro gibi mecralarda halka tanıtılan/dinletilen bu cihazın, 1907 yılında üretilen versiyonunun bile 200 ton ağırlığında olduğu bilinmektedir (Millard, 2013: 118, 119).

Asıl tasarımına uyan modeli üretilmeden yaşamını yitiren Cahill, geniş çaplı bir ticari başarı elde edememiş, Telharmonium ise bariz sorunların dikkat edilerek üretildiği yeni elektronik enstrümanların gölgesinde kalmıştır. Tüm zorluklara rağmen, tuş hassasiyeti bulunan ilk Synthesizer olma niteliği taşıyan Telharmonium, çağdaş ve özellikle elektronik müziğin tarihinde bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir.

2.4.2. Theremin

Bir diğer icat olan ve dönemin, alanda en başarılıları arasında yer alan Theremin, Rus Profesör Leon Theremin’in 1920-1924 yılları arasında tasarımını tamamladığı erken dönem elektronik bir enstrüman niteliğindedir. İlk başlarda “Etherphone” ya da “Thereminovox” olarak adlandırılan bu cihaz günümüze kadar gelindiğinde “Theremin” adıyla karşımıza çıkmaktadır. Bolşevik lider Lenin için özel bir performans sergilenmesinin ardından, merak ve beğenisi üzerine 600 adet Theremin sipariş

edilmiştir. Lider Lenin enstrümana olan ilgisinden dolayı Leon Theremin'den dersler almış ve Sovyet teknolojisi tanıtması için Theremin'i Avrupa turuna göndermiştir. Theremin patent almak için Amerika'ya gitmiş (Millard, 2013: 121), 1.661.058 patent numarası ile kaydedilen cihazın, üretimindeki ve satılmasındaki başarının sebepleri arasında performans edilme şekli, büyük paya sahip olmuştur. Diğer enstrümanların aksine dokunmadan icra edilmesi, performans anında seyircinin de dikkatini oldukça çekmiştir. Performans sergileyen kişinin sağ eli, enstrümanın antenlerinin karşısında havada yapılan hareketlerle notayı (pitch) kontrol ederken, sol eli ise ses seviyesini (volume) belirlemektedir (Deutsch, 1976: 20, 21). Bu cihaz, radyo alıcılarına benzer bir prensipte çalışır ve iki ayrı devre yardımıyla insan kulağının duymayacağı yüksek frekanslarda iki osilasyon (dalgalanma) üretmektedir (Millard, 2013: 121). İki anten arasında zayıf bir elektriksel alan oluşmasıyla, ellerin metal çubuklara olan uzaklıklarına göre farklı sesler elde edilmiştir.

Theremin kullanıcıları için pürüzsüz ve bozunmasız ses üretmek son derece zor olmaktadır. Bunun sebebi ise perde hissi olmadan çubuklar arasında uzun süren çalışmalar sonucunda notaları, aralıkları, perdelerin bulunabiliyor olmasıdır. Herhangi bir referans noktasının olmaması ve buna bağlı olarak işitmeye dayalı uzun çalışmalarla, icranın başarısı doğru orantılı olduğu söylenebilir (Deutsch, 1976: 22).

Sanatsever bir anne ve avukat bir babanın tek oğlu olan Theremin, patent aldığı yıl Amerika Birleşik Devletleri'nde New York Filarmoni Orkestrası'na Theremin çalarak eşlik etmiştir. İlerleyen tarihlerde icadının tüm ticari haklarını RCA'ya (Radio Corporation of America) devredilmiş ve New York'ta bir laboratuvar açarak Theremin dışında başka elektronik müzik aletleri üretme çalışmalarına devam etmiştir. 1931 yılında Henry Cowell isimli besteci için "Rhythmicon" adında bir elektronik müzik aleti geliştirmiştir. Bu alet, zamanla üretilecek olan birçok elektronik ritim aletlerinin öncüsü olarak kabul edilmektedir. Rhythmicon, standart ritimlerin yanı sıra daha kompleks desenlerde ritimler üretme kabiliyetine de sahip olmaktadır (Millard, 2013: 122, 123).

İlyasoğlu, elektronik müzik aletlerinin üretiminde bir sıra olduğunu ve bu sıranın gelişmeler doğrultusunda birbirleriyle etkileşimden kaynaklı olduğunu belirtmiştir. Bu sıranın Telharmonium, Theremin, Electrophon, Dynaphone, Ondes Martenot, Trautonium, Componium, Elektromekanik Piyano, Tonametrik, Hammond'dan oluştuğunu ifade etmiş olsa da daha birçok cihazın varlığından söz edilmektedir (İlyasoğlu, 2003: 257). Bu çalışmanın konusu bağlamında, hepsine ayrı ayrı yer vermek gerekli görülmemiştir; sadece günümüzde varlığını sürdüren, geliştirilmeye açık, sanal ortamlara aktarılabilmiş veya elektronik müzik tarihine önemli ölçüde yön vermiş cihazlar ele alınmıştır.

Elektro-mekanik işleyişleri bakımından, elektrikli ve elektro-akustik müzik enstrümanlarının temellerini oluşturmuş olan elektronik müzik aletleri arasında, elektrik bas (1930), elektrikli gitar (1932), Hammond Orgu (1935) ve çeşitli sentezleyiciler bulunmaktadır. Elektrik ile sentezlenen/güçlendirilen ses ile sonsuz olasılığın bulunduğu bu alanda, müzik aleti üreticileri deneysel yaklaşımlara yönelerek yeni tasarımların kapılarını açmıştır. Bu değişimle birlikte mevcut müzik türlerinin (pop, caz, vb.), etkilendiği dinamiklerinin değiştiği hatta yeni müzik türlerinin (bilgisayar müziği, heavy metal, elektro-akustik müzik) oluştuğu söylenebilmektedir (Millard, 2013: 122, 123).

2.4.3. Ondes Martenot

Maurice Martenot tarafından 1928 yılında Fransa'da icat edilen Ondes Martenot, 1919 ve 1935 yılları arasında üretilen en önemli elektronik müzik aletlerinden birisi olmaktadır. İlk modellerinde, telgrafın sinyal tonlarını kullanmış olsa da geliştirilen modellerinde elektronik devrelerle ton elde edilmiştir. Ondes Martenot, monofonik bir enstrüman olmasına rağmen, çalıcının sağ eliyle bir klavye üzerinde notaları çalarken sol eliyle bir kumanda yardımıyla ses tonu değiştirebilmesine olanak tanıyan özel bir enstrümandır. Bu sayede, enstrüman oldukça geniş bir ses aralığına sahip olurken çalıcısına geniş bir renk paleti sunmaktadır. Frekans üreten bir devre (osilatör)

aracılığıyla çıkan sinyallerin bir filtre tarafından modüle edilmesi ile ses üretimi sağlanmaktadır.

Ondes Martenot özellikle klasik müzik ve çağdaş müzikte kullanılmıştır. 20. yüzyılın ilk yarısında Fransız müzik okulunda etkili olan besteciler, eserlerinde Ondes Martenot'u sıklıkla kullanmışlardır. Ayrıca enstrüman film müzikleri için de sıklıkla tercih edilmiş ve popülerlik kazanmıştır. Günümüzde aktif olarak kullanılan bu enstrümanın elektronik müzik için önemi tartışılmazken, birçok müzisyen tarafından dijital versiyonları da tercih edilmektedir (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 18, 20).

2.4.4. Trautonium

1929 yılında Alman müzik teorisyeni Friedrich Trautwein ve Alman besteci Oskar Sala tarafından icat edilmiştir. Oskar Sala tarafından bazı yenilikler yapılmış ve bir varyasyonu olan Mixtur-Trautonium geliştirilmiştir. Trautonium, telin titreşimleri üzerine kondansatör plakalarının hareket ettirilmesiyle ses üreten bir enstrümandır ve birden çok plakadan oluşan bir klavyeye sahip olmasıyla farklı kombinasyonlar mümkün kılınmıştır. Plakalar, titreşimlere maruz kalmak için osilatör devresi ile donatılmıştır ki bu sayede ses üretimi gerçekleşmektedir. Plakaların titreşiminin amplifiye edilerek ses, hoparlör aracılığıyla duyulabilir hale gelmektedir (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 18,20). Manyetik alan ve elektrostatik kuvvetlerin aksine elektromekanik işlemlerle ses üreten bu çalgı bazı elektronik müzik aletlerinden de farklı olmaktadır.

Arttırmalı sentez tekniğini kullanarak dikkat çeken Fransız müzisyenler Givelet ve Coupleux, resmi adı "Elektrikli Osilasyon Türünün Otomatik Olarak Çalışan Müzik Enstrümanı" olan synthesizerı ilk olarak 1929 yılında tanıtmışlardır. Paris'te kullanımı kolay ve ucuz olmasıyla da dikkat çeken bu cihaz Hammond kadar başarılı olamamış ancak ilerleyen yıllarda üretilecek diğer Synthesizer modellerine ilham kaynağı olmuştur (Deutsch, 1976: 23, 27).

2.4.5. Hammond

1930’larda Laurens Hammond tarafından geliştirilen ve özellikle caz müziği için önemli bir enstrüman haline gelen Hammond Org, elektronik müzik tarihi açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Elektronik sesler üretmek için mekanik prensipleri kullanan bu enstrüman, elektro-mekanik enstrüman sınıfında bulunmaktadır. 1960 ve 70’lerde Hammond şirketi başka modeller geliştirmiş, buna ek olarak klavyeler, bas gitarlar, amplifikatörler gibi çeşitli enstrüman ve aksesuarlar da üretmiştir.

Hammond Org, manyetik alan oluşturan elektromıknatıslar sayesinde, klavyedeki tuşlara basıldığında ton çarklarını döndürerek çalışmaktadır. Her bir ton çarkı, dönerken belirli bir frekans aralığında sinüs dalgası üretir ve bu frekanslar birbirleriyle harmonik bir şekilde birleştirilerek karakteristik Hammond Org sesini oluşturmaktadır. Hammond Org’daki ton çarkları, her biri farklı frekanslarda dönen üst ve alt ton çarklarından oluşan çiftler halinde yer almaktadır (Deutsch, 1976: 23, 24). Ton çarkları arasındaki hız farkları, harmonik ilişkilerin kurulmasını sağlamaktadır.

Pedallar, ton çarklarının dönüş hızını kontrol ederek sesin harmoniklerinin yüksekliklerini ayarlamaktadır. Ayrıca Org, üzerindeki kaydırıcılar da belirli bir frekans aralığındaki harmoniklerin gücünü ayarlamak için kullanılmaktadır. Üzerindeki tuşlarda çeşitli tonlar ve efektler bulunmaktadır. Hammond org, Leslie hoparlörleriyle sıkça kullanılmıştır. Entegre bir amplifikatör ve hoparlörlerden oluşan Leslie, Hammond Orglarında hala kullanılmaktadır. Tremolo, vibrato ve chorus efektleri, dönen bir boru ve levha sayesinde elde edilebilmektedir. Hammond Organ Company, Novachord ve Solox adlı iki enstrüman daha üretmiştir ancak bu enstrümanlar bazı teknik sorunlar nedeniyle üretimden kaldırılmıştır. Hammond Org, elektromanyetik bir klavyeli müzik aleti olma özelliği ile elektronik müzik tarihinde önemli bir yere sahiptir ve halen birçok müzisyen tarafından kullanılmaktadır (Deutsch, 1976: 22, 27).

2.4.6. Vocoder

Konuşmacının veya enstrümanın ses tonunu analiz edip, başka seslere dönüştürebilen, farklı seslerle birleştirilerek yeni sesler üretebilen, çeşitli efektlerin

kullanılarak özgün sesleri üretilen bir diğer monofonik enstrüman olan “Vocoder (Voice Operated reCOrDER)”, 1930’lu yılların sonlarında Homer W. Dudley tarafından geliştirilmiştir. Bell Laboratuvarlarında geliştirilen Vocoder, farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu dijital işleme yöntemi, sesi analiz etmek ve sentezlemek için ayrı bölümlerden oluşmaktadır. Analiz bankası ve sentez bankası olarak iki ana bölümden oluşan Vocoder, öncelikle kaynak sesi analiz eder ve bileşenlerine ayırır, daha sonra bu bileşenleri başka bir sese uygulayarak yeni bir sinyal sentezlemektedir. Bu yöntem sayesinde, ses efektlerini oluşturmak, şarkıcının sesini enstrüman gibi kullanmak gibi yeni amaçlar ortaya çıkmıştır.

Sesi sentezlemek için amplitüd modülasyonu (AM) veya frekans modülasyonu (FM) tekniklerini kullanmaktadır. Bu teknikler sayesinde taşıyıcı sinyal üzerinde bir modüle edici sinyal etkisi kullanarak, yeni bir sinyal oluşturmak amaçlanmaktadır. Genellikle Vocoder’da, analiz bankasından elde edilen frekans bileşenleri, bir taşıyıcı sinyal üzerinde amplitüd modülasyonu yöntemi kullanılarak sentezlenmektedir. Bu sebepten Vocoder, genellikle bir sese, enstrüman ve benzeri bir etki vermek ya da yapay ses efektleri oluşturmak için kullanılabilir (Dolson, 1986: 14, 17).

Vocoder’lar film, televizyon ve bilgisayar oyunları gibi alanlarda efektif olarak sıklıkla kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir. Ayrıca Pink Floyd, Styx, Stevie Wonder, Madonna gibi birçok pop, rock ve elektronik müzik sanatçı/grupları tarafından da bir müzik aleti olarak kullanılmaktadır. Şarkı söyleyen Synthesizer olarak tanımlanan bu cihaz, elektronik müzik enstrümanları arasında yerini ve önemini korumaktadır (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 21).

2.4.7. Manyetik Bant Kaydı

Manyetik bant kaydı teknolojisi ilk olarak 1928 yılında Almanya’da geliştirilmiş ve daha sonra 1930’larda daha gelişmiş versiyonları üretilmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında manyetik bant kaydı, propaganda yayınları ve askeri haberleşme için kullanılmaya başlanmıştır. Ancak zamanla müzik ve radyo endüstrisi gibi alanlarda da

yaygın olarak kullanılmıştır (Guy,1958: 9). Bu teknoloji daha sonra kayıt stüdyolarında ve konserlerde kullanılarak müzik kaydı ve çalınmasında önemli bir yol oynamıştır.

1940'ların sonlarına doğru, Avrupa'da iki önemli akım ortaya çıkmıştır ki bu akımlar, elektronik müziğin gelişimi bakımından oldukça önemli sayılmaktadır. "Musique Concrete" ve "Elektronische Musik" bu iki akımda da ses kayıt cihazlarının birer müzik enstrümanı gibi kullanılmış ve teyp manipölasyon teknikleri kullanılarak sesler üretilmiştir. Bu teknikler sayesinde, müzik yapımcıları ve bestecileri daha önce duyulmamış, var olmayan ses düzenlemeleri ve kompozisyonlar yaratma imkânı bulmuştur (Schaeffer, 1953: 14, 17).

Bu akımların öncülüğünde manyetik bant kayıtlarının kullanım alanları artmış, doğal ve elektronik sesler üretme ve kaydetme fikirlerinde de ayrılma yaşanmıştır. Musique Concrete doğal seslerden yararlanırken, Elektronische Musik elektronik seslerden yararlanmış, 1952 yılında John Cage ise "Manyetik Bant için Müzik Projesi (Music for Magnetic Tape Project)" adlı çalışmaya başlamıştır. Vladimir Ussachevsky'nin ses kayıt cihazını bir ses manipölasyon aleti olarak kullandığı bilinmektedir (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 22, 25).

Yakın dönemde başka bir bant manipölasyon tekniği sayesinde elektronik davul aletleri ortaya çıkmıştır. Bandın ritmik efektler üretmek için bir döngü içerisine girmesi fikrinin (tape looping) ardından 1949 yılında Harry Chamberlin tarafından "Rhytmate 40" adlı ritim cihazı üretilmiştir (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 22). 1960'lı yılların başında "Rhytmate Ace 40" olarak geliştirilen ve üretimine Hammond Organ Company'nin devam ettiği ritim makinesi, manyetik bant teknolojisini kullanarak ritimlerin kaydedilmesine ve çalınmasına imkân sağlarken, genellikle dönemin caz müzisyenleri tarafından kullanılmıştır. Oldukça popüler olan cihaz, günümüzde retro bir müzik aleti olarak görülmekte ve stüdyo gibi müzik üretim alanlarında kullanılan elektronik ritim aletlerinin miladı niteliğinde olmaktadır. Sensör ve modüller kullanılarak dijital sinyaller üreten elektronik davul aletleri, MIDI protokolünü kullanarak, bilgisayar tabanlı kayıt ve

düzenleme yazılımları ile kullanılırken, kaydedilen davul performansları dijital olarak işlenebilir hatta düzenlenebilmektedir.

2.4.8. RCA Synthesizer

1950’li yıllarda RCA (Radio Corporation of America), plak çalarlar, radyolar, haberleşme cihazları ve elektronik ekipmanların yanı sıra müzik kayıt ve üretimi için çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmaların bir amacı, müzik üretiminde maliyeti düşürmek ve popüler şarkıların hangi özellikleriyle popüler olduğunu anlamak için şarkılar analiz edilmiştir. Bu amaçla, orkestralara harcanan bütçeyi düşürmek ve önceden kaydedilmiş elektronik sesleri kullanarak maliyeti azaltma ihtimali üzerine çalışmalar yapılmıştır. RCA elektrik mühendisleri Harry Olson ve Hebart Belar, bu görev için bir enstrüman geliştirmekle görevlendirilmiş ve bu enstrümanın Olson ve Belar tarafından geliştirilen RCA Mark II Sound Synthesizer olduğu bilinmektedir.

1951 yılında geliştirilen RCA Mark I ses sentezleyicisi, analog bir yöntem kullanarak ses sentezleme işlemi gerçekleştirmiş ve programlama işlemleri için manuel bir işlemci kullanmıştır. Bu özellikleri nedeniyle, kullanımı oldukça zor ve zaman alıcı olmuştur. Ancak RCA Mark II, 1955 yılında geliştirilmiş ve dijital bir yöntem kullanarak ses sentezleme işlemi gerçekleştirmiştir. Bu yeni sürüm, bilgisayar kontrol ünitesi kullanarak programlanabilen bir ses sentezleyici olarak tasarlanmıştır. Yeni özellikle sayesinde, önceden kaydedilmiş ses örneklerinin daha kolay şekilde manipüle edilebildiği ve yeni seslerin daha hızlı bir şekilde oluşturulabildiği görülmüştür. Mark II’in kullanım kolaylığı, özellikle kablolama işlemlerindeki azalma nedeniyle Mark I’e kıyasla daha uzun süreli kullanıma olanak sağlamıştır (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 21, 23).

Bir oda büyüklüğüne sahip bu cihazlarda ses, farklı oktavlara bölünebilen dört ses polifonisi veren bir dizi vakum tüplü osilatör tarafından üretilmektedir. Kaynak ses, çeşitli bileşenlere MK I’de manuel MK II’de otomatik şekilde manipüle edilerek yönlendirilmektedir. Merkezi işlem birimi (CPU) ve bellek olarak iki temel bileşenden oluşan MK II, bir hesaplama veya kayıt yapmak için öncelikle kaynak sesin belleğe

yüklenmesiyle başlamaktadır. CPU'daki elektronik devreler gerekli hesaplamaları yaparak, sonuçların belleğe yazılmasını ve gerektiğinde daha fazla hesaplama yapmak için de bellekte bu hesaplar tutulmaktadır. Mark II'ye kadar geliştirilmiş olan elektronik müzik aletlerine bakıldığında, Telharmonium veya Theremin gibi manuel aletlerin aksine elektronik devrelere sahip, dönemin besteciler için büyük ilgi odağı olan bir alet niteliğinde olmaktadır. Ancak çoğaltılması çok pahalı ve büyüklüğü sebebiyle taşınma zorluğu yaratan Mark II için, hiçbir zaman Mark III düşünülmemiştir.

Ses sentezleme ve ses manipüle etme aletleri arasında günümüzde de aktifliğini koruyan Moog gibi modüler sentezleyici sistemleri, maliyet ve taşınabilirlik olarak Mark serisini geride bırakmıştır.

2.4.9. Voltaj Kontrollü Synthesizer

1960'lı yıllarda sesin perdesini, rengini ve performansını kontrol edebilmek için belirli voltaj seviyelerini kullanarak geliştirilen ‘‘Syn-Ket’’, ‘‘Buchla’’ ve ‘‘Moog’’, dönemin popüler synthesizerları arasında olmaktadır. Voltaj kontrollü Synthesizer (VCS), analog sentezleyici sınıfının temelini oluşturmaktadır. Bu cihazlar, sinyallerin oluşturulması, şekillendirilmesi ve modüle edilmesi (manipülasyon) için voltaj kontrolü kullanan bir dizi bileşenden oluşmaktadır. Birçok bileşene sahip bu sentezleyicilerde voltaj kontrollü osilatör (VCO) en önemli bileşen olarak bilinmektedir. Analog ses işleme devrelerinin kontrolünde, voltaj sinyallerinin kullanımını mümkün kılan bu cihazlarda, sinyallerin üretimi, filtrelenmesi, amplifikasyonu ve modülasyonu gibi işlemler, voltaj sinyalleriyle hassas bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Bu bileşenler için ayrı ayrı voltaj kontrolü sağlanabilirken, birçok farklı parametrenin de hassas bir şekilde ayarlanabilmesine olanak tanınır ve bu özellikler sayesinde sentezleyicinin çok yönlü bir enstrüman olarak kullanılabilmesini sağlamaktadır. Analog Synthesizerların tarihinde ve gelişiminde büyük rol oynayan VCS, dijital sentezleyicilerde de aktif olarak kullanılmaktadır.

1960'lı yılların sonlarında Don Buchla tarafından geliştirilen bir analog sentezleyici olan Buchla Synthesizer, modüler bir yapıya sahip olup yukarıda bahsedilen bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlara ek olarak dokunmatik yüzeylere sahip olan Buchla, bileşenlerin kullanıcının isteğine göre bağlanabilmesiyle, farklı ve yeni sesler üretilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle deneysel müzik ve ses sanatı alanlarında kullanılmak için geliştirilmiş olmasının dışında, elektronik müziğin gelişimine de önemli katkılar sağlamıştır (Pinch, Trocco, 2002: 32, 44).

Syn-Ket, John Keatron için tasarlanan ve Paul Ketoff tarafından 1963 yılında geliştirilmiştir. Sabit bir tasarıma sahip olmasından dolayı modüler bir format sahip olduğunu söylemek mümkün değildir. Syn-Ket üç dokunmaya duyarlı klavye ile kontrol edilebilir ve her bir klavye sadece bir tonu kontrol etmektedir. Yani monofonik bir enstrüman olan bu cihaz, dokunma hassasiyetinin ayarlanabilir olması ile tonlarının daha dinamik olması ile dikkat çekmektedir. Buchla veya Moog gibi modüler olmayan Syn-Ket, çeşitli filtreler, osilatörler veya diğer modüllere sahip değildir ancak kendine özgü bir sese sahiptir ki birçok elektronik müzik sanatçısı tarafından kullanılmıştır (Önen, Pasinlioğlu, 2017: 23).

2.4.10. Moog

1964 yılında Dr. Robert Arthur Moog tarafından geliştirilen ‘‘Moog Modüler Synthesizer (MMS)’’, elektronik müzik tarihini oldukça etkilemiş ve günümüzde aktif olarak kullanılan en popüler cihazlar arasında olan Minimoog (Dr. Moog’un diğer ürünleri gibi) gibi cihazları müzik endüstrine sokmuştur.

Theremin’den aldığı ilham ile sesi elektronik olarak manipüle eden cihazlara yönelen Dr. Moog, ilk geliştirdiği modellerde klavye bile olmamasından dolayı sanatçılar tarafından farklı karşılanmıştır (Moog, 1964: 100, 102). İlerleyen tarihlerde MMS’e klavye eklemesi ve sanatçıların ihtiyaçlarına göre tasarım değişikliğine gidilmesinin ardından Moog, 1968 yılında Wendy Carlos’un Switched-On Bach (J. S. Bach’ın Moog ile çalınan elektronik eseri) albümü ile milyonlarca satmıştır. MMS

müzik dünyasının odak noktası olmuş, Dr. Moog'un keşifleri sayesinde peş peşe yeni modeller üretilmiştir. Müzikte asıl devrim yapan cihaz olan Mini-moog, The Beatles, The Doors, Yes, Rush gibi sanatçı/gruplar tarafından kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Kendine özgü tınısı, taşınabilir olması ve modül mantığı ile kolaylaşan ses üretim sahası sayesinde elektronik müzik tarihine yön verdiği söylenebilmektedir (Moog, 1964: 102, 103). Genellikle canlı performanslarda kullanılabilmesi için tasarlanan Minimoog, 1970 yılında Model A, B ve C olarak piyasaya sürülmüş; çok kısa bir süre sonra 44 tuşlu bir klavyeye ve iki adet slide kontrolörüne (modülasyona duyarlı) sahip versiyonu ile Model D üretilmiştir.

Moog Synthesizer, genel olarak analog elektronik devrelerin kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Bu devreler ses sinyallerinin üretilmesi, şekillendirilmesi ve kontrol edilmesi için kullanılmaktadır. Sonsuz sayıda ses kombinasyonu elde edilebilecek bir cihaz olan Moog, üzerindeki klavye ve diğer kontrol araçları ile kontrol edilebilmektedir. Seslerin tonu, şiddeti, salınımları ve filtrelenmesi gibi özelliklerin ayarlanabildiği modüller bulunmaktadır. Bu modüller sinyallerin amplifikasyonu, titreşimi, gecikmesi ve diğer işlemler için kullanılmaktadır. Bu Synthesizer'da kullanılan filtreler, özellikle low-pass filtreler, sıcak ve zengin tonlar üretir ki bu da Moog'un karakteristik seslerini oluşturmaktadır. Ses üretimi için birden fazla osilatör bulunması ve bu osilatörlerin farklı frekansları ayarlanarak harmonik veya inharmonik sesler üretmesi, ses kombinasyonundaki zenginlik açısından önemini korumaktadır (Truax, 2008 :103, 109).

Osilatör için, temel frekans ve dalga şekli üreten devreler demek yerinde olacaktır. Tam da bu noktada Minimoog'da üç adet osilatör (VCO) bulunur ve bu osilatörlerin frekansları ayrı ayrı ayarlanabilir ve birbirleriyle karıştırılabilmektedir. Üç oktavlık klavyesi dikkate alındığında genellikle 32,5 Hz ile 3.500 Hz arasında üretilecek bir frekans değerine sahiptir (Horn, 1987: 140, 145).

Filtreler ise, sinyalin frekans bileşenlerini keserek veya çıkartarak sesin karakteristiğini değiştiren yapılar oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Minimoog'da,

filtreler rezonans özelliği ile birlikte kullanılabilir ve bu sayede kısık veya tiz bir ses üretilmektedir.

Amplifikatörler, sinyalin gücünü arttırarak veya azaltarak sesin şiddetini ayarlamaktadır. Minimoog'da bir amplifikatör bulunur ve sesin şiddeti için bir ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release) zarfı kullanılmaktadır. Ayrıca Minimoog, LFO (Low Frequency Oscillator) ve arpeggiator gibi bileşenler içermektedir. LFO, osilatörlerin frekansını yavaşça değiştirerek titreşimli sesler üretebilirken, arpeggiator belirli bir desene (preset) göre notaları sıralayarak, sıralı melodiler üretmektedir (Horn, 1987: 151).

2.5. Synthesizer Bileşenleri ve Özellikleri

2.5.1. Osilatör

Bir Synthesizer'da kullanılan osilatör, elektromanyetik sinyal üreten devredir ve yalnızca bir sinyal (frekans veya notayı temsil eder) üretebilmektedir. Osilatör, matematiksel olarak sürekli sinüs dalgası üreten bir fonksiyon uygulamaktadır.

$$f(x) = A * \sin(2 * \pi * f * x + \phi)$$

Burada,

- A amplitüdü (sesin yükseliği),
- f frekansı (sinyalin tekrarlanma hızı),
- x zamanı,
- pi sabitinin çarpımı ile “2 pi f x” ifadesi, sinyalin bir tam dalga boyunun uzunluğunu ifade eder ve
- phi faz açısı olarak tanımlanmaktadır.

Örnek vermek gerekirse, bir nota A (la) frekansı, 440 Hz'dir. Bu, osilatörün sinüs dalgasını, saniyede 440 kez üretmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Osilatör bu sinüs dalgasını üretirken, kullanıcılar tarafından genellikle frekansı ayarlanabilir ve bazı durumlarda osilatör modüle edilebilmektedir. Bu sinüs dalgası, synthesizerin aşağıda yer alan diğer bölümleri (filtreler, efektler, amplifikatörler) tarafından

işlenerek çeşitli tonlar ve sesler üretmek için kullanılmaktadır (Özsoy, Aksoy, İnan, 2019: 32,33).

Bir synthesizer'daki osilatör/leri kontrol etmek amacıyla belirli parametreler kullanılmaktadır.

- Frekans: Osilatörün ürettiği sinyalin frekansıdır ve Hertz (Hz) birimi ile ölçülmektedir. Bu parametre, kullanıcının nota veya frekans ayarlamasını kontrol etmesini sağlamaktadır.
- Dalga şekli: Osilatörün ürettiği sinyalin belirli dalga şekilleri bulunmaktadır. Genellikle, sinüs, kare, üçgen, testere dişi veya darbe dalga şekilleri gibi çeşitli dalga şekilleri kullanılabilir. Üretilen sinyalin tonunu veya karakterini ayarlama açısından oldukça önemlidir.
- Amplitüd: Osilatörün ürettiği sinyalin yüksekliği veya şiddeti şeklinde ifade edilen bu parametre, kullanıcının ses seviyesini ayarlamasına olanak sağlamaktadır.
- Modülasyon: Osilatörün frekans veya diğer parametreleri bir modülasyon sinyali tarafından modüle edilerek değiştirilebilmektedir. LFO tarafından üretilen modülasyon sinyali, Osilatörün frekansını modüle ederek bir titreşim etkisi oluşturabilmektedir ve bu durum, çeşitli efektleri veya seslerin etkilerini oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır.
- Oktav ayarlaması: Bu parametre ise Osilatörün frekansını bir veya daha fazla oktav yukarı ya da aşağı ayarlamak için kullanılmaktadır. Bir Synthesizer'da daha yüksek veya daha düşük tonlar elde etmek için oktav ayarlaması, kullanılan yöntemler arasında olmaktadır (Özsoy, Aksoy, İnan, 2019: 32,35).
- Glide veya Portamento: Notalar arasında yumuşak bir geçiş oluşturmak için kullanılan bu parametre, bir nota çalınırken, bir sonraki nota çalınana kadar geçen süreyi veya glide zamanını ayarlayarak kullanılmaktadır.

- Voices, Poli, Maks Voices: Bu parametre, tek seferde çalınacak maksimum ses sayısını ayarlamak için kullanılmaktadır. ‘‘1’’ genellikle monofonik bir şekilde ses ürettiği anlamına gelirken, sayının artması ile ‘‘poli’’ moda geçiş sağlanmaktadır.
- Unison/ Unisono: Bu parametre sayesinde çalınacak her notanın birden fazla ses ile duyulacağı belirtilmektedir. Orkestra veya koro gibi sesler oluşturmak için bu yola başvurulabilmektedir (Özsoy, Aksoy, İnan, 2019: 32,35).

2.5.2. Dalga Formları (Şekilleri)

Osilatörler için, sentezleyicilerde kullanılan ses oluşturma birimi olduklarından bahsedilmiştir. Yaygın olarak kullanılan dört osilatör dalga formlarından ve bunların matematiksel formları şu şekilde ifade edilmektedir:

1- Sinüs (Sine) Dalga Formu:

$$f(t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \Phi)$$

Burada $f(t)$ dalga şeklini, A genlik değerini, f frekansı, t zamanı ve Φ faz kaymasını temsil etmektedir.

2- Kare (Square) Dalga Formu:

$$f(t) = A \cdot \text{sgn}(\sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \Phi))$$

Burada işaret fonksiyonuna karşılık gelen ‘‘sgn’’, sinüs dalgasının işaretine göre 1 veya -1 değerini aldığını ifade etmektedir.

3- Üçgen (Triangle) Dalga Formu:

$$f(t) = (2 \cdot A/T) \cdot \text{abs}(t - \text{floor}(t/T + 0.5))$$

Burada T bir dalga boyunu, floor ise bir sayıyı bir tam sayıya yuvarlamak için kullanılan bir matematiksel terim olarak kullanılmaktadır (Horn, 1984: 21, 57). Yukarıdaki ifadede belirtilen abs ise bir sayının mutlak değerini temsil etmektedir.

4- Testere Dişi (Sawtooth) Dalga Formu:

$$f(t) = (2A/\pi) * [\sin(2\pi ft) + (1/3 \sin(6\pi ft) + (1/5 \sin(10\pi ft) + \dots)]$$

Burada A amplitüd dalga formunun maksimum gerginliği olarak ifade edilmektedir. ‘f’ frekans, ‘t’ zaman, ‘ π ’ pi sayısı şeklinde açıklanmıştır (Canyakan, 2013: 13, 17).

2.5.3. Gürültüler

Osilatörler, düzenli bir dalga sinyali üretirken bazen gürültü veya rastgele değişimlerden kaynaklı sesler de üretebilmektedir. Genellikle istenmeyen bir etkiye sahip olan bu sesler, bazı uygulamalar aracılığıyla mümkün olduğunca azaltılmaya çalışılmaktadır (Nort, 2006: 175, 178). Bu gürültülere ‘noise’ denmekte ve şu şekilde karşımıza çıkmaktadır:

Termal gürültüler, elektronik devresinde rastgele termal hareketlerden kaynaklanmakta ve herhangi bir frekansta olabilmektedirler.

Shot gürültüsü ise yüksek frekanslı elektriksel işlemlerden kaynaklanır ve özellikle yüksek hızlı devrelerde daha belirgin şekilde duyulmaktadır.

Akım gürültüsü, bir devredeki dirençler ve transistörlerdeki rastgele değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Beyaz gürültü (White Noise), istenmeyen gürültülerin aksine, birçok uygulamada kullanılan ‘Beyaz Gürültü (White Noise)’, müzikte veya ses sentezi sırasında arka plandaki gürültüyü simüle etmek için kullanılabilmektedir. Beyaz gürültü diğer sesleri bastırabildiği için genel anlamda ses yalıtım uygulamalarında kullanılabilmektedir. Bu özelliği tüm spektrumunda eşit güç yoğunluğuna sahip bir sinyal olmasından kaynaklanmaktadır. Yani beyaz gürültüdeki frekans bileşenleri arasında ağırlıklandırma yoktur ve her frekansın katkısı eşit sayılmaktadır (Nort, 2006: 176).

Pembe gürültü (Pink Noise), beyaz gürültüye benzer amaçlarda kullanılabılırken, yoğunluk ve güç bakımından daha yumuşak, daha doğal duyulmaktadır. Sentez sırasında arka plan sesi yaratmak için kullanılabildiği gibi yalıtım uygulamalarında da

kullanılmaktadır. Beyaz gürültüden farklı olarak, pembe gürültüde frekans bileşenleri arasında bir ağırlıklandırma bulunmaktadır. Güç spektrum yoğunluğu, her bir oktav bölgesindeki frekansların tersi ile orantılıdır. Daha düşük frekans bileşenlerinin daha fazla güçle temsil edildiği bir sinyal olarak nitelendirilmektedir.

2.5.4. Filtreler

Synthesizer filtreleri matematiksel olarak bir sistem transferi fonksiyonu olarak tanımlanabilirken, bir sistem transfer fonksiyonu ise giriş sinyalinin, çıkış sinyaline nasıl dönüştürüleceğini gösteren bir matematiksel ifadedir. Ses sinyallerini şekillendirmek, belirli frekans aralıklarını kesmek veya vurgulanmak istenen sinyalleri değiştirmek için kullanılan filtreler, Low-pass (Düşük geçiren), High-pass (Yüksek geçiren), Band-pass (Band geçiren), Notch (Kesim), Resonance (Rezonans) filtresi olarak sıralanabilmektedir (Horn, 1984: 124).

- Low-pass Filter: Yüksek frekansları keserek, düşük frekansların geçmesine olanak tanır, böylece yüksek tizleri azaltarak daha yumuşak ve sıcak bir ton oluşturmaktadır (Bas sesleri yumuşatmak için ya da kalınlaştırmak için).
- High-pass Filter: Düşük frekansları keserek, yüksek frekansları geçirmektedir. Düşük frekansları azaltarak daha keskin ve net bir ton elde edilebilmektedir (Perküsyon seslerini vurgulamak için).
- Band-pass Filter: Bu filtre, belirli bir frekans aralığını geçirerek, diğer frekansları kesmektedir. Bu nedenle seçilen frekans aralığındaki sesler vurgulanmaktadır (Vokal veya mid frekans aralığını belirtmek için).
- Notch Filter: Belirli bir frekans aralığını kesmesi sonucu geriye kalan frekansları geçirmektedir. Böylece belirli bir frekans aralığındaki sesleri azaltır, feedback veya gürültü gibi belir frekans aralıklarını azaltmak için kullanılmaktadır.
- Resonance Filter: Bu filtre, belirli bir frekans aralığını vurgulayarak diğer frekansları kesmektedir. Bundan dolayı belirli bir frekans aralığındaki sesleri vurgular ve tonal dengeyi değiştirebilmektedir (Horn, 1984: 122, 131).

Bir LPF'nin matematiksel olarak modellenmesi, birinci dereceden bir diferansiyel denklem ile ifade edilmektedir. Bu denklemde, filtrenin giriş sinyalinin genliğinin zaman içindeki değişim oranı hesaplanmaktadır. Belirli bir frekans aralığındaki sinyal bileşenlerini bloke etmek veya geçirmek için tasarlanmış olan filtrelerden, örnek olarak Düşük Geçiren Filtrenin (Low-pass Filter) matematiksel hesabı şu şekildedir:

“ $H(s) = 1 / (sRC + 1)$ ” ifadesinde ‘s’, Laplace dönüşümü değişkeni, ‘R ve C’, filtre devresindeki direnç ve kapasitör değerlerini temsil etmektedir. Bu transferde, düşük frekanslı sinyaller filtre tarafından geçirilirken, yüksek frekanslı sinyaller kesilmiştir. Laplace matematiksel bir kavramdır ve Laplace dönüşümü, bir fonksiyonu zaman alanından frekans alanına dönüştürür ve bu sayede Synthesizer’ların filtreleme işlemleri yapılırken; sinyalleri işleyebilir ve farklı frekanslardaki sesleri üretebilmektedir. Laplace dönüşümü ve diğer matematiksel yöntemler, Synthesizer tasarımı ve işlevselliği bakımından oldukça önemlidir (Horn, 1984: 127, 130).

2.5.5. ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release)

ADSR parametreleri, bir Synthesizer’ın ses üretim işlemi sırasında sesin şeklini kontrol etmek için oldukça kullanışlıdır ve birçok synth, bu parametreleri ayarlamak için ayrı kontrol üniteleri veya ADSR’yi tek bir kontrol panelinde birleştiren bir ‘envelope generator (zarf üretici)’ özelliği sunmaktadır. Bu terim, Synthesizer’ın ses üretim işlemi sırasında, sesin nasıl şekillendirileceğini belirleyen dört ana parametre olarak kabul edilmektedir.

- **Attack (Atak):** Bu parametre, sesin başlangıç seviyesini belirlemek için kullanılmaktadır. Bir notaya basıldığında veya bir ses üretildiğinde hemen tam ses seviyesine ulaşması için geçen süreyi kontrol etmektedir.

Bir Synthesizer’da Attack parametresi, 10 ms olarak ayarlandığında atak sürecinin ifade edilişi, “ $y = 1 - e^{(-t/\tau)}$ ” şeklinde olabilmektedir. “y” ses seviyesini,

“t” zamanı, “tau” saldırı süresinin sabiti (milisaniye cinsinden) temsil etmektedir (Bulla, Mukane, 2016 :1151).

- Decay (Çöküş/ İniş): Bu parametre, sesin başlangıç seviyesinden Sustain seviyesine geçiş süresini belirlemektedir. Notaya basıldıktan hemen sonra ses seviyesinin tam seviyeye ulaşmasından sonra hemen azalmaya başlar ve Sustain seviyesine kadar çökmektedir.

“ $y = A * e^{(-t/\tau)}$ ” ifadesi, Decay parametresinin matematiksel verisi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre “y” ses seviyesini, “t” zamanı, “A” maksimum ses seviyesini, “tau” ise decay süresinin sabitini (ms cinsinden) temsil etmektedir.

- Sustain (Sürdürme/ Tutma): Bu parametre notaya basıldıktan sonra sesin ne kadar süre boyunca belirli seviyede kalacağını belirlemektedir. Sustain seviyesi, Decay’ın sonunda ulaşılan seviyedir ve burada ses belirli bir süre sabit kalmaktadır.

“ $y = 0.5$ ” bu ifadeden yola çıkarak “y” ses seviyesini temsil etmektedir. 0.5 değeri ise Sustain parametresinin 0,5 olarak ayarlandığı zaman maksimum ses seviyesinin yarısına eşit olacağı anlamına gelmektedir. Ses seviyesi değişmeksizin, ayarlanan süre boyunca sabit olarak devam eder ve süre sonra erdiğinde Release süreci başlayarak, Decay eğrisine benzer şekilde yavaşça azalmaya başlamaktadır.

- Release (Salınım/ Bırakma): Bu parametre, notadan parmağın kaldırılmasından sonra sesin ne kadar süreyle (kademeli olarak) kaybolacağını belirlemektedir. Notaya basıldıktan hemen sonra ses kesilmez, bu parametre tarafından belirlenen süre boyunca yavaşça kaybolmaktadır.

“ $y = A * e^{(-t/\tau)}$ ”, “y” ses seviyesini, “t” zamanı, “A” Release sürecinin başlangıçtaki ses seviyesini, “tau” ise Release süresinin sabitini (ms) temsil etmektedir. Bu parametre farklı değerlerde ayarlanarak, sesin nasıl ve ne sürede azaldığını kontrol etmek amaçlanmaktadır (Bulla, Mukane, 2016 :1150, 1152).

2.5.6. LFO (Low Frequency Oscillator)

Genel anlamda sentezlenen sesin, titremeleri, tremoloları, vibratoları ve diğer modülasyon efektlerini kontrol etmek amacıyla kullanılabilmektedir. LFO'nun çıkış dalga formu, düşük frekanslarda titreşim yapacak şekilde ayarlanır ve bu titreşim, sesin modülasyonuna sebep olmaktadır. Örnek vermek gerekirse, bir LFO, sesin frekansını yavaşça artırıp azaltarak bir vibrato efekti oluşturabilmektedir (Horn, 1984: 194, 197).

Ayrıca LFO, synth'lerdeki filtreler, envelope'lar ve diğer modülasyon kaynakları gibi başka bileşenleri de modüle edebilmektedir. Genellikle synth'lerin modülasyon bölümlerinde bulunurken, hızı ve dalga formu da ayarlanabilmektedir. Rate parametresinin ayarlanması ve seçilen dalga formuna göre üretilecek olan sesi modüle eden bir bileşen olan LFO, kendine ait Gain ile ana ses üzerine uygulayacağı etki belirlenebilmektedir. Genellikle 20 Hz'den daha düşük frekanslarda titreşmektedir.

- Frekans (f): LFO'nun çıkış sinyalinin titreşim frekansıdır ve genellikle Hz cinsinden ifade edilmektedir. Örneğin, 1 Hz frekansında bir LFO, saniyede bir tam dalga çıkışı üretmektedir.
- Form (Waveform): Üretilen sinyal bir dalga formu olarak çıkış sağlamaktadır ve en yaygın dalga formları arasında sinüs, üçgen, kare ve rampa formları bulunmaktadır. Bir sinüs dalga formuna sahip LFO'nun, $y(t) = A * \sin(2 * \pi * f * t + \phi)$ şeklinde ifade edilmektedir. “y(t)” LFO'nun çıkış sinyalinin değerini, “A” amplitüdünü, “f” frekansını, “t” zamanı ve “phi” başlangıç fazını temsil etmektedir.
- Modülasyon Derinliği (Mod Depth): LFO'nun çıkış sinyalinin modüle ettiği parametrenin derecesidir ve modülasyon derinliği yüksek olan bir sinyalin, modüle ettiği parametre de daha büyük bir aralıkta değişmektedir (Horn, 1984: 196).

“ $y_{\text{mod}}(t) = y(t) * (1 + \text{depth} * m(t))$ ” şeklindeki ifadede, “ $y_{\text{mod}}(t)$ ” modüle edilmiş sinyalin değerini, “ $y(t)$ ” orijinal sinyalin değerini, “depth” modülasyon derinliğini ve “ $m(t)$ ” modüle edilecek parametrenin değerini temsil etmektedir.

- Faz (Phase): LFO’nun çıkış sinyalinin başlangıç fazı olarak nitelendirilmektedir. LFO’nun başlangıç fazı, modüle ettiği parametrenin nasıl değişeceği hakkında bilgiler vermektedir.

Bu parametrelerin dışında, LFO’da ek parametreler de bulunabilmektedir. Örneğin, attack ve decay times, senkronizasyon seçenekleri vb... Bu parametrelerdeki çeşitliliğin sebebi, kullanılan aletin veya yazılımın özelliklerine göre değişiklik göstermektedir (Horn, 1984: 196, 202).

2.5.7. Efekt İşlemcileri

Reverb: Bir sesin (Synthesizer için sinyal olarak ele alınabilir), ortamda yankılanma etkisiyle çoğalmasının sonucu oluşan ve doğal bir ses yankılanma etkisini taklit eden dijital bir efekt işlemi olarak tanımlanabilmektedir. Bu işlem özünde, sentezlenen sesin daha doğal ve gerçekçi bir çevresel etki sağlaması için kullanılmaktadır.

Akustik olarak, bir ses kaynağı bir odaya veya başka bir ortana yerleştirildiğinde ses dalgaları çeşitli nesnelerden yansır ve yankılanma işlemi gerçekleşir. Bu yankılanma, orijinal sese eklenen çoklu yansımaların bir sonucu olarak meydana gelmektedir. Reverb efekti, bu yankılanma etkisini taklit eder ve sentezlenen sesin doğal bir ortama yerleştirilmiş gibi duyulmasını sağlamaktadır. Genel olarak önceden kaydedilmiş veya canlı bir performans sinyaline uygulanan bu efekt, bir algoritma tarafından gerçekleştirilmektedir. Gecikme, frekans yanıtı ve yayılım gibi parametrelere sahiptir ve sesin orijinal kaynağından gelen yankılanmaları simüle etmektedir (Önen, 2007: 213, 214).

Bir Synthesizer ’deki Reverb efektinin parametreleri aşağıdaki gibi olabilir:

- Decay Time: Reverb efektinin, bir sesin yankılanma etkisiyle nasıl yankılandığını belirleyen ve bu süreyi uzunluğuyla belirleyen bir parametre olarak tanımlanabilmektedir. Yankı süresi genellikle saniye veya milisaniye cinsinden ifade edilirken, sesin çevresel özelliklerine göre farklılık gösterebilmektedir.
- Pre-Delay: Bu parametre, bir ses kaynağından gelen orijinal sese karşı, ne kadar gecikme olacağını ayarlayarak efektin başlama zamanını belirlemektedir.
- High Frequency Damping: Reverb efektinin yüksek frekansta kesilme parametresi, efektin daha doğal ve gerçekçi bir his vermesine yardımcı olurken, yüksek frekansların nasıl kesileceğini belirleyen bir özellik olarak kullanılmaktadır.
- Wet/Dry Mix: Bu parametre, Reverb efektinin orijinal sese olan oranını belirlemektedir. Bu değer arttıkça, Reverb efektinin orijinal sese karışma oranı da artmaktadır.
- Room Size: Bu parametrenin kullanılması ile Reverb efektinin simüle edildiği odanın boyutunu belirlenmektedir. Bu değer arttıkça, Reverb efektinin yankı süresi daha uzun ve alan etkisi daha geniş hale gelmektedir. Daha büyük mekân etkisi vermek için bu parametrenin değeri açılmalıdır.
- Diffusion: Reverb efektinin yansımalarının nasıl yayıldığını belirler ve daha geniş bir alan etkisi oluşturmada yardımcı olmaktadır. Daha homojen ve doğal bir yankı sağlaması için yansımaların daha geniş bir alana yayılması sağlanabilmektedir (Önen, 2007: 213, 214).

Delay: Bir ses sinyalinin orijinal sinyalden bir süre sonra tekrarlanmasını ve belirli aralıklarla ayarlanan şekilde tekrar etmesini sağlayan bir efekt olarak kullanılmaktadır. Bu tekrarlanan sinyalin, gecikme süresi, geri bildirim seviyesi ve sinyalin işleme şekli gibi parametreler kontrol edilebilir ve özelleştirilebilmektedir.

Birçok enstrümanda kullanılan Delay efekti sesi, daha katmanlı ve zengin hale getirmektedir. Diğer efektlerle kullanıldığında sesin mekânsal olarak boyutunu arttırmaktadır. Genel olarak Synthesizer'in delay efektinde delay zamanı, feedback (geri besleme) ve mix (karışım) gibi ayarlar bulunmaktadır. Delay zamanı yineleme süresini belirler ve ms (milisaniye) veya s (saniye) cinsinden ifade edilmektedir. Feedback, yinelemenin orijinal sese geri bildirilme oranını belirlerken, mix; orijinal ses ve yenileme arasındaki dengeyi ayarlamaktadır (Önen, 2007: 215).

Chorus: Reverb ve Delay efektinin yanı sıra Chorus efekti, orijinal sese birkaç kopya ekler ve aslında bu kopyaların frekansı, zamanları ve fazlarında değişiklikler yapılmıştır. Değişikler yapılmış olan kopyalar, orijinal sesle birleştirilmesinin ardından, yeni sesin orijinale kıyasla daha yankılı ve tekrarlanmaya sahip olduğu görülmüştür. Cihazlara göre farklılık gösteren Chorus efektinin genel olarak içerdiği parametreler Depth, Rate, Delay, Feedback, Mix, EQ ve LFO olarak belirlenmiştir (Önen, 2007: 215).

- Depth; efektin etkisinin ne kadar derin olacağını,
- Rate; kopyaların orijinal sese göre ne kadar hızlı yenilenmesi gerektiğini,
- Delay; kopyalar arasındaki gecikme süresini,
- Feedback; kopyaların ne kadar orijinal sese geri besleneceğini,
- Mix; efektin orijinal sese karışma oranını,
- EQ; efektin tonunu,
- LFO; efektin hızını belirleyen parametreleri ifade etmektedir.

Flanger: Genel anlamda diğer efekt birimlerinin çalışma prensibine benzer şekilde işleyen Flanger efekti, orijinal sese bir kopya ekler ve bu kopyanın frekans, zamanlama ve fazı değiştirilerek orijinal sesin birçok kopyası oluşturularak yeni sesle birleştirilmesiyle bir dalgalanma etkisi yaratmaktadır. Bu etki, oluşturulan kopyalar ile orijinal sesin dalga şekilleri arasındaki benzerlik sebebiyle oluşan bir etkidir. Diğer

efektler gibi belli parametreler ile kullanılırken, efektin karakteristik yapısı hakkında söylenebilecek şey “ses genişlemesi” olabilmektedir. Chorus ve diğer efektlerin sahip olduğu parametrelere sahip olan Flanger efekti, bu parametreler doğrultusunda sesin genişletilmesi ve sonucunda stereo genişletme etkisine sahip bir efekt olarak kullanıldığı görülmektedir.

Phaser: Bu efektin oluşturulmasında çeşitli filtreleme teknikleri kullanılmaktadır. Bu filtreler, giriş sinyalindeki farklı frekans bileşenlerinin bir kısmını geçirirken diğerlerini engelleyebilmektedir. Farklı geçiş seviyeleri, sinyalin çeşitli bölümlerinde faz değişikliği yaratılmasını sağlamaktadır. Faz değişikliği, sinyaldeki frekans bileşenlerinin birbirine karışmasına neden olur ve sonuç olarak karakteristik bir dalga şekli oluşmaktadır. Genellikle enstrümanların sololarını vurgulamak için kullanıldığı Phaser efekti, kayıt ve performans sırasında kullanılabildiği gibi, post-produksiyon aşamasında da kullanılarak kayıt stüdyolarında sıklıkla tercih edilen bir efekt olmaktadır.

Distortion: Bu efekt, elektronik müzik ve özellikle Synthesizer gibi enstrümanlarda yaygın olarak kullanılan bir efekt türü olarak bilinmektedir. Distortion, ses sinyalinin dalga formunu değiştirerek sinyal seviyesini artırır ve genellikle daha keskin, sert bir ses oluşturmak için tercih edilmektedir. Distortion efekti için birçok yöntem kullanılabilmektedir, ancak en yaygın olanı sinyali amplifikatör kullanarak sertleştirmektir. Bu yöntem, sinyalin dalga formunu bozarak çarpıtılmasına sebep olmaktadır. Diğer bir yöntem ise yarı iletken elemanlar; örneğin diode veya transistor gibi elemanlar kullanarak sinyali sertleştirme yöntemidir. Bu yöntemde ise çıkış seviyesi kontrol edilerek daha kontrollü bir Distortion efekti elde edilmeye çalışılmaktadır. Distortion, diğer efekt türleriyle birlikte kullanılarak daha zengin ve özgün tonlar elde edilebilmektedir. Bu etki, müzik endüstrisinde popüler bir şekilde kullanılmaktadır ve birçok müzik türünde yer almaktadır (Lezin, 2020: 7, 9).

EQ: Equalizer (EQ) efekti, ses işleme alanında sıklıkla kullanılan bir efekt olarak öne çıkmaktadır. Sesin tonalitesini ve genel frekans dengesini ayarlamak için kullanılan bu efekt, frekans bandlarını kesme veya yükseltme yoluyla, bir sesin

parlaklığını, bas hissini ve diğer tonal özelliklerini ayarlamaktadır. Özellikle Synthesizer gibi elektronik müzik aletlerinde kullanılan EQ, sesin frekans spektrumunu ayarlamak ve harmonik dengesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. EQ genellikle tiz, mid ve bas frekans bölümlerinden oluşmakta olup, her biri ayrı ayrı kontrol edilebilmektedir. Bu efekt, kayıt stüdyolarında şarkı kaydetme aşamasında, kaydedilmiş şarkıların son düzenlemeleri yapma aşamasında ve Synthesizer gibi aletlerde seslerin frekans dengesi ve uyumu sağlamak için kullanılmaktadır. Bu nedenle, EQ efekti, müzik prodüksiyonunda önemli bir yer tutmaktadır (Önen, 2007: 189, 191).

Compressor: Compressor efekti, müzik kayıt ve mix-mastering işlemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Bu efekt sayesinde, yüksek seslerin düşürülmesi ve alçak seslerin yükseltilmesi ile seslerin dinamik aralıkları azaltılarak daha tutarlı bir ses elde edilmektedir. Bu şekilde, bir enstrümanın ya da vokalın daha net ve belirgin duyulması sağlanır ve Compressor, giriş sinyali ile belirlenmiş bir eşik seviyesi arasındaki farkı ölçen bir kontrol devresi kullanmaktadır. Eşik seviyesinin üzerindeki sinyaller sıkıştırılırken, altındaki sinyaller sıkıştırılmamaktadır. Ayrıca, Attack ve Release gibi ek parametreler ile de kontrollerin daha özgünleştirilmesi mümkündür ve bu sayede, Compressor efektinin kullanımı müziğin daha kaliteli ve profesyonel bir hale gelmesine yardımcı olmaktadır (Önen, 2007: 199, 205).

2.5.8. Amplifikatör

Synthesizerlar'da sinyallerin düşük seviyelerde üretilmesi ve daha sonra güçlendirilmesi için amplifikatörler kullanılmaktadır. Amplifikatörler, transistör, tüp, entegre devre gibi farklı bileşenler kullanılarak yapılabilmektedir. Bu devreler, preamp, filtre, chorus, delay, reverb, EQ, phaser gibi diğer efektleri içeren sinyal işleme devresiyle birlikte çalışabilir. Genellikle, bu efektler uygulandıktan sonra amplifikatöre ihtiyaç duyulmaktadır. Amplifikatörler, sinyalin gücünü arttırmanın yanı sıra kontrol etmek için de kullanılmaktadır (Horn, 1984: 151).

2.5.9. Klavye

Synthesizer klavyesi, elektronik bir müzik aletidir ve genellikle 61, 76 veya 88 tuşa sahip olmaktadır. MIDI bağlantısı bulunabilen klavyeler, farklı tuşları ile modülasyon ve performans kontrolleri sağlamaktadır. Ayrıca, üretilen sesin kontrolü de klavye üzerinden yapılmaktadır. Klavyeler, geleneksel piyano tuşlarından farklı olarak genellikle daha hafif (Semi-Weighted) tuşlara sahip olabilmektedir. Synthesizer'in temel çalma aracı olan klavye, ürettiği sesin kalitesi ve işlevselliği açısından önemlidir ve dahili veya harici hoparlörler aracılığıyla ses çıkışı sağlanırken, MIDI protokolü sayesinde başka aygıtlara yönlendirilebilmektedir. Synthesizerler hem analog hem de dijital klavyelere sahip olabilirler ve ayrıca dijital klavyeler, elektromekanik bileşenler yerine dijital işleme teknolojileri kullanılarak üretilirler (Horn, 1984: 168, 177).

2.6. Elektronik Müzikte Bilgisayarlar, Kullanılan Yazılımlar ve Eklentiler

2.6.1. Bilgisayar

Elektronik müzikte kullanılan çalgılar ve cihazlar kadar bilgisayarlar da son derece önemlidir. Bilgisayarlar, günümüzde müzik üretiminde ve düzenlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektronik müzik için, geleneksel müzik aletlerinin yerine elektronik aletlerin kullanıldığı ve genellikle dijital teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı bir müzik türü denebilmektedir. Bu sebeple, elektronik müzik yapımı için gerekli olan araç ve gereçler de dijital teknolojiye dayanmaktadır. Bilgisayarlar elektronik müzik üretimi için kullanılan birçok program ve yazılımı çalıştırmak için gereklidir ve “Logic Pro, Studio One, FL Studio, Ableton Live, Pro Tools” bu yazılımlar arasında sıralanabilmektedir. Bu yazılımlar aracılığıyla, müzik parçasının kaydedilmesinden, mastering aşamasına kadar olan tüm işlemler gerçekleştirilebilmektedir. 1990’lı yılların başında ortaya çıkan Dijital Ses İşleme (DAW) yazılımları ile kayıt, mix ve mastering işlemlerinin tamamını tek bir platformda yapmak mümkün kılınmıştır. Müzik üretiminde MIDI yazılımları, ses düzenleme

yazılımları ve VST (Virtual Studio Technology) gibi yazılımlar kullanılmaktadır. Elektronik müzikte analog ve dijital sentez teknikleri bağlamında; analog sentez, elektronik sinyalleri kullanarak doğal seslerin oluşturulması, dijital sentez ise dijital işlemler kullanılarak seslerin oluşturulması olarak farklı şekillerde yapılmaktadır (Yener, 2005: 45, 46).

Yazılımların dışında bilgisayarlar, müzik aletlerinin dijital versiyonlarının üretiminde de kullanılabilmektedirler. Softsynth olarak karışımıza çıkan, yazılım tabanlı Synthesizerler ise, analog synthesizerler'in dijital versiyonları olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarda çalışmaları başta olmak üzere birçok kullanım avantajına sahip olan Softsynth'ler, daha önce müzik üreticileri için maliyet bakımından yüksek olan analog sentez teknolojisini daha erişilebilir bir hale getirmiştir.

Kaydedilmiş sesleri tekrar kullanarak yeni sesler ve ritimler oluşturmak, üreticiye daha özgün ve geniş ses yelpazesi sunmak için kullanılan Sampling teknolojisi, elektronik müzik tarihinde daha kolay ve erişilebilir bir hale gelmesinde rol oynamıştır.

2.6.2. DAW (Digital Audio Workstation)

Özellikle profesyonel ses kayıt stüdyoları başta olmak üzere, ev stüdyoları, canlı müzik performansları gibi ortamlarda sıklıkla kullanılan bu yazılımlar, kullanıcıların müziklerini ve seslerini kaydetmek, düzenlemek ve karıştırabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu yazılımlar, birden fazla kanalı kaydetme, çeşitli efektler ekleyerek işleme, sanal enstrümanlar ve MIDI kayıt ve düzenleme özellikleri gibi birçok özelliği barındırmaktadır. Podcast, film müziği, radyo programları, ses tasarımı, müzik prodüksiyonu gibi birçok alanda aktif olarak kullanılan DAW'lar, Apple Logic Pro, Ableton Live, Avid Pro Tools, FL Studio, PreSonus Studio One gibi farklı işletim sistemleri için mevcut olan yazılımlardan oluşmaktadırlar. Bu yazılımlar, VST ve AU gibi farklı formattaki eklentileri destekleyerek sanal enstrümanlar, efektler, filtreler gibi pek çok özelliği projelere ekleme imkânı sağlamaktadır. DAW'lar, MIDI kayıtlar için de düzenleme özelliği sunarak notaların değiştirilmesi, silinmesi veya yeniden

düzenlenmesi için olanak tanımaktadır. Kaydedilmiş farklı enstrüman veya vokal kayıtları, ayrı ayrı düzenlenebilir, ayarlanabilir ve karıştırılabilmektedir. “Mixdown” adı verilen bu işlemin yanı sıra, DAW'lar mastering aşamasında da çeşitli araçlar içermektedir. Bu aşamada kullanılan kompresör, limitör, EQ gibi efektler ve eklentiler, müziğin istenen son haline getirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Özetle, DAW'lar, müzik ve ses işleme alanında vazgeçilmez araçlardır ve çeşitli özellikleri ile kullanıcıların işlerini kolaylaştırmaktadır (Canyakan, 2013: 18, 19).

2.6.3. VST

VST (Virtual Studio Technology), müzik prodüksiyonunda sıkça kullanılan bir yazılım arayüzü standardıdır. Bilgisayar tabanlı dijital ses işleme ve müzik prodüksiyonu uygulamalarına, üçüncü taraf sanal enstrümanlar, efektler ve diğer işlem araçları entegrasyonunu sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

VST'ler, müzik prodüksiyonu yazılımlarındaki eklentilerdir ve müzisyenler, prodüktörler ve ses mühendisleri, dijital ses kayıt ve düzenleme işlemlerinde kullanabilecekleri birçok farklı efekt, enstrüman ve işlem aracını içermektedir. Bu eklentiler öncelikle DAW (Digital Audio Workstation) yazılımlarında kullanılır ve bu yazılımların temel işlevselliğini genişletmek için tasarlanmıştır (Kırdar, Konuk, 2023: 10).

VST'ler, müzik prodüksiyonunda kullanılan diğer eklenti türlerine kıyasla daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle, birçok yazılım üreticisi, VST standardına uygun eklentiler geliştirmekte ve sunmaktadır. Ayrıca, müzisyenler ve prodüktörler, VST'lerin sunduğu çeşitli işlevler sayesinde, yaratıcılıklarını daha da artırma imkânı bulmaktadırlar.

Sanal davul makineleri, sanal sentezleyiciler, sanal örnekleyiciler, sanal gitar amfileri ve efektleri, sanal karıştırma masaları, sanal mastering araçları ve sanal efekt işlemcileri, bilgisayar tabanlı dijital ses işleme ve müzik prodüksiyonu uygulamalarında kullanılan Virtual Studio Technology (VST) örnekleri arasında olmaktadır. Bu

için sunduğu birtakım araçlar olarak kullanmakta ve kullanıcılara kendilerine özgü, yaratıcı sesler oluşturma imkânı sağlamaktadır.

- Osilatörler: Serum, dört adet osilatöre sahiptir ve her biri için farklı bir dalga formu seçilebilir. Her osilatörün frekansı, perdesi ve hacmi ayrı ayrı ayarlanabilir. Ayrıca, FM, AM, RM gibi özelliklerle dalga formları değiştirilebilir ve özgün dalga formları oluşturulabilir.
- Gürültü Osilatörü: Serum, gürültü osilatörü sunar ve bu özellik sayesinde daha dinamik ve canlı bir his vermek amacıyla kullanılabilir. Beyaz, pembe, gri gibi farklı gürültü tipleri ile seslere daha organik bir karakter kazandırılabilir.
- Zarflar: Serum, dört adet zarf sunmaktadır. Bu zarflar, sesin farklı yönleriyle ilgili parametrelerin hareketini kontrol etmek için kullanılır. Her zarfın ADSR ayarları vardır.
- Filtreler: Serum, çok sayıda filtre türüne sahiptir. Bu filtreler, sesin frekans bölgesini sınırlar ve belirli bir ton veya renk oluşturmak için kullanılır.
- Efektler: Serum, Reverb, Chorus, Delay, Distortion, Flanger gibi birçok efekti içerir.
- Modülasyon: Serum, LFO'lar, hareketli modülasyon, arpeggiator ve diğer modülasyon özellikleri sunar. Bu özellikler, sesleri canlandırmak, ritmik varyasyonlar eklemek ve daha dinamik bir performans oluşturmak için kullanılır.
- Genel Kontroller: Serum, sesin düzeyi, portamento, glide, transpoze, polyphony-monophony gibi parametreleri kontrol etmek için genel kontroller sunar.
- Hazır Ses Paketleri: Serum, başlangıç seviyesindeki kullanıcılar için önceden hazırlanmış ses paketleri sunar. Bu hazır sesler, özgün ses tasarım sürecine örnek olarak kullanılabilir ve üzerinde değişiklikler yaparak özgün sesler oluşturmak mümkündür. Ayrıca, 16 veya 24 bit örnekleme oranlarına sahip olması nedeniyle yüksek çözünürlüklü sesler üretilir (Gravitas Create, 2022).

2.6.5. Synth Kütüphaneleri

Synth bankaları, önceden hazırlanmış ses yamalarını ve preset seslerini içeren bir ses koleksiyonu olarak ifade edilebilirken bu sesler, Synthesizer, sampler ve diğer dijital müzik aletleri için özelleştirilmiş olarak üretilmektedir. Synth bankaları, kullanıcılara farklı özelliklerde analog veya dijital üretilmiş, çok katmanlı, dinamik sesler sunmaktadır. Elektronik müzik yapımcıları tarafından sıkça kullanılan synth bankaları, sinema, televizyon ve oyun müziklerinde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu bankalar, müzisyenlerin veya yapımcıların özgün seslerini burada toplar ve farklı yazılımlarla desteklenerek veya birleştirilerek farklı tarz ve atmosferlerde müzik yapma olanağı sağlamaktadır.

Müzik prodüksiyonlarında zamanın etkin kullanımı önemlidir ve hazır ses bankaları bu açıdan avantaj sağlayabilmektedir. Özgün seslerin yaratılması için geçen sürenin yerine, önceden hazırlanmış seslerin kullanımı, prodüksiyon sürecinde başarılı sonuçlar elde etmek için kullanışlı olabilir, ancak bu çalışma kapsamında, hazır ses bankalarının faydaları veya dezavantajları değil, synth olarak özelleştirilmiş özgün bir ses bankasının oluşturulması üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Aşağıda, popüler synth banka modelleri ve yazılımları dönemlerine göre sıralanmıştır.

- Roland, synth bankaları konusunda uzmanlaşmış ve birçok ürün üretmiştir. D-50, Juno-60, Jupiter-8, SH-101 gibi modelleri ile tanınmaktadır.
- Yamaha, DX7 modeli ile 1980'lerde oldukça popüler hale gelmiştir. Geniş bir kullanıcı kitlesine sahip olan bu synth bankası yenilikçi ses bankası özellikleriyle dikkat çekmektedir.
- Korg, yüksek kaliteli sesleri ve geniş ürün yelpazesıyla farklı tarzdaki kullanıcılara hitap etmektedir. Korg M1 modeli, 1980-90'ların popüler müziklerinde sıkça kullanılmıştır.

- Native Instruments, dijital müzik ekipmanları, yazılımları ve plug-in'leriyle tanınmaktadır. 2000'lerin başında piyasaya sürülen ve hala popülerliğini koruyan synth bankası Native Instruments Massive, markanın en önemli ürünlerinden biridir.
- Spectrasonics, sanal enstrümanlar içeren ve sampler tabanlı bir synth bankasıdır. Omnisphere modeli, markanın en öne çıkan ürünüdür.
- Arturia, vintage synth modellerini modernize ederek yeniden tasarlaması ile tanınır. Soft synth bankası olarak kullanılan en popüler modeli Arturia V Collection, klasik ve özgün sesler sunmaktadır.

2.6.6. Romplur

Romplur, kullanıcıya özgü ses ve ses kütüphanesi oluşturma imkânı sunan sanal enstrüman yazılımı olarak kullanılmaktadır. Ses sinyalleri üzerinde modülasyon tekniklerinin kullanılabildiği Romplur, özelleştirilebilir kişisel sesler ve ses kütüphaneleri oluşturmak için kullanılabilmektedir. Buna ek olarak Romplur 'un kullanımı öncesinde de ses sinyalleri modüle edilebilmektedir.

Genel olarak elektronik müzik prodüksiyonu alanında kullanılan Romplur, önceden kaydedilen seslerin işlendiği, bu seslerin modüle edilerek yeni seslerin elde edildiği bir yazılımdır ve birçok farklı enstrüman sesi sunmaktadır. Manipüle edilen ve özelleştirilen seslerin toplandığı bir arayüze sahiptir, bu arayüz sayesinde kullanıcı istediği sesi çağırır ve bu sesle ilgili modülasyon işlemlerini tekrarlayabilmektedir.

Native Instruments tarafından geliştirilen ve Kontakt Player'ın çalışma prensibine sahip Romplur, C++ programlama dilini kullanarak geliştirilmiştir. Genel olarak yüksek performanslı uygulamalar için tercih edilen C++ sayesinde kullanıcılara gerçek zamanlı olarak müzik üretme ve modüle etme olanağı sunmaktadır.

2.6.7. C++

C++ programlama dili, ilk olarak 1983 yılında Bjarne Stroustrup tarafından Bell Labs'ta geliştirilmiştir ve bugün hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek seviyeli bir

dil olan C++, nesne yönelimli programlama, veri yapıları, fonksiyonel programlama, genişletilebilirlik ve hızlı performans sağlama özellikleri ile diğer programlama dillerinden ayrılmaktadır. Özellikle performansın önemli olduğu grafik tabanlı programlar, oyun geliştirme, gömülü sistemler gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. C++ ayrıca, çoklu platform desteği sunan bir dil olduğu için Windows, Mac, Linux vb. platformlarda kullanılabilir. Hem kendi kütüphanesi hem de üçüncü taraf kütüphaneleri mevcuttur ve bu kütüphaneler sık sık güncellenerek yeni geliştirmeler içermektedir (Afyonluoğlu, 2020: 26, 27).

C++ yazılım dili, müzik üretimi için de yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Serum gibi birçok VST plug-in C++ dili kullanılarak geliştirilmiştir.

2.6.8. JUCE (Jules' Utility Class Extensions)

Dijital ses işleme, müzik teknolojisi ve grafik kullanıcı arayüzü (GUI) geliştirme alanlarında öne çıkan JUCE, özellikle profesyonel müzik üreticileri, bağımsız geliştiriciler, akademisyenler ve araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Hem çoklu platform desteği hem de audio/midi işleme özellikleri ile öne çıkan JUCE, C++ dilinin tam seviyede kullanılabilmesine olanak sağlayarak hızlı ve güçlü uygulamaların geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Afyonluoğlu, 2020: 26, 27). Açık kaynak kodlu bir proje olarak kullanılmasına rağmen ticari projelerde de kullanımına izin verilmesi, özellikle müzik endüstrisinde JUCE'a olan talebi artırmaktadır. JUCE ile geliştirilen popüler projeler arasında Ableton Live, Tracktion, Pure Data ve AudioMulch gibi ses uygulamaları yer almaktadır.

2.6.9. Modülasyon Teknikleri

Modülasyon, bir sinyalin taşıyıcı sinyal üzerindeki değişimleri kullanarak iletilmesini sağlayan bir iletişim teknolojisi yöntemi şeklinde ifade edilebilmektedir. Bu teknik hem analog hem de dijital sinyallerin taşınmasına olanak tanımaktadır.

Modülasyon teknikleri, sinyaldeki bilginin taşınması için taşıyıcı sinyalin karakteristiklerini değiştiren sinyaller kullanır ve taşıyıcı sinyalin amplitüdü, frekansı veya fazını değiştirerek sinyalin taşınmasını sağlar, ayrıca Amplitüd modülasyonu (AM), Frekans modülasyonu (FM) ve Faz modülasyonu (PM) gibi teknikler yaygın olarak kullanılan analog modülasyon teknikleri arasındadır.

Dijital modülasyon teknikleri ise dijital sinyallerin taşınmasına olanak sağlamaktadır. Bu teknikler, dijital sinyallerin bir taşıyıcı sinyal üzerindeki değişimleri ile gerçekleştirilmektedir. Frekans Kaydırmalı Modülasyon (FSK), Faz Kaydırmalı Modülasyon (PSK) ve Kuadratik Amplitüd Modülasyonu (QAM) gibi dijital modülasyon teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Modülasyon teknikleri, radyo, televizyon, cep telefonları, internet gibi birçok farklı teknolojiye kullanılır ve bu teknikler sayesinde, sinyaller daha uzak mesafelere ve daha az hata ile taşınabilmektedir. Ancak, uygun bir modülasyon tekniğinin seçimi, iletim koşullarına ve iletilen sinyalin özelliklerine bağlı olarak dikkatli bir şekilde yapılmalıdır ki, bu sayede en uygun modülasyon tekniği seçilerek, sinyalin doğru ve güvenilir bir şekilde iletimi sağlanabilmektedir.

Amplitüd Modülasyonu (AM): Genel olarak bir iletişim tekniği olarak kullanılan bu teknik, bir taşıyıcı sinyalinin genliğinin, bir modülasyon sinyalinin genliği ile değiştirildiği bir işlem olarak bilinmektedir. Özellikle, ses ve görüntü sinyallerinin iletiminde, radyo-televizyon yayınlarında kullanılmaktadır. AM, taşıyıcı sinyalinin genliğinin, bir modülasyon sinyalinin genliği ile değiştirildiği bir işlem olduğu için, modülasyon sinyalinin genliğindeki değişiklikler, taşıyıcı sinyalin genliğine yansımakta ve taşıyıcının frekansı sabit kalmaktadır. Bu sayede, modülasyon sinyali taşıyıcı sinyale "bindirilmiş" ve taşıyıcı sinyalin özellikleri modülasyon sinyaline aktarılmış olmaktadır.

AM tekniği, genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, modülasyon sinyali, bir taşıyıcı sinyal ile çarpılarak taşıyıcının genliği değiştirilmektedir. Bu işlem sonucunda oluşan sinyal, bir iletişim kanalı üzerinden gönderilirken, ikinci aşamada, alıcı tarafından elde edilen sinyal, bir filtreleme işleminden geçirilerek taşıyıcı sinyal

çıkartılır ve orijinal modülasyon sinyali elde edilmektedir. Bu şekilde, taşıyıcı sinyal modülasyon sinyaline "bindirilmiş" ve modülasyon sinyalinin özellikleri taşıyıcı sinyale aktarılmıştır.

Frekans Modülasyonu (FM): Amplitüd modülasyonu ile benzer alanlarda kullanılan bir teknik olan FM tekniği, bir modülasyon sinyali tarafından kontrol edilen taşıyıcı sinyalin frekansının değiştiği bir iletişim tekniği olarak ifade edilebilmektedir. Bu nedenle, modülasyon sinyalinin genliğindeki değişiklikler, taşıyıcı sinyalin frekansına yansiyarak ve taşıyıcının genliğinin sabit kalmasına neden olmaktadır. Bu işlem sonucunda, taşıyıcı sinyalin frekansındaki değişimler modülasyon sinyaline "bindirilmiş" olurken ve modülasyon sinyalinin özellikleri taşıyıcı sinyale aktarılmaktadır. FM tekniği, AM tekniğine göre daha az gürültüye maruz kalır ve daha yüksek kaliteli sinyaller üretebilirken, daha geniş de bir bant genişliği gerektirmektedir.

Faz Kaydırmalı Modülasyon (PSK): Dijital verilerin iletiminde kullanılan bu teknik, modülasyon sinyalinin durumlarına göre taşıyıcı sinyal fazının değiştirilmesi ile gerçekleşmektedir. PSK, dijital verilerin iki farklı durumunu temsil etmek için farklı faz açıları kullanarak gerçekleştirilmektedir. Örneğin, "0" biti bir faz açısı ile temsil edilirken, "1" biti farklı bir faz açısı ile temsil edilmektedir. Bu sayede, verilerin taşıyıcı sinyalle birleştirilmesi ile bir PSK sinyali oluşturulabilmektedir.

PSK, diğer modülasyon tekniklerine göre daha yüksek veri iletim hızlarını destekleme avantajına sahiptir. Bu nedenle, veri yoğunluğunun yüksek olduğu uygulamalarda tercih edilmektedir. Ayrıca, PSK sinyalleri, diğer tekniklere göre daha az gürültüye maruz kalmaları nedeniyle daha güvenilir bir iletim sağlamaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın modeli, araştırmanın evren ve örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve verilerin analizi açıklanmıştır.

Nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada kaynak tarama, örnek toplama ve toplanan örneklerin analizi yapılmıştır.

Nicel araştırma, sayısal verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması yoluyla yapılan bir araştırma yöntemidir. Bu yöntem, belirli bir hipotezi test etmek, ilişkileri belirlemek veya genellemeler yapmak amacıyla kullanılır. Nicel araştırma, istatistiksel analizler ve matematiksel modellemeler kullanarak sayısal verilere dayalı sonuçlar üretir. Bu yöntem, geniş bir örnekleme tabanı üzerinde yapılandırılmış verilerin analizini yapmayı sağlar. Böylece, araştırmacılar nesnel ve ölçülebilir sonuçlar elde etme imkanına sahip olurlar. Nicel araştırma, verilere dayalı objektif bir yaklaşım sunar ve elde edilen sonuçların istatistiksel güvenilirliğini sağlamak için matematiksel yöntemler kullanır (Büyüköztürk, Akgün, vd., 2013: 16, 20.).

3.1. Araştırma Modeli

Yapılan bu araştırma, kullanılan yöntemler bakımından uygulamalı, nedensellik ve sonuç açısından ise deneysel ve geliştirici bir araştırmadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evreni Logic Pro X programı, örnekleme ise B-Keys Plug-in'i içerisinde yer alan; Arp, Pad, Lead, Drum, Bass, Pluck, Synth ve FX ses bankaları tarafından oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama araçları olarak literatür taraması ve örnek toplama yöntemleri kullanılmaktadır. Literatür taraması, dijital müzik, yazılım ve ses sentezleyicileri hakkında mevcut bilgi kaynaklarının taranması yoluyla gerçekleştirilmiş, örnek toplama ise, oluşturulan özgün ses kütüphanesinde deneysel örneklerin konulması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Özgün bir synth kütüphanesi oluşturmak için, bir Plug-in kullanılarak bir ses kütüphanesi oluşturulmuştur. Deneysel örnekler, oluşturulan ses kütüphanesi ile ortaya konmuştur. Deneysel örneklerin toplanması için kullanılan araçlar şu şekildedir:

- Ses kartı olarak Universal Audio; Volt 476 modeli, kayıt yazılımı ve ortamı olarak Logic Pro X programı kullanılmıştır.
- Yakın dinleme monitörü olarak Dynaudio LYD- 48 ve LYD- 7 kullanılmıştır.
- Spektrum analizi için Logic Pro X programı bünyesinde bulunan, üçüncü parti yazılımı olan Voxengo SPAN yazılımı kullanılmıştır.
- Analiz için, B-Keys yazılımının bünyesinde yer alan Pad, Lead, Bass, Drum, FX, Arp, Synth ve Pluck bankalarının içerisinde, yalnızca Pluck 3 sesi ele alınmıştır.
- Pluck 3 sesinin Velocity (sesin kazancı) seviyesi 127 olarak tanımlanmıştır.

- Pluck 3 sesi 442 Hz olarak analize dahil edilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Bu çalışmada, verilerin analizi için toplanan veriler istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır. Logic Pro X programının bünyesinde bulunan Voxengo SPAN yazılımı ile spektrum analizi yapılmıştır.

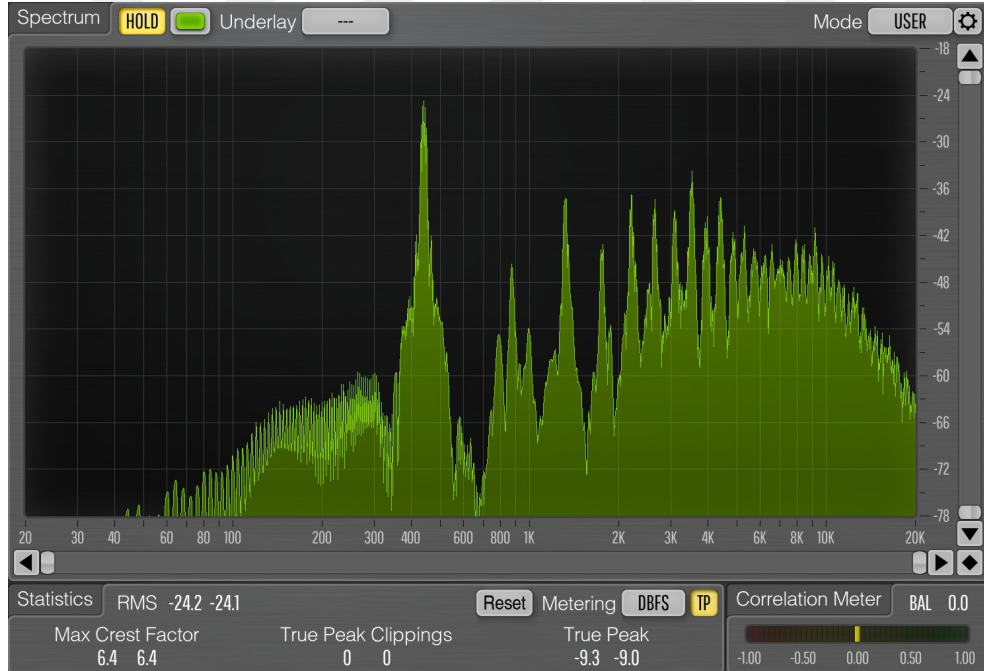
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

“Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, zaman- efekt grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?”

Pluck 3 sesinin ele alındığı, hiçbir modülasyon işlemine girmemiş hali *Şekil 1* üzerinde gösterilmiştir. Frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizin yapıldığı grafik aşağıda verilmiştir.

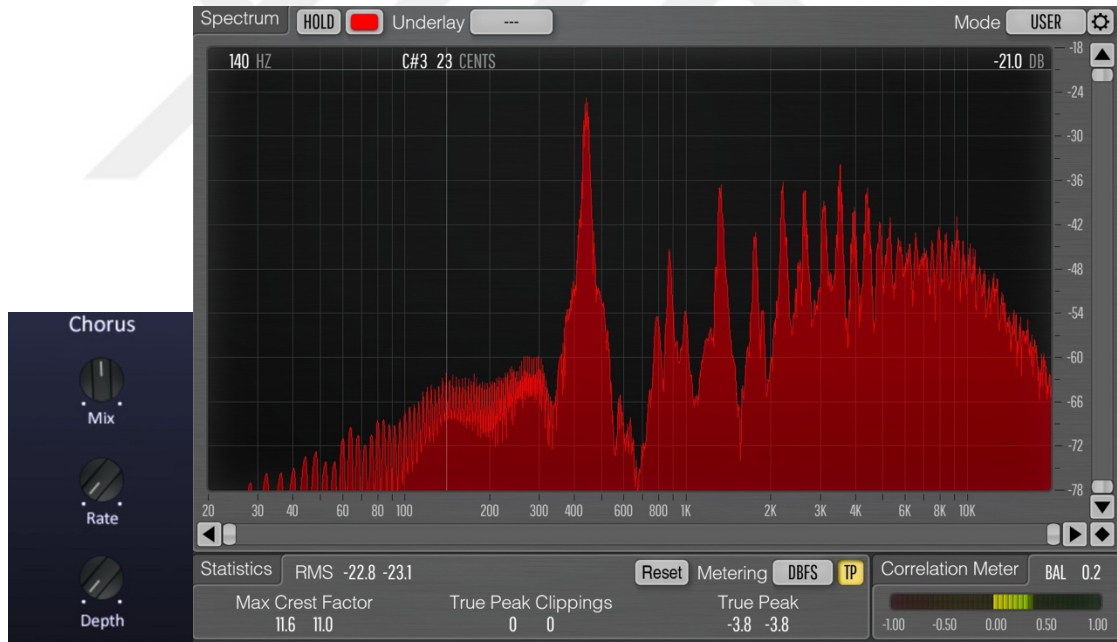


Şekil 1. Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali

Şekil 1 incelendiğinde, Pluck 3 sesinin frekansının 442 Hz (La notası) olduğu ve şiddetinin -24 ile -26 dB arasında olduğu gözlenmiştir. Harmonik bileşenlerin

yoğunluğunun 900 Hz ile 4,5 kHz aralığında daha yüksek olduğu, ancak 9-20 kHz aralığında sönümlendiği belirlenmiştir. Ayrıca, frekans spektrumunun 45-70 Hz aralığında -76 dB seviyesine kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Aşağıda B-Keys Plug-in' i üzerindeki modülasyon birimlerinin, frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizine yer verilmiştir. Analizler SPAN Plug-in kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve her bir modülasyon birimi için ayrı ayrı grafikler oluşturulmuştur. Grafikler, yatay ekseninde frekansın hertz (Hz) cinsinden değerlerini, dikey ekseninde ise sesin şiddetini (dB) göstermektedir. Her grafikte, modülasyon biriminin spektrumu farklı renklerle vurgulanarak gösterilmiştir.

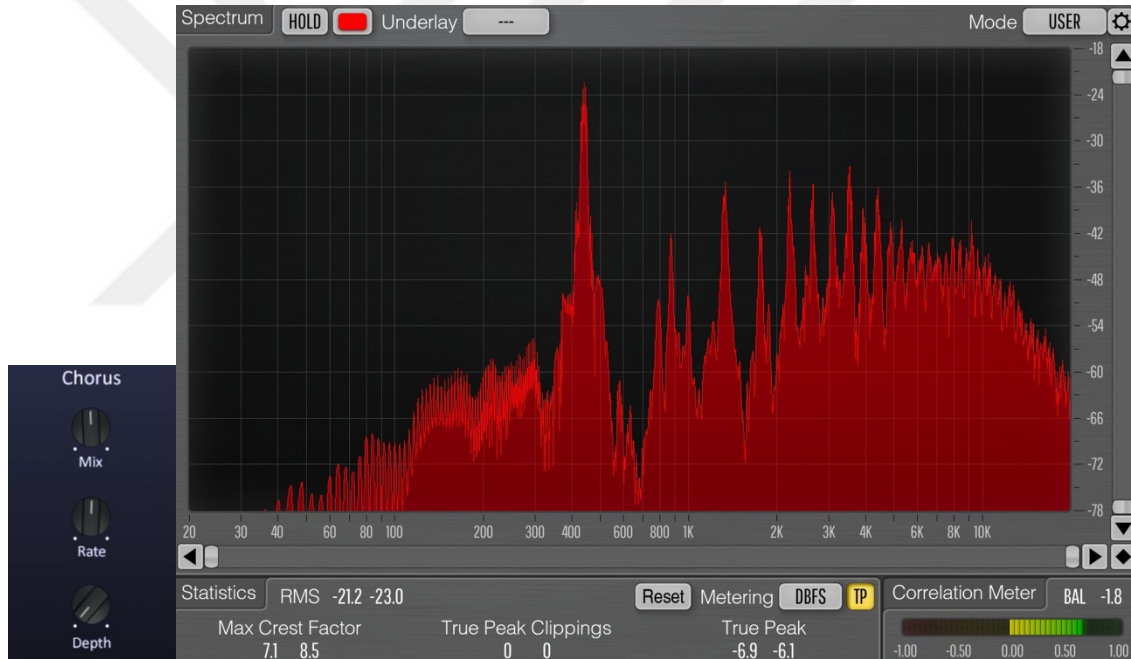


Şekil 2. Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'inde yer alan Chorus efektinde, Mix parametresi %50 oranında açıkken, Rate ve Depth parametreleri sabit olarak %0 değerinde tutulmuştur. Şekil 2 incelendiğinde, sesin frekansı 442 Hz (La notası) olarak sabit kalmıştır. Ancak,

harmonik bileşenlerin yoğunluğu artmıştır. Ses yine 9-20 kHz aralığında sönümlenmiş, ancak dB açısından düşüş miktarı -4 ile -6 dB arasında azalmıştır. Bu durum, düşüş oranının azaldığını ve efektin daha hafif bir şekilde uygulandığını göstermektedir.

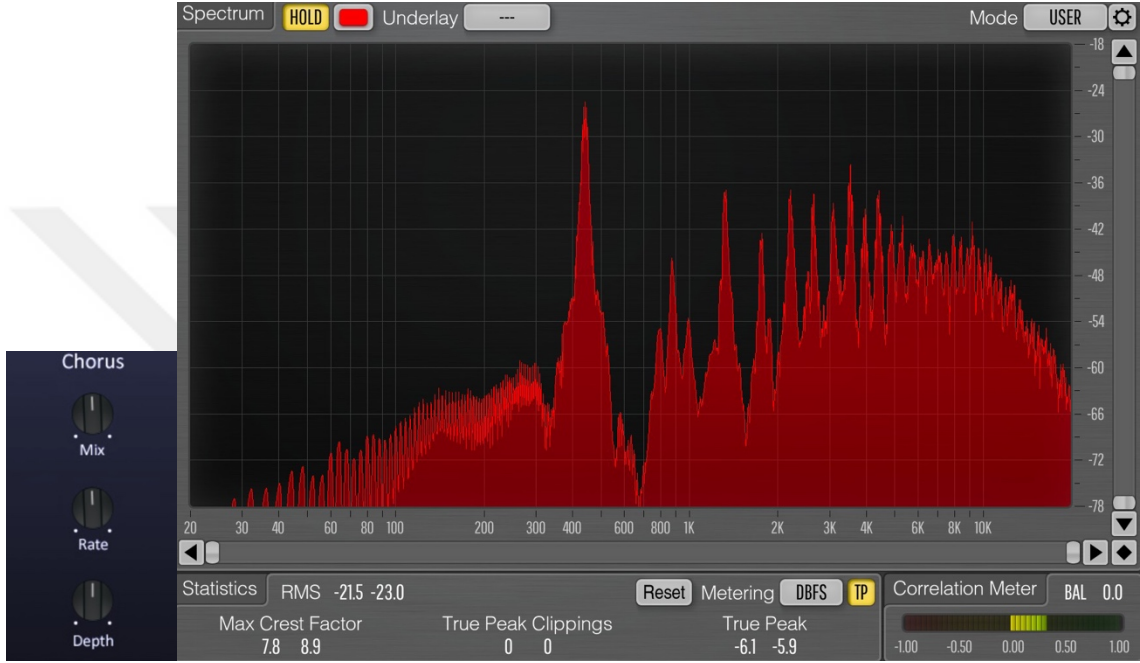
Bas frekans bölgesindeki değişkenlik ise 28-50 Hz aralığında gözlemlenmiştir. Chorus efekti, Mix parametresi aracılığıyla orijinal sese belirli bir miktar efekt eklemiştir. Bu işlem sonrasında, sesin daha zengin, daha derin ve daha dolgun bir hale geldiği gözlemlenmiştir. Ancak, Rate ve Depth parametrelerinin sıfır olması, efektin ses üzerinde yalnızca bir miktar değişiklik yapmasına neden olmuştur.



Şekil 3. Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Rate parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

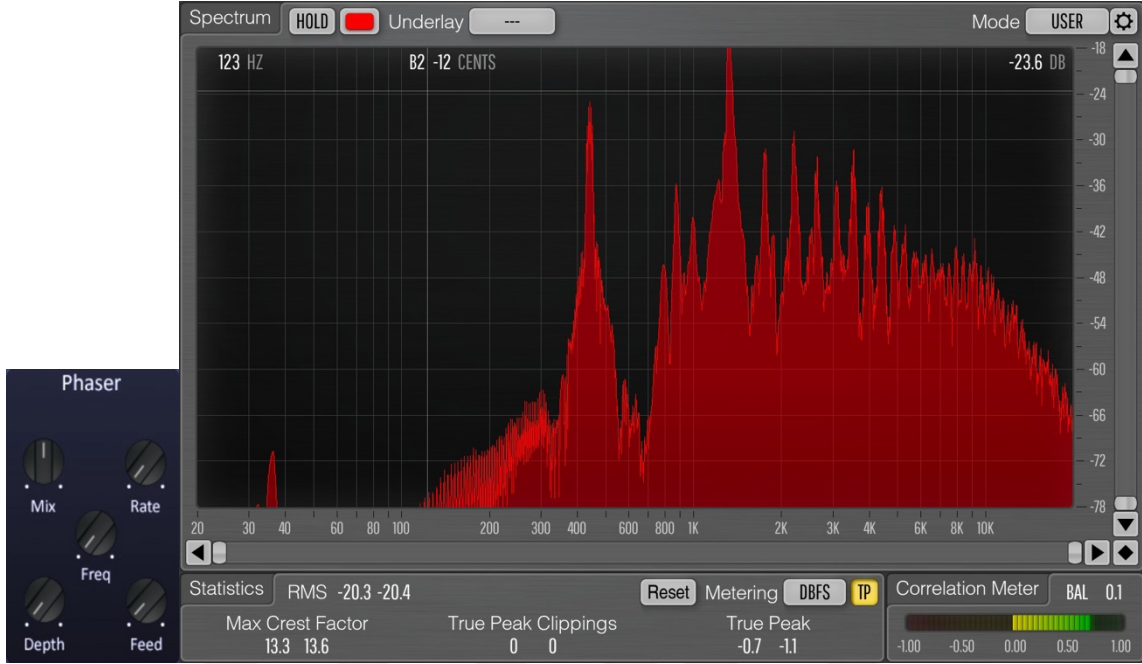
Mix and Rate parametreleri %50 oranında açılmış, Depth parametresi ise %0 oranında sabit tutulmuş olan bir grafik incelendiğinde, 200-350 Hz arasındaki sesin şiddetinde -56 ile -58 dB arasında bir artış olduğu görülmüştür. Şekil 1'e göre sesin 442 Hz (La notası) frekansındaki şiddeti, pick vurulmasıyla birlikte -24 ile -22 dB arasında

artış göstermiştir. 2 kHz ve 4 kHz arasındaki frekans değerlerinde artış görülmüştür. Rate parametresi açıldığında mid frekanslarındaki ses şiddetinin arttığı da gözlenmiştir.



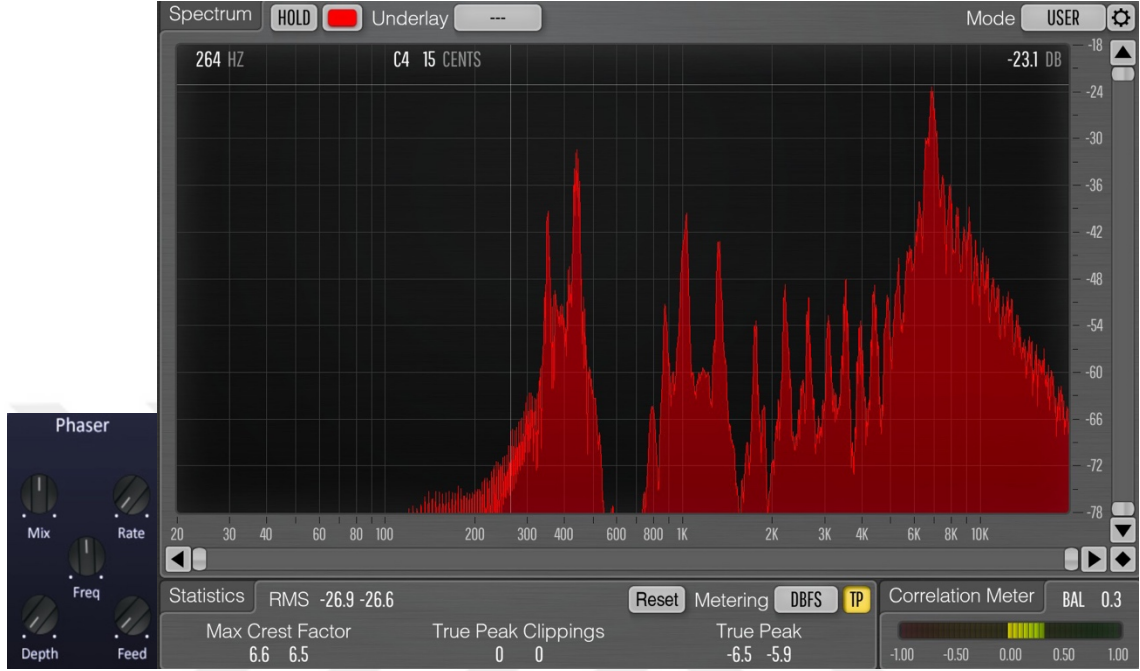
Şekil 4. Chorus efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Rate parametresinin %50, Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in' inde yer alan Chorus efektinde, Mix, Rate ve Depth parametreleri %50 oranında açılmıştır. Bu yapılandırmaya göre, 28 Hz ile 50 Hz arasında kademeli olarak ses şiddetinde artış görülmektedir. 200 Hz- 350 Hz arasındaki ses şiddetinde, *Şekil 1*'e kıyasla -2 ile -6 dB arasında bir artış gözlenmiştir. Harmonik bileşenlerinin daha keskin bir şekilde yüksek ve alçak seviyelere geçtiği fark edilmiştir. Özellikle mid frekanslardaki değişim, bu duruma örnek gösterilebilmektedir. Genel olarak harmonik bileşenlerdeki ses şiddetinin artışı, Pluck 3 sesinin daha dolgun ve zengin duyulmasını sağlamıştır.



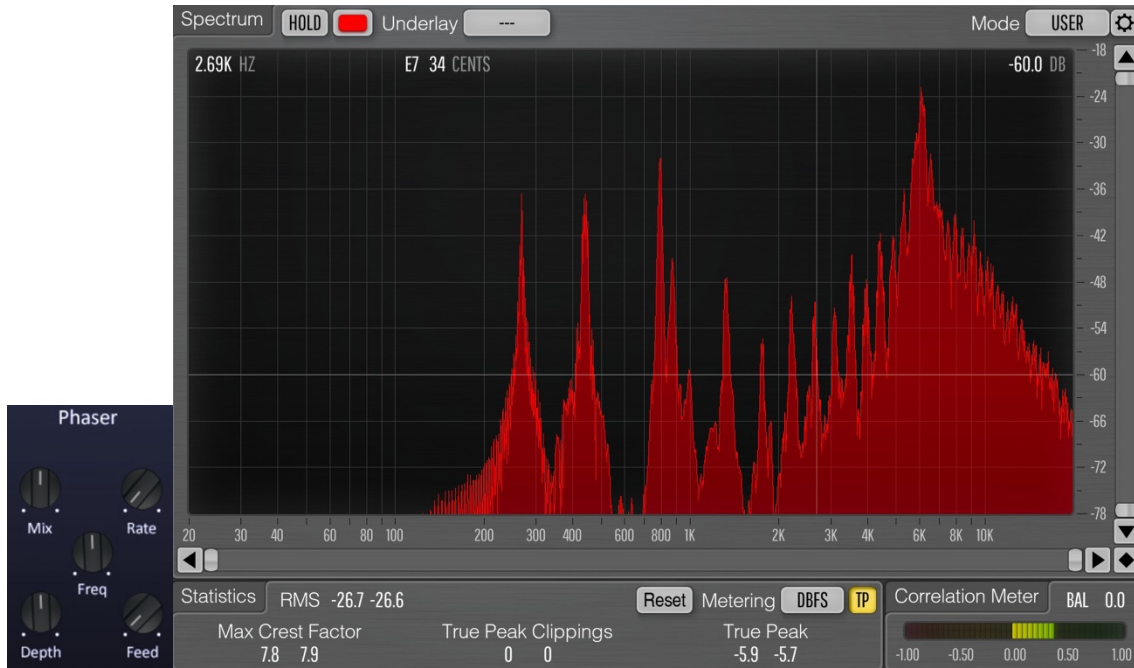
Şekil 5. Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'inde yer alan Phaser efektinde, Mix parametresi %50 oranında açılmış ancak Rate, Feed, Freq ve Depth parametreleri %0 oranında sabit tutulmuştur. Şekil 1 ile kıyaslandığında, bas frekans bölgesinde büyük ölçüde değişim görülmektedir. 30- 40 Hz arasında görünen alt harmoniğin sönümlenip, 100-150 Hz frekans aralıklarında tekrar duyulmaya başlandığı görülmüştür. Mid frekans bölgesi, 1-2 kHz arasında ses şiddetinin en yüksek olduğu nokta olarak analiz edilmiştir. Ayrıca 200-300 Hz frekansları arasındaki bölgede, ses seviyesinin daha keskin şekilde şiddetlendiği görülmüştür.



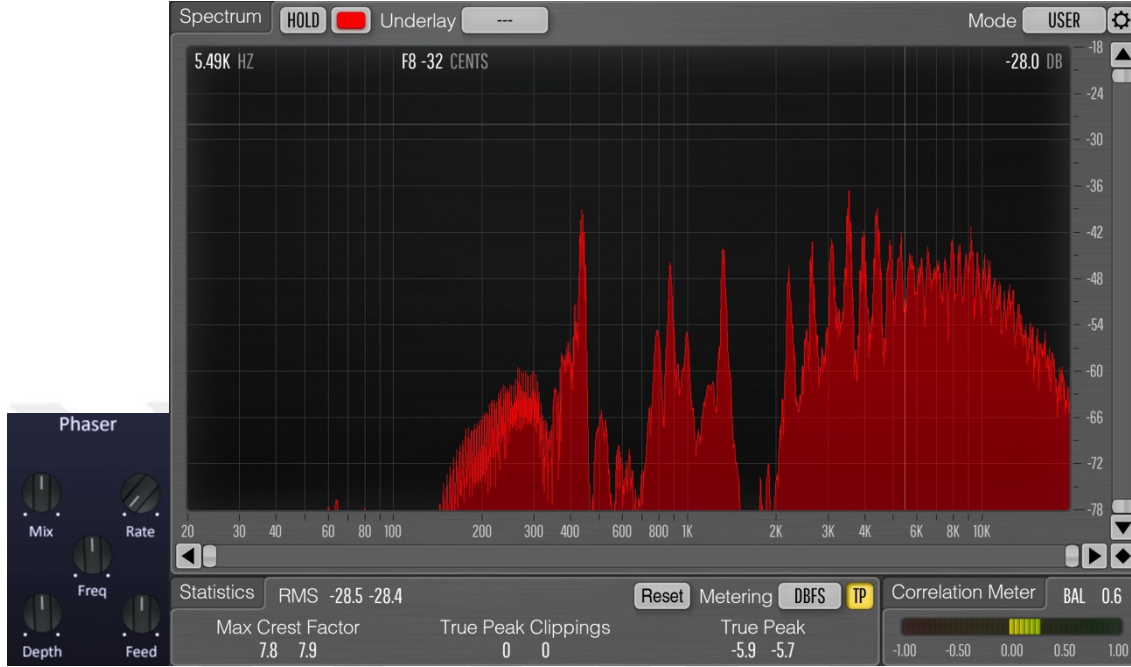
Şekil 6. Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'de yer alan Phaser efektinde Mix ve Freq parametreleri %50 oranında açılmış, ancak Rate, Feed ve Depth parametreleri %0 oranında sabit tutulmuştur. Bu durumda bas frekans bölgesinde ciddi bir düşüş olduğu gözlenmiştir ve değer -78 dB'nin altına inmiştir. 550-750 Hz frekans değerleri arasında sinyalin tamamen kaybolduğu, 6.5-7.5 kHz frekans değerleri arasında ise sesin en güçlü noktanın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 2-5 kHz frekans aralığındaki harmonik bileşenlerin yoğunluğunda azalma görülmüş ve faz modülasyonundan kaynaklı olarak sesin karakteri önemli ölçüde değişimler tespit edilmiştir.



Şekil 7. Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

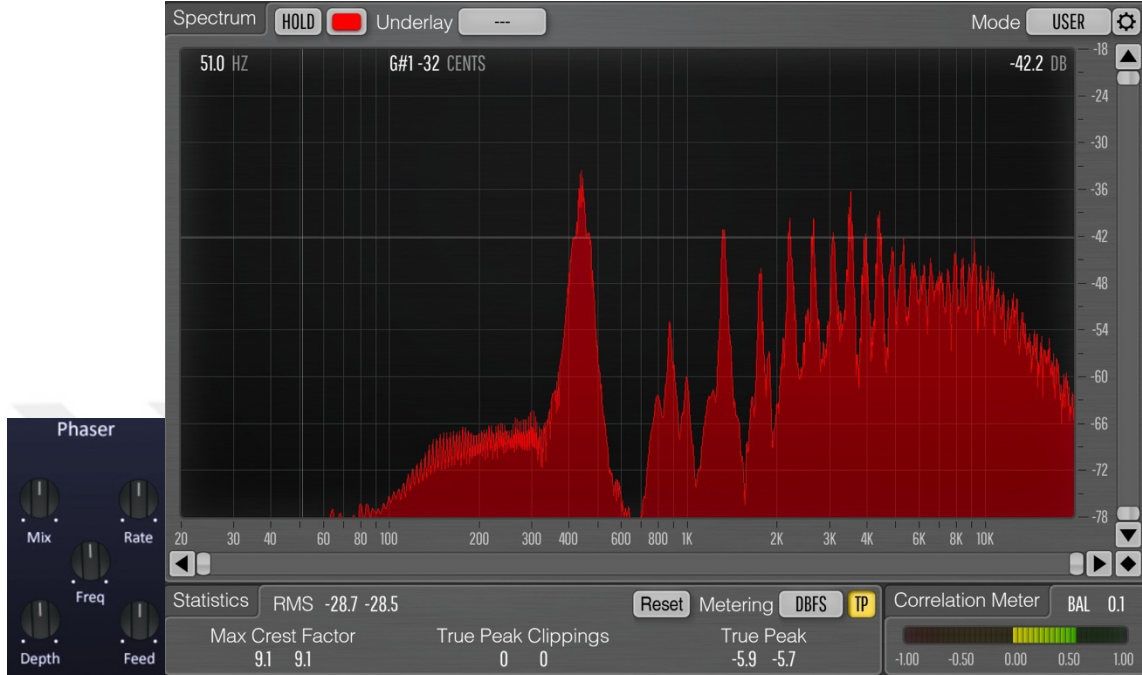
B-Keys Plug-in 'de yer alan Phaser efektinde Mix, Freq ve Depth parametreleri %50 oranında açılmış, ancak Rate ve Feed parametreleri %0 oranında sabit tutulmuştur. Şekil 1 ile kıyaslandığında 100- 150 Hz frekans değerleri arasında, alt harmoniklerin duyulduğu görülmektedir. Buna ek olarak, 200- 300 Hz arasında yaklaşık -36 dB ses şiddetine yükselmiş ve 400- 500 Hz arasında da yaklaşık olarak -24 dB değerlerine düşmüştür. 6- 7 kHz frekansları arasında en yüksek ses şiddetine sahip olan Pluck 3 sesinin, mid ve tiz harmoniklerinin yoğunluğu azalmıştır. Sesin şiddetinin yaklaşık olarak 7 kHz' den sonra sönümlenmeye tespit edilmiştir.



Şekil 8. Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50, Feed parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

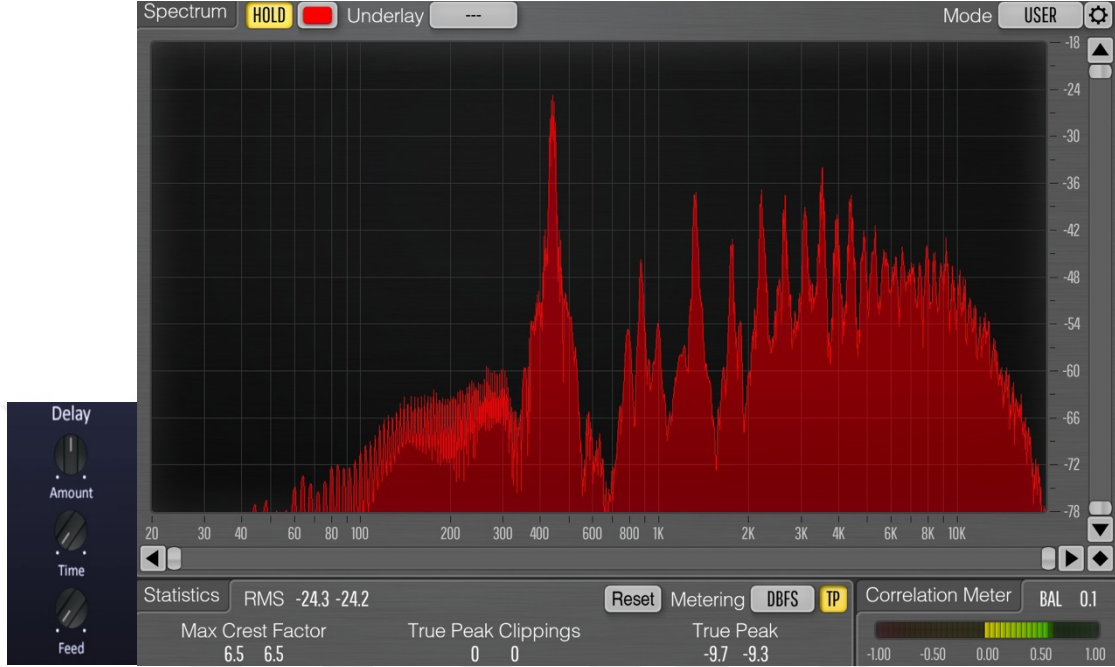
B-Keys Plug-in 'deki Phaser efektinin Mix, Freq, Depth ve Feed parametreleri %50 oranında açılmış durumda, ancak Rate parametresi sabit olarak %0 değerinde tutulmaktadır. İlk olarak, 1,7-2 kHz frekans aralığında -78 dB veya daha düşük bir ses şiddetiyle Pluck 3 sesinin alt frekanslarında hareketlilik gözlenmektedir. 442 Hz (La notası) frekansının ses şiddeti, *Şekil 1* ile karşılaştırıldığında -36 ile -42 dB arasında bir değere düşmüştür. Ses şiddetinin azalması sonucunda, orta mid frekans harmoniklerinin yoğunluğunu kaybettiği gözlenmektedir. Ayrıca, 480-700 Hz arasındaki mid frekans bölgesindeki harmoniklerin yoğunluğunun da azaldığı *Şekil 8*'de görülmektedir.

Şekil 1 ile kıyaslandığında modülasyonda kullanılan Phaser efekti, alt frekanslarda hareketlilik, belirli frekans bölgelerinde ses şiddetinin azalması ve orta mid harmoniklerinde yoğunluk kaybı gibi değişikliklerle, sesin genel hatlarını etkilemiş ve frekans yoğunluğunun değişmesine neden olduğu görülmüştür.



Şekil 9. Phaser efektinde bulunan Mix parametresinin %50, Freq parametresinin %50, Depth parametresinin %50, Feed parametresinin %50, Rate parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

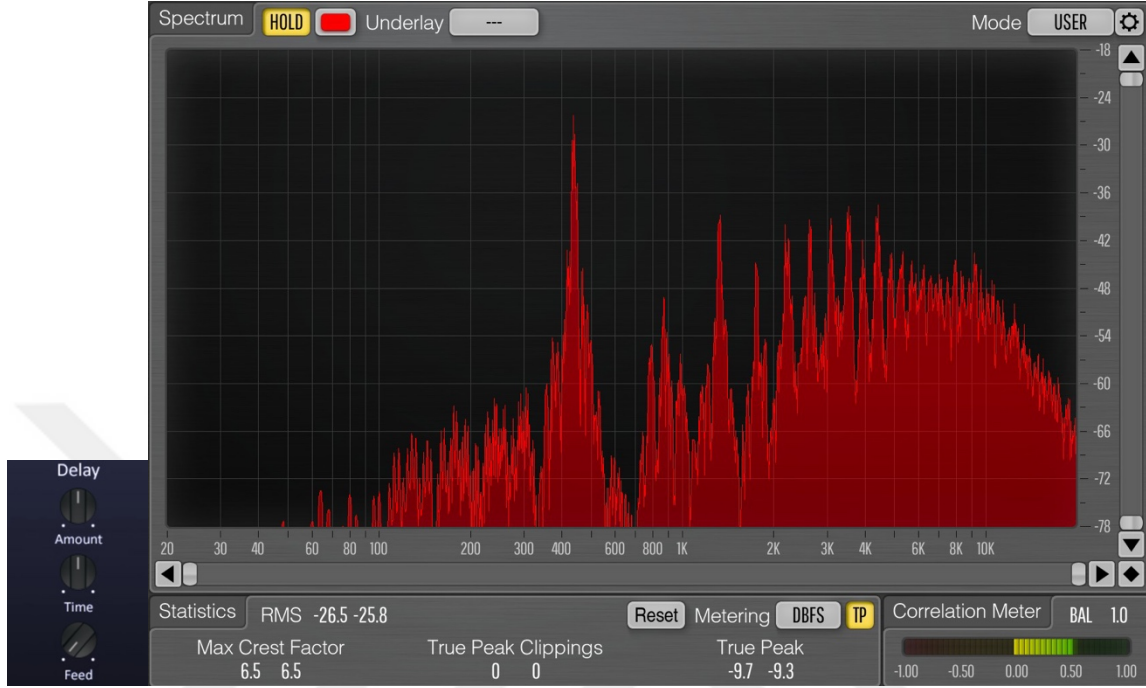
B-Keys Plug-in 'deki Phaser efektinin Mix, Freq, Depth, Feed ve Rate parametrelerinin %50 oranında açıldığı durumun grafiği *Şekil 11*' de görülmektedir. Rate parametresinin artmasıyla birlikte, titreşim hızının değiştiği ve ses üzerindeki Phaser efektinin titreşim hızının arttığı söylenebilmektedir. Ses şiddetleri karşılaştırıldığında, *Şekil 1* ve *Şekil 9*' un -4 ile -8 dB arasında değiştiği görülmektedir. Özellikle 150-300 Hz frekans aralığında, titreşim sayısının azaldığı ve buna ek olarak aynı bölgede yaklaşık olarak -8 dB 'lik bir düşüş olduğu gözlenmektedir. Bu, Phaser efektinin bu frekans aralığında daha az belirgin ve daha az yoğun bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. *Şekil 9*' daki grafiğe dayanarak, B-Keys Plug-in 'deki Phaser efektinin ayarlarının değiştirilmesiyle titreşim hızının arttığı ve sesin genel karakteristiğinin etkilendiği görülmektedir. Ses şiddetindeki değişiklikler, frekans bölgelerindeki yoğunlukların ve etkilerin değiştiğini göstermektedir.



Şekil 10. Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

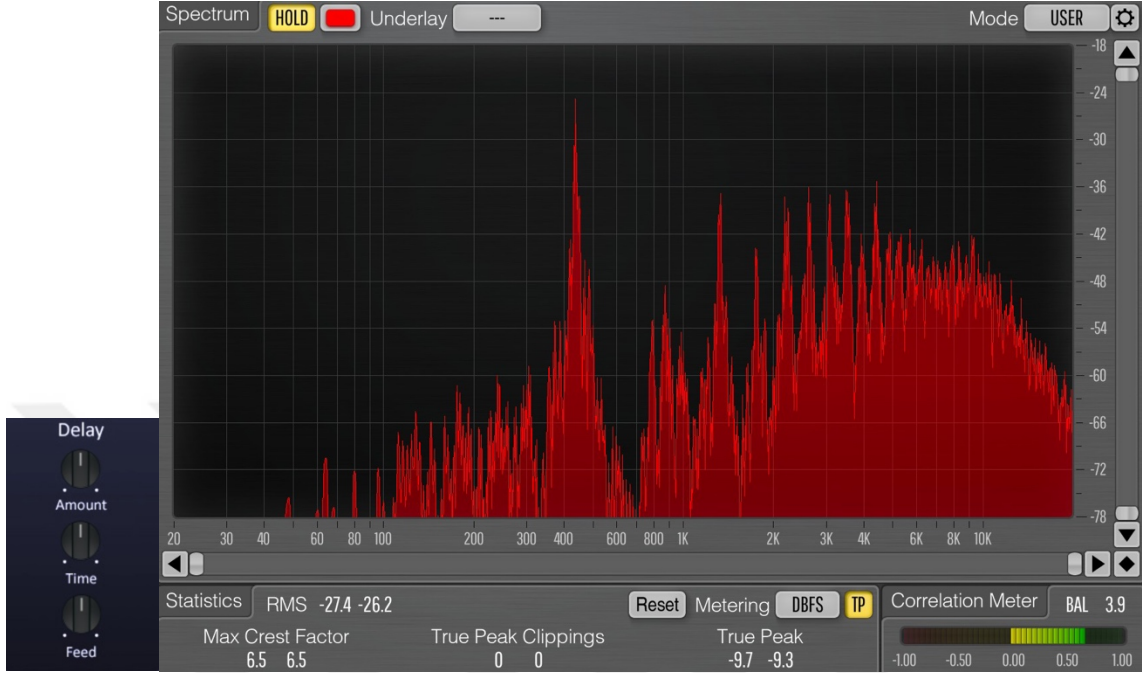
B-Keys Plug-in 'inde yer alan Delay efektinde, Amount parametresi %50 oranında açıkken, Time ve Feed parametreleri sabit olarak %0 değerinde tutulmuştur. Pluck 3 sesinin yinelenmelerindeki değişiklikleri sağlayan bu efekt, *Şekil 12'* de görüldüğü üzere frekans ve dB cinsinden anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu durum sesin temel frekans yapısını veya genel ses şiddetini önemli ölçüde etkilemediği anlaşılmaktadır. Harmoniklerin yoğunluğunda (sayısında) artış olduğu görülmekte ve özellikle high frekans bölgesinde bu yinelenmelerin arttığı da görülmektedir.

Aşağıda Time veya Feed parametrelerinin %50 oranda açılmasıyla oluşan grafikler analiz edilmiştir.



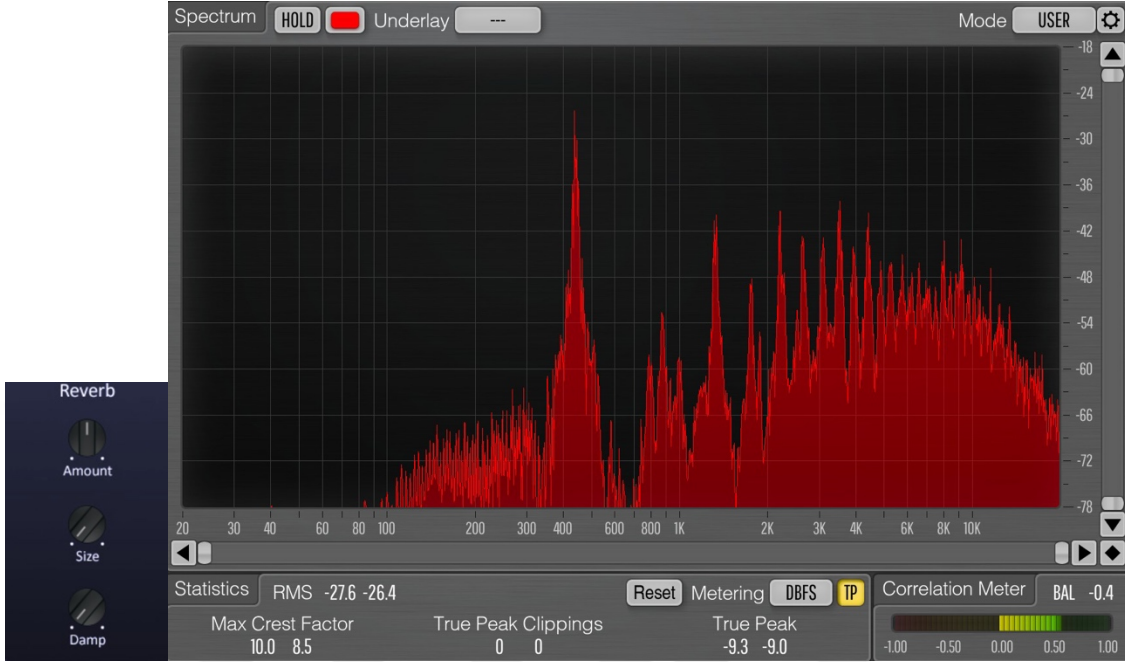
Şekil 11. Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Time parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'inde yer alan Delay efektinde, Amount ve Time parametreleri %50 oranında açıkken, Feed parametresi sabit olarak %0 değerinde tutulmuştur. Low frekans bölgesinde bulunan 50- 100 Hz aralığındaki sinyallerin son derece seyrek olduğu ve 150- 350 Hz arasındaki sinyallerin ise *Şekil 1'* e göre yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. 550- 600 Hz frekansları arasında, -6 ile -10 dB' lik bir düşüş görülmektedir. Sinyaller incelendiğinde dB olarak değişikliğin az olduğu ancak frekans değerlerinin high frekans bölgesine doğru kaydığı görülmektedir. Yine gözlemlere dayanılarak harmoniklerin yoğunluğunda artış olduğu ve özellikle yüksek frekans bölgesinde bu yinelenmelerin arttığı görülmektedir.



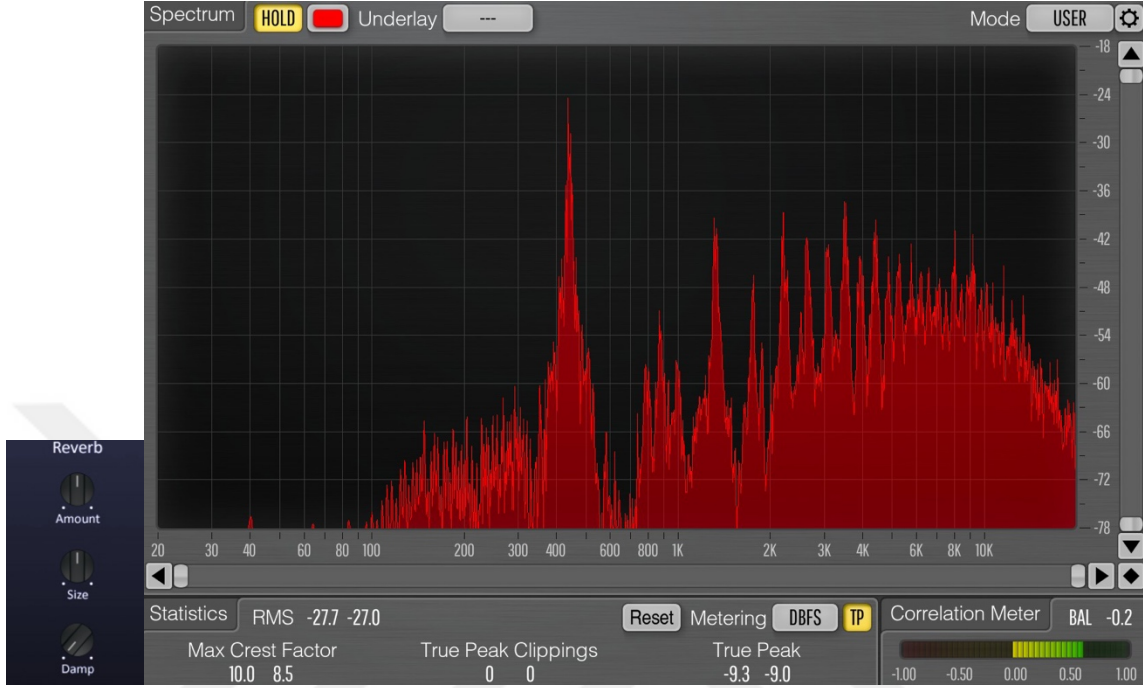
Şekil 12. Delay efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Time parametresinin %50, Feed parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'indeki Delay efektinde, Amount, Time ve Feed parametreleri %50 oranında açılmış durumdadır. Bu ayarlamalar sonucunda, yaklaşık olarak 50 Hz frekansından 442 Hz (La notası) frekansına kadar sinyallerin seyrek olduğu gözlenmiştir. Özellikle 150-350 Hz arasındaki bölgedeki sinyal yoğunluğunda bir düşüş görülmüştür. Şekil 1'e kıyasla, yaklaşık olarak 1,5 kHz frekanslarından sonraki bölgelerde büyük değişimler kaydedilmemiştir. Sesin şiddeti yapılan analiz sonucunda, Şekil 1 ile benzer veriler elde edilmiştir.



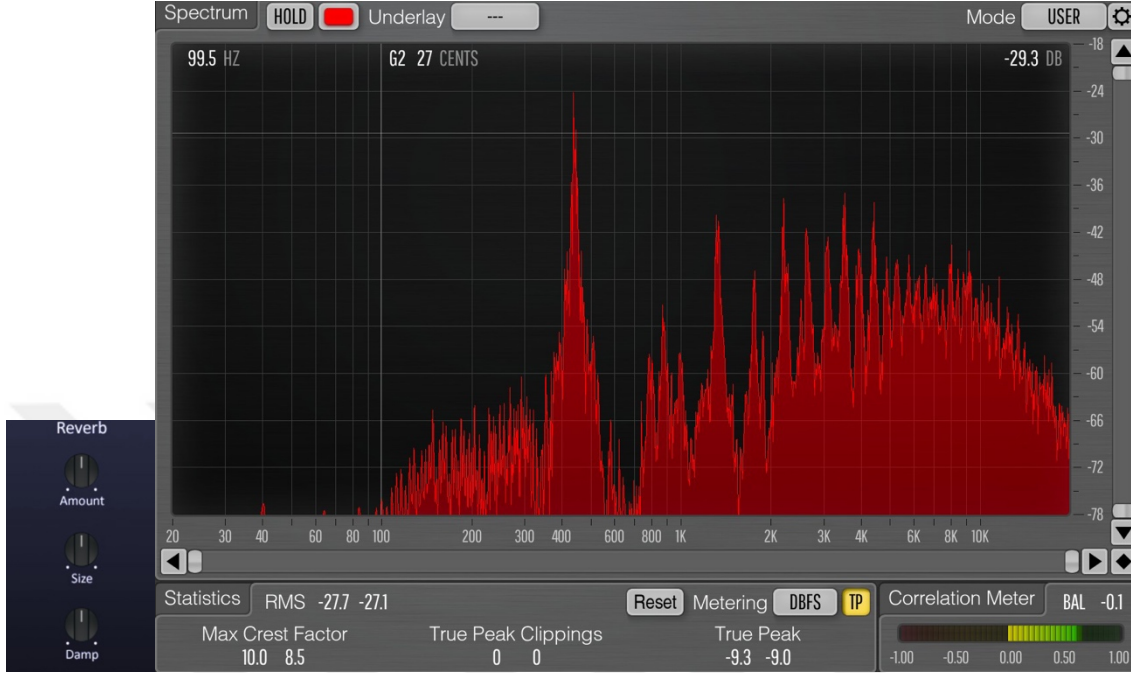
Şekil 13. Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in 'indeki Reverb efektinde, Amount parametresi %50 oranında açıkken, Size ve Damp parametreleri sabit olarak %0 değerinde tutulmuştur. Şekil 12' ye göre, sinyaller arasındaki yoğunluk artmıştır. 1,2-1,5 kHz arasındaki bölgenin yaklaşık olarak -6 ile -10 dB arasında bir düşüklük görülmektedir. %50 oranında açılan Amount parametresi ile birlikte, sinyallerin yoğunluğu ve titreşimleri artmıştır. Ayrıca, Şekil 1'e göre 550-750 Hz frekans aralığında da benzer bir etki gözlemlenmiştir. 8-9 kHz arasında yaklaşık olarak -5 dB kadar bir düşüş gözlenmiştir. Benzer bir durum 3,5-4 kHz frekans bölgesinde de gözlenmiştir.



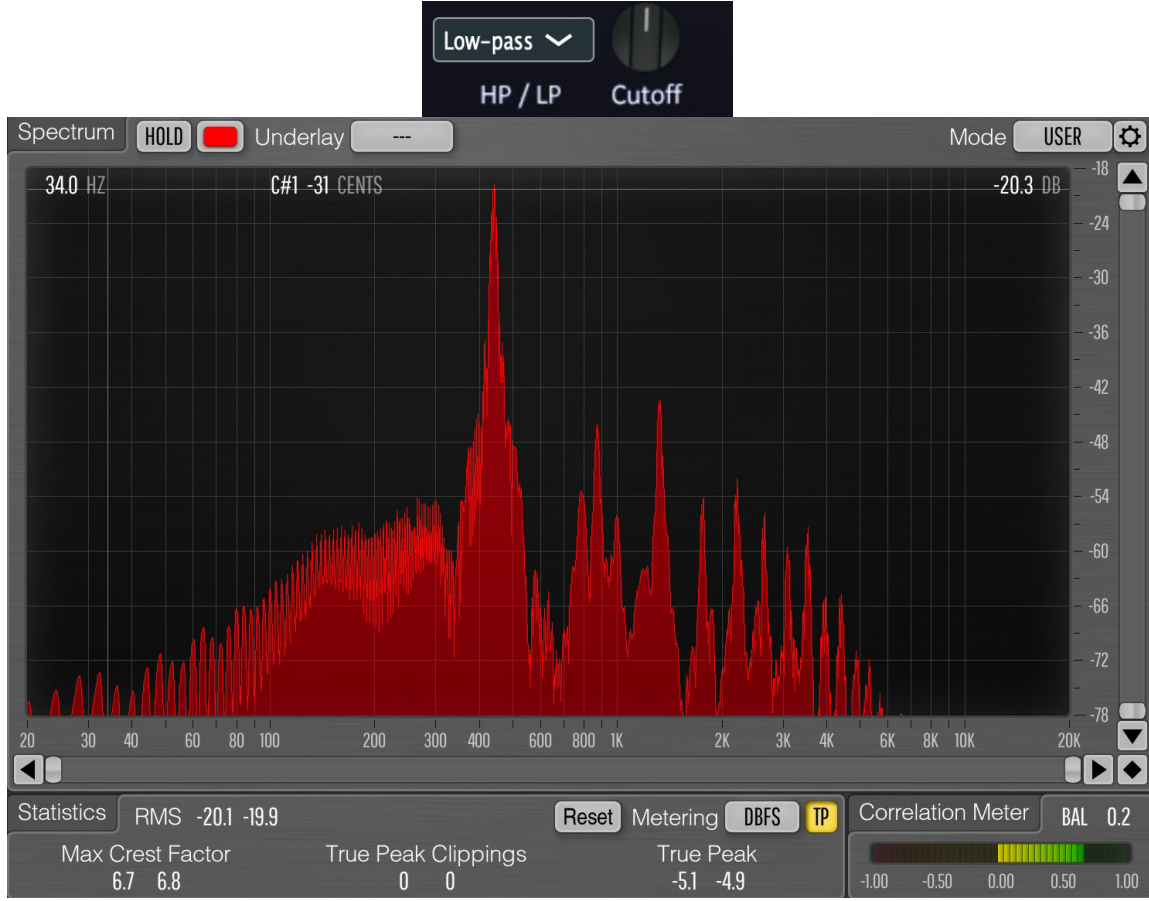
Şekil 14. Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Size parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in'in Reverb efektinde, Amount ve Size parametreleri %50 oranında açıkken, Damp parametresi sabit olarak %0 değerinde tutulmuştur. 40 Hz, 65 Hz ve 85 Hz gibi düşük frekans bölgelerinde alt harmoniklerin var olduğu görülmüştür. 100 Hz ile 300 Hz arasındaki frekans bölgesinde ise ses şiddeti yaklaşık olarak -10 dB düşmektedir. 2-3 kHz aralığında harmonik yoğunluğu yüksekken, 10 kHz'den sonra sönümlenme başlamaktadır. Ancak sönümlenme başlamasına rağmen aralıklı olarak sinyallerde dalgalanmalar gözlemlenmektedir. 442 Hz (La notası) frekansına bakıldığında, Şekil 1 ile aynı ses şiddetine sahip olduğu fakat ses yoğunluğunda azalma olduğu görülmektedir. 3-4 kHz frekans bölgesindeki ses şiddeti ise -6 ile -8 dB arasında düşmektedir.



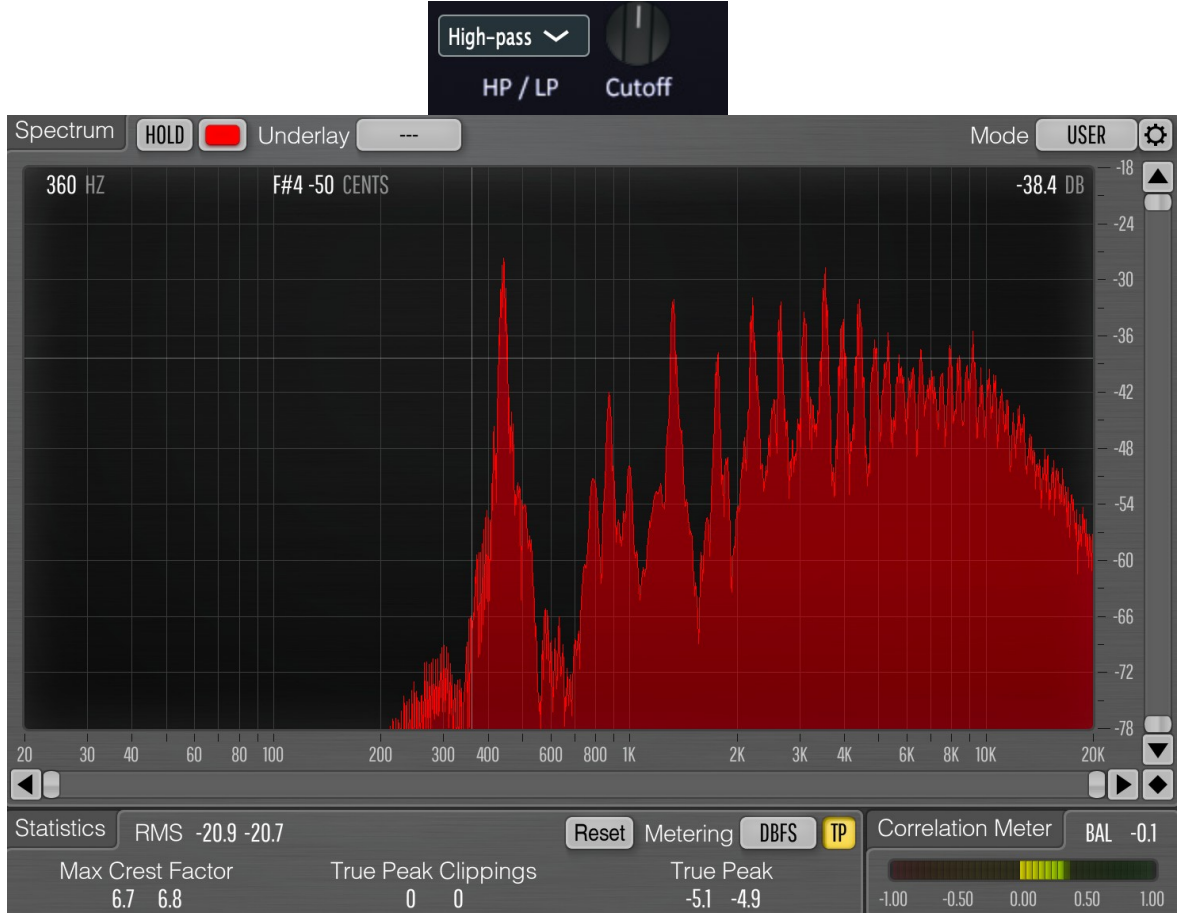
Şekil 15. Reverb efektinde bulunan Amount parametresinin %50, Size parametresinin %50, Damp parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in'in Reverb efektinde, Amount, Size ve Damp parametreleri %50 oranında açılmıştır. Buna göre, sönümlenme parametresinin açılmasıyla Pluck 3 sesinde 8 kHz frekans bölgesinden sonra sönümlenme tutarlı şekilde gerçekleşmiştir. *Şekil 14* ile kıyaslandığında dalgalanmaların şiddetinin düştüğü görülmektedir. Sinyalin 600- 800 Hz arasındaki bölgede -2 ile -4 dB bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Reverb efektinin Amount ve Size parametreleri açılarak sesin yankı, derinlik ve belirginlik özellikleri azalmıştır. Bahsedilen frekans bölgelerinde yankısal bileşenlerin daha hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Genel anlamda bakılacak olursa, *Şekil 16'* da yapılan analizler ile yakın veriler elde edilmiştir.



Şekil 16. Low-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

Low-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresi %50 oranda açılmıştır. Düşük frekansların geçtiği, yüksek frekansların kesildiği bu efekt biriminde, Cutoff parametresinin açılmasıyla, bas frekans bölgesindeki sinyallerin şiddeti artmıştır. 20 Hz frekansına kadar inen alt harmonikler ve 60- 150 Hz arasındaki sinyalin şiddetinde yaklaşık -10 dB artış görülmektedir. Sesin bas frekanslarında yoğunlaşan harmonikler gözlenmiştir. 6- 6,5 kHz high frekans bölgesinden sonra herhangi bir sinyal görülmediği ve 442 Hz (La notası) frekansının da yaklaşık -20 dB' ye kadar arttığı tespit edilmiştir. Mid frekanslarının üst bölgeleri ve high frekanslarının alt bölgelerinde ses şiddetinin, -10 ile -15 dB aralığında düştüğü görülmüştür.



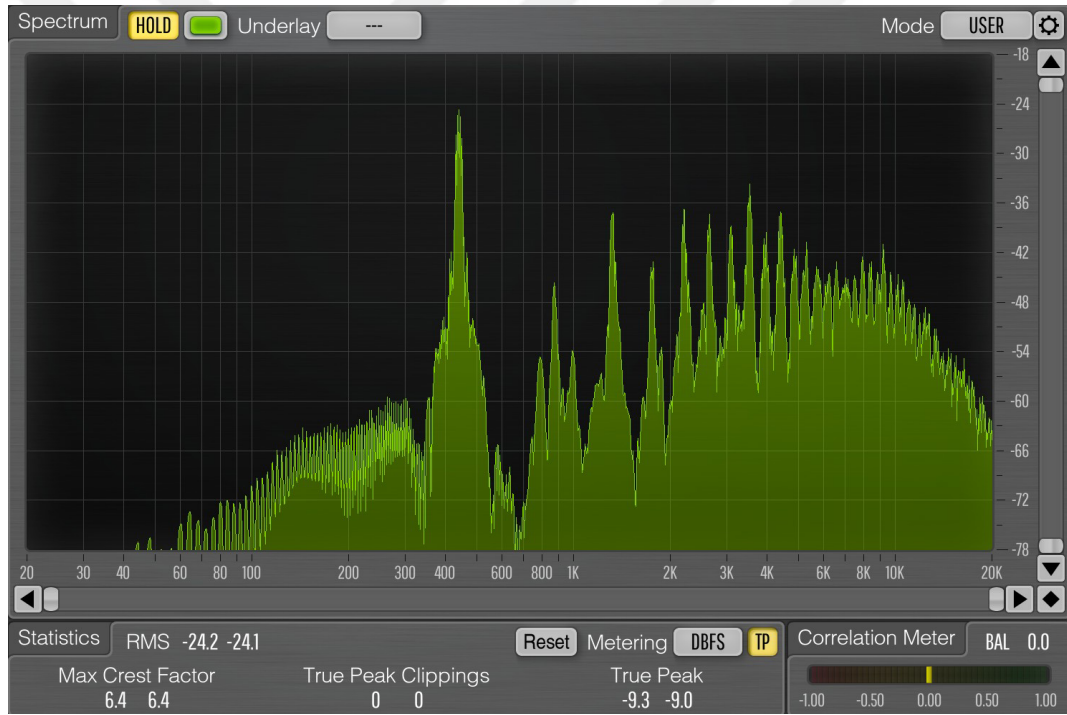
Şekil 17. High-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

High-Pass filtresini kontrol eden Cutoff parametresi %50 oranda açılmıştır. Buna göre, bas frekans bölgesinin kesildiği ve high frekans bölgesinin yoğunluğunun arttığı söylenebilmektedir. Sinyalin 3-4 kHz aralığının, 442 Hz frekansına yaklaştığı ve 3- 8 kHz frekans arasındaki bölgenin yoğunluğunun ve ses şiddetinin arttığı gözlemlenmiştir. Buna göre, High-pass filtresinin high frekans bölgesindeki geçirgenliği esas alınarak; 1- 2 kHz arası yaklaşık -10 dB, 3,5- 4 kHz arası yaklaşık -8 dB, 9- 10 kHz arasındaki frekans bölgesinin ise yaklaşık olarak -6 dB arttığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak, 550-700 Hz frekansları arasında ise bir değişiklik olmadığından bahsedilebilmektedir.

4.2. İkinci Alt Problemlere İlişkin Bulgu ve Yorumlar

“Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, LFO grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?”

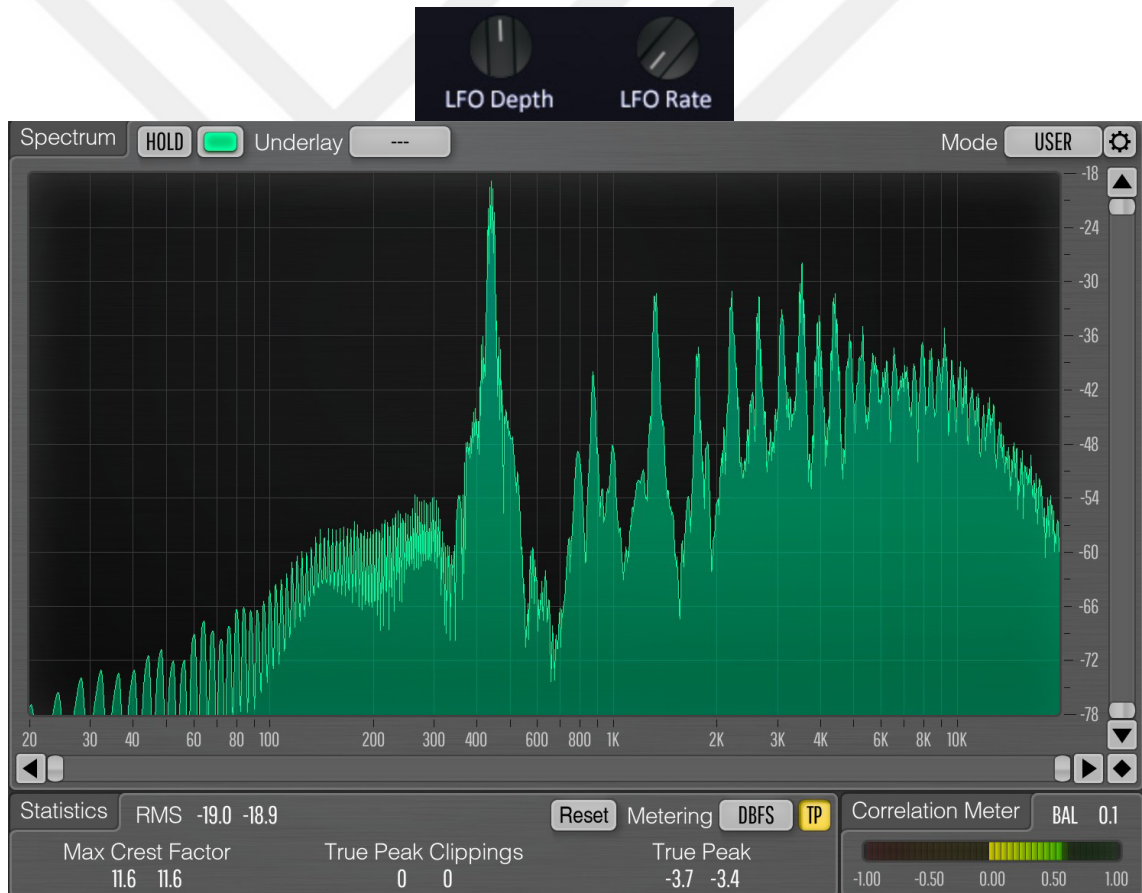
Pluck 3 sesinin ele alındığı, hiçbir modülasyon işlemine girmemiş hali *Şekil 18* üzerinde gösterilmiştir. Frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizinin yapıldığı grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 18. Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali

Şekil 18 incelendiğinde, Pluck 3 sesinin frekansının 442 Hz (La notası) olduğu ve şiddetinin -24 ile -26 dB arasında olduğu gözlemlenmiştir. Harmonik bileşenlerin yoğunluğunun 900 Hz ile 4,5 kHz aralığında daha yüksek olduğu, ancak 9-20 kHz aralığında sönümlendiği belirlenmiştir. Ayrıca, frekans spektrumunun 45-70 Hz aralığında -76 dB seviyesine kadar düştüğü tespit edilmiştir.

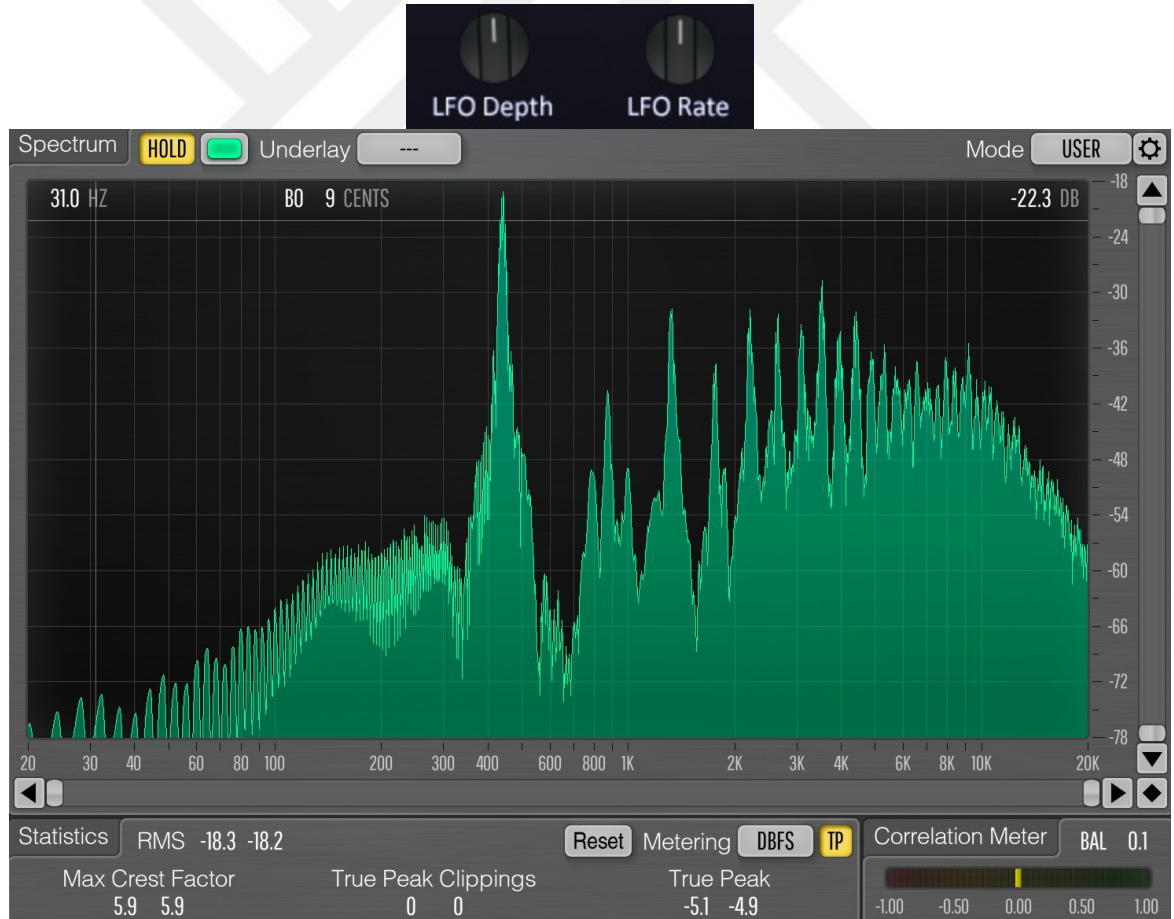
Aşağıda B-Keys Plug-in' i üzerindeki modülasyon birimlerinin, frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizine yer verilmiştir. Analizler SPAN Plug-in kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve her bir modülasyon birimi için ayrı ayrı grafikler oluşturulmuştur. Grafikler, yatay ekseninde frekansın hertz (Hz) cinsinden değerlerini, dikey ekseninde ise sesin şiddetini (dB) göstermektedir. Her grafikte, modülasyon biriminin spektrumu farklı renklerle vurgulanarak gösterilmiştir.



Şekil 19. LFO Depth parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

LFO Depth parametresi %50 oranda açılmış, LFO Rate parametresi ise %0 oranda tutulmuştur. Bu parametre Pluck 3 sesindeki alt harmoniklerin, titreşim etkisinin

ne kadar belirgin ve güçlü olacağını ayarlamak için kullanılmaktadır. Buna göre bas frekans bölgesinde bulunan dalgalanmanın sebebi olarak gösterilebilen LFO Depth parametresi, 442 Hz (la notası) frekansında da ses şiddetinin artmasıyla sinyalin gücünün arttığı görülmektedir. 6- 10 kHz arasındaki high frekans bölgesinin yaklaşık olarak -6 ile -8 dB arttığı gözlenmiştir. Genel olarak sesin, grafikteki görsel analizi bağlamında; titreşim sayısında artış olduğu, mid ve high bölgelerinde yoğunluğun arttığı ve 200- 300 Hz arasında ise şiddetin yaklaşık -6 dB arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca 3,5- 4 kHz bölgesindeki ses şiddetinin -4 ile - 6 dB miktarında artış görülmektedir.



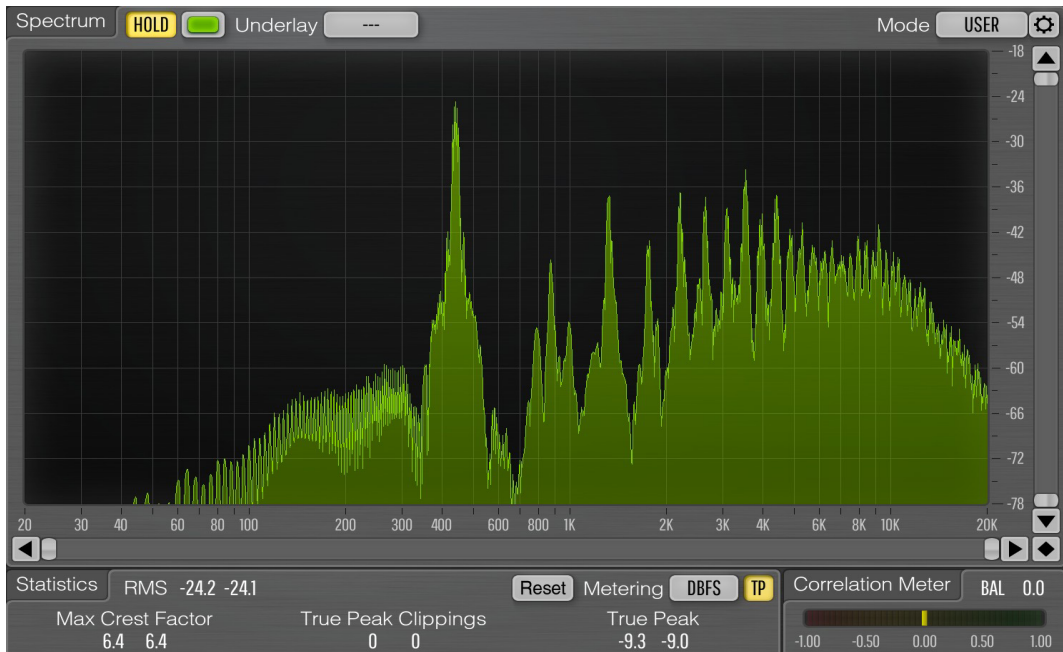
Şekil 20. LFO Depth parametresinin %50, LFO Rate parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

LFO Depth ve LFO Rate parametreleri %50 oranda açılmış ve ortaya çıkan grafik analiz edilmiştir. 442 Hz (La notası) frekansının ses şiddeti yaklaşık -10 dB artmıştır. 2 kHz ile 8 kHz frekansları arasında yoğunluğun arttığı ve ses şiddetinin yükseldiği tespit edilmiştir. 20 Hz frekansında görülen dalgalanmaların sebebinin, titreşim sayısının ve yoğunluğunun artması ile ilişkilendirilebilmektedir. Özellikle 600-700 Hz arasındaki bölgenin -66 ile -72 dB seviyelerine kadar çıktığı gözlenmektedir. Elbette Gain biriminin kullanımı kadar bir etkiye sahip olmamakla beraber, osilasyon hızının artması, titreşimi ve beraberinde sesin şiddetlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

4.3. Üçüncü Alt Problemlere İlişkin Bulgu ve Yorumlar

“Oluşturulan ses kütüphanesi baz alındığında ses sinyali üzerinde, kazanç grubu modülasyonları ne şekilde işlenmektedir?”

Pluck 3 sesinin ele alındığı, hiçbir modülasyon işlemine girmemiş hali *Şekil 21* üzerinde gösterilmiştir. Frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizinin yapıldığı grafik aşağıda verilmiştir.



Şekil 21. Pluck 3 sesinin modülasyon işlemine girmemiş hali

Şekil 23 incelendiğinde, Pluck 3 sesinin frekansının 442 Hz (La notası) olduğu ve şiddetinin -24 ile -26 dB arasında olduğu gözlemlenmiştir. Harmonik bileşenlerin yoğunluğunun 900 Hz ile 4,5 kHz aralığında daha yüksek olduğu, ancak 9-20 kHz aralığında sönümlendiği belirlenmiştir. Ayrıca, frekans spektrumunun 45-70 Hz aralığında -76 dB seviyesine kadar düştüğü tespit edilmiştir.

Aşağıda B-Keys Plug-in' i üzerindeki modülasyon birimlerinin, frekans bileşenlerine (spektrum) göre analizine yer verilmiştir. Analizler SPAN Plug-in kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve her bir modülasyon birimi için ayrı ayrı grafikler oluşturulmuştur. Grafikler, yatay ekseninde frekansın hertz (Hz) cinsinden değerlerini, dikey ekseninde ise sesin şiddetini (dB) göstermektedir. Her grafikte, modülasyon biriminin spektrumu farklı renklerle vurgulanarak gösterilmiştir.



Şekil 22. Gain parametresinin %50 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in'in Gain parametresi 8 dB açılmış, Drive parametresi ise 0 (sıfır) dB değerinde tutulmuştur. *Şekil 1* ve *Şekil 21*' de olduğu gibi frekans bölgelerinde bir değişme olmaksızın, ses şiddetinde ciddi oranda değişim tespit edilmiştir. Bas frekans bölgesinin az yoğunluklu şekilde -66 ile -72 dB değerlerde olduğu, 442 Hz (La notası) frekansının -18 dB' i geçmediği ve mid, high frekans bölgelerinin yoğunluk ve şiddetinin arttığı gözlenmiştir.

Özetle ifade etmek gerekirse, -78 dB' nin altında kalan değerlerin yükseldiği ve grafikte değerlendirilen bölgelerin de Gain parametresinin açılmasıyla şiddetinin arttığı söylenebilmektedir.



Şekil 23. Drive parametresinin %30 oranda açılmasıyla oluşan analiz grafiği

B-Keys Plug-in'in Gain ve Drive parametreleri 8 dB açılmış ve grafik analiz edilmiştir.

Şekil 23' te görüldüğü üzere, frekansların ses şiddetlerinde artış bulunmaktadır. Drive biriminin aktifleştirilmesi ile Pluck 3 sesinin harmonik bileşenlerinin arttığı ve sinyal gücündeki artış sebebi ile bir bozulmanın ortaya çıktığı söylenebilmektedir. Bas frekans bölgesindeki sinyallerin şiddetinde yaklaşık -2 dB' lik bir düşüş olduğu ancak bu frekans değerleri arasındaki dalgalanmanın arttığı görülmektedir. 4- 6 kHz frekans bölgesinde yaklaşık -10 dB miktarında bir artış görülmektedir. *Şekil 23'* e bakıldığında, daha yoğun olarak mid ve high bölgesinde bozulmaya olduğuna, grafikte verilen sinyallerin hareketlerine bakılarak ulaşılmıştır.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgu ve Yorumlar

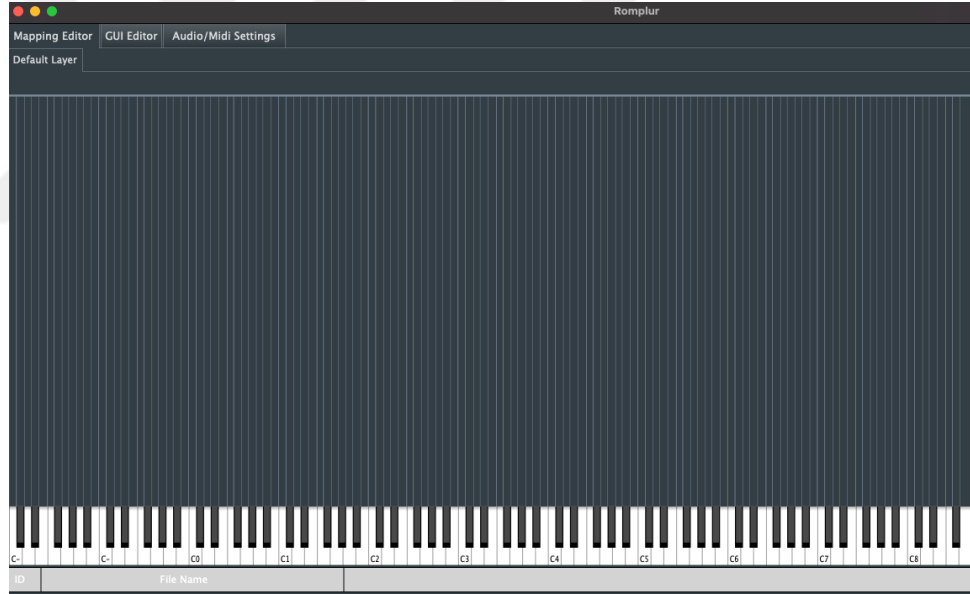
“Oluşturulan synth kütüphanesinin DAW içerisinde kullanımı ne şekilde gerçekleşmektedir?”

Aşağıda, B-Keys Plug-in' in bir DAW (Digital Audio Workstation) içerisine entegre edilmesi ve entegrasyon sonrasında kullanılması için izlenebilecek adımlarla ilgili bir taslağa yer verilmiştir.

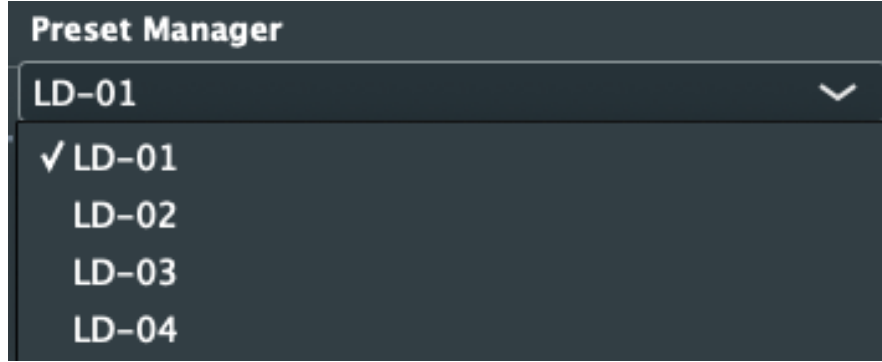
Romplur yazılımı üzerinde, modülasyon işlemlerine uğratılarak/uğratılmadan DAW içinde kullanılmaya hazır bir Plug-in haline gelebilmesi için öncelikle;

1. Romplur yazılımının içine ses sinyalleri taşınır,
2. Romplur üzerinden, oluşturulacak olan Plug-in için parametreler seçilir,
3. Seçilen parametrelerin, sinyale etki edeceği oran/miktar ayarlanır,
4. MIDI protokolü ile uyumlu çalışabilmesi ve ayrıca sample olarak kullanılabilmesi için ses aralıkları belirlenir,
5. Oluşturulan ses/sesler bir kütüphane gibi düzenlenerek sırası ayarlanır ve kategorize edilir,

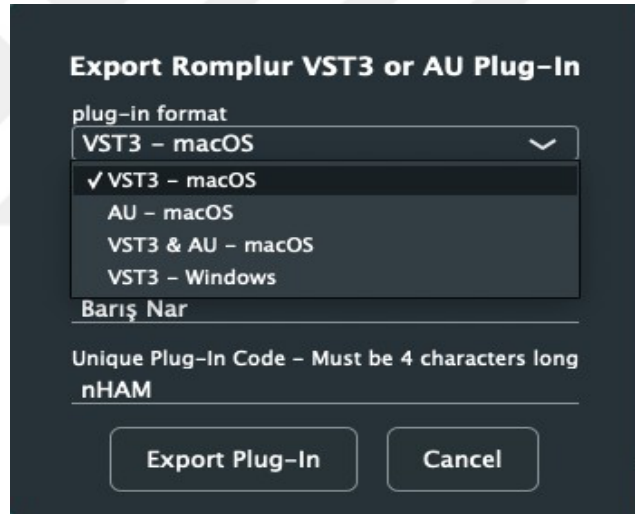
6. Aralığı ve modülasyon birimlerinin belirlendiği Romplur yazılımına ‘export’ komutu verilir,
7. Romplur üzerinden çıkarma işlemi sırasında, hangi DAW ve işletim sistemin için kullanılacağı seçilir,
8. Romplur aracılığıyla oluşturulan ses kütüphanesinin, ‘Components’ dosyaları ‘Components’ klasörüne, ‘VST 3’ dosyaları, ‘VST 3’ klasörüne atılır,
9. Son olarak DAW açılır ve ‘Ins’ bölümünden, içinde özgün synth bankası bulunan B-Keys Plug-in’ i açılarak, B-Keys Plug-in’ i kullanılmaya hazır biçimde bırakılmıştır.



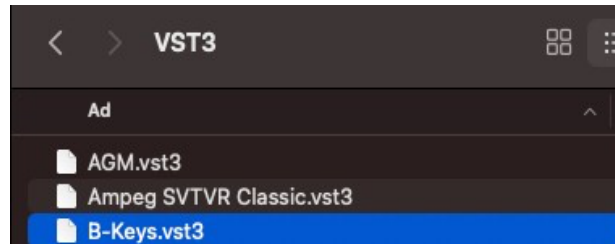
Şekil 24. 4 numaralı maddenin görsel ifadesi



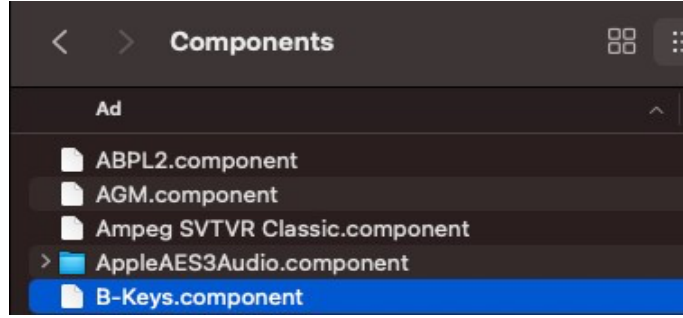
Şekil 25. 5 numaralı maddenin görsel ifadesi



Şekil 26. 7 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi



Şekil 27. 8 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi



Şekil 28. 8 numaralı maddenin görsel olarak ifadesi

Şekil 24, 25, 26, 27, 28'de görülen adımlar, Romplur yazılımından çıktı dosyalarını doğru klasörlere taşımak ve Logic Pro X'e eklentileri eklemek yapılan yöntemleri içermektedir. Bu adımlar genel olarak kabul edilen yöntemlerdir ve kullanıcıların eklentileri DAW ortamında kullanabilmesini sağlamak için uygulanmaktadır.

Daha spesifik bir şekilde ifade etmek gerekirse, doğru klasörlere taşıma işlemi için "/Library/Audio/Plug-ins/Components/" klasörüne Component dosyalarını, "/Library/Audio/Plug-ins/VST3/" klasörüne ise VST 3 dosyalarını taşınmıştır. Bu adımları takip ederek, Logic Pro X'e yeni eklentilerin eklenmesi gereken klasörlerde yer almasını sağlamıştır.

Logic Pro X'i açtıktan sonra, "Preferences" (Tercihler) seçeneği aracılığıyla "Audio Units Manager" (Audio Birimleri Yöneticisi) bölümüne geçilmiştir. Bu bölümde, yeni eklenen eklentilerin listelendiğini ve onay kutucuklarının işaretlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde Logic Pro X'in eklentileri algılayabilmesi ve kullanılabilir hale getirmesi sağlanmıştır.

B-Keys Plug-in'i başarıyla Logic Pro X içinde açılarak, bu eklentiyle bir örnek şarkı bestelenmiştir. Bu süreç, B-Keys Plug-in'in seslerini kullanarak müzik oluşturmayı ve eklentinin işlevlerini kullanmayı temsil etmektedir.



Şekil 29. B-Keys Plug-in sesleri kullanılarak oluşturulan müziğin kanal kanal gösterimi

Şekil 29'da ifade edildiği gibi, bu eser sadece B-Keys Plug-in'in seslerini kullanarak oluşturulmuştur. Bu örnek, plug-in içindeki seslerin aktif bir şekilde kullanılabildiğini ve bir DAW (Digital Audio Workstation) içinde nasıl kullanıldığını göstermektedir.

Aşağıda, oluşturulmuş olan eserin kanal numaralarına göre, B-Keys Plug-in'indeki hangi ses ile oluşturulduğuna değinilmiştir.



Şekil 30. Oluşturulan eserin birinci kanalı

B-Keys'in kütüphanesinde yer alan Drum Set seslerinin tek bir kanalda toplandığı bu eser, MIDI protokolü aracılığıyla oluşturulmuştur. Bu süreçte, DAW eklentileri veya üçüncü taraf eklentiler kullanılmamıştır. Sadece B-Keys içerisinde bulunan birimler ve bu birimlerin parametreleri kullanılarak müzik oluşturulmuştur.



Şekil 31. Oluşturulan eserin ikinci kanalı

B-Keys'in kütüphanesinde bulunan Drum sesleri arasından seçilen ‘Open Hi-hat’, MIDI protokolü aracılığıyla esere dahil edilmiştir. DAW veya üçüncü taraf eklentiler kullanılmamış, Plug-in içerisinde bulunan birimler ve parametreleri kullanılmıştır.



Şekil 32. Oluşturulan eserin üçüncü kanalı

B-Keys Plug-in'in kütüphanesindeki Bass seslerinden biri seçilerek, MIDI protokolü kullanılarak esere dahil edilmiştir. Eser içerisindeki alt frekansların vurgulanması için kullanılan bu ses, B-Keys içerisindeki mono seçeneğinin aktif edilmesiyle oluşturulmuştur. Bu sese, DAW veya üçüncü taraf eklentileri kullanılmadan sadece B-Keys Plug-in içinde bulunan birimler ve parametreler kullanılarak modülasyon işlemleri yapılmıştır.



Şekil 33. Oluşturulan eserin dördüncü kanalı

B-Keys Plug-in'in kütüphanesindeki Pad seslerinden biri seçilerek, MIDI protokolü kullanılarak esere dahil edilmiştir. Eserde baskın bir şekilde duyulmayan ancak, arka plan için son derece önemli olduğu düşünülen bu sese, DAW veya üçüncü taraf eklentileri kullanılmadan sadece B-Keys Plug-in içinde bulunan birimler ve parametreler kullanılarak modülasyon işlemleri yapılmıştır.



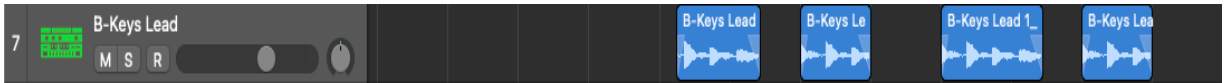
Şekil 34. Oluşturulan eserin beşinci kanalı

B-Keys Plug-in'in kütüphanesindeki Synth seslerinden biri seçilerek, MIDI protokolü kullanılarak esere dahil edilen bu ses, eserdeki ana melodilerden birisi olup, döngü şeklinde katkı sağlamaktadır. DAW veya üçüncü taraf eklentileri kullanılmadan, sadece B-Keys Plug-in'in içinde bulunan birimler ve parametreler kullanılarak modülasyon işlemleri uygulanmıştır. Bu sesin Phaser ve Distortion birimlerinde belirli oranlarda açılma yapılmıştır.



Şekil 35. Oluşturulan eserin altıncı kanalı

B-Keys'in kütüphanesinde bulunan Pluck sesleri arasından seçilen ses, MIDI protokolü aracılığıyla esere dahil edilmiştir. DAW veya üçüncü taraf eklentiler kullanılmamış, Plug-in içerisinde bulunan birimler ve parametreleri kullanılmıştır. Esere ritmik olarak dahil edilen ses, B-Keys Plug-in' in kendi Reverb ve Delay birimlerini kullanarak şekillendirilmiştir



Şekil 36. Oluşturulan eserin yedinci kanalı

B-Keys Plug-in'in kütüphanesindeki Lead seslerinden biri seçilerek, MIDI protokolü kullanılarak esere dahil edilmiştir. Eserde ana melodi ile soru- cevap şeklinde döngüye alınan bu sese, DAW veya üçüncü taraf eklentileri kullanılmadan sadece B-Keys Plug-in içinde bulunan birimler ve parametreler kullanılarak modülasyon işlemleri yapılmıştır.



Şekil 37. Oluşturulan eserin sekizinci kanalı

B-Keys Plug-in'in kütüphanesindeki FX seslerinden biri seçilerek, MIDI protokolü kullanılarak esere dahil edilen bu ses, bir dalga veya rüzgâr sesini temsil etmek amacıyla kullanılmıştır. DAW veya üçüncü taraf eklentileri kullanılmadan, sadece B-Keys Plug-in'in içinde bulunan birimler ve parametreler kullanılarak modülasyon işlemleri uygulanmıştır. B-Keys Plug-in 'de bulunan Reverb ve Delay efektleri kullanılmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1 Sonuç

Bu çalışmada, B-Keys Plug-in'i üzerinde bulunan parametreler sırasıyla incelenmiştir. Bu bağlamda ses sinyali üzerine uygulanan zaman-efekt grubu, LFO grubu ve kazanç grubu modülasyonları, sesin nasıl değiştiğini ve kaynak sese kıyasla hangi farklılıkları ortaya çıkardığını incelemek amacıyla araştırılmıştır. Bu işlemler sonucunda oluşturulan synth kütüphanesi, DAW içerisinde kullanılarak bir eser ortaya konmuştur.

Zaman-efekt grubu içerisinde bulunan Chorus, Phaser, Delay, Reverb, LP ve HP parametreleri ile sırasıyla modüle edilen kaynak ses;

- Chorus efektinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin harmoniklerinde bir artış gözlenmiştir. Özellikle orta tiz ve tiz frekans değerlerindeki artış, kaynak sesin üst harmoniklerinin çoğalmasıyla doğru orantılı olarak gerçekleşmiştir.
- Phaser efektinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin fazlarında kayma meydana geldiği görülmüştür. Frekans aralıklarında yapılan ciddi oranda değişiklikler ve aynı zamanda Freq parametresinin de %50 oranında açılmasıyla birlikte sesin karakteristik özelliğinin değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir.
- Delay efektinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin zaman içinde tekrarlandığı gözlenmiştir. Yankıya benzer etkiye sahip bir efekt olarak kullanılan Delay efekti, sesin ritmik olarak tekrarlanmasını sağlamaktadır. Time parametresinin de %50 oranında açılması, tekrar sayısındaki artışa etki etmekle beraber, kaynak sesin içerisindeki ritmik çarpımların artmasına sebep olmuştur.
- Reverb efektinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin tiz harmoniklerinde artış meydana geldiği görülmüştür. Kaynak ses ile modüle edilmiş ses arasındaki en belirgin farklar, üst tiz frekans bölgesindeki ses şiddetinin artması ve tiz bölgesindeki harmonik değerlerin yoğunlaşması olarak söylenebilmektedir.

- Low-Pass parametresinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin yüksek frekanslarının kısıtlandığı gözlenmiştir. Sesin parlaklığı gibi karakteristik özelliklerinde değişimler görülmüştür ve alt frekansların geçmesine izin verilmiş ayrıca sesin daha sıcak daha dolgun bir duyuma sahip olmasını sağlamıştır.
- High-Pass parametresinin %50 oranında açılmasıyla, kaynak sesin alt frekanslarının kısıtlandığı gözlenmiştir. Belirli bir kesme frekansı altındaki düşük frekanslı bileşenler engellenmiş ve grafikte görülmüştür. Sesin bas frekanslarındaki yoğunluğu azalmış, üst frekans bölgesinde yoğunluğu artmıştır.

LFO grubu içerisinde bulunan Depth ve Rate parametreleri ile sırasıyla modüle edilen kaynak ses;

- Depth parametresinin %50 oranında açılmasıyla, üst tiz frekans bölgesinde yoğunluğun arttığı ve diğer efekt birimleri ile kombine olarak açılması halinde grafik üzerinde daha belirgin değişikliklere yol açtığı söylenebilmektedir.
- Rate parametresinin %50 oranında açılmasıyla, Depth parametresine bağlı olarak bir değişkenlik gösterebilmektedir. Grafik yorumlandığında ise ciddi farkların görülmediği ve Rate parametresi ile ilgili verilerin, Depth parametresi ile birlikte kullanıldığında zaman gözlenebileceği vurgulanmaktadır.

Kazanç grubu içerisinde bulunan Gain ve Drive parametreleri ile sırasıyla modüle edilen kaynak ses;

- Gain parametresinin açılmasıyla beraber, ses şiddetindeki artış ile dikkat çekmiştir. Frekans bölgelerinde bir değişim gözlenmemiştir. Ancak buna karşı olarak yüksek şiddetli bölgenin daha da yükseldiği görülmüştür.
- Drive parametresinin açılmasıyla, harmonik bileşenlerde artış görülmüştür. Frekans değerlerinin daha sıklaştığı ve en yüksek nokta ile en düşük nokta arasındaki ses şiddetinin azaldığı gözlenmiştir.

Bu araştırma, Romplur yazılımını kullanarak özgün bir synth kütüphanesi oluşturmak için izlenen yol hakkında teknik detayları göstermektedir. Kavramsal çerçeve bölümü, elektronik müziğin tarihini ve geçirdiği evreleri anlatarak günümüze kadar olan serüveni açıklamaktadır. Bu çalışma aynı zamanda modülasyon tekniğinin kaynak (ham) seste nasıl değişikliklere yol açtığını da ortaya koymaktadır. Tüm bu modülasyon işlemleri ile kaynak sesin ne şekilde değiştiği spektrum analizi aracılığıyla gözlenmiştir. B-Keys Plug-in üzerinde modülasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve her bir parametrenin özgün olarak ms (milisaniye) cinsinden ayarlanması, oluşturulan kütüphaneyi özgün hale getirmiştir.

5.2 Öneriler

- B-Keys Plug-in için Daha Özelleştirilebilir Bir Arayüz Geliştirilmesi:

Oluşturulan synth kütüphanesinin yer aldığı B-Keys Plug-in için kullanıcıların daha fazla özelleştirme imkânı sunan bir arayüz geliştirilebilir. Bu, kullanıcıların seslerin parametrelerini daha detaylı bir şekilde ayarlamasını ve istedikleri sesleri oluşturmasını sağlar.

- Diğer DAW Programları ile Entegrasyon Performansının Arttırılması: B-Keys

Plug-in'in diğer DAW programlarıyla entegrasyonu için performansın arttırılması önemlidir. Bu, Plug-in'in stabilitesini ve uyumluluğunu geliştirmeyi içerir. Farklı DAW sistemleriyle daha sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi ve projeler arasında daha kolay bir şekilde taşınabilmesi için uyumlu bir yapı oluşturulmalıdır.

- Etnik ve Otantik Enstrümanların Doğal Yapısını Bozmadan Çalınabilen

Arayüzün Geliştirilmesi: Klasik batı armonisinin dışında, etnik ve otantik enstrümanların doğal yapılarını bozmadan kaynak ses yapılarıyla modüle edilebilecek bir arayüz geliştirilebilmesi ve bu kullanıcılara farklı kültürlerin enstrümanlarına armonik erişimlerini sağlayarak müzikal çeşitliliği arttırabilir.

- Kütüphane Sayısı ve İçeriğinin Artırılması: Mevcut yöntemler kullanılarak, oluşturulan kütüphane sayısı ve içeriği genişletilebilir. Bu, kullanıcılara daha fazla seçenek sunar ve farklı tarzlarda eserler oluşturma imkânı sağlar.



KAYNAKLAR

Afyonluoğlu, Mustafa. (2020). *Gelecek Vaat Eden Programlama Dilleri Teknik Analiz ve Raporu*. Türkiye Bilişim Derneği.

Ar, Erkan Zeki., Akbulut, Ceylan. (2021). *Müzik Prodüksiyonu Tarihi Üzerine Genel Bir Bakış*. Journal Of Social And Humanities Science Research.

Başer, Nuri Erkin. (2011). *I. Sanayi Devriminde Teknolojik Gelişmenin Rolü*.

Burgess, Richard James. (2014). *The History of Music Production*. Oxford University Press.

Büyüköztürk, Şener., Kılıç Çakmak, Ebru., Akgün, Özcan Erkan., Karadeniz, Şirin., Demirel, Funda. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi Yayıncılık.

Cage, J. (1967). *M: Writings '67-72'*. Wesleyan University Press.

Canyakan, Seyhan. (2013). *Profesyonel Müzik Kayıtlarında Perde Doğrulamanın Performansa Yönelik Etkileri*. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Canyakan, Seyhan. (2017). *Ses Tarihi: Audio Özelinde Müzik Teknolojisi ve Kökeni*. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi.

Deutsch, Herbert A. (1976). *Synthesis: An Introduction to the History, Theory, & Practice of Electronic Music*. Alfred Publishing.

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi.

Dolson, Mark. (1986). *The Phase Vocoder: A Tutorial*. The MIT Press.

Edison, T., E. (1878). *Phonograph or Speaking Machine*. Patent No: 200,521.

Emmerson, Simon., Smalley, Denis. (2001). *“Electro-Acoustic Music”, The New Grove Dictionary Of Music And Musician*. Macmillan Publishers Limited

Gravitas Create. *A Complete Guide to Serum*.

Erişim: 12.04.2023, <https://gravitascreate.com/serum-vst/>

Guy, J. Percival. (1958). *How To Get the Best Out of Your Tape Recorder*.

Holmes, Thom. (2008). *Electronic and Experimental Music; Technology, Music and Culture*. Taylor & Francis e-Library.

Horn, D., T. (1987). *Oscillators Simplified With 61 Projects*. TAB Books Inc.

Horn, Delton T. (1984). *Music Synthesizers A Manual of Design & Construction*.

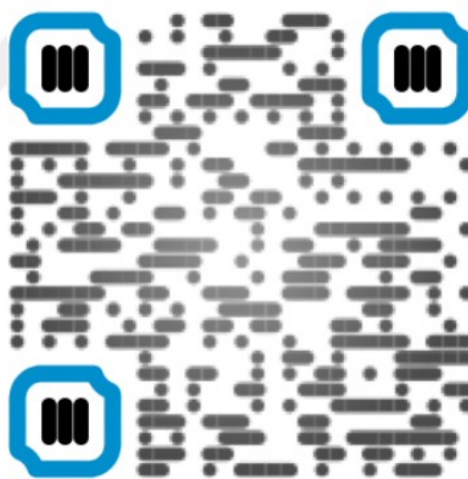
- İlyasoğlu, Evin. (2009). *Zaman İçinde Müzik*. Yapı Kredi Yayınları.
- Kırdar, Y., Konuk, E. (2023). *Dijital Teknoloji Çağında Müzik*. Journal of Awareness.
- Kızılkaya, Nehir. (2011). *Müzik Sanatının Bilişim Yolculuğu*. AkademikBilişim'11-XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri.
- Kinnear, M. (1994). *The Gramophone Company's*. The Gramophone and Typewriter Ltd, in Indian and London.
- Lézin, Waldton André. (2020). *The Effects of Distortion*. Lulea University of Technology Department of Arts, Communication and Education.
- Malm, W., P. (1990). *Japanese Music and Musical Instruments*. Tuttle Publishing.
- Manning, Peter. (2004). *Electronic and Computer Music*. Oxford University
- Millard, Esin de Thorpe. (2013). *Elektronik Müziğin Gelişiminde Theremin'in Önemi*. E.Ü Devlet Türk Musikisi Konservatuvarı Dergisi.
- Mimaroğlu, İlhan. (1995). *Müzik Tarihi*. Varlık Yayınları.
- Moog, Robert. (1964). *Moog Modular Audio Synthesizer*.
- Moore, F. Richard. (1996). *Dreams of Computer Music: Then and Now* *Computer Music Journal*. USA, The MIT Press.
- Norman Price Press.
- Nort, D., V. (2006). *Noise/Music and Representation Systems*. Cambridge University Press.
- Önen, U. (2007). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri*. Çitlembik Yayınları.
- Önen, U. (2016). *Miks Üzerine*. Çitlembik Yayınları.
- Önen, U., Pasinlioğlu, T. (2017). *Synthesizer Teknolojileri ve Programlama*. Çitlembik Yayınları.
- Özcan, Yalın Deniz. (2020). *2000 Sonrası Türkiye'de Elektronik Müzik Scene*. İstanbul Teknik Üniversitesi Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı Müzikoloji Bölümü, Bitirme Tasarım Projesi.
- Özdemir, M. (2007). *AB Sürecinde Müzik Eğitiminde Bilgisayar İle Öğretim Teknolojileri*. 1. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitim Sempozyumu.
- Özsoy, Koray., Aksoy, Bekir., İnan, Seyit Ahmet. (2019). *Mikrodenetleyiciler ve Programlama*. İksad Publishing House.
- Pinch, T., Trocco, F. (2002). *The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Harvard University Press.
- Press.
- Say, Ahmet. (1997). *Müzik Tarihi*. Müzik Ansiklopedisi Yayınları.

- Say, Ahmet. (2005). *Müzik Ansiklopedisi*. Müzik Ansiklopedisi Yayınları.
- Schaeffer, P. (1953). *Towards an Experimental Music*. Oxford University Press.
- Shih, A., J. (2011). *Influence of the Phonograph on Music, Culture, and History*. Musicology/University of Michigan.
- TAB Books.
- Truax, B. (2008). *Organised Sound*. Cambridge University Press.
- Truax, Barry. (1992). *Electroacoustic Music and the Soundscape: The Inner and Outer World*. Companion to Contemporary Musical Thought Vol. 1, J. Paynter, T. Howell, R. Orton & P. Seymour, London.
- Welch, W., L. (1976). *From Tin Foil Stereo: Evolution of the Phonograph*. Howard W. Sams; 2nd Edition.
- Yener, Serhat. (2005). *Müzik Eğitiminde Bilgisayar Teknolojisi*. I. Ulusal Müzik Eğitimi Sempozyumu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

EKLER

EKLER- 1: QR KOD

B-Keys Plug-in' i ile oluşturulmuş ve kendi içerisinde bulunan seslerin kullanılmasıyla oluşturulan örnek çalışma aşağıdaki kare kodun (QR) okutulmasıyla açılmaktadır. Kaydedilen örnek çalışmadan elde edilen bulgular ve buna bağlı olarak yorumlar yapılmıştır. Bu bulgu ve yorumlara, dördüncü bölümün dördüncü alt başlığında yer verilmiştir.



EKLER- 3: ETİK BEYANI

Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu Tezde

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu Tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir Tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

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

Bariş NAR
(imza)

EK-4: TEZ ORJİNALLIK RAPORU
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Güzel Sanatlar Enstitüsü

Tez Başlığı: Modüslayon Tekniği Bağlamında Özgün Bir Synthesizer Kütüphanesinin Oluşturulması

Yukarıda başlığı verilen Tezimin tamamı Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile Tez Danışmanım tarafından kontrol edilmiştir. (Tez 106, Tez 206, Tez 010 Formları) Kontrol sonucunda (kaynakça hariç) aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Raporlama Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı (%)	Gönderim Numarası
22/06/2023	116	19,409	22/06/2023	%3	2116718725

Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

(Tarih: 22/06/2023)

İmza
Barış NAR

Öğrenci No: 202153011004

Anasanat Dalı: Müzik

Program (İşaretleyiniz)

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
X			

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU

(İmza)

EK-4: Master's/Proficiency in Art/PhD
Thesis/ Art Work Report Originality Report
AKDENİZ UNIVERSITY
Institute of FineArts

Title: Creating an Original Synthesizer Library in the Context of Modulation Techniques

The whole thesis/art work report is checked by my supervisor, using Turnitin plagiarism detection software taking into consideration the below mentioned filtering options. (Tez 106, Tez 206, Tez 010 Forms) According to the originality report, obtained data are as follows.(Bibliography excluded)

Date Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index (%)	Submission ID
22/06/2023	116	19,409	22/06/2023	%3	2116718725

I declare that I have carefully read the Akdeniz University Institute of Fine Arts Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations, I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge. I respectfully submit this for approval. (22/06/2023)

Student No.: 202153011004

Department: Music

Program/Degree (please mark):

Signature
Barış NAR

Master's	Proficiency in Art	PhD	Integrated Phd
X			

SUPERVISOR APPROVAL

APPROVED.

Prof. Dr. Hasan ARAPGİRLİOĞLU

(İmza)

EK-2: YAYIMLAMA VE FİKRÎ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Akdeniz Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalara (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan, telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)

☐ Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. (2)

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

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

(İMZA)

Barış NAR

*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine Enstitü Yönetim Kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmasını ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve Enstitü Anabilim Dalının uygun görüşü üzerine Enstitü Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan iş birliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile Enstitünün uygun görüşü üzerine Üniversite Yönetim Kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince Enstitü tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

Tez Danışmanının önerisi ve Enstitü Anabilim/Anasanat Dalının uygun görüşü üzerine Enstitü Yönetim Kurulu tarafından karar verilir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Barış	Uyruğu	
Soyadı	Nar	Tel no	
Doğum tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise		
Lisans		
Yüksek Lisans		
Doktora		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar-Ödüller:**Yayınlar ve Bildiriler:**