

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**EŞİT BÖLÜNMÜŞ TAMPERE DÜZEN DIŞINDAKİ SES  
SİSTEMLERİ İÇİN DOKU MODELLERİ  
YENİ BİR REPERTUAR VE ESTETİK ÖNERİSİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ŞEBNEM AKTEN**

**İSTANBUL, 2018**



**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ SES TEKNOLOJİLERİ**  
**TÜRKÇE TEZLİ CAZ**

**EŞİT BÖLÜNMÜŞ TAMPERE DÜZEN DIŞINDAKİ  
SES SİSTEMLERİ İÇİN DOKU MODELLERİ YENİ  
BİR REPERTUAR VE ESTETİK ÖNERİSİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**ŞEBNEM AKTEN**

**Tez Danışmanı: PROF. DR. H. ALPER MARAL**

**İSTANBUL,2018**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**SES TEKNOLOJİLERİ TÜRKÇE TEZLİ CAZ**

Tezin Adı: Eşit bölünmüş tampere düzen dışındaki ses sistemleri için doku modelleri. Yeni bir repertuar ve estetik önerisi  
Öğrencinin Adı Soyadı: Şebnem Akten  
Tez Savunma Tarihi: 14.08.2018

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

İmza  
Dr. Öğr. Üyesi Yücel Batu SALMAN  
Enstitü Müdürü

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

İmza  
Yeşim Pekiner  
Program Koordinatörü

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

\_\_\_\_\_ Jüri Üyeleri \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ İmzalar \_\_\_\_\_

Tez Danışmanı

-----

Prof. Dr. H. Alper MARAL

Üye

-----

Dr. Öğr. Üyesi Yahya Burak TAMER

Üye

-----

Doç. Dr. Can Karadoğan

## ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Antik Çağ'dan günümüze farklı ses sistemlerinin ve hesaplamalarının Caz Müziği'nin armonik ve form yapısı ile bestelenmiş, çok sesli müziklere ne şekilde katkısı olabileceği incelenmiştir.

Bir buçuk yıldır araştırma yaptığım bu konuda bana her zaman güç veren, emeğimi destekleyen, tezin her aşamasında bilgisini ve tecrübesini paylaşmayı eksik etmeyen, saygıdeğer Tez Danışman'ım, hocam Sn. Prof. Dr. H. Alper Maral'a başta olmak üzere, konulara hakim olmamı kolaylaştıran ve ses sistemleri ile ilgili sorularımı tüm sabrıyla cevaplayan Sn. Doç. Dr. M. Kemal Karaosmanoğlu'na, frekans ve ses dalgası konusunda beni aydınlatan Sn. Prof. Dr. Metin Arık'a, caz müziği ile tanışmama vesile olan ve kendisinden çok şey öğrendiğim çok değerli öğretmenim piyanist Sn. Nilüfer Verdi'ye, son derece öğretici ve açıklayıcı tavrıyla kompozisyon ve çalgı konusunda gelişmeme yardımcı olan Sn. Baki Duyarlar'a, okuldaki dersleri sayesinde bakış açımı genişleten Sn. Şevket Akıncı'ya, ve Sn. Başak Yavuz'a, yüksek lisansa başlarken beni sonsuz cesaretlendiren program direktörümüz Sn. Yeşim Pekiner'e, armoni ve kompozisyon ile tanışmamda önemli rolü olan Sn. Dr. İlke Karcılıoğlu'na, kayıtlarımı gerçekleştirmemde büyük emeği geçen değerli Halil İbrahim Işık ve Egemen Özkasnaklı'ya teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

### EŞİT ARALIKLI TAMPERE DÜZEN DIŞINDAKİ SES SİSTEMLERİ İÇİN DOKU MODELLERİ YENİ BİR REPERTUAR VE ESTETİK ÖNERİSİ

Şebnem Akten

Ses Teknolojileri Türkçe Tezli Caz

Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Alper MARAL

Ağustos 2018, 54 sayfa

Bu çalışmada, tampere düzen dışındaki ses sistemlerinin melodi ve akor kurulumunda yer alması ile birlikte caz müziğinin içinde kullanımı hedeflenmiştir.

Ses sistemlerini oluşturan temel kaynak selenler veya armoniklerdir. İşitilen her ses içinde temel ses ile birlikte doğuşkanlarını da barındırmaktadır. Ses dalgaları sayesinde titreşen cismin saniyedeki devir hızı olan frekansı sent ve koma değerleri ile ilişkilendirilerek, tam tınısal düzende bunun örneklerini sunmuş icracıların, bestecilerin fikirleri ve eserleri incelenmiştir.

Fizik ve Matematik, bilimsel olarak ses sistemlerinin oluşmasında ana rol oynamıştır. Antik Çağ'dan bugüne uygulamaları gerçekleştirilmiş ses sistemleri ve tam tınısal düzenin oluşmasına ve gelişmesine fayda sağlayan süreç tarihsel olarak irdelenmiş, eşit aralıklı tampere sistem ile karşılaştırılması yapılmıştır. Pisagor ve Harry Partch başta olmak üzere ses sistemlerinde matematiksel hesaplamalara değinilmiş, her ne kadar akustik müzik aletlerinin kullanımı yaygınlaşmamış olsa da bu hesaplamaların caz müziğinin içinde kullanılarak, tampere düzen dışındaki çok sesli müzik örgüsüne katkı sağlaması hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ses Sistemleri, Selenler, Harry Partch, Tam Tınısal Düzen, Eşit Aralıklı Tampere Düzen.

## **ABSTRACT**

### **TISSUE MODELS FOR SOUND SYSTEMS EXCEPT NON EQUAL TEMPERAMENT A NEW REPERTOIRE AND AESTHETICS PROPOSAL**

**AKTEN**

**JAZZ PROGRAM**

**Name Of The Supervisor: Prof. Dr. H. Alper MARAL**

**August,2018 54 pages**

This study aims the use of sound systems with melody and chord progression in Jazz Music except equal temperaments.

The harmonics are fundamentals of the sound systems. Every sound that be heard, contains the basic sound and overtones. The number of vibrations which the particles of a sounding body performs in one second of time, called frequency is tied to comas and cents, non tempered systems and just intonation subjects are studied as examples by composers and performers along with their ideas and works.

Physics and Mathematics has taken the major role in shaping sound systems scientifically. The sound systems and the process which lead to the creation of just intonation order from ancient times to now is studied and is compared to equal temperament. Particularly, Pisagor and Harry Partch and the mathematical calculations in sound systems are studied although the use of acoustic instruments were not so common, aimed to use these calculations in Jazz music and aimed the contribute to the polyphonic musical patterns except equal temperament.

**Keywords:** Sound Systems, Harmonics, Harry Partch, Just Intonation, Equal Temperament.

## İÇİNDEKİLER

TABLOLAR.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1 ANTİK DÖNEMDEN 19. YÜZYILA KADAR KULLANILAN TAM TINISAL DÜZENİN OLUŞMASINA IŞIK TUTAN SES SİSTEMLERİ.....	4
2.1.1 Antik Çin.....	4
2.1.1.1 Ling Lun ve Lüs ile oluşturduğu ses dizisi.....	4
2.1.2 Antik Yunan.....	6
2.1.2.1 Phytagoras (Pisagor)'un mükemmel beşliler üzerine kurduğu ses sistemi.....	6
2.1.2.2 Philolaus ve Archytas'ın Pisagor teoremlerine ilişkin geliştirdiği hesaplamalar.....	10
2.1.2.3 Ptolemy (Batlamyus) ve 5. armonik üzerine inşa edilen ses dizisi.....	12
2.1.3 İngiltere.....	12
2.1.3.1 13. Yüzyıl Walter Odington.....	12
2.1.4 16-17. Yüzyıl İtalya.....	14
2.1.4.1 Don Nicola Vicentino ve 31 perdeli ses sistemi.....	14
2.1.4.2 Pietro Aaron (Aron) ve araton (meantone/regular) tamperamanı.....	18



### 2.1.4.3 Gioseffo Zarlino ses sisteminde 5. armoniğin

etkisi.....20

2.1.5 16.Yüzyıl İspanya.....23

2.1.5.1 Francisco Salinas ve triton aralığını mükemmelleştirme  
çabası.....23

2.1.6 16-17.Yüzyıl Fransa.....24

2.1.6.1 Marin Mersenne ve Jean-Philippe Rameau.....24

2.1.7 16. Yüzyıl Çin..... 27

2.1.7.1 Zhu Zai-Yu..... 27

2.1.8 17-19. Yüzyıl Almanya.....30

2.1.8.1 Gottfried Silbermann'ın araton tamperamanına 1/6  
komalık yaklaşımı.....30

2.1.8.2 Hermann von Helmholtz.....32

2.2 EŞİT ARALIKLI TAMPERAMAN İLE DİĞER BAZI TAMPERE  
SİSTEMLERİN ŞEMATİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI.....33

2.3 TAM TINISAL DÜZEN (JUST INTONATION) .....36

2.3.1 Ivan Wyschnegradsky.....36

2.3.2 Alois Haba.....38

2.3.3 Harry Partch.....39

2.3.4 John Cage ve “Batı Müziği” tampere sistemine kontrast  
ses arayışları.....44

2.3.5 Lou Harrison.....46

2.3.6 Ben Johnston ve Extended Intonation kavramı.....47

<b>3.VERİ VE YÖNTEM.....</b>	<b>49</b>
<b>4.BULGULAR.....</b>	<b>50</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>52</b>
<b>6. SONUÇ.....</b>	<b>53</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>55</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>59</b>
<b>Ek A. 1 Sim adlı parça.....</b>	<b>60</b>
<b>Ek A.2 Sis adlı parça.....</b>	<b>67</b>



## TABLolar

Tablo 2.1: Pisagor Ses Sistemi C majör Gamı üzerinde bağıl frekans oranları.....	8
Tablo 2.2: Batlamyus majör ses dizisi bağıl frekans oranlar.....	12
Tablo 2.3: C majör ses dizisi üzerinde bağıl frekans oranları.....	20
Tablo 2.4: Zarlino'nun 16 perdeli ses dizisi.....	21
Tablo 2.5: Rameau'nun kullandığı araton tamperamanındaki C perdesi üzerinden kurulmuş ses dizisinde perdelerin arasındaki frekans oranları.....	27
Tablo 2.6: Lou Harrison'un Cembalo A minor Sonatı için kullandığı tamperamanın sent ve frekans değerleri.....	48

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Lüs'ün sembolik çizimi ve seslerin Çin'ce karşılıkları.....	6
Şekil 2.2: Tetraktys.....	7
Şekil 2.3: Pisagor'un tek telli monochord enstrümanı.....	7
Şekil 2.4: Pisagor'un beşliler spirali.....	9
Şekil 2.5: Odington <i>hexachordlar</i> 'dan oluşan solmizasyon tablosu.....	14
Şekil 2.6: 16. Yüzyıl notasyonuna göre Soave Dolc'ardore Madrigali .....	15
Şekil 2.7: Soave Dolc'ardore adlı eserin 1. Kısmının modern notasyon ile Transkripsiyonu.....	16
Şekil 2.8: Vicentino, C sesinden başlayan bir oktavda 31perdeli Ses Dizisi.....	17
Şekil 2.9: C üzerinden tonların beş değişik şekilde I.-III.-V. dereceleri.....	18
Şekil 2.10: Aron tamperamanına göre sent değerleri.....	19
Şekil 2.11: Zarlino'nun bir oktavdaki armonik bölünmeyi şemasal olarak tarifi .....	21
Şekil 2.12: Tamperaman şekillerinin sent cinsinden eşit tampere sistem ve araton tamperaman ile karşılaştırılması.....	24
Şekil 2.13: Mersenne 'in Lut için önerdiği kromatik ses dizisi ve perdelerinin sent değerleri.....	25
Şekil 2.14: Rameau'nun <i>Treatise on Harmony</i> adlı kitabından alıntı disonant aralıkların bağıl frekans oranları .....	26
Şekil 2.15: Rameau beşli çemberi.....	27
Şekil 2.16: Zhu Zai-Yu'nun 750 ve 749 metodu karşılaştırmasında perdelere göre tel Uzunlukları.....	29
Şekil 2.17: Silbermann beşli çemberi I .....	30
Şekil 2.18: Silbermann'ın araton tamperamanı için örnek teşkil eden beşli çemberi II.....	31
Şekil 2.19: Genlikleri aynı frekansları birbirine yakın iki ses dalgası.....	32

Şekil 2.20: Pisagor tamperamanı ve eşit tamperamana ait beşli çemberi.....	33
Şekil 2.21: Bazı tamperaman çeşitlerinin beşli aralıklara yedirim çeşitleri.....	34
Şekil 2.22: Tampere sistemlerin, eşit aralıklı tampere sisteme göre C perdesi üzerinde Hertz cinsinden karşılaştırılması.....	35
Şekil 2.23: Wyschnegradsky Opus 46 a Composition I.....	37
Şekil 2.24: Alois Haba-Ivan Wyschnegradsky 'nin çeyrek perdeli ses sistemlerinde kullandıkları alterasyon işaretleri.....	38
Şekil 2.25: Chromelodeon I, bir oktavı 43 tona bölebilen tuşlu bir çalgı.....	39
Şekil 2.26: Diamond Marimba, bir oktavda 29 ses aralığı olan <i>tonality diamond</i> kavramından esinlenilmiş bir enstrüman .....	40
Şekil 2. 27: Mazda Marimba, üzerinde 24 adet ışık küresinden oluşmakta ve lastik bir tokmakla çalınmaktadır.....	40
Şekil 2.28: Zymo-Xyl.....	41
Şekil 2.29: 5-limitli bir tonality diamond şablonu.....	42
Şekil 2.30: Partch'ın alt ve üst armoniklerin 11 limite göre porte üzerinde gösterilmesi .....	4
Şekil 2.31: Partch'ın 43 perdeli ses sistemindeki seslerin sent ve frekans oranı cinsinden değerleri.....	44
Şekil 2.32: Johnston'a ait gamların frekans oranlarını oluşturduğu bir çalışma kağıdı.....	58
Şekil 4.1: Blue Skies.....	52

## 1.GİRİŞ

Ses, tanımlaması en zor kavramlardan biridir. Fiziksel olarak ele alındığında, herhangi bir ortamı oluşturan moleküller üzerinden yayılan titreşimlerin yer değişim hareketi olarak tanımlanabilir. Doğadaki tüm sesler aslında kompozit bileşekelerdir: Temel ses (*fundamental*) birlikte doğuşkanlarını<sup>1</sup> da (*harmonics*) içinde farklı şiddetlerde barındıran tüm sesler, ses dalgaları olarak tanımlanan enerji öbekleri sayesinde taşınır ve bu enerji değişimlerine duyarlı alıcı ortamlarda dekode edilerek işitilir. İnsan beyninde gerçekleşen bu kompleks "yorumlama" sürecinin mekaniği bu çalışmanın kapsam ve amacını çok aşacağından, bu alanda birçok nitelikli kaynağa işaret etmek yerinde olur.

Sözü geçen titreşimlerin periyodik bir doğada olmaları, sesin ölçülebilir bir öge olan frekanslar üzerinden tanımlanmasını; işitme sisteminde de seslerin gene bu frekanslar üzerinden ayırt edilmesini olanaklı kılar. Frekans, ses üreten herhangi bir cismin bir zaman biriminde oluşturduğu titreşimlerdir (zaman birimi olarak saniye kullanımı alışlagelmiştir) ve Hertz (Hz) birimi ile ifade edilir. (Helmholtz 1895, s. 11) Bu süreç kabaca özetlenecek olursa: Frekanslar yükselip düştükçe iç kulaktaki dalga boyları da değişiklik gösterir. Farklı dalga boylarının oluşturduğu rezonanslar beynin ilgili bölgelerine cılız elektrik sinyalleri olarak ulaştırılır. Düşük frekanslı sesler kulak zarının esnek kısımlarını; yüksek frekanslı sesler kulak zarının oval pencereye yakın yerlerini uyarır. Kulaktaki sinir hücreleri, beyinde hangi ve neredeki nöronları harekete geçirdiyse algılanan seslerin yarattığı duyular bunlara koşut farklılıklar gösterir. (Wood 2013, s. 125)

Antik çağdan bugüne önce salt duyum/beğeni üzerinden görelî olarak; hemen ardından da aritmetik temelli farklı hesaplamalar sonucu tespit edilmiş aralıklar üzerine kurulu birçok ses sistemi yaratılmıştır. Örneğin, iki tel uzunluğunun birbirine oranı ile bulunan bağıl frekanslara (Zeren 2008, s. 5) göre ses dizileri yaratılmıştır. Ses frekansının, sesi veren tel boyuna oranı bağıl boy, frekans oranı ise bağıl frekans olarak ifade edilir.

---

<sup>1</sup> Literatürde temel ses frekansının dışındaki temel frekansın ürettiği ses frekanslarıdır.

Oluşturulan her ses sistemi kendi döneminde bir yenilik olduğundan büyük ilgi uyandırmış ve bir sonraki ses sistemi için referans olmuştur.

Tamperaman, *Düzenli(ara ton)* ve *Düzensiz(uygun)* tamperaman olarak ikiye ayrılmaktadır. Araton tamperamanları, Haendel ve Bach döneminde yaklaşık 200 yıl boyunca orgların akort sisteminde kullanılmıştır. Milattan önce 6. Yüzyılda yaşamış olan Pisagor'un oluşturduğu oktav beşli aralıklara dayanan ses sistemi tampere sistemin temellerini oluşturmaktadır. Pisagor Sistemi, ezgi ağırlıklı müziklerde yaygın olarak tercih edilmiş, ezgi ağırlıklı müzikten armoni ağırlıklı müziğe geçiş yapıldığında Pisagor sistemi yetersiz kalmış Zarlıno Sistemi kullanılmıştır. (Barbour 2004, s.46-70) Eşit aralıklı tampere sistem, bir sekizlinin on iki eşit aralığa bölünmüş, tanımlanmış tüm seslerine modülasyon uygulanabilir bir ses düzenidir.

Kuijken (2013) tamperamanın öznel olduğuna değinmiştir. Kuijken'e göre tamperamanlar, problemler için geliştirilmiş pratik çözümlerdir. Her akort sisteminin ayrı karakteristik özelliği, ses aralıklarına göre ifade vasıfları bulunmaktadır. Eşit tamperamanlı ses düzeninde her tonda ortaya çıkan farklılık modülasyona uygun olması sebebiyle yok olmaktadır. Romantik dönem bestecilerinden Franz Liszt, tampere sistemin cennetin mutluluğunu ifade etmeye yetersiz kaldığını öne sürerek, Dante Senfonisi'ni iki bölüm ile sınırlandırmıştır. (Busoni 2010, s.46)

Antik Çağ'dan Rönesans Dönemine dek birçok ses sistemi kullanılmış, bunların birbirleriyle mukayesesi neticesinde ağırlık kazanan tercihler doğrultusunda, yavaş yavaş *just intonation*<sup>2</sup> olarak adlandırılacak ses sistemine doğru evrilen bir yaklaşım şekillenmiştir. Bu ifade, temel sesin kendisi, alt ve üst doğuşkanlarına ve Harry Partch'ın oluşturduğu *limit*<sup>3</sup> kavramına dayanmaktadır.

Harry Partch, 1821-1894 yılları arasında yaşamış Alman Hermann Von Helmholtz 'un tam tınısal düzen üzerine yaptığı çalışmaların sonucu olan, Alexander J. Ellis tarafından İngilizce 'ye *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music* olarak tercüme edilmiş olan *Die Lehre Von Den Tonempfindungen als Physiologische*

---

<sup>2</sup>Just intonation kavramı için, M. Kemal Karaosmanoğlu'nun Müzik Aritmetiği ve Ses Sistemleri kitabında da yer alan "tam tınısal düzen" veya "tam tınılama sistemi" ifadesi kullanılacaktır.

<sup>3</sup> Limit Kavramı, Harry Partch'ın Genesis of a Music kitabında Harry Partch tarafından tanımlanmış, aralıkların sınırlandırılması için kullanılmış bir ifadedir. Tezin ilerleyen kısımlarında limit kavramı detaylı olarak açıklanacaktır.

*Grundlage für die Theorieder Musik* adlı kitabından faydalanarak *Genesis of A Music* kitabının temellerini oluşturmuştur.

Bu çalışmada tarihsel süreçte geliştirilmiş tampere düzen dahilindeki veya dışındaki ses sistemlerinin incelenmesine odaklanılmış, elde edilen bilgiler dahilinde tampere düzen dışındaki ses düzenlerinin caz müziğinin içinde akorsal ve melodik açıdan kullanılabilmesi hedeflenmiştir. 20. yüzyılda çok sesli olarak tampere düzen dışında John Cage, Harry Partch, Lou Harrison, Alois Haba, Ben Johnston'un eserleri ve fikirleri çalışmanın dayanağını oluşturmaktadır.





## 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde Ses Sistemleri'nin tarihi Antik Çağ'dan günümüze kadar yazılı kaynaklara dayanarak özetlenmiş, aynı zamanda matematiksel olarak ifade şekillerine yer verilmiştir. Tam tınısal düzen ile karşılaştırılabilmesi eşit aralıklı tampere düzen konu edilmiştir.

### 2.1 ANTİK DÖNEMDEN 19. YÜZYILA KADAR KULLANILAN TAM TINSAL DÜZENİN OLUŞMASINA IŞIK TUTAN SES SİSTEMLERİ

*“Her biri ütopya türünün önemli karakteristiklerini taşıyan, başlıca toplumsal düzen tasarımı(ları) olarak düşünce tarihinin başyapıtları arasında yer bulmuş metinlere bakıldığında, müziğin, evren veya toplum tasarımının önemli bir ideolojik ögesi olarak bu metinlerin ortak paydasında yer aldığı göze çarpmaktadır: Başta Aristo'nun ifadeleri<sup>29</sup> olmak üzere, Platon'un Devlet adlı yapıtından Kepler'in Harmony of the Spheres tanımına, Kung Fu Tzu'nun Büyük Bilgi'sinden birçok ortaçağ summa' sına, ideal toplumsal düzenin müzik üzerinden yansımalarında ütopyacı, dahası dayatmacı bir anlayış hakimdir<sup>30</sup>. Daha belirgin bir yaklaşımın gözlenebileceği 17. yüzyıl metni, Althanasius Kirchner'in Musurgia universalis'i (Kirchner, 1662), yazarın “Katolik müzik anlayışı ve pratiğini” (Tibia, 2007, s.371a) dile getirirken müzik öğretisinin “sosyal politikanın hem davranış pratiği yönergesi, hem de, aynı zamanda, metafizik bütüncüllük tasarımı” (Tibia, 2007, s.371b) olarak işlev kazanabileceğine vurgu yapar<sup>31</sup>. Metnin odağında, Kirchner'in ideali yer alır: Dönemin kompozitörü, evren bilgisiyle donanmış olmalı ve mutlaka, yapıtlarında, dönemin müzik idrakini şekillendiren “aşkınlık (transcendence)” niteliğini yansıtmalıdır” (Maral, 2010, s. 44)*

#### 2.1.1 Antik Çin

##### 2.1.1.1 Ling Lun ve Lüs ile oluşturduğu ses dizisi

Ling Lun, Milattan önce 2690 yıllarında yaşamış, çağın müzik kuramcısıdır. Ling Lun, İmparator Huang-Ti tarafından Çin' in batısında yer alan Kunlun Dağlarında Tahsia bölgesinde bambular temin etmesi için gönderilir. Bölgede Ciehku adı verilen vadide yetişen kalınca bambular ile bir ses dizisi ortaya çıkarmıştır. En uzununu yirmi üç santimetre olan on iki adet bambu çubuklarından Lüs ismi verilen bir müzik aleti icat eden Ling Lun, bir oktavin on iki eşit parçaya bölünmesini sağlamıştır. (Aalst 1984, s.13-14) Çinliler, yaradılıştaki her şeyi ilişkilendirmeyi benimsemişlerdir, onlara göre cennet ve dünya

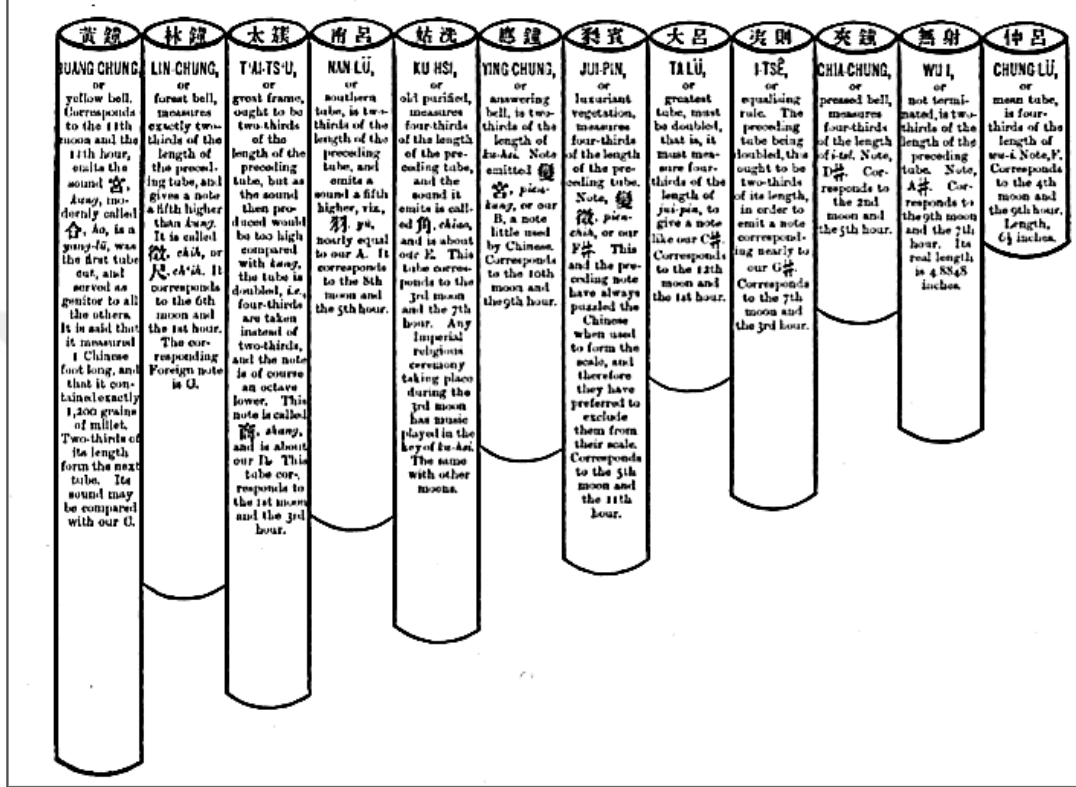
arasında mükemmel uyum vardır, cennetin sembolü üç rakamı, dünyanın ise iki rakamıdır. Eğer iki ses birbirine  $3/2$  ile oranlanırsa, birlikte tıpkı cennet ve dünya gibi mükemmel uyum içinde duyulacaklardır. Buna göre ikinci bambu çubuğu, birincinin  $3/2$  oranında olmalıdır. İkinci çubuk, kendisinden bir önceki çubuğun çıkarttığı ses ile birlikte mükemmel beşli aralığını oluşturur. Üçüncü çubuk için ikinci çubuğun  $3/2$  oranı alındığında çıkan ses, birinci çubuğun çıkartmış olduğu temel sestem çok uzak olması sebebiyle, üçüncü çubuğun ikinci çubuğa  $3/4$  oranı ( $3/2$  oranının yarısı) ile üçüncü çubuğun sesinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu şekilde üçüncü çubuktan çıkan ses bir oktav aşağıdadır. Bu şekilde tüm bambu çubukları aynı oranla kesilmiştir.

*Lüs*, Ling Lun tarafından iki şekilde sınıflandırılmıştır: *Yang Lüs* ve *Yin Lüs*<sup>4</sup>. *Yang Lüs* eril kısmı ve 1, 3, 5, 7, 9 ve 11. sesleri, *Ying Lüs* dişil kısmı ve 2, 4, 6, 8, 10 ve 12. sesleri temsil etmektedir. *Huang-Chung* adı verilen birinci çubuk, diğer bambu çubuklarından çıkan seslerin üreticisidir (*generator*) çıkardığı ses *kung* olarak tanımlanmıştır. *Lüs* ten elde edilen ses dizisi 12 tonlu kromatik bir gam oluşturmakla birlikte tampere edilmemiştir. Şekil 2.1. 'de *Lüs* 'ün temel sestem itibaren kendisinden bir sonra gelen ses için nasıl üretici olduğunu görmek mümkündür:

---

<sup>4</sup> Yin Yang; Yin, bir tepenin gölgelikli kuzey yanını, Yang ise güneşli güney yanını tanımlar. Yin ve Yang dengenin ve ahengin sembolüdür. (Palmer, 2000)

Şekil 2.1: Lüs'ün sembolik çizimi ve seslerin Çin'ce karşılıkları



## 2.1.2 Antik Yunan

### 2.1.2.1 Pythagoras (Pisagor) ve mükemmel beşliler üzerine kurduğu ses sistemi

Pisagor, MÖ 570-495 yılları arasında yaşamış, Sisamlı bir filozof, matematik ve müzik kuramcısıdır.

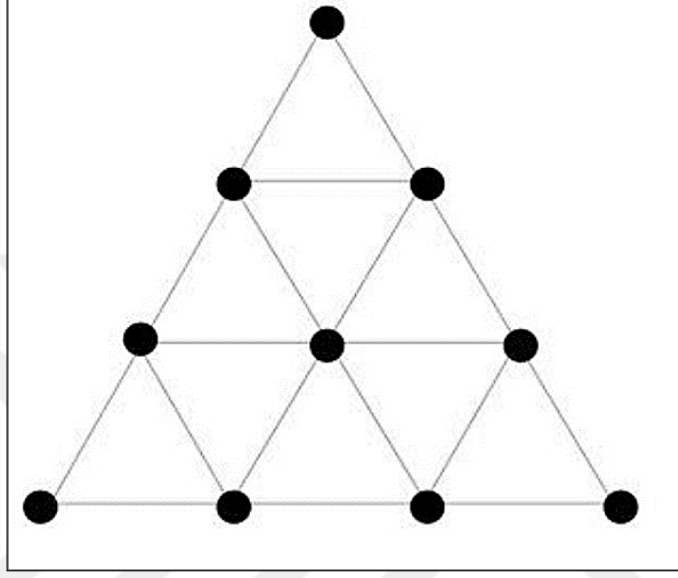
Thomas Stanley 'in *Pythagoras, His Life and Teachings* adlı kitabında şöyle ifade edilir:

“Tanrı, uyumsuzlukların uzlaştırıcısıdır.”

Pisagor, zıtlıkların uyumu düşüncesi ile yola çıkarak Kürelerin Armonisi teorisini oluşturmuş, müziğin matematiksel oranlarla ifade edilebileceğini kanıtlamıştır. Pisagor’a göre evrendeki gezegenlerin hareketiyle matematiksel olarak birbirine uyumlu sesler oluşmaktadır. Pisagor ilk dört sayı 1-2-3-4 ün toplamı ile *Tetraktys* şeklini meydana

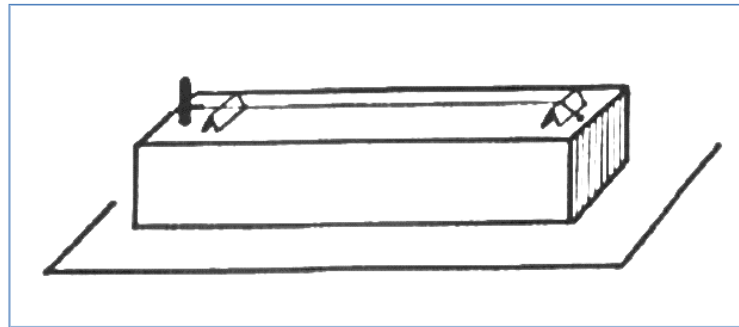
getirmiştir. Ses aralıklarının oransal ifadesinin temelini Tetraktys üçgeninin tabanlarının birbirine oranı oluşturmaktadır.

**Şekil 2.2: Tetraktys**



Tetraktys sayıları olan 1-2-3-4' ten yola çıkılarak Pisagor ve öğrencileri tarafından tasarlandığı düşünülen ve *monochord* tanımı ile adlandırılan tek telli müzik enstrümanı, müzikal aralıkların belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

**Şekil 2.3: Pisagor'un tek telli monochord enstrümanı**



Pisagor, teldeki sesi en küçük iki asal sayı olan 2 ve 3 oranlarına bölerek bir ses dizisi oluşturmuştur. Uzunluk birimi x olan telin ikiye bölünmesi ile telin oktav sesini elde etmiştir. İnsan beyni sürekli gelişme gösterdiği için yeni bir arayışa girmiş, sırasıyla beşli ve dördü aralıklar da keşfedilmiştir. Pisagor Sistemi anlayışına göre sekizli, beşli ve dördü aralıklar mükemmel aralıklar olarak ifade edilir. (Zeren 2008, s. 25) Mükemmel beşliler, 2/3 oranında bağıl boy ve tam tersi oranındaki 3/2 bağıl frekansı olarak tanımlanır. Bağıl boy ve bağıl frekans, birbirine ters orantılıdır. (Helmholtz 1895, s. 2)

Armonikler açısından değerlendirildiğinde ise; V frekanslı ses temel ses (1. Selen), 2V frekanslı ses sekizli (2.selen), 3V frekanslı ses (3. Selen) ikinci oktavdaki mükemmel beşlidir. 2V frekanslı sesi veren tel boyu, V frekanslı sesi veren tel boyuna oranı frekans oranının tersine eşittir, yani 1/2' dir.

V frekanslı sesin oktavı V nin iki katı bağıl frekans oranına sahiptir bilgisi ile 3V olarak adlandırılan bir oktav yukarıdaki mükemmel beşlinin V frekanslı ses ile aynı oktavda yer alması için ikiye bölünmüş, bu yüzden mükemmel beşli oranı 3/2 bağıl frekans oranı ile ifade edilmiştir. Ya da diğer bir deyişle 3. Selen olan tam beşlinin 2. Selen olan sekizliye oranı 3/2 olduğundan yine mükemmel beşli aralığı vermektedir. Bu doğrultuda armonikler açısından net tanımlamalar ortaya çıkmamış olsa da bilimsel çalışmanın temellerinin Antik Yunan'a dayandığı söylenebilir. **Şekil 2.4**'te birçok farklı kuramcı değerlendirmesi genellikle Anglosakson kaynaklardan aktarıldığından solmizasyon sistemi yerine Anglosakson harf sistemi kullanılmıştır:

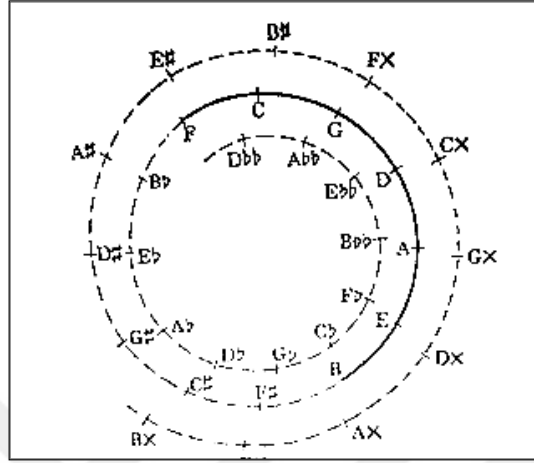
**Tablo 2.1: Pisagor Ses Sistemi C majör Gamı üzerinde bağıl frekans oranları**

Nota Adı	C	D	E	F	G	A	B	C
Bağıl Frekans Oranı	1/1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2/1

Pisagor Sistemi, mükemmel beşliler üzerinden ilerlediği için 3/2 bağıl frekans oranına sahip G notasından, beşlisi olan bir oktav üzerindeki D'ye gitmek için G'nin bağıl frekansı ile 3/2 oranı çarpılır. 2. oktavdaki D sesinin bağıl frekansı 9/4 (3/2x3/2) sonucunu vermektedir. Ancak D sesinin oktav içine çekilmesi için 2 'ye bölünmesi gerekir (8'li aralık bağıl frekans oranı 2/1), bu durumda D'nin bağıl frekansı 9/8 olmaktadır. Bu

şekilde beşliler yöntemi ile ilerleyerek 12 ses aralığı bulunmaktadır. Ancak tam tınsal düzenin temellerini oluşturan bu metot ile yeniden başlanılan sese dönülememektedir:

**Şekil 2.4 Pisagor'un beşliler spirali**



Do dan B# e ulaşabilmek için 12 kez tekrarlanan mükemmel beşli aralığa ihtiyaç vardır:

$$(3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) \times (3/2) = 531.441/4096$$

7. Oktavda ulaşılan B# in bağıl frekansı olan 531.441/4096'yı başlangıç sesi olan C ile aynı oktava taşımak için  $(531.441/4096) / 2^7 = 531.441/524.288 = 1.0136$ , bağıl frekansı 1 olan C' den yukarıda kalmaktadır. Yaklaşık olarak 23.46 sente tekabül etmektedir ve bu değere "Pisagor koması" adı verilir. <sup>5</sup>

Bu yüzden tampere sistemde kullanılan beşliler çemberi, Pisagor Sisteminde hiçbir zaman kapanması mümkün olmayan bir beşliler spirali halindedir.

Pisagor sistemine göre iki ses arasındaki bağıl boy oranı ne kadar küçükse, sesler birbirine o kadar uyumlu olur. Mükemmel dördü aralığını ifade eden  $3/4$  bağıl boy=0.75, sekizli

<sup>5</sup> Matematiksel olarak sent, çok küçük frekans oranlarını ayırt etmek için Alexander Ellis tarafından ortaya konulmuş logaritmik bir ölçü birimidir. Bir oktav 1200 senttir ve 1 sent,  $1200 \sqrt{2}$  olarak da ifade edilebilir. Bağıl frekans aralıklarının sent cinsinden ifadesi logaritmik olarak sağlanır, sent değerleri hesaplaması için 2 tabanlı logaritma kullanılmakta, ancak hesaplama kolaylığı açısından 10 tabanlı logaritmaya çevrilmiştir. Bir bağıl frekansın sent cinsinden ifadesini bulmak için  $\log_2(n) \times 1200$  ile çarpılması gerekir.  $\log_2(n) \cdot 1200 = \log_{10}(n) / \log_{10}(2) \cdot 1200 = \log_{10}(n) / \log_{10}(2) \times 1200 \cdot \log_{10}(2) / \log_{10}(2)$  sadeleştirildiğinde  $1200 / \log_{10}(2) \times \log_{10}(n) = 3986.3 \times \log_{10}(n)$  formülü ortaya çıkar, 3986.3 sayısı "savart sayısı" olarak adlandırılır. Savart birimi 20. Yüzyılda Fransız Fizikçi Felix Savart tarafından savunulmuş ve kullanılmıştır. (Karaosmanoğlu 2017, ss.79-87; Yekta 1986, s.30; White ve White 1980, s.178)

aralığı ifade eden bağıl boy  $\frac{1}{2}=0.5$ 'tir. Bu durumda farklı tizliklerde olan ancak aynı ses gibi algılanan sekizli aralık, en uyumlu ses aralığını oluşturmaktadır. (Barker 1994, s. 51)

Pisagor'un oluşturduğu ses sistemine bağlı olarak yukarıda yapılan matematiksel açıklamalar, Pisagor'un yaşadığı dönemde tel boyu ile elde edilen seslerin çıkardığı birden fazla armonik hakkında bilimsel dokümanlar bulunmamakla birlikte, Pisagor ses sisteminden yola çıkılarak ilerleyen dönemlerde günümüze kadar yazılı betimlemeler yapılmış, hem tampere sisteme hem tam tınısal düzene ışık tutmuştur.

İlk defa Ling Lun tarafından elde edilen Pentatonik ses dizisinden sonra Pisagor tarafından diyatonik ses dizisi oluşturulmuştur. Bu şekilde mükemmel beşlilere göre akort edilen aralıklardan oluşan ses sistemi, Pisagor Ses Sistemi olarak adlandırılmıştır. (Bosanquet 1876, ss.7-9) Her ne kadar monofonik ses dizilerinin matematiksel oranları çivi yazılarında da yer almış olsa da Ling Lun ve Pisagor bu konuda yaptıkları deneysel çalışmalar ile tarihe geçen ilk çalışmalar olmuştur. (Dumbrill ve Finkel 2018, s. 75-107)

### **2.1.2.2 Philolaus ve Archytas'ın Pisagor teoremlerine ilişkin geliştirdiği hesaplamalar**

Philolaus ve Archytas, Pisagor dönemindeki bulguların ilk defa yazıya dökülmesini sağlayan iki önemli düşünür ve matematikçidir. Philolaus (MÖ. 430-400) öğrencisi Archytas ile birlikte Pisagor'a ait teoremler ile ilgili yeni hesap yöntemleri geliştirmiştir. (Kahn 2001, s. 24) Philolaus, bir oktavın bir tam beşli ve bir tam dörtlü aralığının birleşiminden oluştuğunu matematiksel olarak ifade etmiştir. Aralıkları toplarken ve tel boyunu hesaplarken çarpma işlemi, aralıkların arasındaki farkları bulurken bölme işlemi uygulamıştır. (Snider 2005, s. 12) Tam beşli aralık ( $\frac{2}{3}$ ) ve tam dörtlü aralığın ( $\frac{3}{4}$ ) toplamalarını aşağıdaki gibi çarpma işlemi ile ifade etmiştir:

$$\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \text{ tel boyu veya } \frac{2}{1} \text{ bağıl frekans, oktav}$$

Benzer şekilde oktavdan beşli aralığın çıkartılması ve tam dörtlü aralığın bulunması da bölme işlemi ile gerçekleştirilir:

$$\frac{1}{2} : \frac{2}{3} = \frac{3}{4} \text{ tel boyu, tam dörtlü aralık. (diatessaron)}$$

$$\frac{2}{3} : \frac{3}{4} = \frac{8}{9} \text{ tel boyu ile büyük ikili aralık. (tonus)}$$

$$\frac{8}{9} \times \frac{8}{9} = \frac{64}{81} \text{ tel boyu ile büyük üçlü aralık. (ditonos)}$$

Pisagor Sistemi'nde dört kez tam beşli aralıklar ile ilerleyerek ve oktav içine çekilerek bulunan büyük üçlü aralık yerine Philolaus, iki tam sesin yan yana getirilmesi ile büyük üçlü aralığını oluşturmuştur. (Assayag ve diğerleri 2002, s. 5)

Archytas teorisinde, aritmetik geometrik ve harmonik ortalamaları kullanarak ses dizileri meydana getirmiştir. Örnekleme yapılırsa;

Aritmetik ortalama: 90 santimetrelilik bir tel ile 60 santimetrelilik bir telin aritmetik ortalaması, iki telin toplamının ikiye bölünmesi ile bulunur;  $(90+60)/2=75$  santimetre.

Geometrik ortalama; tel boyları 90 santimetre ve 60 santimetre olan iki telin geometrik ortalaması birbirine oranlanarak bulunur;  $90/60=3/2$  tam beşli aralık.

Armonik ortalama; beşli aralık için 1 ve  $2/3$  aralık için  $(2 \times 1 \times 2/3) / 1 + 2/3 = 4/5$  şeklinde hesaplanır.

Pisagor Teoremlerini yazıya döken kuramcılar Archytas ve Philolaus, gelecekte ses sistemlerinin gelişmesinde önemli bir kaynak teşkil etmiştir.

### 2.1.2.3 (Batlamyus) Ptolemy (90-168) ve 5. Armonik üzerine inşa edilen ses dizisi

Antik Yunan'da Pisagor sisteminin etkisi neredeyse 1000 yıl civarı sürmüştü ve bu süre boyunca birçok kuramcının katkısıyla temel kuram geliştirilmiştir. Bu süreçte bir kırılma MS. 90-168 yılları arasında yaşamış, İskenderiyeli bir Yunan matematikçi; coğrafya, astronomi ve müzik bilgini olan Klaudyos Batlamyus tarafından gerçekleştirilmiştir.

Batlamyus'un temel eseri, üç bölümü içeren *Harmonikon* adlı kitabıdır. Eseri ilk çağ Grek müziği ile ilgili bilgi de içeren bir müzik teori kitabıdır. Batlamyus'un kuramsal çalışmaları daha önceki dönemlerin verilerini kullanarak geliştirmeye yönelmiş, örneğin, üst armonikleri tanımlamak amacıyla Pisagor'un matematiksel uygulamalarını çerçevelediği 2 ve 3 asal sayısının sınırlarını genişleterek 5 asal sayısını ve katlarını kullanmıştır.

**Tablo 2.2: Batlamyus majör ses dizisi bağıl frekans oranları:**

C	D	E	F	G	A	B	C
$\frac{1}{1}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{2}{1}$



Pisagor ses dizisinden farklı olarak C majör üzerindeki eşleniklerde<sup>6</sup> büyük üçlü olan E, 81/64 yerine 5/4 (80/64), B ise 243/128 yerine 15/8'dir. Pisagor Ses dizisi 3. armonik olan 5'lilerin üzerine inşa edilmiştir. Batlamyus Ses Dizisi ise 5. armonik üzerine kurulmuş olduğundan bu farklılık kaynaklanmaktadır ve frekans oranlarının sadeleştirilmesini sağlamıştır. (Karaosmanoğlu 2017, s. 125 -145). Diğer bir deyişle, 5. armonik ve 4. armoniğin oranı büyük üçlü aralığını vermektedir. Pisagor ses sistemi ile karşılaştırıldığında C-G-D-A-E; Pisagor ses sisteminde büyük üçlüye 5. adımda ve 3. oktavda ulaşılabilen, büyük üçlüyü temel sesin içinde bulunduğu oktava çekmeye çalışıldığında payda sadeleşmemektedir. Batlamyus ses sisteminde 5. armoniği sisteme dahil ettiğimizde, majör yedili için olan 243/128 frekans oranı yerine 5/4 ün 5 lisi olarak ( $5/4 \times 3/2 = 15/8$ ) hesaplama kolaylığı bulunan sade bir frekans oranı kullanılabilir.

Pisagor ses dizisinde büyük üçlü aralığın bağıl frekans oranı 81/64 iken Batlamyus dizisinde 5/4 (80/64) olarak ifade edilmektedir.

81/64 ile 80/64 ün arasındaki fark bölme işlemi ile bulunduğu;

$(81/64)/(80/64) = 81/80$  sonucu elde edilir.

$81/80 = 1.0125 = 3986.3 \times \log(10) 1.0125 = 21.5$  sentlik fark *Sentonik koma*, yani *Didymus koması* olarak adlandırılmaktadır (Kemal Karaosmanoğlu 201, s. 89) ve Batlamyus Ses dizisindeki büyük üçlü ile Pisagor ses dizisindeki büyük üçlünün arasındaki farktır.

Pisagor Ses Dizisi ile karşılaştırıldığında Batlamyus Ses Dizisi'nde bağıl frekans oranlarının 2-3 ve 5' ten türetilmesi sonucu bu dizinin tam tınısal düzenin (*just intonation*) temellerini oluşturduğu ifade edilmektedir. İlerideki bölümlerde incelenecek olan Harry Partch'ın *5 limit* ve *tonality diamond* ses dizisi çalışmaları bunun bir göstergesidir.

### 2.1.3 İngiltere

#### 2.1.3.1 18. Yüzyıl, Walter Odington

Walter of Evesham olarak da bilinen Odington, 1253-1328 yılları arasında yaşamış Evesham (North Norfolk) keşişi, matematikçi ve müzik teorisyenidir. En önemli eseri *De*

---

<sup>6</sup> "eşlenik" kavramı herhangi bir ses dizisindeki perdelere karşılık olan frekans oranlarını ifade etmektedir.

*Speculatione Musicae* Ortaçağ müziğine rehberlik yapmış değerli bir yapıttır<sup>7</sup>. Aralıklar, notasyon, müzik aletleri, armoni ve ses sistemleri üzerine çalışmalar yapmış; Batlamyus gibi 5. armoniği dikkate alarak ses sistemleri üzerine teorilerini geliştirmiştir. 1.Yüzyıl müziği polifonik dokuları bu ses sisteminde duyulmaya başlanmıştır. Aşağıda Odington'un *hexachord*'lardan oluşan solmizasyon tablosu verilmiştir:

Şekil 2.5: Odington *hexachordlar*'dan oluşan solmizasyon tablosu

SUPER- ACUTE.	s	cccc	la	sol	la	sol
	r	bb	sol	fa	sol	fa
	q	gg	fa	mi	fa	mi
	p	ee	mi	re	mi	re
	o	ff	re	ut	re	ut
	n	dd	ut	Quadrata	ut	Quadrata
ACUTE.	m	ee	la	mi	la	mi
	l	dd	sol	re	sol	re
	k	cc	fa	ut	fa	ut
	i	bb	mi	re	mi	re
	h	aa	re	ut	re	ut
	g	GG	ut	Quadrata	ut	Quadrata
GRAVES.	f	FF	la	mi	la	mi
	e	EE	sol	re	sol	re
	d	DD	fa	ut	fa	ut
	c	CC	mi	re	mi	re
	b	BB	re	ut	re	ut
	a	AA	ut	Quadrata	ut	Quadrata
Γ	ΓΓ	ut	Quadrata	ut	Quadrata	

Orta çağ kültürünün dinsel renkli bir kültür olmasından dolayı, Walter Odington, Orta çağ müziğinin yapı taşlarının oluşmasında önemli rol oynamış, üç sesli kakışimli müzik ve Hristiyan dini felsefesinin müzikte ağırlıklı olarak işlendiği, Rönesans dönemindeki

<sup>7</sup> Bir kopyası, Corpus Christi College, Cambridge'de; bir diğeri British Museum'da bulunmaktadır.

dört sesli polifonik armoniye giden yolda ilk adımların atıldığı bu dönem, 1400 lü yıllara kadar işlevselliğini sürdürmüştür. (Ahmet Say 2008, s. 27)

#### 2.1.4 16.-17.Yüzyıl İtalya

##### 2.1.4.1 Don Nicola Vicentino (1511-1572) ve 31 perdeli ses dizisi

Don Nicola Vicentino Venedik'teki San Marko kilisesinden Adrian Willaert'in öğrencisi, Vicenza rahibidir. En önemli eseri 1555 yılında yayınlanmış, 16. Yüzyıldaki tipik kontrpuan teorisi hakkındaki *L'Antica musica ridotta alia moderna prattica* (The Music of Antiquity Reduced for Modern Practice)' dir. Klavsen ailesinden kendi yaptığı *arcicembalo ve archiorgani* isimli ve bir oktavı eşit şekilde otuz bir perdeye; aynı zamanda bir tam sesi beş parçaya bölen enstrümanlar kullanarak tüm kromatik, diyatonik, anarmonik sesleri kullanılabilir kılmıştır. (Don Ellis 1975, s. 7) Vicentino'nun iddiasına göre tam ton modülasyon yerine bir *diesis*<sup>8</sup> yukarı modülasyon "mükemmel duyulmakta" dır. Vicentino'nun bestelediği eserlerin yanı sıra, öğrencisi olan archicembalo virtüözü Luzzasco Luzzaschi, bu saz için birçok eser yazmış, ancak bu eserlerin kayıtlarına ulaşamamıştır. (Coates 1992, s. 14) Ekteki yapıt 16. Yüzyıl notasyonuna göre yazılmış olan Vicentino'nun *Soave Dolc'ardore* isimli madrigaldır:

---

<sup>8</sup> "diesis" kavramı, bir tam sesin beşte biri kadar değerdedir. Diyez ile karıştırılmaması için neredeyse bu sesdeş kelime asıyla kullanılmıştır.

Şekil 2.6: 16. Yüzyıl notasyonuna göre Soave Dolc'ardore Madrigali

The image displays a musical score for a madrigal, 'Soave Dolc'ardore Madrigali', written in 16th-century notation. The score is presented on five staves, each with a different clef (soprano, alto, tenor, bass, and a fifth staff). The lyrics are written below the notes. The lyrics are: 'Soau' e dolc'ardore ij che fra piant'e fospiri che fra piant'e fospiri', 'Soau' e dolc'ar dore ij che fra piant'e fospiri ij', 'Soau' e dolc'ardore ij che fra piant'e fospiri ij', and 'Soau' e dolc'ar dore ij che fra piant'e fospiri piano'. The notation includes various note values, rests, and clefs, characteristic of the period. A large 'M' is visible at the end of the fifth staff.

Şekil 2.7: Soave Dolc'ardore eserinin birinci kısmının modern notasyon ile transkripsiyonu

Soave dolc'ardore – N. Vicentino

The first system of the musical score consists of four staves. The top staff is the melody, followed by two inner staves and a bass staff. The music is in a 4/4 time signature. Below the staves, the following chords are indicated: F, C#maj., A maj., D#min., E♭maj. The second system continues with similar notation and includes the following chords: E♭maj., C#maj., D#maj., D#maj., C#maj., A maj.

The second system of the musical score continues with four staves. The notation includes various rhythmic values and fingerings. Below the staves, the following chords are indicated: A#maj., D maj., D#min./Maj., E♭maj., E♭maj., D#maj., C#maj.



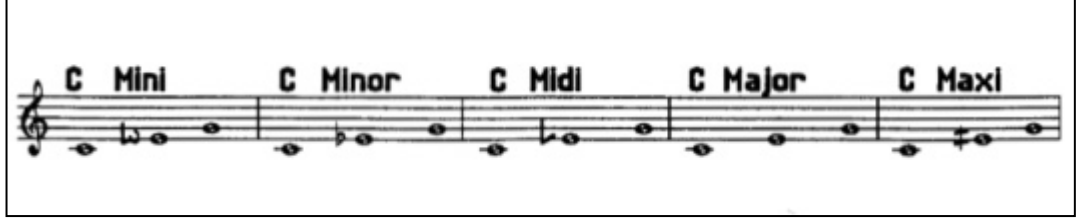
Bu eserde Vicentino'nun kullandığı ses sisteminin tarihi, bir oktavın 31 eşit aralığa bölünmesiyle Yunan müzik teorisi *Harmonia* 'ya dayanmaktadır.

**Şekil 2.8: C sesinden başlayan bir oktavda 31 perdeli ses dizisi**



Vicentino'nun araton tamperemanına (meantone) uygun 31 aralıklı ses sistemi bir tam ses aralığı 5 komaya böldüğü için kök sese göre 5 farklı biçimde sesin üçlüsü oluşabileceğinden toplamda  $31 \times 5 = 155$  adet kullanılabilir ton ortaya çıkmaktadır. Batı sanat müziğinde kullanılan eşit tamperamanlı sistemde ise bir tam ses arasında 2 yarım ses olduğundan 12 adedi majör, 12 adedi minör olmak üzere  $12 \times 2 = 24$  ton oluşmaktadır.

**Şekil.2.9: C üzerinden tonların beş değişik şekilde I.-III.-V. Dereceleri**



**C sesinin ilk 11 armoniği;**

**C1-C2-G2-C3-E3-G3-BW-C4-D4-E4-F $\sharp$**

Yukarıdaki armoniklerin birbirine oranının kullanımı ile ses sınırları genişletilmiş; Pisagor, Ptoleus, Archytas, Batlamyus ve Oddington'a göre kullanılan 2-3-5 asal sayılardan oluşan ses sistemlerinden sonra Vicentino'nun 7 ve 11 üreticilerini (generators)<sup>9</sup> de kapsayan, karşılıklarına denk gelen armonikler dikkate alınarak daha fazla perde sayısına sahip 31 sese sahip bir sistem oluşturması ve archicembalo/archiorgano ile ya da vokal için çok sesli eserler bestelemesi, Rönesans döneminde müzik konusunda yeni bir dönemi başlatmıştır.

#### **2.1.4.2 Pietro Aron (Aaron) (1489-1545) ve Araton (Meantone/Regular)**

##### **tamperamanı**

Tarihsel süreçte 1300 lü yıllardan itibaren Pisagor sistemine bir alternatif olarak geliştirilmiş olan araton tamperamanı hakkında Prosdocimo de Beldomandi, Franchinus Garufius, Zarlino, Bartolomeo Ramos de Pareja'nın çalışmaları olsa da bununla ilgili ilk yayın Toscano'lu Pietro Aron'a ait *Toscanello in Musica* adlı kitabı olmuştur. (Barbour 1951, s. 46)

2. ve 3. Armonikler kullanıldığında büyük üçlü iki şekilde elde edilebilir:

2 Tam ton aralığını üst üste koyarak  $9/8 \times 9/8 = 81/64$  (bağlı frekans oranlarının toplamını almak için çarpma işlemi yapılır)

<sup>9</sup> Asal sayılara dayanan ses sistemleri hesaplamalarını oluşturabilmek için dikkate alınan armonikler.

Ya da;

Dört kez tam beşlileri üst üste koyarak  $3/2 \times 3/2 \times 3/2 \times 3/2 = 81/16$  Üçüncü bulunan frekans oranı, üçüncü oktavdaki büyük üçlü olduğu için temel ses ile aynı oktava getirmek amacıyla 2 kez ikiye bölünür (temel ses ile bir üst oktav arasındaki bağıl frekans oranı  $2/1$ )  $(81/16)/4 = 81/64$

Ancak beşinci armoniğe göre doğal büyük üçlü frekansı  $5/4$  'tür.

Üçüncü oktavdaki büyük üçlü Pisagor Sisteminde 2. ve 3. armonikler kullanıldığında  $81/16$  iken  $5/4$  büyük üçlü aralığı frekans oranı olarak alındığında  $80/16$  'dır.

Üçüncü oktavda büyük üçlüde meydana gelen  $81/80 = 1.0125$  lik fark, logaritma cinsinden  $3986.3 \times \log_{10}(1.0125) = 21.5$  sent genişliğindedir. Temel ses ile aynı oktavda değerlendirildiğinde bu fark 21.5 sentlik sentonik komanın  $1/4$  üne eşittir. Başka bir ifadeyle;

Tam beşli  $3/2$  nin sent cinsinden değeri  $3986.3 \log_{10}(3/2) = 702$  senttir. Üçüncü oktavda ulaşılan büyük üçlünün sent değeri bu durumda 2808 olacaktır.

Eğer tam beşli, "pür üçlü" ye (pure third) yani 5. armoniğe göre hesaplanırsa üçüncü oktavda  $3986.3 \log_{10}(80/16) = 2786$  sent değerinin Pisagor beşlisinden bir sentonik koma kadar daha dar olduğu gözlemlenmektedir. Bu değer temel sesin içinde bulunduğu 1. oktava taşındığında  $2786/4 = 697$  sent, 702 sentten yaklaşık 5 sent daha dardır. Bu yüzden Aron tamperamanında, 11 adet tam beşli yaklaşık 5 sent yani çeyrek koma kadar daraltılmışlardır. (Barbour 1951, s. 50, Karaosmanoğlu 2017, s. 160-166)

### Şekil 2.10: Aron tamperamanına göre sent değerleri

Tuning and Temperament													
Names	$C^0$	$C\sharp^{-7/4}$	$D^{-1/2}$	$E\flat^{3/4}$	$E^{-1}$	$F^{+1/4}$	$F\sharp^{-3/2}$	$G^{-1/4}$	$G\sharp^{-2}$	$A^{-3/4}$	$B\flat^{+1/2}$	$B^{-5/4}$	$C^0$
Cents	0	76	193	310	386	503	579	697	773	890	1007	1083	1200

(Barbour 1951, s. 50)

Eşit tamperamanlı sisteme giden bu yolculukta böylesi çabalar yol gösterici olmuştur.



### 2.1.4.3 Giuseffo Zarlino (1517 – 1590, Chioggia, Kuzey İtalya) Ses sisteminde 5. armoniğin etkisi

*Mean Tone* (Araton) Tamperamanı'nın yeni bir tamperaman kavramı olduğunu iddia etmiş müzik teorisyeni Gioseffo Zarlino, Aaron tamperamanındaki 1/4' lük koma fark yerine ses sistemindeki tam beşlilerde 2/7 komalık fark oluşturarak onları neredeyse *diminished* aralıklar haline getirmiştir.

Aşağıdaki tabloda, bu diziyeye göre C üzerinden bağıl frekans değerleri gösterilmiştir:

**Tablo 2.3: C majör ses dizisi üzerinde bağıl frekans oranları**

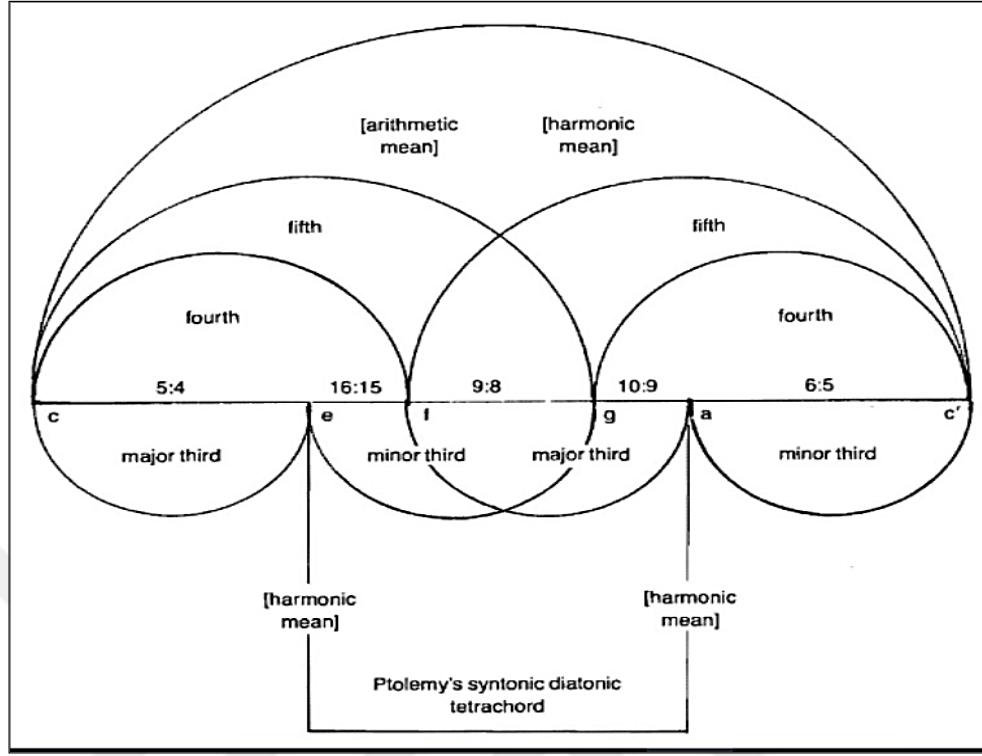
C	D	E	F	G	A	B	C
<u>1</u>	<u>9</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>15</u>	<u>2</u>
1	8	4	3	2	3	8	1

(Barbour 1951, s. 54)

Zarlino'ya ait *Le Istitioni Harmoniche* adlı teori kitabı müzik tarihinde tamperamanlar adına yazılmış, başat bilgi kaynaklarından. Zarlino, kitabında aritmetik ve armonik ortalamaların hesapları üzerinde durmuştur; örneğin tam beşli 6/4 aralığının aritmetik ortalaması  $(6+4) / 2 = 5$ ; pay ile paydanın çarpımının aritmetik ortalamaya bölünmesini, yani  $24/5$ 'i, armonik ortalama olarak ifade etmiştir.

Çalışmalarıyla yeni uyumlu (*consonant*) aralıklar bularak ses sisteminin içine dahil etmiş; Pisagor sisteminde yer almayan üçlü ve altılı aralıkların uyumunu dikkate alarak çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Salt bu yaklaşım bile Avrupa Sanat Müziği'nin seyrini köklü biçimde değiştirecek fonksiyonel armoninin temelini oluşturur. Ayrıca üst armonikler ile ilgili yaptığı çalışmalarda Pisagor ve Batlamyus teorilerini inceleyerek tam tınısal (*just intonation*) düzene hizmet eden bilgilerin günümüze aktarılmasına büyük katkı sağlamıştır. Ayrıca Archytas'tan esinlenerek aritmetik ve armonik ortalamaları kullanmış; Pisagor'un kullandığı *tetraktys* şemasını (bkz. Şekil 2.2) ve Batlamyus Tetrakord'larını genişletmiş, *senario* adını verdiği bir şema oluşturmuştur:

Şekil 2.11: Zarlıno'nun bir oktavdaki armonik bölünmeyi şemasal olarak tanımlaması



Zarlıno aynı zamanda bir oktavı 16'ya bölmüş, bu şekilde işleyen bir klavikord üretmiştir. 16 perdeli ses dizisi 2,3, ve 5 asal sayıları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu diziyeye ait aralıkların frekans oranları ve sent cinsinden değerleri aşağıdaki gibidir:

**Tablo 2.4: Zarlino'nun 16 perdeli ses dizisi**

Derece	Nota	Frekans	Sent
17	C'	2/1	1 200
16	B	15/8	1 088
15	Bb	9/5	1 018
14	Bb-	16/9	996
13	A	5/3	884
12	G#	25/16	773
11	G	3/2	702
10	F#	45/32	590
9	F#-	25/18	569
8	F	4/3	498
7	E	5/4	386
6	Eb	6/5	316
5	Eb-	32/27	294
4	D	9/8	204
3	D-	10/9	182
2	C#	25/24	71
1	C	1/1	0

Ezgi ağırlıklı (yatay/çizgisel) müzikten armoni ağırlıklı (dikey/dokusal) müziğe geçiş yapıldığında Pisagor Sistemi yetersiz kaldığı için Orta çağ ve Rönesans dönemlerinde hep bir arayış içine girilmiş; bu çabaların sonucunda kuram alanında sıçramalar yaşanmış; nihayetinde 16. Yüzyılda, birçok teorinin arasında öne çıkan Zarlino Sistemi ağırlıklı olarak kullanılmaya başlamıştır. Çok sesli müzik yapılabilmesinde kolaylık sağlamak için oluşturulan Zarlino Sistemi ile birlikte 5. armonik olan büyük üçlü aralığı ağırlık kazanmış; ancak transpozisyon olanakları kısıtlı olduğu için daha sonra geliştirilecek “uygun temperaman” (düzensiz, *well tempered*) sistemi beklenmiştir. Bir araton temperamanı

olan Zarlino sistemi ve uygun tamperamanlı sistemde büyük üçlü aralığı 5/4 olmasına rağmen, uygun tamperamanlı sistemde sent değerleri çok ufak oynamalarla—bazı beşli aralıkları daraltılarak—tüm akorlar için kullanım kolaylığı sağlanacak şekle dönüştürülmüştür.

## 2.1.5 16.Yüzyıl İspanya

### 2.1.5.1 Francisco Salinas (1513-1590, Burgos) ve triton aralığını mükemmelleştirme çabası

Doğuştan gözleri görmeyen Salinas, Salamanca Üniversitesi'nde müzik profesörü olarak görev yapmış, sonrasında Napoli'de Alba Dükü'nün şapelinde org çalarak hayatını idame ettirmiştir. Zarlino ve Vicentino gibi 2, 3 ve 5 asal sayılarını kullanarak ses dizileri ele etmiştir. Önemli eseri *De Musica Libri Septem (Müziğin yedi kitabı)* 'dir. Salinas tıpkı Zarlino gibi eşit aralıklı tampere sistemi tamamen yok sayar (Helmholtz 1895, s. 547) Tamperamanda üç farklı yöntem geliştirmiştir. Birincisini, bir komayı üç eşit parçaya bölmek olarak tanımlamıştır. Koma değeri olarak 21.5 sentlik sentonik koma değeri esas alındığında 1/3 koma değeri 7.169 sent, 2/3 koma değeri ise 14.388 sente eşit gelmektedir. Salinas'ın bu konudaki hedefi, triton aralığını mükemmelleştirmektir. Triton içinde elde edilebilen bir minör, iki majör ton olmasına karşılık Salinas, tritondan iki minör bir majör ton oluşabilecek şekilde yani üç minör ton ve bir koma olarak kurgulamıştır. Helmholtz'un, On Sensation of A Tone kitabında *false tritone (hatalı triton)* olarak da geçen bu aralığı 18/25 frekans oranı ile matematiksel olarak ifadelendirmiştir. İkinci yöntemde Salinas, De Musica Libri Septem adlı kitabında ilerleyen bölümlerde *true tritonic temperament* olarak ifadelendirilen yeni bir triton tarifini 32/45 frekans oranı ile yapmıştır, bu iki triton arasındaki fark, bir sentonik koma kadardır (590.22-568.7). Salinas'ın üçüncü yöntemi ise bir komayı yedi eşit parçaya bölmek olmuştur. Salinas ve Zarlino'nun fikirleri bu tamperaman sistemi için aynı olmuştur.

**Şekil 2.12: Tampereman şekillerinin sent cinsinden eşit tampere sistem ve araton tamperemanı ile karşılaştırılması**

Notes	True Tritonic	False Tritonic	Zarlino	Meantone	Equal
C	0	0	0	0	0
C <sup>#</sup>	89	64	71	76	100
D <sup>b</sup>	197	190	192	193	200
E <sup>b</sup>	305	316	313	310	300
E	393	379	383	386	400
F	502	505	504	503	500
F <sup>#</sup>	590	569	575	580	600
G <sup>b</sup>	698	695	696	697	700
G <sup>#</sup>	787	758	766	773	800
A <sup>b</sup>	895	884	887	890	900
E <sup>b</sup>	1003	1010	1009	1007	1000
B	1092	1074	1079	1083	1100
c	1200	1200	1200	1200	1200

(Helmholtz 1895, s. 548)

Francisco de Salinas, Gioseffo Zarlino, Vincenzo Galilei tarafından Rönesans dönemine kadar süren bu çalışmalar hem eşit aralıklı tampere sistemin oluşmasını sağlamış, hem de *Just intonation* sistemi içerisinde yer alan limit kavramına katkıda bulunmuştur.

### 2.1.6 16.-17.Yüzyıl Fransa

#### 2.1.6.1 Marin Mersenne (1588-1648) ve Jean Philippe Rameau (1683-1764)

Ünlü besteci ve müzik teorisyeni Vincenzo Galilei'nin oğlu, Galileo Galilei'nin kardeşi, müzisyen ve matematikçi, rahip Marin Mersenne, akustik hakkında çok önemli çalışmalar yapmış ve Salinas'ın etkisinde kalarak Vincenzo Galilei'nin de bazı öğretilerini kullanarak bazı ses sistemleri oluşturmuştur. Üst armonikler ilk olarak Marin Mersenne tarafından keşfedilmiştir. Çok önemli eseri *Harmonie Universelle* müzik teorisi ve pratiğini içinde barındırmasıyla ayrıştırır: Bu kitapta önerdiği teorisini uyguladığı müzikal kompozisyonların olması, onu daha önceki dönemlerdeki teori-pratik ayırımına düşen yaklaşımdan daha yapıcı bir noktaya taşımıştır. Kuramsallaştırdığı ses dizilerinden biri, bir oktavı 25'e bölerek oluşturduğu ve *Systema Omnium Perfectissimum* adını verdiği ses dizisidir; adından da anlaşılacağı gibi, bu sistem mükemmel bir tümel izlek önerisi peşindedir. Oluşturduğu diğer ses sistemlerinin kaynağında, örneğin, önce bir oktavın 31 eşit aralığa bölünmesi; bunların arasından 25 perdenin seçilmesi yöntemi benimsenmiştir (Bosanquet, 1876, s. 115). Diğer bir önerisi ise, özellikle lut gibi kontrpuansal icraya elveren çalgılar için son derece işlevsel olabilecek, 12 perdeli ses sistemidir.

Şekil 2.13: Mersenne ‘in Lut için önerdiği kromatik ses dizisi ve perdelerinin sent değerleri

e 94. Mersenne's Lute Tuning, No. 1													
Names	$C^0$	$D^{b+1}$	$D^{-1}$	$E^{b+1}$	$E^{-1}$	$F^0$	$G^{b+1}$	$G^0$	$A^{b+1}$	$A^{-1}$	$B^{b+1}$	$B^{-1}$	$C^0$
Cents	0	112	182	316	386	498	610	702	814	884	1018	1088	1200
M.D. 21.3; S.D. 23.6													
e 95. Mersenne's Lute Tuning, No. 2													
Names	$C^0$	$D^{b+1}$	$D^0$	$E^{b+1}$	$E^{-1}$	$F^0$	$G^{b+1}$	$G^0$	$A^{b+1}$	$A^{-1}$	$B^{b+1}$	$B^{-1}$	$C^0$
Cents	0	112	204	316	386	498	610	702	814	884	1018	1088	1200
M.D. 17.7; S.D. 20.1													

Mersenne'in müzik kuramına en belirleyici katkısının, yaklaşık aynı dönemlerde, Çin Prensi Zhu Zai Yu'nun logaritma kullanmadan hesaplayabildiği eşit aralıklı tampere sistem derecelerini, günümüzde de kullanılan logaritmik hesaplamalarla saptamış, teorisini geliştirmiş olmasıdır.

Gene aynı çağda, yaklaşık 100 yıl kadar sonra müzik dünyasına yön verecek bir isim olan Jean Philippe Rameau, 17. Yüzyıl Fransa'sında kuram alanında bir köşe taşı olan yapıtı (teori anlamında ilk yazıya döktüğü müzik çalışması olan) *Traite de L'harmonie Reduite a ses Principes Naturels* (Doğal İlkelerine İndirgenmiş Armoninin İncelenmesi) adlı eserini yayınlamıştır (1722). Burada, armonikler hakkında temel kavramları tanımlamış; armonikleri 1., 2., 3, ...armonikler olarak isimlendirmiş ve birbirleri arasındaki frekans ilişkilerini tanımlamıştır. Kitabında müziğin tanımını "Seslerin Bilimi" olarak vermesi, dönemin pozitivist, Aydınlanmacı Dünya Görüş'ünü de yansıtmaktadır. Keza, ses frekanslarının oranlarının armonik ve aritmetik ortalamalarının tanımlamalarını yapmış; Zarlino'nun çalışmalarını incelemiş, kuramını önemli ölçüde örnek almış, geliştirmiştir. Kitabının en değerli özelliği, armonikler hakkında matematiksel ifadeleri içermesi; bunları müzisyenlerin de anlayabileceği ifadelerle verebilmesidir. Şekil 2.14'te *Traite de L'harmonie Reduite a ses Principes Naturels* kitabının *Treatise on Harmony* adıyla İngilizce' ye çevirisinden alınmış disonant aralıkların bağıl frekans oranları yer almaktadır:

**Şekil 2.14: Rameau'nun disonant aralıkların bağıl frekans oranları**

Addition of the ratio of the minor third to $5:6$ that of the fifth $2:3$ ————— The product is the ratio of the seventh $10:18$	Square of the ratio of the fourth $3:4$ $3:4$ ————— The product is the ratio of the same seventh $9:16$
Addition of the ratio of the major third to $4:5$ that of the fifth $2:3$ ————— The product is the ratio of the augmented seventh $8:15$	Square of the ratio of the major third $4:5$ $4:5$ ————— The product is the ratio of the augmented fifth $16:25$
Square of the ratio of the minor third $5:6$ $5:6$ ————— The product is the ratio of the false fifth $25:36$	Square of the ratio of the fifth $2:3$ $2:3$ ————— The product is the ratio of the ninth $4:9$
Cube of the ratio of the minor third $5:6$ $5:6$ $5:6$ ————— The product is the ratio of the diminished seventh $125:216$	Addition of the ratio of the minor sixth to $5:8$ that of the major sixth $3:5$ ————— The product is the ratio of the eleventh $15:40$

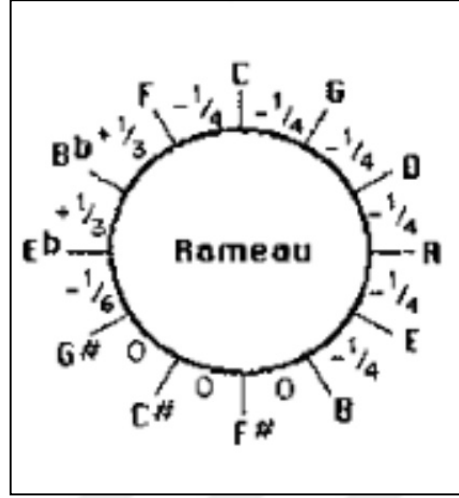
Kaynak: Rameau'nun *Treatise on Harmony* adlı kitabından alıntı

**Tablo 2.5: Rameau'nun tarif ettiği biçimiyle, C perdesi üzerinden kurulmuş ses dizisinde perdelerin birbirleri arasındaki frekans oranları**

C-D	D-E	E-F	F-G	G-A	A-B	B-C
10/9	9/8	16/15	9/8	10/9	9/8	16/15

Rameau, daha kullanışlı bir ses sistemine ulaşmak için, tamperaman kuramının merkezinde yer alan “yedirme” fiiline de başvurmuştur. “Ara-ton temperamanı” olarak da anılan şemsiye sisteme örnek gösterilebilecek bir uygulaması şu şekildedir: **Şekil 2.15**'te, beşli çemberinde 6 adet eksiltelen çeyrek komanın nasıl diğer beşlilere yedirildiği görülmektedir.  $6 \times 1/4 = 6/4$  ya da  $9/6$  etmektedir. G#-Eb aralığında 1 Pisagor koması dar olduğundan aralığa eklenen  $5/6$ , G#-Eb aralığını  $1/6$  eksiltmektedir. Geriye kalan  $4/6$  da Eb-Bb ve Bb-F aralığına dağıtılmıştır.

Şekil 2.15: Rameau beşli çemberi



Günümüzde de en çok okunan/referans alınan müzik teorisi kitaplarından birini gelecek nesillere miras bırakmış olan Rameau, yukarıdaki şekilden izlenebilecek, beşli çemberindeki yaklaşımıyla kurt aralığı etkisini<sup>10</sup> yumuşatmayı hedeflemiştir.

### 2.1.7 16. Yüzyıl Çin

#### 2.1.7.1 Zhu Zai-Yu (Chu Tsai-Yü) (1536-1611) ve 12 eşit tamperamanlı ses sistemi

Ho-nei kentinde doğan Prens Zhu Zai-Yu, Ming Hanedanı'nın dördüncü imparatoru olan Hung His'in soyundan gelmektedir. Kendisini yaşamı boyunca matematik, astronomi, müzik teorisi ve akustik konularındaki çalışmalarına adanmıştır. *Li Hsueh Hsin Shuo*, *Lii Lu Ching I* ve *Suan Hsueh Hsin Shuo* isimli üç çalışması, eşit aralıklı tampere sistem adına çok önemli kaynaklardır. Detaylı matematiksel hesaplarla monokord üzerinden 12 eşit aralıklı tampere sistemi anlatan bu çalışmalardan bir yıl sonra Simon Stevin, aynı çalışmaları Hollanda'da yapmıştır. Zhu Zai-Yu, eşit tamperamanlı sistemi bir oktavin içindeki ilk ve son sesi temsil eden 1 ve 2 frekans oranlarının arasındaki frekansların 11 porsiyon şeklinde eşit inşa edilmesi şeklinde tanımlar. Bunun sonucu olarak da  $12\sqrt{2}$  formülü ile yarım ses aralığının frekansını saptar. Zhu Zai-yu dönemine kadar Pisagor

<sup>10</sup> "Kurt aralığı etkisi," kabaca G#-Eb aralığı arasındaki, Pisagor beşlisine göre daha geniş olan ve bu özelliği sayesinde çok öznel bir duyum veren, ve bu yüzden de daha sonraki birçok kuram ve uygulamada (özellikle Araton bağlamında) daraltılmaya çalışılan aralığa işaret eder. "Kurt Beşlisi" olarak da ifade edilebilen bu aralığın hesaplamaları ileride, 17-19. Yüzyıl Almanya Gottfried Silbermann bölümünde detaylandırılacaktır.



yöntemi ile hesaplamalar yapılması yaygın olan uygulamadır; ancak 12. adımda ulaşılan B#, C'den ditonik koma (Pisagor koması) kadar (yaklaşık 23.5 sent) tiz kalmaktadır. Bu da ortalama 24 sent kabul edilir ve eşit temperamanlı sistemde 24/12, yani yarım ton için ortalama 2 sent kadar her sese yedirilir. Böylelikle 702 sent olan tam beşlinin sent değeri 700'e; yarım tonunki 100'e ayarlanır.

Zhu Zai-Yu, Huai Nan Tzu'nun *The Book of Liu An* adlı kitabında yer alan hesaplamaları kullanmış, 2/3 ve 4/3 frekans oranlarını 500/750 ve 1000/750 olarak ifade etmek yerine 500/749 ve 1000/749 olarak beşli ve dördü ayarını yapmış; bu da beşlide 2.31 sent fark yaratmıştır. 702 sent olan tam beşli aralığı bu hesap ile 699.69 sent olup 700 sente yuvarlanmıştır. Tam dördü aralığında ise çıkan sonuç, 500.31 alınmak yerine 500'e yuvarlanmıştır. 1779 yılında Kirnberger de "749 Metodu" olarak adlandırılan bu hesaplamalar ile ilgili fikirler ortaya atmıştır. Sıradaki **Şekil 2.16**'da Zhu Zai-yu'nun 750 ve 749 metodu karşılaştırmasında perdelere göre tel uzunlukları verilmiştir:

**Şekil 2.16: Zhu Zai-Yu'nun 750 ve 749 metodu karşılaştırmasında perdelere göre tel uzunlukları**

Chu Tsai-Yü, 1584, as intentionally misattributed to Huai Nan Tzu			Chu Tsai-Yü, 1584 749.153.538 Tempering		
750:749 Tempering = 2.31 cents			Pitches in original circular order		
Pitch Name			Pitch Name		String Lengths
Chinese	Western	Cents	Chinese	Western	
Huang Chung	C	0	Huang Chung	C	10.000 inches
Lin Chung	G	699.69	Lin Chung	G	6.674.199.27
T'ai Ts'u	D	199.38	T'ai Ts'u	D	8.908.987.18
Nan Lü	A	899.07	Nan Lü	A	5.946.035.57
Ku Hsi	E	398.76	Ku Hsi	E	7.937.005.25
Ying Chung	B	1098.45	Ying Chung	B	5.297.315.47
Jui Pin	F#/Gb	598.14	Jui Pin	F#/Gb	7.071.067.81
Ta Lü	C#/Db	97.83	Ta Lü	C#/Db	9.438.743.12
I Tsé	Ab/G#	797.52	I Tsé	Ab/G#	6.299.605.24
Chia Chung	Eb/D#	297.21	Chia Chung	Eb/D#	8.408.964.15
Wu I	Bb/A#	996.90	Wu I	Bb/A#	5.612.310.24
Chung Lü	F/E#	496.59	Chung Lü	F/E#	7.491.535.38
Huang Chung	c	--.--	Huang Chung	c	5.000 inches

Kaynak: (Kuttner 1975, s. 165-190)

Zhu Zai-Yu, Milâttan önceden itibaren tamperaman konusunda çeşitli matematikçilerin ve müzik teorisyenlerinin ortaya koydukları bilgilere dayanarak yazıya döktüğü kuramında, eşit aralıklı tampere sistemin buluşçusu olmamakla birlikte matematiksel hesaplarını vermesinden ötürü, teoriye katkısı önemlidir. Öte yandan, beşlilerin akorduna yönelik olan Franchinus Gafurius'un *Practica Musica*'sı; Avrupa'da yapılan  $\frac{1}{4}$  araton tamperamanını detaylı açıklayan Aron'a ait *Toscanello a Musica*; Zarlino'nun araton tamperamanları ile ilgili çalışmaları; 1581 yılında Vincenzo Galilei 'nin yarım ton için eşit tamperamanlı sisteme çok yakın olan 99 sente denk gelen 18/17 oranını kullanması, ... Rönesans döneminde müziğin yaptığı oylumlu hamlelere gereken teorik zemini sağladıklarından, son derece değerlidirler.

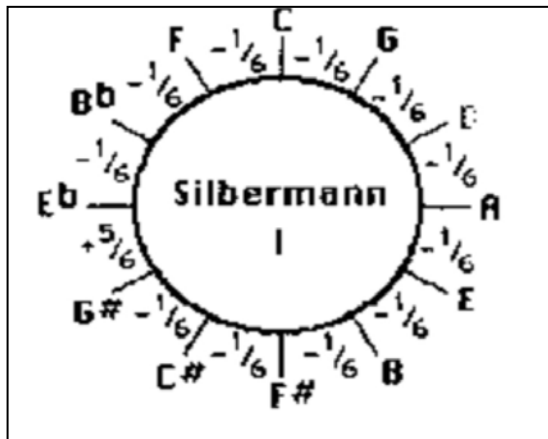
## 2.1.8 17-19. Yüzyıl Almanya

### 2.1.8.1. Gottfried Silbermann (1683-1753)'ın araton tamperemanına 1/6 komalık yaklaşımı

Org, klavye ve piyano yapımcısı olan Silbermann da Aron gibi araton tamperemanına odaklanmış, bu tamperemanı daha kullanışlı hâle getirerek dönemin org müziği repertuarının seyrine katkıda bulunmuştur. Aron tamperemanında tam beşliler ¼ koma kadar daraltılırken Silbermann, tam beşlileri 1/6 sentonik koma ( $21.5/6 = 3.6$ ; yaklaşık 4 sent) kadar daraltarak şöyle sonuçlar elde etmiştir: 11 adet beşli aralığı 702 sent yerine 698 sent olmuş, on bir adımda tam beşlilerde toplam sapma, sent cinsinden  $3.6 \times 11 = 39.5$  sent; ya da 11 adet tam beşlinin daraltılması sonucu 11/6 komalık değer ortaya çıkmıştır. Bu değer 12. beşliye eklenerek beşli çemberi tamamlanır. 12. tam beşli Pisagor sistemine göre temel ses ile arasında bir Pisagor koması (yaklaşık 23.5 sent) kadar fark barındırır (12. adımda elde edilen Eb, D#’den bir Pisagor koması kadar tiz kalmaktadır. 11/6’lık fazlalık, bir Pisagor koması kadar dar olan 12. beşliye ilave edilir (1 tam koma = 6/6). Sentonik koma ve Pisagor koması arasında yaklaşık 2 sent kadar fark vardır; ancak bu fark çok ufak olduğu için göz ardı edilebilir.)

Sonuç olarak Silbermann ara ton tamperemanında aşağıdaki **Şekil 2.17**’de görüldüğü gibi,  $11/6 - 6/6 = 5/6$ ’lık fazlalık 12. beşliye eklenmiştir: (Klop 1974)

**Şekil 2.17: Silbermann beşli çemberi I**

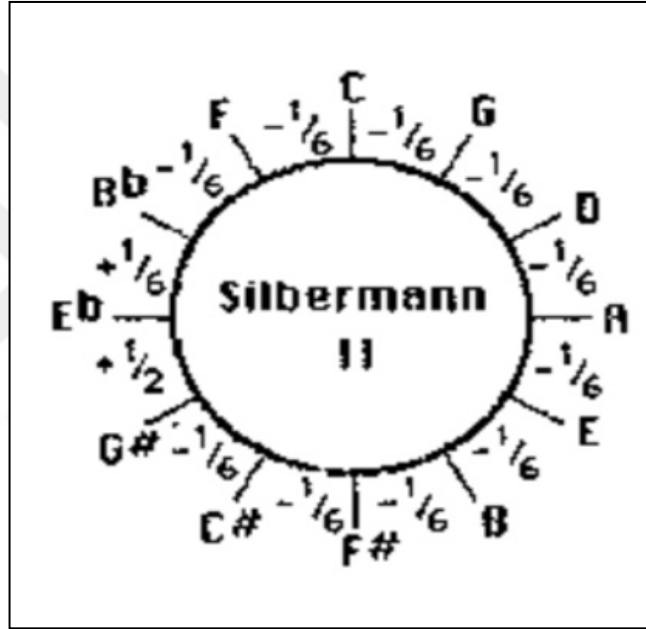


G#-Eb aralığı sent olarak ifade edilirse  $11/6 \times 21.5 - 23.5 \text{ sent} = 15.9$ ; yaklaşık 16 sent Pisagor beşlisine göre Silbermann tamperemanında daha geniştir ( $702 + 16 = 718 \text{ sent}$ ).

Bu aralığa Kurt beşlisi/Kurt aralığı (*wolf fifth/wolf interval*) adı verilir (Karaosmanoğlu 2017, s. 166).

Silbermann tamperamanı için ikinci alternatif ise 11 adet  $1/6$ 'nın toplamı olan  $11/6$  fazlalığı  $G\#-Eb$  ve  $Eb-Bb$  aralığına dağıtmaktır. Aşağıdaki şemada 12. beşli aralığa  $5/6$ 'nın  $3/6$ 'sı ( $1/2$  si);  $Eb-Bb$  aralığına  $2/6$ 'sı eklenmiştir.  $Eb-Bb$  aralığındaki değer  $-1/6$  olduğu için  $-1/6 + 2/6 = +1/6$  haline gelmiştir.

**Şekil 2.18: Silbermann'ın araton Tamperamanı için örnek teşkil eden beşli çemberi**

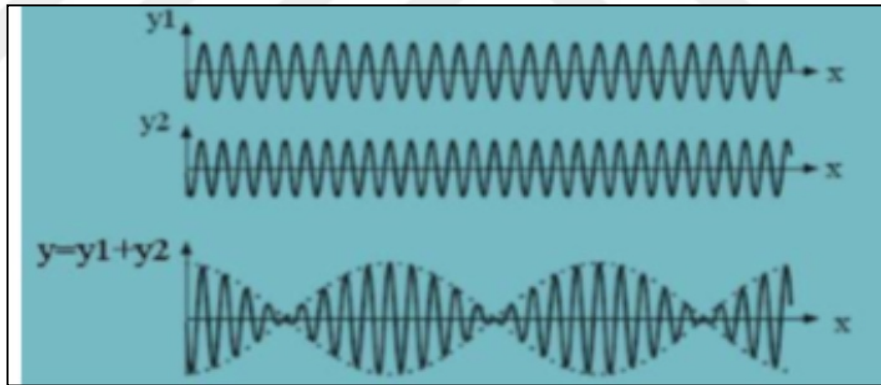


Silbermann'ın kurt aralığı daraltmayı hedeflemiş ve tamperaman çalışmalarını bu yönde yapmış olması, en çok dönemin org müziğine yaramış, etki etmiştir. Zira, bu tamperamanı Barok Dönem orglarının akordu için kullanmış olması sayesinde, repertuvarda, örneğin x – tonda bestelenmiş bir parçanın başka bir tonda da çalınabilmesinin önü açılmıştır: Bu şekilde klavyenin olanaklarını verili tonun sultasından kurtarmanın, daha sonraki yüzyılların alâmet-i farikası olacak modülasyonların kapısını aralamıştır.

### 2.1.8.2 Hermann von Helmholtz (1821 – 1894)

Alman fizikçi Hermann von Helmholtz' un *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Music* (Müzik Teorisi için Fizyolojik Temel Olarak Tını Duyumlarının Öğretisi) adlı kitabı müzik fiziği adına en önemli kaynaklardan biridir<sup>11</sup>. Örneğin, Harry Partch gibi bir isim bile, akortlama sistemi ve enstrüman tasarımlarında Helmholtz' un kitabını rehber olarak kullanmıştır. Helmholtz, eşit aralıklı tampere sistem yerine *just intonation*'ı övmüş; eşit aralıklı sistemde majör ve minör üçlü aralıkların sorun teşkil ettiğini ifade etmiştir. 12 eşit aralıklı tampere sistemde majör ve minör üçlü aralıkların armoniklere göre akort edilemeyeceğini; bir perdenin oktav sesi dışında, ardışık armoniklerinin bozulmaksızın elde edilemeyeceğini ifade etmiştir. Bu yüzden *just intonation* 'un savunucularındandır. Helmholtz armonikleri önemserken vuru (*beat*) uyumunu da göz ardı etmemiştir. Birbirine çok yakın seslerin vuru uyumsuzluğunu matematik formülleriyle açıklamıştır:

**Şekil 2.19: Genlikleri aynı frekansları birbirine yakın iki ses dalgası**



Şekil 2.19'da genlikleri aynı, frekansları birbirine yakın iki dalga, üst üste gelmiştir. Genlik değişimleri sesteki vuru değişimlerine de neden olmaktadır. (Kitapta vuru konusu vuru konusu karmaşık formüllerle detaylı bir şekilde anlatılmıştır.) Aynı zamanda armoniklerin her birinin bir öncekine göre güç kaybettiğine de değinilen metinde, bu özellikten ötürü, armonikler sayesinde limitsiz oranda ses dizisi elde edilebilmesine rağmen, azalan ses şiddetlerine koşut olarak, kulağın duyumu oldukça sınırlı kalmaktadır.

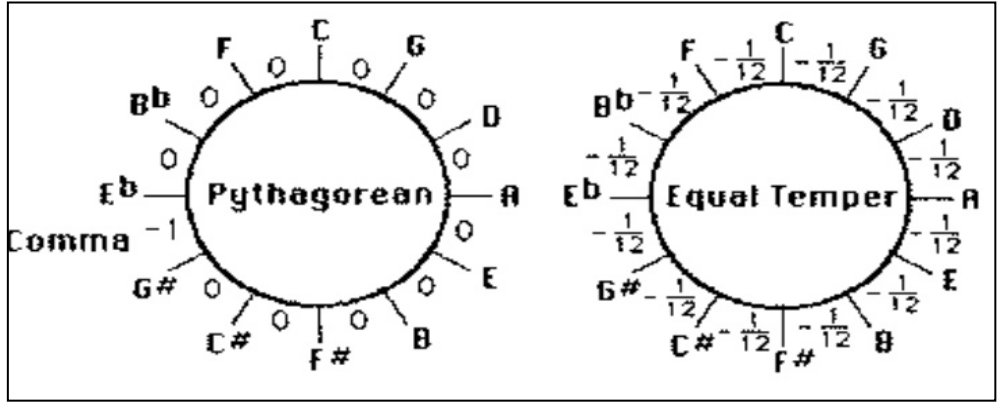
<sup>11</sup> Kitabın *On Sensations of Tone* şeklinde, Alexander J. Ellis tarafından çevrilmiş İngilizce baskısı, yayınlandığı 1875'ten günümüze, en çok referans alınan müzik teorisi metnidir.

Helmholtz, tam tınısal (*just intonation*) düzende müzik yapacak 20. Yüzyıl müzisyenleri için temel bilgi kaynağı olmuş; özellikle 1980'lerden sonra eğilinilen alternatif tamperamanların sebep sonuç ilişkilerinin ispatlarını matematiksel olarak ortaya koymuştur.

## 2.2 ON İKİ TON EŞİT ARALIKLI TAMPERAMAN İLE DİĞER BAZI TAMPERE SİSTEMLERİN ŞEMATİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Günümüzde birçok müzik kültürünü bağdaştıran, ancak pratiklik uğruna tek bir sistemin sultasına mahkum eden anlayışa karşın, tamperamanlar, problemler için geliştirilmiş pratik çözümlerdir. Barthold Kuijken, *The Notation Is Not The Music* adlı kitabında tamperamanın öznel değerlerinden bahsetmektedir: Her akort sisteminin kendi karakteristik özelliği, seslerin aralıklarına göre değişen ifade vasıfları bulunmaktadır. Aşağıdaki Şekil 2.20'de 12 ton/12 perdeli/12 TET eşit tamperaman ve Pisagor tamperamanına ait beşli çemberi ve tampere edilebilmesi için eksiltilmiş koma değerlerini göstermektedir:

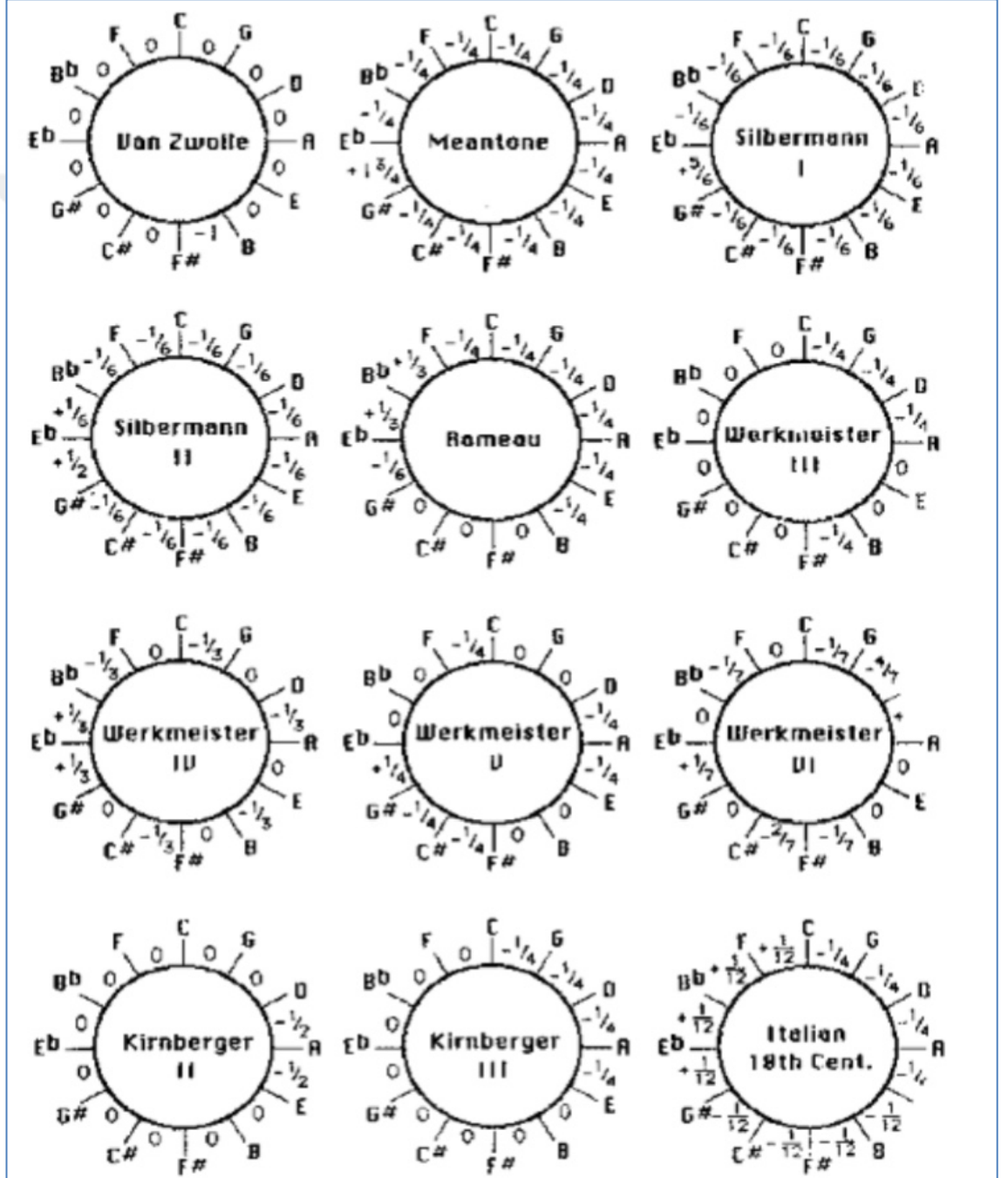
Şekil 2.20: Pisagor tamperamanı ve eşit tamperamana ait beşli çemberi



Milattan önceye dayanan Pisagor akortlaması, 12. beşli aralığın bir pisagor koması kadar geniş olduğu için daraltılması sistemine dayanır; Van Zwolle ise Pisagor komasının yerini değiştirmiş, G#-Eb yerine B-F# aralığını 1 koma kadar daraltmıştır. *Mean tone* (Araton) tamperamanında ise 11 adet beşli daraltılmış; buradan çıkan fark, 12. beşli aralığa eklenmiştir. Silbermann, araton tamperamanları üzerinde varyasyonlar denemiştir; Rameau da *Mean tone* tamperamanı üzerinde, üç adet tam beşli aralıkta değişiklik yapmadan bir akort sistemi geliştirerek kurt aralığını yumuşatma çabası içine girmiştir. Org yapımcısı

ve matematikçi Werkmeister de, üçlülerin en iyi şekilde duyulabilmesi için bir akort sistemi yaratmıştır. Werkmeister gibi Bach'ın öğrencisi Kirnberger de *Well tempered* (uygun tamperaman) akort sistemi için çalışmışlar; araton ve Pisagor sistemi arasında bir uzlaşma niteliğinde bir sistem geliştirme çabası içine girmişlerdir. Sıradaki Şekil 2.21'de bu tamperamanların beşli aralıklara yedirim biçimleri mevcuttur.

**Şekil 2.21: Bazı tamperaman çeşitlerinin beşli aralıklara yedirim çeşitleri**



Kaynak:(Klop, 1974)

## Şekil 2.22: Tampere Sistemlerin, Eşit aralıklı Tampere sisteme göre C perdesi

üzerinde Hertz cinsinden karşılaştırılması:

C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
<b>Pythagorean</b>											
261.6	279.4	294.3	310.1	331.1	348.8	372.5	392.4	419.1	441.5	465.1	496.7
<b>Van Zwolle</b>											
261.6	279.4	294.3	314.3	331.1	353.6	372.5	392.4	419.1	441.5	471.5	496.7
<b>Meantone</b>											
261.6	272.8	292.3	313.2	326.7	350.0	365.0	391.1	407.9	437.0	468.3	488.3
<b>Silbermann I</b>											
261.6	275.0	293.0	312.2	328.1	349.6	367.5	391.6	411.6	438.5	467.2	491.1
<b>Silbermann II</b>											
261.6	276.2	293.0	312.2	329.6	349.6	369.2	391.6	413.4	438.5	467.2	493.3
<b>Rameau</b>											
261.6	276.9	293.3	309.7	330.4	348.8	369.2	391.1	413.9	438.5	463.0	493.9
<b>Werckmeister III</b>											
261.6	277.5	293.3	311.1	328.9	350.0	370.0	391.1	414.8	438.5	466.7	493.3
<b>Werckmeister IV</b>											
261.6	275.6	293.0	311.5	329.6	348.8	369.2	390.7	413.4	437.5	467.2	492.2
<b>Werckmeister V</b>											
261.6	275.6	293.3	311.1	328.9	348.8	368.7	392.4	413.4	438.5	465.1	493.3
<b>Werckmeister VI</b>											
261.6	278.3	293.8	311.3	331.1	349.5	372.5	391.7	414.2	441.5	466.9	496.7
<b>Kirnberger II</b>											
261.6	277.5	294.3	312.2	328.9	348.8	370.0	392.4	416.2	438.5	465.1	493.3
<b>Kirnberger III</b>											
261.6	277.5	293.3	311.1	328.9	348.8	370.0	391.1	414.8	438.5	465.1	493.3
<b>Italian 18th Century</b>											
261.6	277.2	293.0	311.1	328.9	349.2	370.0	391.1	414.4	438.0	465.1	492.8
<b>Equal Temperament</b>											
261.6	277.2	293.7	311.1	329.6	349.2	370.0	392.0	415.3	440.0	466.2	493.9

12 ton Eşit tamperamanlı sistemlerde bir oktav sent cinsinden eşit aralıklara bölünmüştür. Sent cinsini Hertz'e çevirmek için aşağıdaki formül uygulanabilir (Karaosmanoğlu 2017):

$$F_k = F_R \cdot 2^{k/12}$$

C'nin Hertz cinsinden değerinin 261.6 olarak ayarlandığı 12 ton eşit tamperamanlı sistemde G'nin Hertz cinsinden değeri  $261.6 \times 2^{7/12} = 392$  Hertz olmaktadır. Bu sistemlerin her birinin ortak özelliği bir oktavı 12'ye bölüyor olmalarıdır. Sabit perdeli enstrümanlarla ve perdesiz enstrümanları ortak noktada buluşturan bu sistem, *Mean tone* ve *Well tempered* gibi tamperamanlardan sonra transpozisyon ve modülasyon kolaylığı sağlamalarından ötürü benimsenmiş ve yaygınlaşmıştır.



## 2.3 TAM TİNİSAL DÜZEN (*JUST INTONATION*)

### 2.3.1 Ivan Wyschnegradsky (1893-1979)

St. Petersburg, Rusya doğumlu besteci, Rimsky Korsakov'un öğrencisi Nikolai Sokolov ile armoni çalışmış, Nietzsche and Wagner'den etkilenmiş, teozofi ve vedantik felsefeye gençlik yıllarında ilgi duymuştur. Keşfetme merakı sayesinde, tampere sistem dışında duyulmayan seslerin de kullanılabilirliği yönünde çalışmalar yapmış, ultrakromatisizm olarak tabir edilen yeni bir akımın başlamasına sebep olmuştur. Bu akıma hizmet eden birçok eseri çoğu zaman iki veya üç piyano ile, farklı frekanslarda akort edilmiş şekilde hepsinin aynı anda çalınması için bestelenmiş, bazı eserlerinde de farklı akortlardaki piyanolar ile birlikte çalınmak üzere yaylı /ansambl partileri de yazmıştır. Bununla ilgili örnek verilecek olur ise; Opus 46a Composition I (1961 Yaz) adlı üç ayrı şekilde akort edilmiş piyano ve ansambl için yazılmış eseri gösterilebilir. Bu eserdeki piyanolardan biri eşit aralıklı tampere sisteme göre, ikincisi eşit aralıklı tampere sistemden yarım perdenin üçte biri kadar üstünden (tam perdenin 1/6 sı) göre, üçüncüsü ise eşit aralıklı tampere sistemden yarım perdenin üçte biri kadar altından akort edilmiştir.

Şekil 2.23: Opus 46 a Composition I

I. WYCHNEGRADSKY

COMPOSITION I  
en sixièmes de ton

Extrait de: 2 compositions, opus 46

Pour trois pianos

Le piano 1 est accordé  $\frac{1}{8}$  de ton au dessus du diapason normal  
" " 2 " " au diapason normal  
" " 3 " "  $\frac{1}{8}$  de ton au dessous du diapason normal

Signes d'altération

$\sharp$ hausse de $\frac{1}{8}$ de ton	$\flat$ baisse de $\frac{1}{8}$ de ton
$\sharp\sharp$ hausse de $\frac{1}{3}$ de ton	$\flat\flat$ " " $\frac{1}{3}$ " "
" " $\frac{2}{3}$ " "	$\flat\flat$ " " $\frac{2}{3}$ " "
" " $\frac{5}{6}$ " "	$\flat\flat\flat$ " " $\frac{5}{6}$ " "

Kaynak: (www.ivan-wyschnegradsky.fr)

Ton içinde bu sesleri herhangi bir ses sistemini açıklamak için değil, ana tonun içinde farklı renk alternatifleri yaratmak için kullanan Wyschnegradsky, kendisi gibi bu konuda eserler besteleyen ve arayışta olan Alois Haba ile de bir dönem yeni piyano tasarımı için iş birliği yapmıştır. (Sitsky 2002, s. 543-544) Kendisi için A. Förster tarafından yapılmış çeyrek perdeli piyano, İsviçre Basel'deki Enstrüman Müzesinde durmaktadır. Ancak dönemin piyanistleri teknik anlamda çalınması hiç de kolay olmayan bu piyano için yeterince hevesli davranmadıklarından, eserlerini birden fazla piyano için farklı frekanslardan akort edilmiş şekilde yazmıştır.

### 2.3.2 Alois Haba (1893-1973)

Çek Cumhuriyeti, Vizovice doğumlu Haba, 20. Yüzyıl modern müzik dönemi içinde 12 eşit aralıklı tamperaman ile yetinmemiş bir müzik teorisyeni ve bestecidir. Tıpkı Wyschnegradsky gibi yeni enstrümanlar tasarlamış, atematik stilde eserler yazmış, “Matka” (Anne) adlı çeyrek perdeli bir opera bestelemiştir. Kitabı *Neue Harmonielehre des Diatonischen, Chromatischen, Viertel-Drittel-Sechstel und Zwölftel Tonsystems* (Çekçe’ den Almanca ’ya Erich Steinhard tarafından çevrilmiştir) tüm detayları ile eşit aralıklı tampere sistemin içinde çok daha küçük aralıklar yaratarak oluşturulan müziğin yatay ve dikey boyutta nasıl yapılabileceğine dair önemli bilgiler paylaşmaktadır. Prag Konservatuari’nda profesörlük yapmış Haba’nın çeyrek perdeli ses sistemleri ile ilgili bilgilerini aktardığı öğrencileri arasında Necil Kazım Akses de yer almaktadır.

Amerikalı besteci Ben Johnston, Haba’nın yaptığı müziğin ilham kaynağının Balkan halk müziği olduğu düşünmektedir. Şekil 2.24’te çeyrek perdeli ses sistemiyle yaptıkları bestelerinde kullandığı alterasyon işaretleri ve Wyschnegradsky notasyonu ile karşılaştırma tablosu aşağıdadır:

Şekil 2.24: Alois Haba-Ivan Wyschnegradsky’ nin çeyrek perdeli ses sistemlerinde kullandıkları alterasyon işaretleri

	Hába	Wyschnegradsky
3/4 sharp	# >	## +
1/4 flat	c 9	k kb

Kaynak: (Ellis 1975, s. 12)

Haba, yaylı kuartetler için de birçok çeyrek ton eser bestelemiştir. Matka Operası’ndan ve yaylı kuartet eserlerinden de anlaşılabilceği gibi, yaylı enstrümanlar ve insan sesi aradaki vuru dezavantajını en kolay yok edebilecek iki enstrümandır. Piyanoda çalınan arpejler ve hızlı pasajlarda, vuru farkını insan kulağının ayırt etmesi kolay değildir. Oysa insan sesi vuru farkına göre kulağı ile çıkan sesi ayarlama imkanına sahiptir. Sonuç olarak

Haba, vuru uyumsuzluğu en az hissedilebilecek vokaller ve yaylı enstrümanlar için eserler yazarak bu dezavantajı bertaraf etmeye çalışmıştır. (White ve White 1980, sf. 258-259)

### 2.3.3 Harry Partch (1901-1974)

California, Oakland kentinde doğan Partch, geçmiş dönemdeki müzik teorisyenlerini çok iyi incelemiş, asal sayıları kullanarak oluşturduğu “limit” kavramı ile yeni ses dizileri ve bu doğrultuda yapılan hesaplamalar ile kendi ses dizilerini çalabilecek enstrümanlar tasarlamıştır. Çok genç yaşta birçok besteler yapmış, ancak eşit aralıklı tampere sistemin kusurluluğunu gördükten sonra bu eserlerin hiçbirini dinleyiciyle paylaşmamıştır. Hayatının uzun bir bölümü seyahat yaparak geçirmiş, yaklaşık on yıl bu şekilde yaşamasının ardından *Bitter Music* adında deneyimlerini aktardığı makalelerden oluşan bir kitap yayınlamıştır. Partch’ın tasarladığı çalgılardan bazıları aşağıdaki gibidir:

**Şekil 2.25: Chromelodeon I, bir oktavyı 43 tona bölebilen tuşlu bir çalgı**



**Şekil 2.26: Diamond Marimba, bir oktavda 29 ses aralığı olan *tonality diamond* kavramından esinlenilmiş bir enstrüman**



**Şekil 2. 27: Mazda Marimba, üzerinde 24 adet ışık küresinden oluşmakta ve lastik bir tokmakla çalınmaktadır.**



Şekil 2.28: Zymo-Xyl



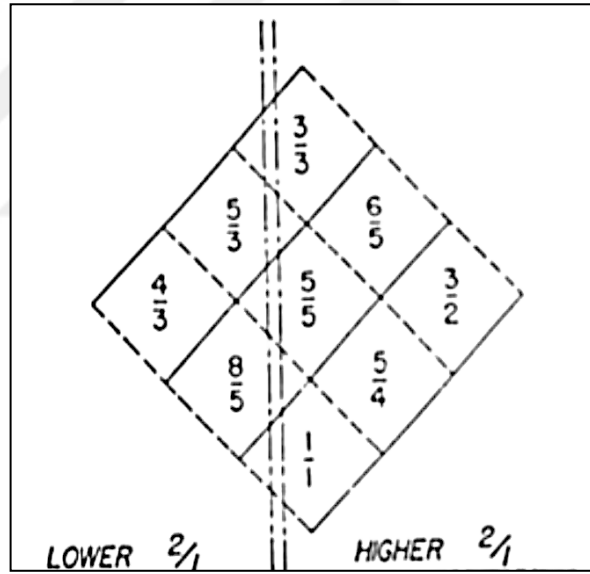
Kaynak: [www.harrypartch.com](http://www.harrypartch.com)

Zymo-Xyl için üç değişik ses tonu elde edilmesi mümkündür, ön rezonatörler meşe ağacından oluşmaktayken arka rezonatörler likör ve şarap şişeleridir.

Partch, birbirine eşit olmayan aralıklardan oluşan ve bir oktavda 43 ses aralığı barındıran bir ses sistemi oluşturmuştur. "Genesis of A Music" adlı kitabı Partch 'ın oluşturduğu ses sistemi, notasyon ve tarafından tasarlanmış çalgılar için önemli bir kaynak olmuştur. Antik Çin de Ling Lun ve Antik Yunan'da Pisagor, Archytas ve Batlamyus gibi düşünürlerin fikirleri, Partch'ın teorilerinin kaynağını oluşturmuştur. Özellikle Pisagor'un ses sistemlerinde kullandığı monokorddan, Genesis of a Music kitabının yapı taşlarının oluşmasında tel boyu ve bağıl frekans oranlarının hesaplamalarının incelemesinden faydalanmıştır (Partch 1979, s. 71). Genesis of A Music adlı kitabı için 20 yılı aşkın bir süre Antik Yunan kuramlarının yanında Çin, Hint, Meksika gibi yöresel müzikleri de derinlemesine incelemiştir. Eşit aralıklı tampere düzende Partch'ı rahatsız eden olgu, armonikler açısından değerlendirildiğinde ses sistemi içinde oktav dışındaki hiçbir sesin yer almamasıdır. Joe Maneri öğrencisi olan Julia Werntz'e göre eşit aralıklı sistemin yaratıcılığı kısıtlaması Just Intonation 'un ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamıştır. (Werntz 2001, s. 169) Partch'ın en önemli özelliklerinden biri de yarattığı ses sistemlerine göre tasarladığı enstrümanları ile yaptığı eserleri icra edebilme yeteneği sayesinde müzik teorisyeni ve çalgı tasarlayıcısından öte bir müzisyen olmuştur.

Partch'ın ses sistemlerini oluştururken kullandığı temel kavram, “limit” kavramı olmuştur. Limit kavramı doğrudan armonikler ile ilişkilidir ve herhangi bir frekansı veren tel boyunun tam tersi olan bağıl frekansın pay ve paydasını (armoniklerin birbirine oranı) meydana getiren sayıların içinde yer alan en büyük asal sayıdır. Asal sayılar, bölüneni sadece 1 ve kendisi olan sayılar olarak tanımlanır. Limit kavramını dikkate alarak kafes diyagramları şeklinde *tonality diamond* şablonunu oluşturmuştur. Diyagramların en yalın halini tam beşlilerle çıkıcı, tam dörtlülerle inici bir eksen yaratması sebebiyle Pisagor dizisi oluşturmaktadır. Kafes diyagramı çizilecek ses sisteminin asal limiti ne kadar büyük ise diyagramın boyutu ve karmaşıklığı o derece yüksek olur. (Karaosmanoğlu 2017, s. 93-95) Partch, *Tonality Diamond* şablonunu ilk olarak 5-limite, sonrasında 11-limit'e göre oluşturmuştur.

**Şekil 2.29: 5-limitli bir tonality diamond şablonu**



Kaynak:(Partch 1979, s. 110)

Şablonu açıklamak için Harry Partch'ın ürettiği bazı kavramların tanımlamasına ihtiyaç duyulmaktadır:

*Otonality*: Üst armonikler (Şemada 1/1, 5/4 ve 3/2 8/5, 5/5 ve 6/5 4/3, 5/3 ve 3/3)

*Utonality*: Alt armonikler (Şemada 1/1, 8/5 ve 4/3 5/4, 5/5 ve 5/3 3/2, 6/5 ve 3/3)

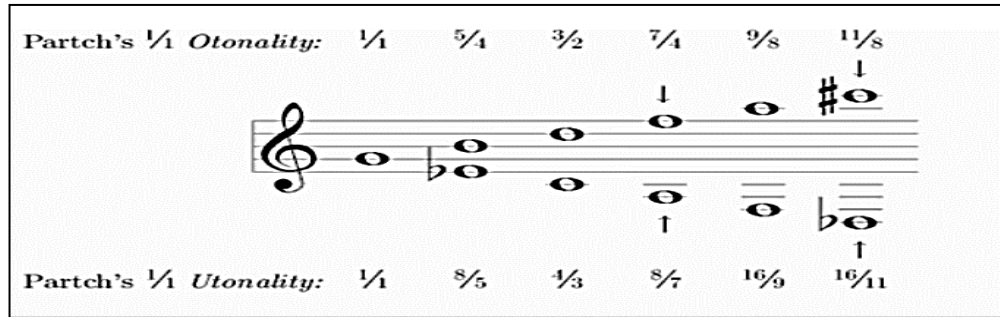
*Odentiy*: Partch, şablonun düz çizgileri arasında kalan üst armoniklerin paylarını (1/1 için 1, 5, 3)

*Udentity*: Partch, şablonun kesik çizgilerinin arasında kalan alt armoniklerin paydalarını (1/1 için 1, 5, 3)

*Numerary nexus*: Şablonda 1/1, 3/3 ve 5/5 sayıları, *numerary nexus*'lardır. 1/1 pay veya paydasında 2, 4, 8 bulunan bağıl frekans oranlarının *numerary nexus*'udur. 5/5, pay veya paydada 5 bulunan, 3/3 ise pay veya paydada 3 veya katlarının bulunduğu frekans oranlarının *numerary nexus*'sudur.

*Generators* (şablonu oluşturan üretici asal sayılar olarak kullanılan armonikler) sayesinde oluşan üst ve alt armonik ile ilgili yaklaşımların Partch'ın şablonunu şekillendirmesinde, Rameau'nun "Treatise on Harmony" kitabındaki yorumları etkili olmuştur. Dikey iki çizginin sağındaki ve solundaki sesler, birbirinin simetriğini oluşturmaktadır. Örneğin 5/5 sağındaki 3/2 ile solundaki 4/3'ün 5/5'e uzaklığı aynıdır. Veya 1/1'in 5/4'e ve 8/5'e uzaklığı aynıdır. (Partch 1979, s. 110-111; Forster 2010, s. 365-375) Birbirinin simetriği olan bağıl frekans oranlarının toplamı, oktavın bağıl frekans oranını verir. 5 limitli bir *tonality diamond*'ı, en büyük 5 asal sayısı ve katları oluşturmaktadır. 5 limitli tonality diamond şablonu kısıtlı sesler içerdiğinden Partch bu şablonu 11 limit ile genişletmiş, aşağıdaki alt ve üst armonikleri kullanmıştır.

**Şekil 2.30: Partch'ın alt ve üst armoniklerin 11 limite göre porte üzerinde gösterilmesi**



Kaynak: (Partch 1979, s. 133)

11 limiti kullanarak Partch'ın oluşturduğu 43 perdeli ses sistemi ve frekans oranları ile birlikte sent değerleri aşağıdaki şekilde yer almaktadır. **Şekil 2.28**'de seslerin birbirleri arasındaki sent değerlerini ve frekans oranı farklarını da içermektedir.



**Şekil 2.31: Partch'ın 43 perdeli ses sistemindeki seslerin sent ve frekans oranı cinsinden değerleri**

Cents.....	0	21.5	53.2	84.5	111.7	150.6
Degrees.....	1/1	81/80	33/32	21/20	16/15	12/11
Cents.....		81/80	55/54	56/55	64/63	45/44
		21.5	31.8	31.2	27.3	38.9
Cents.....	165.0	182.4	203.9	231.2	266.9	294.1
Degrees.....	11/10	10/9	9/8	8/7	7/6	32/27
Cents.....		100/99	81/80	64/63	49/48	64/63
		17.4	21.5	27.3	35.7	27.3
Cents.....	315.6	347.4	386.3	417.5	435.1	470.8
Degrees.....	6/5	11/9	5/4	14/11	9/7	21/16
Cents.....		55/54	45/44	56/55	99/98	49/48
		31.8	38.9	31.2	17.6	35.7
Cents.....	498.0	519.5	551.3	582.5	617.5	648.7
Degrees.....	4/3	27/20	11/8	7/5	10/7	16/11
Cents.....		81/80	55/54	56/55	50/49	56/55
		21.5	31.8	31.2	35.0	31.8
Cents.....	680.5	702.0	729.2	764.9	782.5	813.7
Degrees.....	40/27	3/2	32/21	14/9	11/7	8/5
Cents.....		81/80	64/63	49/48	99/98	56/55
		21.5	27.3	35.7	17.6	31.2
Cents.....	852.6	884.4	905.9	933.1	968.8	996.1
Degrees.....	18/11	5/3	27/16	12/7	7/4	16/9
Cents.....		55/54	81/80	64/63	49/48	64/63
		31.8	21.5	27.3	35.7	27.3
Cents.....	1017.6	1035.0	1049.4	1088.3	1115.5	
Degrees.....	9/5	20/11	11/6	15/8	40/21	
Cents.....		100/99	121/120	45/44	64/63	56/55
		17.4	14.4	38.9	27.3	31.2
Cents.....	1146.8	1178.5	1200			
Degrees.....	64/33	160/81	2/1			
Cents.....		55/54	81/80			
		31.8	21.5			

Partch, çalışmalarını eşit aralıklı sistemde yok sayılan 7. Ve 11. armonikleri de hesaplamalarına dahil ederek 43 perdeli ses sistemini oluşturmuştur. Kendi müzikal fikirlerini farklı renkler yakalayarak gerçekleştirmiştir.

### 2.3.4 John Cage (1912-1992) ve “Batı Müziği” Tampere Sistemine Kontrast Ses

#### Arayışları

Los Angeles doğumlu John Cage, genç yaşlarında Avrupa’da hem resim, mimari ve gotik sanatlar konusunda eğitim görmüş, hem de modern müziğe ilgi göstermiştir. Henry Cowell ile müzik çalışmalarına devam ederken, Arnold Schoenberg ile tanışarak resim yerine müziğe tüm enerjisini vermiştir. California Üniversitesi’nde dans eşlikçisi olarak çalışmaya başlamıştır. Amerika’da Gamelan Enstitüsü kurucusu Lou Harrison yönetiminde birçok konserler yapmış, bu konserlerde kendi dizayn ettiği vurmali çalgıları kullanmıştır. Tıpkı Harry Partch gibi Çin, Japon ve Hint felsefesine ilgi duymuş ve

müzikleri yerinde incelemiş olan John Cage, 1947 de yazdığı bale “*The Seasons*” için ilham kaynağı olmuştur. *Prepared Piano* (hazırlanmış piyano) olarak adlandırdığı tellerin altına ve üzerine belirli yerlerine vidalar, somunlar, bez parçaları silgiler yerleştirilerek piyanodan farklı ses örgüleri elde etmeyi başarmış ve bu ses örgülerini kullanarak eserler yazmıştır. Washington’da Cornish School of Arts’da dans grubuna eşlik yaparken vurmali saz hissi vermesi için piyanonun çeşitli yerlerine bazı objeler yerleştirilerek *Prepared Piano* yu tasarlamış ve ilk olarak 1940 yılında *Bacchanalle* isimli hazırlanmış piyano eserini bestelemiştir. (Hamm 1980, s. 597-598) *Prepared Piano* sayesinde son derece kişiselleştirilmiş sesler elde eden Cage *Sonatas and Interludes for Prepared Piano* eseriyle “Gamelan Orkestrası” duyumuna benzer bir duyum hissettirmiştir. (Bunger 1980, s. 58-59) John Cage, Endonezya’nın geleneksel Gamelan orkestrası yapısını inceleyip eşit aralıklı tampere sistem için akort edilmiş piyanodaki sesleri kendi duymak istediği frekanslara ayarlamış, kulağını kendisine rehber olarak almıştır. Batı müziğinde kullanılan tampere sisteme büyük bir kontrast oluşturan Gamelan Orkestrası benzeri elde edilen sesler oldukça büyük bir yenilik yaratmış, performans sırasında icracının isteğine bırakan çalma biçimi olan “rastlamsallık” konusunda öncülük yaparak, Lou Harrison ile *Double Music For Four Percussionists* adlı eseri bestelemiştir ve 1941 yılında sayısız konserler vermiştir. Gamelan, *pelog* veya *slendro* ses dizilerine göre akort edilir, pelog; yedi perdeli bir ses dizisidir ve sadece beş ses aynı anda kullanılır, slendro ise bir oktavın beşe bölünmüş hali şeklinde tampere sistemdeki pentatonik ses dizisinin duyumuna yakın bir his veren perdelerden oluşur. Genellikle vurmali sazlardan oluşan Gamelan orkestrası flütler, yaylı ve telli çalgılar, bazen de vokal içerebilir. Bambular, demir gonglar, çanlar ve ziller sıkça kullanılmaktadır. (Gomperts 1995, s. 180-195) Cage, tabla çalgısı sanatçısı Gita Sarabhai sayesinde Hint felsefesi ile tanışmıştır. Cage ’in etkisinde kaldığı Debussy de *Fantasia for Piano and Orchestra* adlı eserinde Gamelan müziğini taklit etmiş, slendro ses dizisine göre *No-La-Li* balesini bestelemiştir. *Sonatas and Interludes for Prepared Piano*, Cage ‘in bu enstrüman için yazılmış en ilgi çekici eseri olmuştur. Yaşamının son yıllarında bestelediği *One, Two, Thirteen* gibi eserlerinde batı müziği notasyonunda yer almayan sesleri de oldukça sık kullanmıştır.

Cage, “anarşik armoni” olarak tanımladığı belirli bir disiplinin içinde şaşırtıcı olan olaylar ve sürprizleri karşılamak anlamında olan müzikal prensibini müzik arayışı için Avrupa Japonya ve Güney Amerika’ya yapmış olduğu seyahatler ile yaşantısına da

yansıtmıştır. Tabla çalgısı sanatçısı Gita Sarabhai sayesinde Hint felsefesi ile tanışmıştır. (Retallack 1996, s. 131)

Hayatının son yıllarında 7 limit, 11 limit ve 13 limitli ses sistemlerini kullanarak eserler bestelemiş ve bu eserlerin çalınmasını sağlamıştır.

### 2.3.5 Lou Harrison (1917-2003)

John Cage 'in yakın arkadaşı olan Lou Harrison, 1917'de Portmund, Oregon'da doğmuştur. Erken yaşta Kaliforniya'ya yerleşmiş olan Harrison, Cage gibi Henry Cowell'in "Music of the People of the World" çalışmalarına katılmıştır. 1942 yılında Arnold Schoenberg ile atonal avangart müzik çalışabilmek için Los Angeles'a taşınmış, ardından New York'a yerleşerek besteci kimliğinin yanı sıra Charles Ives için düzenlemeler yapmış, Ives'e Pulitzer ödülünü kazandıran 3. Senfonisini yönetmiştir. 1947'de ağır bir depresyon geçirmiş, yakın arkadaşı John Cage' den çok destek görmüştür. Eserlerinde çeşitli tamperamanlar kullanmayı tercih eden Harrison, gitar için yazdığı "Tandy's Tango" eserini Kirnberger tamperamanı ile bestelemiştir. Erken dönem eserlerinden "Cembalo Sonata" ya (İspanyol ve Hint etkileri belirgin derecede hissedilmektedir) 1943 yılında beş adet daha eklemiştir, bestelediği eserlerin içinde bilinen 6 Cembalo Sonatı'na dahil olmak üzere "Cembalo A minör Sonatı" da bulunmaktadır. Bu iki sonat için 1/6 meantone tamperamanını kullanmıştır. **Tablo 2.6**'da bu iki sonat için kullanılan meantone tamperamanının sent, frekans ve koma değerleri bulunmaktadır.

**Tablo 2.6: Lou Harrison'ın Cembalo A minör Sonatı için kullandığı tamperamanın sent ve frekans değerleri**

perde	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C
koma+/-	+1/2	-2/3	+1/6	-1/3	-1/6	+2/3	-1/2	+1/3	-5/6	0	-7/6	-1/3	+1/2
sent	0	88.6	196.7	285.3	393.5	482.1	590.2	698.4	787	895.1	983.7	1091.9	1200
frekans	262.4	276.1	293.9	309.4	329.3	346.6	369.0	392.7	413.4	440.0	463.1	493.0	524.7

Kaynak: (www.billalves.com)

Öte yandan gitar için bestelediği Tandy's Tango adlı eserinde Kirnberger tamperamanını tercih etmiş, Endonezya Sahillerini dolaşarak Gamelan orkestrasında kullanılan benzeri

çalgılar icat etmiş ve bunları konserlerinde kullanmıştır. Eşit aralıklı tampere sistem enstrümanlarını ve Gamelan enstrümanlarını birlikte kullanarak *Double Concerto for Violin, Cello and Javanese Gamelan* adlı eserini bestelemiştir. 1988 yılında piyasaya sürülen “La Koro Sutro” Albümü keman, Amerikan Gamelanı, SATB koro oldukça yankı uyandırmış, bu albümde 33 yıllık partneri elektrik teknisyeni ve müzik aletleri yapımcısı ve Amerikan Gamelanı’nın tasarımcısı William Colvig ile iş birliği içinde çalışmıştır. Bu projede oksijen tanklarından alüminyum ve çelik borulara kadar birçok obje perküsyon görevi görmüştür. Lou Harrison’ın gerek eserlerinde kullandığı enstrümanlar gerek farklı tamperamanlarda eserler bestelemesi, müzikteki sınırlardan kurtulma çabasıdır. (KPFA FM radyo programı 1968)

### 2.3.6 Ben Johnston ve Extended Intonation Kavramı

Benjamin Burwell Johnston, 1926’da dünyaya gelmiş, tam tınısal sistemi kullanarak beste yapan Amerikalı müzisyendir. 20. yüzyıl başlarında Harry Partch, 3 limitli çalışmaları için Pisagor tamperamanını, 5 limitli çalışmaları için Batlamyus tamperamanını referans almış, kendisine ait 11 limitli ses sistemini oluşturmuştur. Pisagor tamperamanında 3. armonik tam beşliyi verdiği için, tam beşliler ile ilerlemek ve dizideki diğer sesleri oluşturmak kaydıyla 3 limit tanımı ortaya çıkmıştır. 5 limit kullanıldığı takdirde, 5. armonik yani majör üçlü aralığı ile ses sistemi genişletildiğinde, 5/4 frekans oranı majör üçlü aralığını, oktav içindeki simetrisi ise minör altılı aralığını (minör altılı x 5/4=oktav (2/1) minör altılı=8/5) ifade etmektedir. C perdesi armonikleri 5. armoniğe kadar C1-C2-G2-C3-E3 şeklindedir, bu durumda majör altılı 5/3 şeklinde tanımlanmaktadır ki minör üçlü için 6/5 (minör üçlüx5/3=2/1, minör üçlü=6/5) sonucunu doğurmaktadır. 5 limitli bir ses sisteminde minör üçlü ve majör üçlü arasındaki fark (5/4)/(6/5)=25/24 bağıl frekansı olarak ortaya çıkar. Artmış dördü aralık kurmak için majör üçlü ve majör ikilinin toplamı (5/4)x(9/8)=45/32, oktavdan çıkarılmış şekli ise 64/65 eksik beşli sonucunu vermektedir ki birbirinden frekans oranlarıdır. Johnston, bu ilkelere dayanarak daha büyük asal sayılarla oluşturduğu, yani daha fazla armoniği ses sisteminin içine sokarak meydana getirdiği ses sistemlerine *Extended Just Intonation* adını vermiştir. Extended Just Intonation ses sistemini oluşturma çabaları şu nedenlere dayanır: “Eğer tampere düzen dışında Extended Just Intonation gibi sistemler kullanılsa romantik dönemden itibaren kromatik yaklaşım nasıl olurdu, atonal müzikte just intonation kavramı ile oluşturulmuş

gamlar kullanılsa veya bir caz stilinde çalan bir big band orkestra ile bu ses sisteminde bestelenmiş eserler çalınsa nasıl duyulurdu ve şu andaki müziğe nasıl yansırdu?’’ (Fonville 1991, s. 106-137)

Johnston, Suite for Microtonal Piano albümünde, Blues adlı eseri için 19 limitli ses düzeninde aşağıdaki bağlı frekans oranlarını kullanmıştır:

C: 1/1 C#: 17/16 D: 9/8 Eb: 19/16 E: 5/4 F: 21/16 F#: 11/8 G: 3/2  
G#: 13/8 A: 27/16 Bb: 7/4 B: 15/8

Kepler Quartet ile String Quartets eserlerini kaydetmiş olan doksan iki yaşındaki Ben Johnston, halen just intonation konusunda çalışmalarına devam etmektedir.

**Şekil 2.32: Ben Johnston ‘a ait 1960’ların başında oluşturduğu gamların frekans oranlarını hesapladığı bir çalışma kağıdı.**

### 3. VERİ VE YÖNTEM

2. Bölümde tarihsel süreçte irdelenmiş farklı tamperamanlar, üç parça üzerinde kullanıldı. Önceden hesaplamaları yapılmış bu parçalardan bir tanesi sözleri ve bestesi Irving Berlin'e ait olan (1926), caz standartları arasından "Blue Skies" dır. Diğer ikisi, tez için bestelenen Sim ve Sis isimli parçalardır. Sim ve Sis, Sibelius'ta tampere sisteme uygun olarak yazıldı. Bütün parçalar Logic programı ile Stüdyo Keyboard-İst.'te kaydedildi. Irving Berlin'e ait "Blue Skies" parçası, vokale söyleme kolaylığı sağlaması açısından aşağıdaki orijinal tonundan bir tam ton pes (Db majör) modüle edilerek kaydedildi. Davul dışındaki enstrümanlar dijital olarak çalındı. Bu parçada "logic" programı ile enstrümanların tamperamanı, "melodyne" isimli programla ise vokal tamperamanı sent değerleri ile oynanarak değiştirildi. Parçalardaki vokal kaydı ve davul kaydı canlıdır. Blue Skies adlı parçanın eşit aralıklı ve araton tamperamanına göre kaydı yapıldıktan sonra aradaki farkın rahatça anlaşılabilmesi için sadece vokal kanalının araton ve eşit aralıklı tamperaman şeklinde üst üste bindirilerek kaydı yapıldı. Blue Skies için kullanılan tamperaman sistemi, Rameau'nun araton tamperamanıdır. Parçanın tonu Db majör olmasına karşılık vokalde ve klavyede kapalı pozisyon basılan akorlarda nasıl bir etki yapacağını gözlemlemek için ve parçanın ilk ölçüsü Bb minör tonunda tam beşli aralık (Bb-F) ile başladığından ilgili minörü olan Bb üzerinden Rameau araton tamperamanı kurgulandı; sent değerleri ölçümlendi ve tanımlandı. Sim ve Sis için tamperaman çeşidi belirlenirken sent değerleri orijinal minör tonlarının paralel majör tonları dikkate alınacak şekilde 0-1200 arası sent değerleri verilerek hesaplamalar yapıldı. Sim için Salinas'ın 7 limitli triton tamperamanından , Sis için ise Harry Partch'ın 11 limitli ses dizisinden faydalanıldı.

## 4. BULGULAR

Blue Skies için:

Kullanılan sent değerleri sırasıyla; Bb 0, B 86.8, C 193.16, C# 297.8, D 386.32, D# 503.42, E 584.85, F 696.58, F# 788.76, G 889.74, G# 1006.8, A 1082.9, Bb 1200 senttir.

Parçanın orijinal tonundaki notaları aşağıdaki gibidir:

Şekil 4.1: Blue Skies (Irving Berlin)

**Blue Skies**

Cm Cb+ Eb/Bb A#7 Eb Cm7  
Blue skies Smil-in' at me, noth-in' but blue skies

6 Fm7 Bb7 Eb Ab7 G7 Cm Cb+ Eb/Bb  
do I see. Blue birds sing-in' a song

12 A#7 Eb Cm7 Fm7 Bb7 Eb Bb7 Eb  
noth-in' but blue birds all day long.

17 Eb Abm7 Eb F#7 Eb F#7 Eb  
Nev-er saw the sun shin-in' so bright, nev-er saw things go-in' so right.

21 Eb Abm7 Eb F#7 Eb  
No-tic-ing the days hur-ry-in' by, when you're in love

24 F#7 Eb G7 Cm Cb+ Eb/Bb  
my how they fly. Blue days all of them gone,

28 A#7 Eb Cm7 Fm7 Bb7 Eb Ab7 G7  
no-thin' but blue skies from now on.

İkinci parça olan Sim, akordeon, piyano ve bas için yazılmış, yine bu parçada da canlı davul kullanılmıştır. Burada kullanılan tamperaman, Salinas'ın 7 limitli triton tamperamanıdır. Parçanın tonu C minördür ve Eb majör olarak sent değerleri hesaplanmıştır. Parçada arpejler kullanılmış ve piyanoya ait akorlar mümkün olduğu

kadar açık pozisyon yazılmaya gayret edilmiştir. Yedili dokuzlu akorlar ve tansiyon sesler parçanın içinde sıklıkla gözlemlenebilir. Salinas'ın 7 limitli triton tamperamanına göre sent değerleri: Eb 0, E 111.73, F 203.91, F# 315.64, G 386.32, G# 498.05, A 582.52, A # 701.95, B 813.68, C 884.36, C # 1017.59, D 1088.27, Eb 1200'dür.

Üçüncü parça Sis'te akorlar, piyanoya eşlik için yaylı partisine yazılmıştır ve melodi piyanodadır. Ölçülerin üzerinde parçanın akorları da ayrıca belirtilmiştir. Bu parça için Harry Partch'ın 11 limit üzerine kurduğu 43 perdeli ses dizisi içinden 12 adet ses seçilerek bir gam oluşturulmuştur. D minör olan parça için F üzerinden bir oktavlık gamın sent cinsinden değerleri şu şekildedir: F 0, F# 84.5, G 182.4, G# 294.1, A 386.3, A# 498, B 571.8, C 702, C # 783.5, D 885.4, D# 996.1, E 1115.5, F 1200.



## 5. TARTIŞMA

Müzik içindeki matematik ve fiziğin asırlardır birlikte kurgulanarak devam eden serüveni, sürekli yeni soruları doğurmuş ve tamperamanlar bu şekilde evrilmiştir. Tam tınsal düzen gibi tamperamanlar, geçmişte çalınan parçalarda işitsel olarak eşit aralıklı tamperamana kıyasla çok belirgin farklar yaratacak şekilde kullanılmıştır. Bundan sonraki adımda eşit aralıklı tamperaman sistemi yerine kullanılacak farklı tamperamanlar ile bu sent/ bağıl frekans değer farklarını daha geniş aralıklarda ele alıp parçada belirginleştirerek oluşturulan ses dizilerini icra edecek akustik kombolar yaratılabilir. Dijital kayıtlarda doğuşkan şiddetlerinin akustikteki kadar hissedilememesi nedeniyle özellikle akustik enstrümanlardan yaylılar, vokaller ve nefesliler için eserler yazılıp icra edilebilir. Ayrıca dijital ortamda kayıt yapıldığı için “vuru” hesaplamaları göz ardı edilmiştir. Gelecek çalışmalarda akustik kayıtlarda vuru uyumu / uyumsuzlukları ile ilgili hesaplamalar yapılması da müziğe yansiyacaktır. Bu duruma kendini en kolay adapte edebilen enstrüman keman ve vokaldir. Müziğin sürekli gelişmesi, sonsuzluğa yapılan yolculuktur. Tamperamanlara ait bu araştırmalar yeni müzik önerilerinin geliştirilmesinde, “Yeni müzik” ile ilgili farklılıkların yaratılabilmesinde, yazılan eserlerde değişik tamperaman çeşitlerinin kullanılması dinleyiciye farklı bir renk yaratmak için öncü olacaktır ve farklı ses sistemlerinin geliştirilmesine hizmet edecektir.

## 6. SONUÇ

Müziksever matematikçiler veya matematiğe ilgi duyan “yeni müzik” arayışı içinde olan müzisyenlerin okuyabileceğini düşünerek tarafımdan yazılmış bu tezin ana amacı 12 eşit aralıklı tampere sistemin esaretinden çıkıp müziği özgür kılmaktır. Farklı tamperamanların sent değerlerinde küçük sapmalar ile uygulanması sayesinde oluşan ses renkleri müziğin önüne geçmez. Irving Berlin’e ait Blue Skies adlı caz standardında Rameau araton tamperamanında tam beşli aralıktaki yaklaşık 4 sent kadar, 1/6 lık eksiltilmiş koma değerinin müziğe etkisi hedef alınmış, bu yüzden parçanın Bb minör tonu üzerinden tüm hesaplamalar yapılmış ve Bb-F aralığındaki 1/6 komalık daralmaya dikkat çekilmiştir. Ele alınan üç parçada da çalınan davulların hepsi canlı kaydedilmiş olmasına rağmen vokal kaydı canlı yapılmamıştır, ancak kulağı değişik tamperaman çeşitlerine alıştıran yapılabilecek çalışmalar ile canlı vokal kaydı yapmak da mümkündür. Çünkü insan sesi farklı tamperamanlara kulak ve beyin sayesinde kendini en hızlı adapte edebilecek müzik enstrümanıdır. İkinci parça olan Sim’de ise özellikle Salinas 7 limitli triton tamperamanı seçimi yapılmış, bir tango olan bu parçanın düzenlemesinde kullanılmıştır. Bu parçada piyano düzenlemeleri parçanın neredeyse genelinde açık pozisyon olarak yazılmıştır, bu tamperamanda kullanılan akorlar kulağı rahatsız edici ses öbekleri oluşturmasın diye bu yöntem seçilmiştir, piyano enstrümanındaki duyum yaylılar ve vokaller gibi değildir. Piyano, eşit aralıklı tamperaman için mükemmel bir enstrümandır, farklı tamperamanlar kullanıldığında arpejler, hızlı pasajlar ve kromatik geçişler için uygun olmaktadır. Uzun ve kapalı akorların bu tamperamanda kulağa hoş gelmeme düşüncesiyle piyanoda mümkün olduğunca açık pozisyon akorlar, kromatik geçişler, staccatolar kullanılmıştır. A’nın sonunda 17. ölçüde diğer enstrümanlar tarafından yalnız bırakılan akordeondaki kromatik geçiş kullanılan tamperamanın yarattığı hissiyatın daha belirgin anlaşılabilmesi için yapılmıştır. Bu sefer parçanın tonunun ilgili minörü olan Eb majör üzerinden ses dizisi kurgulanmış, B bölümündeki modülasyon için yeni bir ton üzerinden sent ayarlaması yapılmamıştır. B’nin kendi içinde de iki ölçüde bir küçük modülasyonlar bulunmaktadır, parçanın bütünlüğünü bozmamak adına yeniden bir sent ayarlaması yapılmamıştır. Sis adlı son parçada ise Harry Partch’ın kullandığı 11 limit ile yani 11. armoniği dikkate alarak oluşturduğu 43 perdeli ses dizisinden faydalanılmıştır. 43 perdeli bir ses dizisinde bütün sesler kullanılarak da bir kompozisyon yaratılabilirdi ancak dikey armonizasyonda kolaylık sağlaması açısından bu ses dizisinden on iki sesi seçmeyi tercih ettim. Akorlar daha çok yaylı enstrümanlar

üzerinde olduğundan kapalı pozisyon kullanılmıştır. Bu parçada da tonun ilgili majörü üzerine kurulmuş ses dizisi uygulanmıştır. Parçanın dikkat çeken bölümü A bölümünün son ölçüsündeki si bekar sesidir. Parçanın D minör olmasına karşılık kullanılan B bekar sesi geçiş notası olarak kullanılmış, özellikle yalnız bırakılmıştır, sadece piyanoda melodidedir. B bekar sesi eşit tamperamana göre 28.2 sent kadar dardır ve aynı ölçü içinde G notasına çözülmüştür. G notası da eşit tamperamana göre 17.6 sent daha dardır. Akorun kök sesi C'dir, ama üzerindeki akor F majördür. C kökü üzerine F majörün dokuzlusu ile A bölümü bitirilmiştir. Bu farkların kulak tarafından duyumu sent farklarının eşit aralıklı tamperamana göre sayısal olarak çok daha belirgindir. Bu yüzden yaylılar kullanılarak bu farkların yumuşatılması hedeflenmiştir.

Bu üç parça için de amaç, doğru tamperamanlar kullanılarak parçaların içinde ara ses renklerini kullanabilme özgürlüğüne sahip olmaktır, ses renklerinin parçaların melodilerinden ön plana geçmesi hedeflenmemiştir. Tamperamana göre müziğin içindeki armoninin bu şekilde kurgulanması uygulamayı yaygınlaştırır ve hatta daha tutucu bir dinleyici tarafından bile kabul görmesini sağlar. Caz müziği, zengin bir armoniye sahip olduğundan, bu tamperamanların uygulamasında kakışım yaratmayacak şekilde müziğe oturtulması önem teşkil eder. Bu bağlamda tezde kaydı olan parçaların her biri başka bir konuda yakalayabilmek amacıyla bestelenmiş\düzenlenmiştir. Örneğin; Blue Skies'da melodideki beşli aralıkta olan değişimi vurgulamak amacıyla J. Philippe Rameau tamperamanı, Sim'de tangonun tutkusunu ve duygusallığını hissettirebilmek amacıyla Rönesans dönemi müzik teorisyeni İspanyol Salinas'ın 7 limitli ses sistemi, Sis'te karamsarlığı yaylılar ile belirginleştirmek amacıyla Harry Partch 'ın 11 limitle meydana getirdiği 43 perdelik seslerden bazı on ikisinin seçilmiş olduğu yeni bir ses dizisi kullanılmıştır. Yapılan bestelerde eşit aralıklı tamperaman yerine farklı tamperamanlar kullanmak müziğe özgürlük ve zenginlik katmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada, antik çağdan bugüne kullanılan birçok farklı ses dizileri araştırılarak bu ses dizilerinin kayıtlarda daha kolay parçalara adapte edilmesini sağlayabilecek, uygulamayı yaygınlaştırabilecek bir arayış çabasına girilmiştir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Assayag G ve Feichtinger H. G., (2002), *Mathematics and music*. Berlin: Springer-Verlag.
- Barbour, M., 2004. Tuning and temperament. A Historical Survey. New York: Dover Publications Inc.
- Barker, A., 1994. *Ptolemy's Pythagoreans, archytas and Plato' conception of Mathematics*, Phronesis. *Brill*. **39**, (2), pp. 113-135.
- Bosanquet, R.H.M., 1876. *An elementary treatise on musical intervals*. London: Diapason Press.
- Bunger, R., 1980. *The well prepared piano*. Colorado: Colorado College Music Press
- Busoni, F., 2010. *Sketch of a New Esthetic of Music*. New York: G. Schirmer.
- Dumbrill R. ve Finkel, I. 2018. *Icnea*. pp. 75-107.
- Ellis, D., 1975. *Quarter tones*. New York: Harold Branch Publishing. pp. 12.
- Foster, C., 2010. *Musical mathemathics: on the art and science of acoustic instruments*. San Francisco: Chronicle Books. pp. 365-375
- Hamm, C., 1980. *The new grove dictionary of music and musicians*. London: Mac Millan Publishers pp.597-598
- Helmholtz, H.,1895. *On the sensations of tone*. USA: Dover Publications
- Karaosmanoğlu, M.K. 2017. *Müzik Aritmetiği ve Ses Sistemleri*. Istanbul: ITU Yayınları.
- Kahn, C.H., 2001. *Pythagoras and Pythagoreans*. Indianapolis: Hackett Pub.
- Kuijken, B. 2013., *The Notation is not the Music: Reflections on Early Music Practice and Performance*. Indianapolis: Indiana University Press.
- Klop, G.C. 1974. *Harpiscord tuning: course outline*. Garderen: Werkplaats voor clavecimbelbouw.
- Palmer, M. 2000. Yin ve Yang. Istanbul: Dharma Yayınları.
- Partch, H. 1979. *Genesis of a music*. Boston: Da Capo Press.
- Rameu, P. 1971. *Treatise on harmony*. New York: Dover Publications.
- Retallack, J. ve Cage, J., 1996. *Musicage, Cage muses on words art music*. Connecticut: Wesleyen University Press. pp.185

- Sitsky, L., 2002. *Music of the twentieth century avantgarde, a biocritical sourcebook*. London: Greenwood Press. pp.543-544
- Say, A., 2008. *Müzik Nedir, Nasıl bir Sanattır*. İstanbul: Evrensel Basım Yayın.
- Van Aalst, J.A. 1884. *Chinese music*. New York: Columbia University.
- White, H ve White D. 1980. *Physics and music*. New York: Courier Corporation. Philadelphia
- Wood, A., 2013. *Physics of music*. London: Methuen & Co Ltd.
- Yekta, R. 1986. *Türk musikisi*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Zarlino, G. 1983. *On the modes*. *Journal of Music Theory*. 29. (2). Yale University Press.
- Zeren, A., 2008. *Müzikte ses sistemleri*. İstanbul: Pan Yayıncılık.



### *Sürekli Yayınlar*

- Gillian C. F. Snider, 2005. In defense of music's eternal nature: On the pre-eminence of musica theorica over musica practica. *University of Saskatchewan Documents*. **12**.
- Gomperts, A., 1995. Tuning, tone systems, and psychoacoustics of Sundanese, Javanese and Balinese Music. *CNWS Publications*. **35**. pp. 180-195
- Fonville, J. 1991. Ben Johnston's extended just intonation. A guide for interpreters. *Perspectives of New Music*. **29**. 2. pp.106-137
- Kuttner, F.A., 1975. Prince Chu Tsai-Yü's life and work. *Ethnomusicology*. **19**. (2). pp. 165-190.
- Maral. H. A. 2010. 21. Yüzyıl başında, müziğin toplumsal değişim süreci içindeki yerinin tanımlanması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi. SBE.
- Werntz, J., 2001. Adding new pitches: some new thoughts, ten years after perspectives of New Music's "Forum: Microtonality Today. *Perspectives of New Music*. **39**. (2). pp. 159-210
- Diesis, an introduction to the temperament of 31 notes to each octave, Bill Coates, sf. 14, 1992

## ***Diğer Yayınlar***

www.billalves.com

Music of Lou Harrison, 6 Ağustos 1968, KPFA FM radyo program

<https://www.youtube.com/watch?v=VJU3hOs9EZ4>

www.jstor.org, Perspectives of new music, JohnFonville, summer 1991, s. 106-137



## EKLER





Ek A1 Sim adlı parça

$\text{♩} = 125$

HARMONICA

PIANO

$\text{♩} = 125$

SASS

5

HARM.

PNO.

VC.

The image displays a musical score for a piece titled 'Ek A1 Sim adlı parça'. The score is arranged in two systems. The first system includes parts for HARMONICA, PIANO, and BASS. The second system includes parts for HARMONICA (labeled HARM.), PIANO (labeled PNO.), and VIOLONCELLO (labeled VC.). The music is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C). The tempo is marked as quarter note = 125. The score consists of 12 measures. The first system covers measures 1 through 4, and the second system covers measures 5 through 12. The HARMONICA part features a melodic line with various rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes. The PIANO part provides harmonic support with chords and arpeggiated figures. The BASS part plays a steady, rhythmic accompaniment. The VIOLONCELLO part follows a similar melodic and rhythmic pattern to the HARMONICA part.

2

8

HARM.

PNO.

VC.

12

HARM.

PNO.

VC.

15

HARM.

PNO.

VC.

18 3

HARM. 

PNO. 

VC. 

22

HARM. 

PNO. 

VC. 

25

HARM. 

PNO. 

VC. 

4

28

HARM.

PNO.

VC.

32

HARM.

PNO.

VC.

36

HARM.

PNO.

VC.

This musical score page contains three systems of music, numbered 28, 32, and 36. Each system includes three staves: HARM. (Harp), PNO. (Piano), and VC. (Violoncello). The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat), and the time signature is 4/4. The HARM. part is written in treble clef, while the PNO. and VC. parts are in bass clef. Measure 28 features a melodic line in the harp and a rhythmic accompaniment in the piano and cello. Measure 32 shows a continuation of the piano and cello accompaniment, with the harp part becoming more active. Measure 36 includes a triplet in the harp part and a corresponding rhythmic pattern in the piano and cello.

39

HARM.

PNO.

VC.

42

HARM.

PNO.

VC.

45

HARM.

PNO.

VC.

The image displays a musical score for three systems, numbered 39, 42, and 45. Each system includes three staves: HARMONICA (HARM.), PIANO (PNO.), and VIOLIN (VC.). The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat), and the time signature is 4/4. The HARMONICA part is written in a soprano clef, the PIANO part in a grand staff (treble and bass clefs), and the VIOLIN part in a bass clef. The score shows melodic lines for the harmonica and violin, and harmonic accompaniment for the piano. The first system (39) features a complex piano accompaniment with triplets. The second system (42) has a more active piano accompaniment with eighth-note patterns. The third system (45) continues with similar piano accompaniment and melodic lines for the other instruments.

48

HARM. 

PNO. 

VC. 

50

HARM. 

PNO. 

VC. 

53

HARM. 

PNO. 

VC. 

Detailed description: This page of a musical score contains three systems of music. Each system includes parts for Harmonica (HARM.), Piano (PNO.), and Violin (VC.). The first system starts at measure 48, the second at measure 50, and the third at measure 53. The key signature changes from two flats (B-flat and E-flat) to one sharp (F-sharp) between measures 50 and 53. The notation includes various rhythmic values, accidentals, and dynamic markings.

57 7

HARM.

PNO.

VC.

60

HARM.

PNO.

VC.

64 RALL. . . . .

HARM.

PNO.

VC. RALL. . . . .

**EK A.2 Sis adlı parça**

The musical score is for a piece titled "Sis". It is written for Piano, Violin 1, Violin 2, Viola, and Double Bass. The time signature is 3/4, and the key signature has one flat (B-flat). The Piano part has a melody with chords Dm7, Dm7, Dm7, Dm7, and Eb7. The Violin 1, Violin 2, Viola, and Double Bass parts provide harmonic support with various rhythmic patterns and dynamics.

**Piano**

**Violin 1**

**Violin 2**

**Viola**

**Double Bass**



2

6 Eb7 Eb7 Eb7 Em7(b5)

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

10 Em7(b5) A7(b9) C7(#9) F/C Dm7

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

14  $Bb^7$   $Dm^7$   $Bb^7$   $F\sharp^7(b5)$  3

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

18  $B^7$   $Em^7(b5)$   $A^7(b9)$

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

*mf* *f* *ff*

*mf* *f* *ff*

*mf* *f* *ff*

*mf* *f* *ff*

23

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

27

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

30

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Db.

The musical score consists of five staves. The Piano part (Pno.) is in the upper register, with a treble clef and a bass clef. It features a melodic line in the right hand and a harmonic accompaniment in the left hand. The Violin 1 (Vln. 1) and Violin 2 (Vln. 2) parts are in the upper register, both with treble clefs. The Viola (Vla.) part is in the middle register, with an alto clef. The Double Bass (Db.) part is in the lower register, with a bass clef. The score is in a key signature of one flat (B-flat) and a 4/4 time signature. The music is marked with a '30' at the beginning of the first staff. The first staff (Pno.) has a treble clef and a bass clef. The second staff (Vln. 1) has a treble clef. The third staff (Vln. 2) has a treble clef. The fourth staff (Vla.) has an alto clef. The fifth staff (Db.) has a bass clef. The music is written in a key signature of one flat (B-flat) and a 4/4 time signature. The first staff (Pno.) has a treble clef and a bass clef. The second staff (Vln. 1) has a treble clef. The third staff (Vln. 2) has a treble clef. The fourth staff (Vla.) has an alto clef. The fifth staff (Db.) has a bass clef. The music is written in a key signature of one flat (B-flat) and a 4/4 time signature. The first staff (Pno.) has a treble clef and a bass clef. The second staff (Vln. 1) has a treble clef. The third staff (Vln. 2) has a treble clef. The fourth staff (Vla.) has an alto clef. The fifth staff (Db.) has a bass clef. The music is written in a key signature of one flat (B-flat) and a 4/4 time signature.