MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası

Matematik ve Müzik Kongresi

Özet ve Tam Metin Bildiri Kitabı



21-22 HAZİRAN 2019

YER: Marmara Üniversitesi, Göztepe Yerleşkesi / İSTANBUL
İbrahim Özümcü Konferans Salonu

http://etkinlik.marmara.edu.tr/oyumm

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası

Matematik ve Müzik Kongresi

Özet ve Tam Metin Bildiri Kitabı

Interdisciplinary International Mathematics and Music Congress
Conference Proceedings

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

Marmara Üniversitesi Yayınları : No.870

Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi Özet ve Tam Metin Bildiri Kitabı

Interdisciplinary International Mathematics and Music Congress Conference Proceedings

Tarih: 21-22 Haziran 2019

Editörler: Prof. Dr. Ahmet Ş. ÖZDEMİR
Doç. Dr. Tülün MALKOÇ

Bu etkinlik Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından EGT-L-100.419.0115 no'lu proje numarası ile desteklenmiştir.

Proje Yönetici: Prof. Dr. Ahmet Ş. ÖZDEMİR
Araştırmacı: Doç. Dr. Tülün MALKOÇ
Araştırmacı: Öğr. Gör. Dr. Oğuz KÖKLÜ

Her hakkı saklıdır © Marmara Üniversitesi Yayınevi, 2020

E-ISBN: 978-975-400-432-8

Nisan, 2020

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

Göztepe Kampüsü, Kadıköy 34722 İstanbul
Tel: +90 216 777 14 08
Fax: +90 216 777 14 01
E-Posta: yayinevi@marmara.edu.tr

KONGRE ONURSAL BAŞKANI

Prof. Dr. Erol ÖZVAR
Marmara Üniversitesi Rektörü

KONGRE BAŞKANLARI

Prof. Dr. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR
M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Dekanı

Doç. Dr. Tülün MALKOÇ
M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Müzik Eğitimi A. B. D.

İletişim Bilgileri

Kongrenin Gerçekleştiği Adres

Marmara Üniversitesi, Göztepe Yerleşkesi,

Dr. İbrahim Üzümcü Konferans Salonu, Kadıköy, İstanbul

Resmi Yazışma Adresi

Marmara Üniversitesi, Göztepe Yerleşkesi, Atatürk Eğitim Fakültesi

Dekanlığı, 34722, Göztepe, Kadıköy, İstanbul



İnternet Sitesi

http://etkinlik.marmara.edu.tr/dyumm

KONGRE PROGRAMI

21 HAZİRAN 2019 CUMA (1. GÜN)

09:30 - 10:30

- **Kayıt**

Marmara Üniversitesi Dr. İbrahim Üzümcü Konferans Salonu girişinde kurulacak masalarda kayıt yapılacaktır.

10:30 - 11:00

- **Açılış Konuşmaları**

Doç. Dr. Tülün MALKOÇ (Müzik Eğitimi)

Prof. Dr. Ahmet Ş. ÖZDEMİR (Dekan- Matematik Eğitimi)

Prof. Dr. Kamarsulu İBRAYEVA (Art Education)

Prof. Dr. Dalia KARATAJIENE (Art Education)

Sunum: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şahin AKINCI

11:00 - 12:00

- **Konser**

Öğr. Gör. Aytaç RZAGULİYEVA

- Azerbaycan Bestecilerinin Eserlerinden Bir Demet

12:00 - 13:00

- **Açılış Kokteyli**

Marmara Üniversitesi Dr. İbrahim Üzümcü Konferans Salonu

13:00 - 14:00

- **Davetli Konuşmalar**

Prof. Filiz KAMACIOĞLU

- Tarihi Süreçte Doğu-Batı Ekseninde Müzik-Matematik İlişkisi ve Bu Bağlamda Günümüz Müzik Eğitimi için Öneriler

Prof. Dr. Kamarsulu İBRAYEVA

- Students' Intellectual Development by Means of Kazakh Traditional Music

Prof. Dr. Ayfer KOCABAŞ

- Disiplinlerarası Yaklaşımda Bir Model Önerisi: Müzikle Matematik Öğretimi

14:00 - 15:00

- **1. Oturum**

Arş. Gör. Volkan YALÇIN & Prof. Dr. Ahmet Ş. ÖZDEMİR

- Sayılar Teorisi Dersinde Sihirli Kare ve Müzik Notaları Kullanarak Şifreleme Oluşturma Etkinliği

Dr. Öğr. Üye. Özlem ÇEZİKTÜRK

- Müzikte Matematik Yapı: Beşliler Çemberi ve Pisagor Koması

Doç. Dr. Ceylan ÜNAL AKBULUT & Prof. Dr. Ece KARŞAL

- Matematik ve Müzik İlişkisi

Oturum Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Oğuz KÖKLÜ

15:00 - 15:30

- **Kahve-Çay Molası**

15:30 - 16:30

- **Davetli Konuşmalar**

Prof. Dr. Nihan YAĞIŞAN

- İlkokul Matematik Derslerinde Müzik Destekli Öğretimin Başarı ve Kalıcılık Üzerine Etkisi

Prof. Dr. Dalia KARATAJIENE

- The Relationship Between Mathematics and Music in Visual Art: A Lithuanian Case

16:30 - 17:45

- **2. Oturum**

Ayşe VURAL, Prof. Dr. Ahmet Serkan ECE & Prof. Dr. Altay EREN

- Müzik Aracılığıyla İstem Dışı Hatırlanan/Zihinde Canlanan Anıların/Geleceğe Yönelik İmajların Matematik Ders Başarısı Üzerindeki Etkileri

Tuğçem KAR & Aziz Murat ASLAN

- Batı Müziği ve Türk Müziğinde Basit Dizi ve Makamların Analitik İncelenmesi

Dr. Filiz YAĞCI, Doç. Dr. R. Erol DEMİRBATIR, Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ & Hülya BOZYOKUŞ

- Matematiksel Kodlama Yoluyla J. S. Bach II Viyolensel Suiti Prelud Bölümünün Geometrik Modellemesi

Sümeyye BAKIM & Prof. Dr. Seyit YÖRE

- Mathematical Proportions in Music

Oturum Başkanı Doç. Dr. Ceylan ÜNAL AKBULUT

19:00 - 23:55

- **Sosyal Etkinlik: Boğazda Tekne Turu & Akşam Yemeği**

Boğazda hususi tekne ile tur, akşam yemeği ve müzik dinletisi.

- Not: Tekne turuna katılmayı düşünen katılımcıların isimlerini 19. 06. 2019 a kadar Kongre Düzenleme Kurulu Dr. Oğuz Köklü'ye yazdırmaları ve 18:00'de Göztepe Yerleşkesi Dr. İbrahim Üzümcü Konferans salonu girişinde hazır bulunmaları gerekmektedir.

22 HAZİRAN 2019 CUMARTESİ (2. GÜN)

09:30 - 10:00

- **Davetli Konuşma**

Doç. Dr. M. Kemal KARAOSMANOĞLU

- Pür Matematikten Uygulamalı Matematiğe Müzik

10:00 - 11:00

- **3. Oturum**

Arş. Gör. Cenk Önder ÖZEN, Dr. Öğr. Üyesi Zühal DİNÇ ALTUN & Dr. Öğr. Üyesi Yalçın YILDIZ

- Müziğin Matematik Öğretiminde Kullanılmasına İlişkin Okul Öncesi ve Sınıf Öğretmeni Görüşleri

Dr. Alper GÖNEN, Prof. Dr. Metin ARIK

- Sesler Arası Uyumun Gönen-Arik Fonksiyonu ile Belirlenmesi

Gökhan DERİN & Prof. Dr. Ahmet Ş. ÖZDEMİR

- Matematik ve Müzik

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇEZİKTÜRK

- Çok Sesli Müzik (Polifonik Müzik) ile Matematik İlişkisi

Oturum Başkanı Doç. Dr. Hatice AKKOÇ

11:00 - 11:30

- **Kahve-Çay Molası**

11:30 - 12:30

- **4. Oturum**

Perihan SARIGÖZ & Zeynep Eylül ÜÇER

- Gitar Yapımındaki Matematik: Disiplinler Arası Bir Ders Planı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şahin AKINCI

- Matematik ve Müzik-Oyun-Drama İlişkisinde Yapılmış Tez ve Makale Çalışmalarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi

Dr. Alp ÖZEREN

- Müzik ve Matematik Etkileşiminin Toplumsal Yaşam Kalitesinin Artışına Katkı Sağlama Potansiyeli Odaklı, İşlevsel Örnekler ve Öneriler

Sercan BAYRİ

- 5-9 Yaş Aralığındaki Çocukların Müzik ve Matematik ile İlişkileri

Oturum Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Şahin AKINCI

12:30 - 13:30

- **Öğle Yemeği**

Marmara Üniversitesi Göztepe Yerleşkesinde Öğle Yemeği

13:30 - 14:30

- **5. Oturum**

Doç. Dr. R. Erol DEMİRBATIR, Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ, Dr. Filiz YAĞCI & Hülya BOZYOKUŞ

- Matematiksel Kodlama Yoluyla A. Adnan Saygun'un Op. 31 "Partita" adlı Solo Viyolonsel Eserinin Geometrik Modellemesi

Dr. Muhammed Recai ÇİFTÇİ, Prof. Dr. Safa YEPREM

- Mabed Müziğine Yönelik Bir Hesaplamalı Müzikoloji Tecrübesi

Dr. Öğr. Üyesi Ebru SELÇİOĞLU DEMİRSÖZ

- Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Müzik ve Matematik İlişkisine Dair Metaforik Algıları

Güldane EVGİNER

- Özel Yetenekli Müzik Öğrencilerinin Matematik ve Müzik Arasındaki İlişkiye İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi

Oturum Başkanı Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇEZİKTÜRK

14:30 - 15:30

- **6. Oturum**

Prof. Dr. Ozan YARMAN, Prof. Dr. William A. SETHARES, Doç. Dr. M. Kemal KARAOSMANOĞLU, Dr. Öğr. Gör. Mehtap DEMİR & Prof. Dr. Tolga YARMAN

- An Investigation of the Role of Diatonic Functions in the Seyir Phenomenon of Turkish Makam Music: Case of 'Hicaz Family'

Doç. Dr. Ekin ÇORAKLI

- Müzik Felsefesinde Matematik

Dr. Öğr. Üyesi Ferda ÖZTÜRK KÖMLEKSİZ

- Müzik Dersi Öğretim Programının Disiplinlerarası Yaklaşımla Matematik-Müzik İlişkisi Bağlamında İncelenmesi

Doç. Dr. Tülün MALKOÇ

- Okul Öncesi Dönemde Matematik Kavramları ile Şarkı Söylemenin Önemi

Oturum Başkanı Prof. Dr. Serkan ECE

15:30 - 16:00

- **Kapanış Paneli**

DAVETLİ KONUŞMACILAR

Prof. Dr. Ayfer KOCABAŞ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye

- Disiplinlerarası Yaklaşımda bir Model Önerisi: Müzikle Matematik Öğretimi

Prof. Filiz KAMACIOĞLU

Marmara Üniversitesi, Türkiye

- Tarihi Süreçte Doğu-Batı Ekseninde Müzik-Matematik İlişkisi

Dr. Alper GÖNEN

Kocaeli Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bölümü Emekli Öğretim Görevlisi, Türkiye

- Sesi Sayılarla Duymak

Prof. Dr. Dalia KARATAJIENE

Academy of Art in Vilnius, Litvanya

- The Relationships between Mathematics and Music in Visual Art: A Lithuanian Case

Prof. Dr. Nihan YAĞIŞAN

Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

- Müzik ve Matematik

Prof. Dr. Kamarsulu İBRAYEVA

Abai Kazakh National Pedagogical University, Kazakistan

- Intellectual Development by Means of Kazakh Traditional Music

Doç. Dr. M. Kemal KARAOSMANOĞLU

Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi, Türkiye

- Pür Matematikten Uygulamalı Matematiğe Müzik

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TARİHİ SÜREÇTE DOĞU-BATI EKSENİNDE MÜZİK-MATEMATİK İLİŞKİSİ VE BU BAĞLAMDA GÜNÜMÜZ MÜZİK EĞİTİMİ İÇİN ÖNERİLER

Davetli Konuşmacı

Filiz KAMACIOĞLU*

Müzik matematiktir.

Bilindiği gibi müzik, ses ve süreden oluşur (10). Sesi ve süreyi bir disiplin içine koyarsanız ölçme ihtiyacı duyarsınız ve bu durumda matematik devreye girmek zorundadır.

Toplumlar geliştikçe sesleri sabitlemeyi ve zamanı ölçmeyi başardılar. Bu çok büyük bir gelişmeydi. Şimdi bu gelişmenin nasıl olduğuna bakalım;

Mağara döneminden itibaren ritim ve dansın insan hayatında önemli bir yer tuttuğunu biliyoruz. Matematikle ilgili en eski yazılı belgeler ise Mısır ve Mezopotamya'da bulunmuştur.

Arkeologlara göre; "Medeniyet" dört özellik barındırır. Bunlar; 1-Yazı 2-Anıtsal yapıların bulunduğu şehirler (mimari) 3-Örgütlü din 4-Uzmanlaşmış meslekler (matematik, astronomi,geometri ve müzik) olarak tespit edilmiştir.(1)

Medeniyetin başladığını düşündüğümüz Dünya nasıl bir Dünyaydı??

Şehir devletlerinin olduğu, Doğa'yı keşfetmek isteyen, inanışın çok tanrılı olduğu, otoritenin tanrılaştırıldığı bir dünya..

* Prof., Marmara Üniversitesi, fkamacioglu@gmail.com

Mezopotamya'da astrolojiyle ilgili bilgilerin ileri seviyede olduğunu, geometrik alan hesapları ve günlük hayatın ihtiyaçlarına yönelik hesapların yapıldığını biliyoruz. Aynı dönemde müzik de dini törenlerde ve günlük hayatta önemli yer tutuyordu ve bir çeşit büyü idi. İlk çağ düşünürleri müziğin temelini Evrenin doğal ritmik düzenine ve uyumuna bağlamışlardır. Yunan'lı İamblichos, Pythagoras'ın Babil'de matematik çalıştığını ve müzikte tellerin bölünmesiyle elde edilen aralık bilgisini oradan öğrendiğini yazmıştır.(15)

Antik dünyada bilgi "Trivium – Gramer, Retorik, Mantık" ve "Quandrivium – Aritmetik, Müzik, Geometri ve Astronomi" olarak gruplandırılmıştır.(1)

Pythagoras'a (M.Ö.586) göre; müzik, aritmetik, geometri ve astronomi çok yakın ilişkiler içindedir. Rivayete göre Pythagoras demircilerin ellerindeki çekiçlerle örse vurarak ürettikleri ritmik sesleri duyuyor ve bu vuruşları analiz ederek, kavrayarak, vuruşların sayısal yapısı üzerinde bir düzen kurulabileceğini düşünüyor. Pythagoras herşeye şekil veren prensibin rakkam olduğunu ileri sürmüş sonraları Pythagoras'cılar en çok matematik ve müzikle uğraşmışlar, bunlar arasında bağlar kurmuşlardır.

Pythagoras ayrıca bir telin değişik boyları ile değişik sesler elde edildiğini ortaya çıkarmış ve müzikal bir dizi oluşturmuştur. Örneğin;

Pythagoras, oniki birimlik bir teli ikiye bölerek oktavını, (sesin bir oktav tizini) elde etti. Teli üçe böldü, üçte ikisi ile 5li aralığı buldu. Teli dörde böldü, dörtte üçü ile dörtlü aralığı buldu.

Örnek verirsek; diyelim ki DO (C), sesini veren telimiz var bu esas sesin 1/2 si ile bir oktav tiz DO (C), 2/3 ü ile SOL (G), 3/4ü ile FA (F) sesleri ortaya çıkar.

Bu temel üzerinden diğer aralıklar elde edilmiştir.

Pythagoras'a göre kainatı oluşturan unsurlar arasında düzenli ilişkiler ve belli bir uyum bulunmaktadır ve bu uyumu sayılarla ifade edebilmek mümkündür.

Ayrıca Antik Yunan'da, belirli bir frekansa sahip olan notanın o frekansın katları olan frekanslardaki başka notalarla beraber uyumlu olabileceğini anladılar. Örn; 220 Hz frekansa sahip bir nota, 440, 660,880, 1100 vs. Hz frekanstaki notalarla çalındığında uyumlu sesler ortaya çıkar. (13)

Pythagoras'dan 200 yıl kadar sonra Aristoksenos (Aristoxene, ölümü; MÖ 300) "İşitme, zeka ve hafıza, müziği anlamada büyük rol oynar ve müziksel duyum, sesler arasındaki aralıkların matematiksel hesaplarından daha önemlidir" diyerek sayıların yanında duyuma önem vermiştir. Ptolemy ve Öklid (M.Ö 330-275) bu görüşü desteklemiştir ve bu görüşün uzantısını Farabi (M.S.870 – 950) ve İbn-Sina'da (M.S.980 – 1037) görüyoruz.

ORTA ÇAĞ'da İslam dünyasında sesin fiziksel ve matematiksel temelleri incelenmiştir.

İslam bilginleri o dönemde inceledikleri Antik Yunan'dan kalan mirası, kendi kültür ve düşünceleriyle zenginleştirerek sonraki yüzyıllara taşımışlar ve ortaya müzik literatürü ve bilimi çıkarmışlardır.

Bu dönemin önemli eselerinden biri İhvan-ı Safa'dır.

IX.yy da derlenen 51 risaleden beşincisi Müzik İlmine ayrılmış, burada sesin özellikleri, müziğin ruha tesiri, müzik aralıklarının sayısal ifadeleri, müzik ile kosmos arasındaki güçlü ilişki, duyu organlarının sesi alma keyfiyeti, seslerin uyumu, mizaçlarla sesler arasındaki ilişki, kompozisyona dair kurallar, enstrümanlar, ritim ve ud konuları değerlendirilmiştir.

İhvan-ı Safa amaçlarını "Müzik konusundaki risalelerimizin amacı, bütün dünyanın aritmetik, geometrik ve müzikal ilişkilerle uyum içinde olduğunu göstermektir. Orada evrensel ahengin gerçekliğini detaylı bir şekilde açıkladık" diyerek açıklamıştır.

İslam düşünürü Al – Kindi (ö.874); İlim alanında parlak bir devir olan IX. yüzyılda yaşamış, İslam müziğinde ilmi ekolün kurucusu ve temsilcisidir. Müziğin kaidelerini anlatan ilk kişi olmuştur. Bu alanda Farabi ve İbn-i Sina'ya öncülük etmiştir.

Farabi, sadece eski Yunan eserlerini açıklamakla kalmamış, eksik kalan nazari bilgileri tamamlamış ve hatta hatalarını düzeltmiştir. Çalgılarla ilgili ayrıntılı bilgiler vermiş olması ve ses fiziği alanında Yunanlıları aşması ona Müzik Tarihinde özel bir yer kazandırmıştır.

İbn-i Sina ise; müziği şöyle tanımlar "Müzik, birbirleriyle uyumlu olup olmadıkları yönünden sesleri ve bu sesler arasına giren zaman sürelerini, bir melodinin nasıl kompoze edildiğinin bilinmesi amacıyla araştıran matematiksel bir ilimdir. Bu durumda müzik ilmi; seslerin uyuşmasını, uyuşmamasını ve hatta sürelerini inceler".

İbn-i Sina "Şifa" adlı eserinde Riyazi (matematik) ilimleri

Geometri, 2 – Aritmetik, 3 – Müzik, 4 – Astronomi olarak açıklanmıştır.

MATEMATİK İLİMLERİN ÜÇÜNCÜ DALI MÜZİK İLMİ; bölümünün

Makale başlıkları şöyledir.

Birinci Makale: Mukaddime (önsöz)

1. Fasıl; Müziğin Tanımı, Sesin ve Sesin Tizlik ve Pestliğinin Sebepleri
2. Fasıl; Uyumlu ve Uyumsuz Aralıklar
3. Fasıl; Birincil uyumu
4. Fasıl; İkincil Bedeli Uyumla Uyumlu Aralıklar

İkinci Makale: 1. Fasıl; Aralıkların Birbirleriyle Birleştirilmesi ve Ayrılması.

2. Fasıl; Aralıkları Katlama ve İki Eşit Parçaya Bölme.

Üçüncü Makale: 1. Fasıl; Cins ve Cinsin Türlerine Bölünmesi

2. Fasıl; Cinslerin Sayısı.

3. Fasıl; Kavi Cinsler

4. Fasıl; Leyyin Aralıklar ve Cinsler.

Dördüncü Makale: 1. Fasıl; El-Cema'a (scala, ses merdiveni)

2. Fasıl; İntikal (geçiş, sıralama)

Beşinci Makale: 1. Fasıl; Notalar, İka açısından,müziğin vezni.

2. Fasıl; İka'nın dil ile ifadesi .

3. Fasıl; Muvassal, ve Mufassal (İka) Türleri.

4. Fasıl; Dörtlüler, beşliler,altılılar.

5. Fasıl; Şiir ve Vezinleri

Altıncı Makale: Melodi Kompozisyonu (Beste), Enstrümanlar ve Halleri.

1. Fasıl; Melodi Kompozisyonu (Beste)

2. Fasıl Müzik Enstrümanları.

Özetle, yukarıda başlıklarını verdiğimiz makalelerde aralık bilimi, uyumlu, uyumsuz sesler, ince, kalın sesler, enstrümanlar, beste, kompozisyon , gibi matematiksel alt yapısı olan Müzik konularını içerir.

18 – udun perdeleri slayt

Batı'ya geçersek;

Yine Orta Çağda yaşamış olan Fibonacci (1175-1240), İtalyan matematikçidir. Onun döneminde hesaplarda Romen rakkamları kullanılıyordu ve hesap yapma zordu. Fibonacci, Hint-Arap sistemindeki sayıların (bugün kullandığımız) Avrupa'ya yayılmasında en etkili isimlerden biridir.(13).

Müzikal kompozisyonlarda rastlayabileceğimiz en ilginç matematiksel kavram Fibonacci numaraları ve altın oran teorisidir. Fibonaççi'nin oluşturduğu seri; her rakkamın kendinden önce gelen iki rakkamın toplamından oluştuğu seri..1, 1, 2, 3 , 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89...Bu teorideki en önemli özellik ise, her sayının bir sonraki sayıyla olan oranıdır. Fibonacci oranı büyükten küçüğe 1,61803398 (altın oran), küçükten büyüğe ise 0,61 803398 sonsuza kadar gider.(7).

Bu oran sadece geometrik formlarda değil, Doğa'da da bulunur. Örn. Norveç ladininde olduğu gibi.

Altın oran dengeli, güzel ve dinamik olarak görüldüğünden sanatın bir çok dalında, özellikle resim ve fotoğrafçılıkta, Ayrıca müzikal kompozisyonlarda sıkça kullanılmıştır.

Müzikte altın oran, ritmik değişimleri oluşturmak veya bir melodi çizgisi geliştirmekte kullanılmıştır. Her dönemde ilgi çekmiştir.

RÖNESANS; XVI.yüzyılın başında yeniden doğuş düşüncesi ile Antik dünya Avrupa'da tekrar keşfedildi. Rönesans dünyasında her aydın mesleği ne olursa olsun müzik teorisini bilmek zorunda idi. Resim ve müzik, aritmetik, geometri ile beraber özgür sanatların parçası sayılıyordu. İnsan, antik kültürden de yararlanarak dünyayı daha iyi kavramaya çalıştı. Evreni tanıma aracı olarak yine matematiğin rolünü değerlendirmiştir. Buna göre evren matematiksel uyum (armoni) içinde inşa edilmiştir.

Leonardo, Rönesans sanatçısı olarak mucit, mimar, ressam ve müzisyendir.(7) Altın oranı tüm eserlerinde de kullanmıştır.

23-J.de. Pres-Simetriyi kolayca görebiliriz.

BAROK Dönem; Matematikle belirlenmiş büyük bir akılcı sistem çağıdır. Bu çağda Doğa'nın kendi yasalarının olduğu kavrandı. Doğa'nın yasallığı kavramı politika alanında bireysel ayrıcalıklara yer vermeyen genel geçerli hukuk yasalarını ortaya koyma çabalarını gündeme getirdi. Galileo, teleskopla gök yüzüne açıldı. Sarkaç yasalarını, düşme yasalarını keşfetti. Yüzyıllardan bu yana var olan düşünce yöntemini bozarak deney ve gözlemden sonra genel yasalara varma yöntemini ortaya koydu. Yer çekimi yasaları bulundu. Müzik-dil ilişkisi gündeme geldi. Bu konuda baba Galileo bestecinin, her sınıftan kişinin konuşmalarını, tartışmalarını dinleyip, bunları notalara aktarmalarını salık veriyordu. Müzik diyalog olmalıydı. Tıpkı dilde olduğu gibi. Birkaç sesten oluşan nota gurupları oluşturularak simetrik bir yapı içinde füg formu gelişti. Örn, Bu dönemin ünlü düşünürü Leibniz müziği şöyle tanımlıyor. "Müzik, aritmetikteki bilinçsiz bir alıştırmadır ve akıl onunla saydığını bilmez"(8). Bach'ın müziği Leibniz 'in müzik üzerindeki matematik temelli anlayışına olduğu gibi matematik alanında yapmış olduğu çalışmalara dikkate değer benzerlik gösterir. Bu dönemin büyük bestecisi J.S. Bach müzikte büyük bir matematikçidir.

Bach müziği bir bilim olarak kabul etmişti. Neticede "Leipzig Müzik Bilimi Topluluğunun" üyesiydi. Üyelerin topluluğun görüşleri doğrultusunda eser verme ve topluluğa bunu iletme yükümlülükleri vardı. Bach'ın ünlü "Kunst der Füge" (Füg Sanatı) eserini topluluğa gönderme niyetinde olduğu bilinmektedir. Eser büyük bir matematikçi kafasıyla yazılmıştı ve insan zekasının yarattığı en büyük baş yapıtlardan biri olarak kabul edilir.(9).

Bach'ın eserlerinde tekrarlayan konu cevap sarmalı ve simetrik yapı tamamen matematikseldir. Ayrıca Bach kendi adını notaların harf sembolleri ile ifade ederek bir kombinasyon denemesi yapmış ve birçok eserde kullanmıştır. örn; bitmemiş 14 füg'de de uygulamıştır.

B; si bemol (2) A; la (1) C; do (3) H; si bekar (8) 2+1+3+8=14 Bach teması

notaları üzerinden bu tür bir kombinasyonu gerçekleştirir.

Bu bitmemiş füg onun tasarısı izlenerek tamamlandığında ortaya Bach'ın matematikçi kafasının yansısı olan şaşırtıcı bir permütasyon matrix'i çıkmaktadır.

contrapunctus 14'ün permütasyon matrixi.(8)

B; 2 A; 1 C; 3 H; 8

2+1+3+8= 14 Bach bu toplamı gösteren birçok ilginç çalışma yapmıştır.

Bach'ın "Yengeç Kanon'u" olarak bilinen eseri adeta matematikteki "Möbius" şeridinin müzikteki yansımasıdır.

Ayrıca tondan tona geçip sonunda aynı tona dönerek tekrar başlayan ve sonsuzca böyle devam eden ünlü "Bitmeyen Kanon'u" da onun matematikçi kafasının göstergeleri olarak alınabilir.

Barok dönem bestecisi Handel'in altın oranı kullandığı bilinen en meşhur eseri "Hallelujah" dır. Bu eserde toplam 94 ölçü vardır. En önemli kısımlardan birisi; Solo trompetlerin girişi 57. ve 58. ölçülerde başlamaktadır. Yani 94 ölçünün altın oranında. ilk 57 ölçünün altın oranı ise (ki bu da 34. ölçüdür)."The Kingdom of Glory....teması başlamaktadır. İkinci 37. ölçüsünün altın oranı (8/13) nında ise (yani 79. ölçüde) tekrar solo trompetlerin görüldüğü önemli bir bölüm gelmektedir. Handel'in bu kompozisyonu yazarken ne düşündüğünü bilmiyoruz ama en azından bu örnek, müzikte altın oranın kullanılabileceğini bize göstermektedir.(11)

KLASİK DÖNEM: (18.yy sonu ve 19.yy başı), Dünyada Cumhuriyetlerin kurulduğu dönemdir.

Aydınlanma çağı dediğimiz bu dönemde bilimsel buluşlar, bireysel özgürlükler öne çıkmıştır.

Bu dönemde Klasik besteci, müzikal terimleri bulmak, müziğin esasını yaratmaya çalışmak, oranlarda kusursuzluk gibi kesin esasları koymaya, bir mükemmellik yaratmaya çalışır. Klasik besteciler Müziğin kurallarını koymaya çalıştılar. Bestelerinde Altın oranı çok kullandılar.

Klasik dönemin en önemli bestecilerinden biri olan Mozart'ın tüm piyano sonatları üzerinde çalışmalar yapıldı. Örneğin, toplam 100 ölçülük bir numaralı sonatı 38 ölçüde altın oranla bölünmüştür.

Altın oranın kullanıldığı diğer eser L.V. Beethoven'in 5. senfonisinin birinci bölümü gösterilebilir.

ÇAĞDAŞ BESTECİLERDE; Bartok (1881-1945); eserlerinde altın oranı kullandı.Yarım tonların Fibonacci sayılarıyla ifade edilebilen büyüklükteki aralıklarda melodiler yazdı. Ayrıca altın orana karşılık gelen oranlardaki parçalarla formal kesitleri böldü.

Debussy (1862-1918); de bazı müziklerinde altın oranı kullandı. İmage, Suda Yansımalar adlı yapıtlarının düzenlemesinde görülür.

Erik Satie (1866-1925) parçaların çoğunda altın oranı kullanmıştır.

Altın oranın Genelde 20.yy film kompozitörlerinin eserlerinde sıkça kullanılmış olduğu görülmektedir.

Henry Mancini; Pembe panter (tema), John Williams-Yıldız Savaşları ve Superman

42-Üçgen-G.Schuller'in müziğinde olduğu gibi.

MÜZİK EĞİTİMİ İÇİN ÖNERİLER; Anlatımda DİL çok önemlidir. Müziğin önemli bir konusu olan süreyi anlatırken de matematiksel yapısı göz ardı edilmemelidir. Anlatım dili anlaşılır olmalıdır. Örneğin "birlik nota dört vuruş" söylemi yerine,"tam veya bütünün süresi dört vuruştur". denmesi daha doğru olmaktadır. Öğretmenliğimin uzun yıllarında öğrencilerin süreyi kavramada zorluk çektiklerini gördüm. Bu konuda söylemin değişmesi gerektiğine inanmaktayım. Başka bir değişle "tam veya bütünün süresi 4 vuruş simgesi yuvarlak ve içi boştur şeklinde açıklanmalıdır. Veya bütünün dörtte biri olan süre bir vuruştur, simgesi İçi dolu kuyrukludur şeklinde açıklanırsa daha anlaşılır olmaktadır.

Bütünün katlara bölünmesiyle sürenin kısaldığı aynı şekilde açıklanmalıdır.

2 – 4 – 8 – 16 – 32

Başka bir deyişle; "süre kısaldıkça, birim süre katlara bölünmektedir". Müzik okur yazarlığı konusunda kavranması gereken en önemli konulardan biri olduğuna inanıyorum.

Diğer bir konu da belli bir düzeni olan müziğin İnsan'ı geliştirdiğinin ispatlanmış olmasıdır. Örneğin Mozart'ın etkisi gibi.(14).

Buna göre, eğitim müziğinde ve çocuk şarkılarında belirli bir düzene göre müziği üretmek, altın oranı kullanmak faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

Watson, Peter, *Fikirler Tarihi*, Yapı Kredi Yay. 2015.s.87

Mansel, ord prof Dr. Arif Müfit, *Ege ve Yunan Tarihi*, Türk Tarih Kurumu Bas – Ank.1971

McKınney, Hoxard D,and W.R. Anderson, *Music in History*, American Book Company.1957

Ural, Şafak. *Bilim Tarihi I, II, III,* Ağaç yay. 1994

İbn-i Sina,çev.Ahmet Hakkı Turabi, İslam Felsefesi Klasikleri.Litera yay. İst.2013 (6,11,15,21,27,31,36,40,42,4751,57,60,73,80,88,95,104,108,)

Anadolu'da Bilim, NTV BLM.

Atalay,Bülent,*Matematik ve Mona Lisa* ,Albatros yay. 2006.(62)

Ekren, Uğur, *Felsefenin Perspektifinden J.S.Bach ve Richard Wagner'in Sanatı*, Sentez yay. İst,2016.s.70

Tarcan, Hülya, *Johann Sebastian Bach Üzerine Bir Çalışma*,Pan.yay.İst.1987.s.46.

Yener, Faruk, *Müzik*, T.T.O.K. s.10

Şener Sinan M, Aktan E, Zeynep, *Matematik, Müzik, Mimarlık*, İ,T,Ü,Mimarlık Fak. 2001-2002 güzyy.s.5

Erözü, Cem, *Müzik, Mimari*, A.K .M. de fuaye söyleşileri,2-02-1996

Karşal, Ece, *"Okul Öncesi Dönemi Çocuklarda Müzik Yeteneği ve Matematik Yeteneği İlişkisi ve Müzik Eğitiminin Matematik Performansı Üzerine Etkileri"*.Dok.tezi Marmara üni. Eğitim Bil.Enst. İst. 2004.

Campbell,Don, *Mozart Etkisi*,İst,Kuraldışı yay. 2002

Abraham,Gerald, *The Concise Oxford History of Music*, Oxford University Press.1985.s 21

National Geographic. Türkiye,Mayıs 2019,s 74,75

Artmann Peter, Reiter Herwig,Würzl Eberhard, *Musikstudio 1* Wien,1980, s.13

Becatti,Romano, Magia Dei Suoni, *Edicazione Musicale Perla Scuola Media*. s.145,s. 263

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

"STUDENTS' INTELLECTUAL DEVELOPMENT BY MEANS OF KAZAKH TRADITIONAL MUSIC"

Davetli Konuşmacı

Kamarsulu IBRAYEVA*

Relevance of research: In the period of transition from the industrial to the post-industrial stage of development, when the role of knowledge and information is increasing, the enhancement of the value of the level of intellectual development of the personality determines its social status and life prospects. At the same time, a high level of intellectual development of citizens and the availability of opportunities for its implementation are the conditions for the successful functioning of the country.

While educating students to be responsible for development and preservation of the ethnicity's national spiritual values, able to build a constructive dialogue with representatives of other cultures, it makes it important to add to their intellectual development by means of the traditional music which we regard as an active creative force in the process of the intellectual development of a person.

The dependence of the progressive advancement of society on the level of its intellectual development is confirmed by numerous studies of domestic and foreign authors. The impact of music on the person's intellectual development and on brain function was considered in the works of such scholars as A.Gotsdiner, A.Toropova, R. Henson, N.Weinberger et al. The authors investigated music as a method of stimulation, aimed at awakening interest, surprise, curiosity, noting the positive influence of the music on student concentration (L.Tregubova);

* Prof. Dr., Abai Kazakh National Pedagogical University, kamar.sulu@mail.ru

identified the possibilities of instrumental music in stimulating the imagination of listeners and developing their creative thinking (V.Petrushin); confirmed that music reduces psychological and emotional stress, contributes to focusing attention, and also helps students to achieve goals in mastering various skills (D.Nelson, A.Darrow).

The researchers found that under the influence of music there is an improvement in short-term verbal memory, colors, names of geometric shapes, numbers. It also has shown, that pictures are better remembered (S.Rosenberg 1993, M.Spighhiger 1995); visual perception is facilitated (N.Bragina, T.Dobrokhotova) under the influence of music.

Of great interest are studies in the field of musical psychology, in which it is proved that even an unconscious perception of music has a rather positive effect on the intellectual activity of children (A.V.Toropova); passive, regular perception by children of selected music activates visual perception, improves attention, short-term memory and verbal and non-verbal intelligence (G.Malyarenko, M.Hvatova).

In the study of T. Khrizman (1991) it was found that when music is perceived in the cerebral cortex, a complex functional system of interconnected activity focuses not only on sensory, but also on associative frontal regions of the cortex, which allowed the author to conclude that music lessons allow you to rebuild the nature of intra-hemispheric and inter-hemispheric relations. The results of the author's study showed that all children at the time of listening to music showed such factors as: a higher level of all inter-central connections in comparison with others; stronger hemispheric interactions in the anterior cortex, especially in the left hemisphere; a greater number of hemispheric asymmetric bonds.

American researchers X. Leng, G. Shaw believe that the human brain from the moment of birth is capable of perceiving music, and it is a kind of language that allows you to train some specific cognitive functions, expanding the use of these mechanisms to form other higher brain functions.

As the analysis of research has shown, despite a wide range of scientific works, the priority in studying the possibilities and functions of music belonged to psychology, physiology, and biology. The questions of the students' intellectual development by means of music, in particular, Kazakh traditional music, in pedagogical science remain insufficiently studied.

Research methods

The following methods were used in the process of research: theoretical analysis and comparison of various scientific theories and approaches, review of the state programs and regulatory documents; questionnaire survey; content analysis; methods of modeling and planning; methods of statistical processing; development of own approaches for comprehensive understanding of key concepts; we have elaborated academic support of educational

process oriented at the intellectual development of universities' students by means of Kazakh traditional music.

Statistical processing of the research results was carried out using the following methods: calculation of the coefficient of rank correlation (Spearman); paired two-sample t-criterion of Student; two-sample t-test with equal variance, criterion $\chi 2$.

Research findings

Kazakh traditional music is a concentrated expression of the knowledge, experience of the people, its customs, its world outlook as a whole, and therefore develops and consolidates the Kazakh experience of upbringing and education. Being deeply distinctive in nature, the Kazakh traditional music has significant pedagogical potential. The specificity of musical art consists in the sensual development of life. As philosophers noted, for the Kazakh people as for a nomadic ethnos, musical and poetic art became a system-forming element of the national spiritual culture.

In the process of introducing students to the works of traditional composers – kiuishi, who expressed the views of their people and their era, students form views that act as a combination of the ideas about the aesthetic values of folk music that they realize. These ideas are expressed in the form of certain judgments and reflect a personal attitude to the world, to self-knowledge. This is the connection between their aesthetic views, worldview and moral qualities.

Students, penetrating the artistic means of songs and traditional instrumental piece of music (kyui), learn to understand their music language and perceive the content more fully, which forms the skills of aesthetic perception, which does not mean only passive contemplation. Perceiving works of Kazakh traditional music, students become the creators – they mobilize their imagination, mentally enriching and complementing what they have heard. At the same time, the aesthetic perception of Kazakh traditional music encourages Pre-service music teachers to create, revealing the intellectual abilities inherent in each of them.

In turn, the perception of the Kazakh traditional music allows students to understand the patterns of national music of other nations more deeply and comprehensively, as it instills interest and need for beauty, which is an important condition for understanding and perceiving the entire world culture.

The most important property of Kazakh songs and kyuis is the emotional awakening of students, which is a source for creative activity. The extraordinary power of the aesthetic impact of Kazakh music makes it possible to use it to influence the hearts of students, causing elation, evoking certain feelings and moods. At the same time, the emotional richness of Kazakh traditional music does not exclude its richest cognitive abilities, which affect

the intellectual development of prospective music teachers. Thus, in the process of mastering Kazakh traditional music, future music teachers have the opportunity to realize such a complex concept as "national style", to comprehend the meaning of expressive means of folk music – rhythm, fret, timbre, dynamics, meter, among which the melody that conveys the intonation of human language, grief, complaints, groans and appeals; identify the specifics of the genre system of Kazakh music; analyze it from the point of view of the embodiment of the aesthetic categories of the beautiful and the sublime, the tragic and the comic.

The role of Kazakh traditional music in the development of the imagination is great, because, depicting life in artistic images, it activates the work of the mind, forcing students to realize what is expressed in music. Possibilities of Kazakh traditional music in students' intellectual development consist in the fact that in the process of its performing and listening students develop their ability of sensible and sensible perception. Expressing the active aspiration of the student's personality, its focus on understanding the values of folk music, a certain systematic perception is created. It can unite such categories of aesthetics and psychology as the ideal, feelings, attitudes, abilities, needs.

The successfull students' intellectual development by means Kazakh traditional music largely depends on the right choice of forms and methods of educational work.

The method of emotional-semantic analysis is to identify the aesthetic value of the piece of traditional music, its main idea and figurative content, as well as the expressive means, which were implemented by the composers. Under the guidance of a teacher, students should understand the harmonic and polyphonic structure, texture, the nature of the melodic line, determine the main elements of the musical form.

A large role in the intellectual development of students is assigned to the method of associations. The wider and more diverse the associations caused by students while learning Kazakh traditional music works, the fuller their aesthetic perception. Therefore, students should be invited to choose associations to compare music works from Russian, Western European and other music in order to contribute to the accumulation of artistic impressions. The awareness based on the formed musical and auditory impressions expands students' aesthetic experience, various options for sound quality, phrasing, activates the creative imagination, the initiative of students and stimulates their further activity.

Designed educational materials for students' intellectual development by means of Kazakh traditional music provided for the following:

– Students' learning of new elective course «Kazakh traditional music as a mean of students' intellectual development» which systemizes and generalizes students' knowledge in this field;

– Activation of the students' scientific research activities in the direction of Kazakh traditional music to form students independent ethnical-musical thinking;

– Involvement of students into various forms of extracurricular work with use of Kazakh traditional music.

We have implemented the methodology of students' intellectual development by means of Kazakh traditional music as four stages of experimental work during 2016-2019 as students years of study at the university – adaptation, involvement, actualization and individualization.

Pilot experimental work was carried out on the basis of two universities (Abai Kazakh National Pedagogical University and Kazakh National Ladies Teacher training University) with participation of 227 students, out of which 117 students were assigned to the experimental group (hereinafter – "EG"), and 110 – to the control group (hereinafter – "CG").

During the observation experiment the levels of students' intellectual development by means of Kazakh traditional music under four components (needs-and-motivations, cognitive, emotional-axiological, active-creative) were detected. Poll results have shown that the reason of low intellectual development of students both in the experimental and in the control group under all components is a weak knowledge of contents of Kazakh traditional music, as well as its capabilities in the intellectual development of an individual. Substantiated pedagogical conditions were introduced in a university's educational process, as an experiment oriented at intellectual development of students by means of Kazakh traditional music. The control group studied in the conditions of traditional educational process.

Levels of students' intellectual development by means of Kazakh traditional music were evaluated under four components (needs-and-motivations, emotional-axiological, cognitive, active-creative) in accordance with the logics of the pilot experimental work. Thus, cognitive and emotional-axiological components were evaluated with the help of tests based on Cattell's questionnaire, while independent experts, i.e. leading music teachers, psychologists made evaluation of development level of active-creative component.

In the *adaptation stage of the development experiment* (vocational guidance, the first year of studies), the students were learning the Kazakh traditional music via the course "Theory of Kazakh traditional music" where they studied harmonic and polyphonic structure, texture, the nature of the melodic line, determine the main elements of the musical form of traditional instrumental pieces of music.

In the *involvement stage of the development experiment* (the second year of studies), intellectual development of students was carried out via learning the elective course "Methods of teaching Folklore Instrument". In this stage, we have deepened Pre-service music teachers

training for intellectual development of students by means of folk music (topic seminars, packages of creative tasks, elaboration of trainings methodology).

The actualization stage of the development experiment (the third year of studies) is was aimed at conscious and purposeful activities for intellectual development of students via the courses: "Methodology of traditional music education", "Folklore Ensemble", "Kazakh Folklore Orchestra", the course of "Intellectual development of personality by means of Kazakh traditional music".

In the *individualization stage of the development experiment* (the fourth year of studies) we created conditions for practical self-actualization of an individual, for development of self-evaluation of an individual's intellectual development, his or her improvement and correction – via disciplines: "Methodology of traditional music education" and "Traditional Musical Psychology".

Throughout all stages of the pilot experiment work, *we involved the students into various extracurricular forms of activities, such as* Musical lecture-hall, Verbal Music journal, Literature and Music Salon, Musical Brainstorming etc.

In the control stage of the experiment, we have detected the students' intellectual development levels under the above-mentioned components, by second polling. Table 1 shows the levels (by needs-and-motivations, cognitive, emotional-axiological, and active-creative components) of the students' intellectual development in the beginning and in the end of the experiment, as well as the experiment's summary results.

Table 1. Levels of students' intellectual development (needs-and-motivations, cognitive, emotional-axiological, and active-creative components) by means of Kazakh traditional music

Components	Stages	1 – high		2 – middle		3-low	
		117	110	117	110	117	110
		EG	CG	EG	CG	EG	CG
Needs-and-motivations	Beginning	-	-	54 46,16%	49 44,55%	63 53,84%	61 55,45%
	End	24 20,51%	-	90 76,93%	52 47,28%	3 2,56%	58 52,72%
Cognitive	Beginning	-	-	47 40,18%	49 44,55%	70 59,82%	61 55,45%
	End	21 17,95%	-	92 78,63%	53 48,18%	4 3,42%	57 51,82%
Emotional-axiological	Beginning	-	-	39 33,33%	49 44,55%	78 66,67%	61 55,45%
	End	20 17,1%	-	93 79,49%	53 48,18%	4 3,41%	57 51,82%

Components	Stages	1 – high		2 – middle		3-low	
Active-creative	Beginning	-	-	57 48,72%	54 49,09%	60 51,28%	56 50,91%
	End	24 20,52%	-	90 76,92%	59 53,64%	3 2,56%	51 46,36%

Thus, the above-stated allows us to conclude that students intellectual development can be correlated with mastering Kazakh traditional music. As a result of inclusion into Kazakh traditional music, an individual develops aspiration for achieving a high intellectual level; meanwhile the intellectual development process itself shall be considered as a model of ethnicity's world of music, as the integral part of the culture. This brings a pedagogical orientation to the Kazakh traditional music which is able to optimize brain activity as a whole, contributing to the intellectual development of students. Since the content of traditional music is the integrity of the students' emotional and mental activity, their intellectual development by means of traditional music can be represented as a complex creative process, which is based on the ability to hear and understand musical content, during which various images change and interact, making traditional music a powerful mean of students' intellectual development. That objectively increases universities' responsibility for ways and results of using the traditional music in the intellectual development of Pre-service music teachers.

Keywords: Kazakh traditional music, intellectual development, Pre-service music teacher

References

Benneti M.J. A. Developmental Approach to Training for Intercultural Sensitivity// Intercultural Journal of Intercultural Relations. – 1986. – Vol. 10 P. 179 – 196.

Harmony through songs: education through music: The facilitator's guide / prep.: Daphne Margaret de Rebello, Michelle Amie Gezentsvey. — Paris: UNESCO, 2002. — 57 p.].

Roger Heifield. The Music lessons are development of intellect. — UK, London. — 2006.04.10.

DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMDA BİR MODEL ÖNERİSİ:MÜZİKLE MATEMATİK ÖĞRETİMİ

A MODEL PROPOSAL IN AN INTERDISCIPLINARY APPROACH:TEACHING MATHEMATICS WITH MUSIC

Davetli Konuşmacı

Ayfer KOCABAŞ*

Öz

Çağımızın problemleri ve çözüm yolları tek bir alandaki bilgi ve becerilerle sınırlı olmayıp birden fazla konu alanının anlamlı bir şekilde birleştirilerek düzenlenmesini, işevsel bir şekilde uygulanmasını, yeni öğretim ve öğrenme yöntem ve stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Gerçek yaşam pek çok konuda birbiriyle ilişkili olup birey dış dünyayı bütüncül bir yaklaşım içinde algılamaktadır. Disiplinlerarası eğitim ve öğretim çok yönlü düşünme sekli kazandırarak çoklu zeka alanlarının da harekete geçirilmesini sağlamaktadır. Matematik gerçek yaşamda bilginin elde edilmesi, işlenmesi ve anlamlandırılmasında, dünya ile bütünleşmede, farklı meslek gruplarının oluşmasında işlevlerinin kabul edildiği, farklı formlarda karşımıza her an çıkabilecek sayıları, oranları, olasılıkları, örüntüleri içeren bir alandır, araçtır. Küçük yaşlardan başlayarak çocukların ve gençlerin matematikten korkmaması, sevmesi ve olumlu tutumlar geliştirmeleri, matematiğin hayatın içindeki işlevlerini benimsemeleri akademik başarıyı olumlu yönde etkilemesi bakımından oldukça önemlidir. Ülkemiz 1999 yılından bu yana uluslarası düzeyde yapılan TIMMS sınavlarına, 2003' ten bu yana da PISA sınavlarına katılmaktadır. Fakat 2016 PISA sınavlarında da 64 ülke arasında Türkiye matematikte 45'inci, okumada 37'nci, fen dalında ise 41'inci sırada yer almış olup aradan geçen zamana karşın

* Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, ayferkocabas@gmail.com

sıralamada arka sıralardan ön sıralara ilerleyemediği görülmektedir. Ulusal ve uluslararası araştırmalarla problem çözme, yaratıcı problem çözme, soyut düşünme, akademik başarı, genel akademik başarı, benlik kavramı, karar verme, olumlu tutum geliştirme, okuma-yazma, bellek, soyut zeka, tarih, kompozisyon, matematik vb. pekçok alanda olumlu etkilerinin olduğu müziğin matematiğin öğretiminde disiplinlerarası kullanımı, kullanılan yöntem ve stratejilere bir katkı sağlayabilir. Amacı, araştırmacı tarafından yürütülen matematik eğitiminde müziğe dayanan materyal geliştirerek, İlköğretim 3.sınıf öğrencilerinin tutum, erişi, çoklu zeka alanları ve hatırda tutma düzeyi üzerindeki etkilerini araştırmak olan projeden yolaçıkılarak müziğin matematik öğretiminde kullanımına yönelik bir model önerisi geliştirilmiştir. Araştırma projesinde Ön-test – Son-test Kontrol Gruplu Deneysel Desen ve Zaman Serisi deseni kullanılmıştır. Denekler İzmir/ Buca ilçesinde alt orta sosyoekonomik düzeye seçilen dört deney ve dört kontrol grubundaki öğrencilerden oluşturulmuştur. Matematik Dersine İlişkin Tutum Ölçeği, Müzik Dersine İlişkin Tutum Ölçeği, Matematik Başarı Testi, Öğrenciler İçin Geliştirilmiş Çoklu Zekâ Ölçeği, Öğrenci İçin Şarkı Değerlendirme Formu, Öğretmen İçin Şarkı Değerlendirme Formu, Veli Gözlem Formu nicel verileri, Öğrenciler ve Öğretmenler İçin Geliştirilmiş Yarı Yapılandırılmış Görüşme formu nitel verileri elde etmek için geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Derse girişte, dersin işlenişi sırasında ve konunun pekiştirilmesinde etkinliklerle kazanımlara uygun olarak bestelenen tanım, kural, problem ve işlem yolları araştırmacı tarafından hazırlanan yönerge doğrultusunda yeniden besteleniyormuş gibi cümle cümle öğretilerek matematik temaları işlenmiştir. Dersin sonunda ezgiler Orff çalgıları eşliğinde son kez tekrar edilerek pekiştirme yapılmıştır. Araştırma sonucunda grupların matematik erişi ve tutum puanlarında artışlar gözlenmiş, öğrenciler olumlu görüş bildirmişlerdir. Bu projeden hareketle müziğin matematik öğretiminde ve diğer alanların öğretiminde izlenebilecek bir model önerilmektedir. Nicel verilere dayalı olarak bu projeden hareketle geliştirilen model önerisi müziğin matematik öğretiminde kullanımını raslantısallıktan kurtararak daha sistematik uygulamalar yapılmasını sağlayacaktır. Geliştirilen model önerisi nicel verilere dayalı olarak araştırmacı tarafından katılımcı bir gözlemci ve katılımcı olarak yorumlarına dayalı kavramsal bir çerçeve sunmakta bu bağlamda nitel bir özellik göstermektedir. Sözkonusu model önerisi eğitim bilimleri, sınıf eğitimi, matematik, müzik, program geliştirme, istatistik, ölçme ve değerlendirme alanlarına dayalı güçlü kuramsal temellere sahip olduğundan disiplinlerarası bir yaklaşımı sergilemektedir.
Anahtar kelimeler: Disiplinlerarası yaklaşım; müzikle matematik öğretimi; matematik öğretimi; müzik öğretimi; model önerisi.

Abstract

The problems and solutions of our age are not limited to the knowledge and skills in a single field, but it necessitates a significant combination of more than one subject area to be organized, its operational implementation and the development of new teaching and learning methods and strategies. Real life is related to many issues and the individual perceives the outside world as a holistic approach. Interdisciplinary education and training provide a multi-faceted way of thinking, enabling multiple areas of intelligence to be mobilized. Mathematics

is a field that includes the numbers, ratios, probabilities, patterns that can be seen in different forms in the realization, processing and meaning of knowledge in real life, integration in the world, formation of different professional groups. Starting from an early age, it is important that children and young people do not fear mathematics, love and develop positive attitudes, and that the role of mathematics in life has a positive effect on academic achievement. Since 1999, our country has participated in the international TIMMS examinations, and since 2003 it has participated in the PISA examinations. But the 2016 PISA between exam in 64 countries, 45th in Turkey in math, 37th in reading, while in the science branch is taken place in the 41st intervening time despite ranking shows the wayside in the front row of the back row. National and international research, problem solving, creative problem solving, abstract thinking, academic achievement, general academic achievement, self-concept, decision making, positive attitude development, literacy, memory, abstract intelligence, history, composition, mathematics and so on. Interdisciplinary use of music in mathematics teaching, which has positive effects in many areas, can contribute to the methods and strategies used. In this research data were used of the project which was applied by the researcher to investigate the effects of music on the attitude, achievement, multiple intelligences and retention levels of primary school 3rd grade students by developing materials based on music in mathematics education. In the research project, pre-test-post-test, experimental design with control group and time series design were used. The sample were composed of four experimental and four control groups selected from lower-middle socioeconomic level in İzmir / Buca district. Attitude Scale for Mathematics Course, Attitude Scale for Music Course, Mathematics Achievement Test, Multiple Intelligence Scale for Students, Song Evaluation Form for Students, Song Evaluation Form for Teachers, Qualitative Data of Parent Observation Form, Semi-Structured Interview Form for Students and Teachers developed and implemented to obtain qualitative data.

In the introduction to the course, during the course and during the consolidation of the subject by the activities of the composition of the definition, rules, problems and processing paths prepared by the researcher in the direction of the instruction prepared by sentence sentence sentence mathematics themes were taught. At the end of the course, songs were repeated with the Orff instruments. As a result of the study, mathematics achievement and attitude scores of the groups increased and the students reported a positive opinion. Based on this project, a model that can be followed in teaching of music in mathematics teaching and other fields is suggested. Based on the quantitative data, the model proposal developed from this project will enable the use of music in mathematics teaching to be more systematic by freeing it from randomness. The proposed model proposes a conceptual framework based on quantitative data and shows a qualitative feature in this context as an participiant observer and participiant opinions of the researcher. This model proposes an interdisciplinary approach as it has strong theoretical foundations based on educational sciences, classroom education, mathematics, music, curriculum development, statistics, measurement and evaluation.

Keywords: Interdisciplinary approach; teaching mathematics with music; mathematics teaching; music teaching; model proposal.

İLKOKUL MATEMATİK DERSLERİNDE MÜZİK DESTEKLİ ÖĞRETİMİN BAŞARI VE KALICILIK ÜZERİNE ETKİSİ

Davetli Konuşmacı

Nihan YAĞIŞAN*

Birbirinden tamamen bağımsız gibi görünen bu iki disiplin biri bir BİLİM dalı, diğeri de SANAT dalı olarak sınıflandırılsa da aralarındaki muhteşem benzerlikleri fark etmek hepimiz için heyecan verici olsa gerek. Bu aslında bilindiği üzere bizden asırlarca önce Pisagor (M.Ö. 586) ve Aristoteles (M.Ö.384) gibi filozofların çoktan keşfettikleri bir eşgüdümdü. Öyle ki Platon (Eflatun) (MÖ.427) müziğin matematikle birlikte öğretilmesi gerektiğini savunurken, Pisagor (M.Ö.6.yüzyıl) okulunun (Quadrivium) programına göre Müzik; Aritmetik, Geometri ve Astronomi ile aynı düzeyde kabul görmüştür. Pisagor, yıldız hareketleriyle müzik arasında matematiksel ilişkiler kurmuş, bu bağlantıyı gezegenlerin, takımyıldızların ve elementlerin birbiriyle armonik ilişkisine kadar taşımıştır.

Müziksel yapılar incelendiğinde en temelden en karmaşık ögesine kadar çeşitli matematiksel yapılar içerdiğini görmek mümkündür. Bunu da en net şekilde 'armoni'de yani farklı seslerin birbiriyle bir anlamda matematiksel uyumunda görmek mümkündür.

Tarihsel sürece baktığımızda insanlığın doğuşu kadar eski olan bu iki alanın arasındaki maddesel ve felsefi ilişkiyi keşfedip, bunu eserlerine taşımış pek çok "matematik sanatçısı" ve "müzik bilim adamı" na rastlamak mümkündür.

Buna en güzel örnek dahi besteci Bach'dır. Bach'ın yapıtlarında kontrpuan, armoni, müzikal motiflerin planlanmasında, ezgisel ve ritimsel yapılarda matematiksel kurgulanışı görmek buna da en çok Füg'lerinde rastlamak mümkündür. Araştırmacılar, pek çok başka

* Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, nihanyagisan@yahoo.com

bestecinin yapıtlarında da akustik ölçüleri altın oran ile kullandıklarını ortaya çıkarmıştır. Örnek vermek gerekirse (Haendel'in "Hallelujah (Messiah)"ı, Mozart'ın çoğu piyano sonatı, Beethoven'in 5. Senfonisi, Debussy'nin "Suda Yansımalar'ı.. Elbette ki Klasik Dönemin büyük bestecilerinin, 'altın oran' gibi matematiksel ilişkileri bilerek mi yoksa tamamen sanatsal sezgilere dayanarak mı kullandıkları bilinmez.

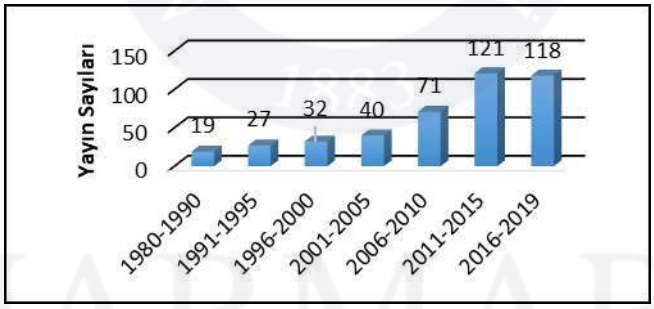
Müzikçiler matematiğin bu şiirsel, ezgisel ve ritmik yanını farkedip eserlerine taşırken, matematikçiler de aynı şekilde müzikte de uzmanlaştılar. Örn; Ömer Hayyam 11. yüzyılın ikinci yarısının en ünlü matematikçi ve astronomu İranlı bilgin müzikte de eserler verdi.

Ortak çalışmalar

Günümüzde de araştırmacılar matematik ve müzik disiplinin birleştiği pek çok akademik çalışmaya imza atmaktadır. Bununla ilgili Wos üzerinden yaptığımız taramada toplamda her iki alanın bir arada kullanıldığı 1970'lerden bugüne 479 yayına ulaşılmıştır.

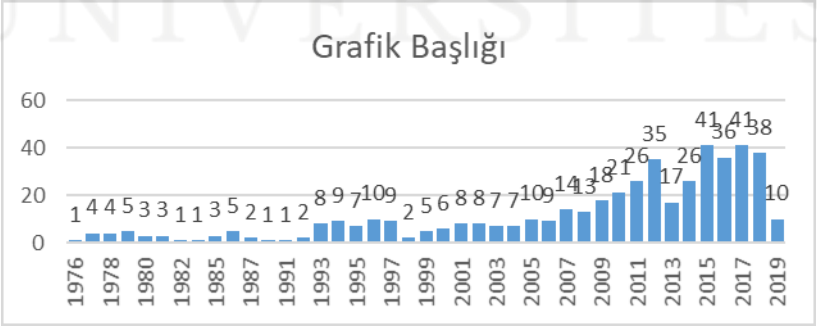
1980-2019 yılları arasında bu alanda yayımlanmış 428 yayının ise yıllara göre dağılımı şu şekildedir:

Tablo 1. Yıllara göre matematik ve müzik ortak yayın sayıları (5 yıl)



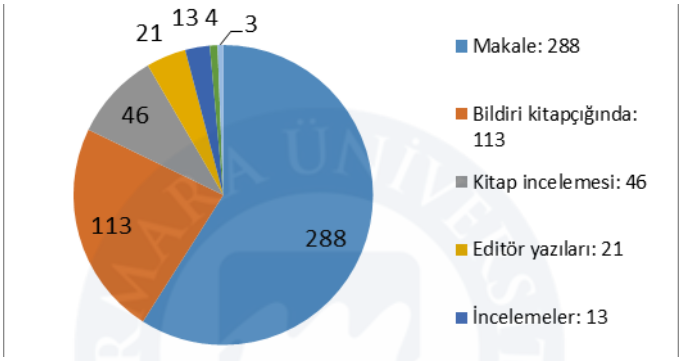
En fazla yayın yapılan dönem ise, 2011-2015 yılları arasını kapsamaktadır.

Tablo 2. Yayınların yıllara göre dağılımı



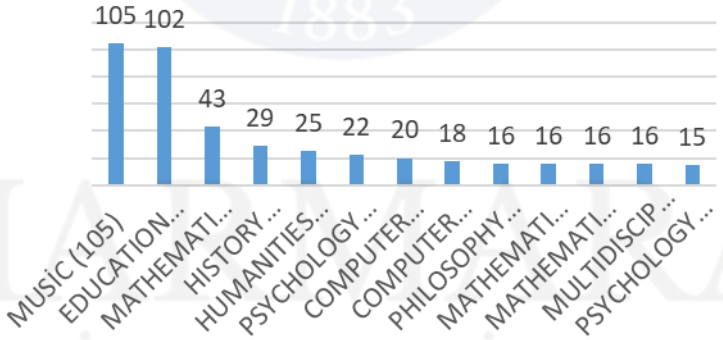
Yıllara göre yayın sayıları incelendiğinde müzik-matematik üzerine en fazla çalışmanın 41 yayınla 2015 ve 2017 yıllarında yapıldığı; ardından 2018-2016 ve 2012 yıllarının 38, 36 ve 35 yayınla takip ettiği görülmektedir.

Tablo 3. Yayın türleri



Matematik ve müzik ortak yayınlarının hangi türlerde yoğunlaştığına bakıldığında ise en çok makale ve bildiri metinleri olduğu görülmektedir.

Tablo 4. Dergi kategorileri



Music (105)
Education Educational Research (102)
Mathematics Interdisciplinary Applications (43)
Hıstory Philosophy of Science (29)
Humanities Multidisciplinary (25)
Psychology Experimental (22)
Computer Science Informatıon Systems (20)
Computer Science Theory Methods (20)

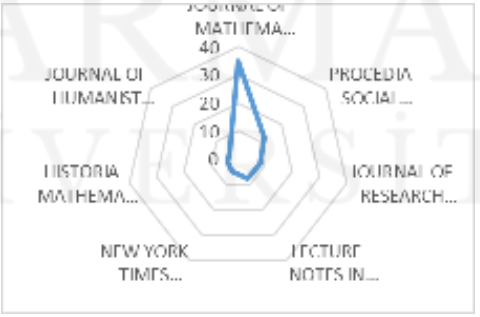
Philosophy (18)
Mathematics (16)
Mathematics Applied (16)
Multıdıscıplınary Sciences (16)
Psychology Educational (16)

Bu ortak çalışmaların daha çok hangi tür dergilerde yayınlandığına bakıldığında; en çok Müzik ve Eğitim Araştırmaları ardından Disiplinler Arası Matematik Uygulamaları, Bilim Tarihi Felsefesi dergileri, Beşeri Bilimler Disiplinler Arası dergileri, Deneysel Psikoloji, Felsefe, Matematik ve Matematik Uygulamaları dergileri, Eğitim Bilimleri dergileri olduğunu görmekteyiz.

Yayınların Müzik ve Eğitim Araştırmaları dergilerinde yoğunlaşması "Her iki alanın birlikte kullanılmasının en etkili sonuçlarını eğitim alanlarında mı alıyoruz?" sorusunu akla getiriyor.

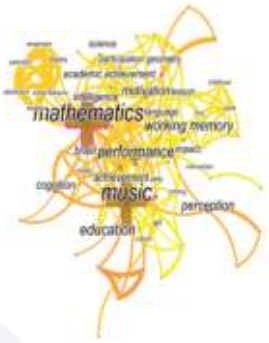
Tablo 5. En çok tercih edilen dergiler

Journal of Mathematics and Music (35)	35
Procedia Social and Behavioral Sciences (12)	12
Journal of Research In Music Education (8)	8
Lecture Notes In Computer Science (8)	8
New York Times Book Review (5)	5
Historia Mathematica (4)	4
Journal of Humanistic Mathematics (4)	4



Tablo 6. Ortak yayınlarda en sık kullanılan kavramlar





Grafikte yayınlarda en sık kullanılan 10 kavrama yer verilmiştir. Buna göre yayınlarda en sık geçen bir anlamda en yüksek frekans değerine sahip kavramlar, music, mathematics, performance, education, working, memory olarak sıralanmaktadır.

Tablo 7. Ülke işbirlikleri



Frekans Merkezilik Ülke

127	0.34	Amerika
29	0.14	İngiltere
13	0.19	Kanada
12	0.01	İspanya
10	0.05	Fransa

Matematik-müzik üzerine İnterdisipliner çalışmalardaki ülkeler gerçekleştirdikleri yayın sayılarına göre incelendiğinde (ki burada da en yüksek frekans değerine sahip 5 ülkeye yer verilmiştir). 428 yayında alana en fazla katkı sağlayan ülkenin 127 yayın ile Amerika olduğu görülmektedir.

Şu ana kadar yapılan özette etki faktörü yüksek dergilerde yayınlanmaya hak kazanmış uluslar arası çalışmaların bir özetini paylaştık; çalışmaların çoğu eğitim alanlarında yapılmış ve bu alana katkı mahiyetinde eğitim dergilerinde yayınlanmıştır. Aynı şekilde müziğin bir eğitim aracı olarak matematik derslerinde kullanımına ilişkin yaptığımız bir çalışmayı bir kez daha burada paylaşmak istiyorum.

İlkokul Matematik Derslerinde Müzik Destekli Öğretimin Başarı, Tutum ve Kalıcılık Üzerindeki Etkisi

Amaç ve Yöntem: Bu çalışmada 'matematik dersindeki doğal sayılarla çarpma işlemi, alt kazanımları ve bu üniteyi temel alan problem çözme aşamalarının müzik yoluyla öğretilmesinin ilkokul 3. sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve kalıcılıklarına etkisi var mıdır?' sorusuna cevap aranmış; *Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeli* kullanılmıştır.

İlkokul matematik dersinde konuların bestelenmiş şarkılarla öğretilmesinin öğrencilerin ders başarılarına, tutumlarına ve öğrenilenlerin kalıcılıklarına olan etkilerinin incelendiği çalışmada; Araştırmacılar tarafından geliştirilen 'matematik başarı testi' ve 'matematik tutum ölçeği' 52 ilköğretim 3. sınıf öğrencisine uygulanmıştır.

Uygulama sonrasında bilgi düzeyleri ve tutumları birbirine denk iki sınıf belirlenmiş ve kura yolu ile bu sınıflardan biri deney (25 öğrenci) diğeri ise kontrol grubu (27 öğrenci) olarak tayin edilmiştir.

Uygulama süresince (8 hafta ve 16 oturum) 3. sınıf matematik dersi programında yer alan 'doğal sayılarla çarpma işlemi' ünitesi ve bu ünitenin alt kazanımlarına ilişkin konulara yönelik, araştırmacılar tarafından bestelenmiş (sözü ve müziği araştırmacılar tarafından oluşturulmuş) şarkılar eşliğinde deney grubuna öğretilmiş, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemler ile ders işlenmiştir.

Deney grubundaki öğrenciler şarkıları dinlemişler, söylemişler ve derse aktif olarak katılım sağlamışlardır. Aynı zamanda bu öğrencilerin duyuşsal boyutta derse yönelik izlenimlerini yansıtmaları için her ders sonunda *'yansıtıcı günlükler'* tutturulmuştur. Araştırma süresi tamamlandıktan 4 hafta sonra öğrenilenlerin kalıcılığını belirlemek amacı ile başta uygulanan başarı testi 'kalıcılık testi' olarak tekrarlanmıştır.

Öğretilecek konular; 3. sınıf üniteleri içinde yer alan "doğal sayılarla çarpma ve alt kazanımları (çarpım tablosu, 3 ile çarpma, sıfırla, 1, 10, 100 ile çarpma, eldeli çarpma, iki basamak bir basamakla çarpma) ile sınırlandırılmıştır.

Çarpma işlemi

3 ile çarpma	*10 ile çarpma*	*İki basamak bir basamakla Sıfırla çarpma*
Üç kere üç bu dokuz	At sıfır fırlat sıfır	Bir basamak çarpacak Çarpma işlemlerinde
Ayı varsa biz yokuz	Çarpana ekle sıfır	İki basamaklıyı Bir kural varmış işte
Dört kere üç on iki	On ile kolay yoldan	Çarpım altta olacak Çarpınca sıfır ile
İşte orada tilki	İşte böyle çarpılır	Unutma bu sırayı Sonucum yine sıfır

Sonuç

İlköğretim matematik dersindeki çarpma işlemini ve alt kazanımlarını (10 ile, 100 ile, sıfırla, iki basamak bir basamakla, eldeli çarpma vb.) temel alan problem çözme aşamalarının, müzik yoluyla öğretilmesinin ilköğretim 3. sınıf öğrencilerinin başarı, tutum, kalıcılık ve onlardan alınan yansıtıcı günlüklerle de derse yönelik görüşlerindeki etkisinin araştırılması amacıyla yapılmış çalışmada; 8 hafta 16 ders süren uygulama sonunda deney grubu öğrencilerinin çarpma işlemini, alt kazanımlarını ve bununla ilgili problemleri kolaylıkla çözme, farklı çözüm yolları yaratma – bir anlamda da yaratıcı düşünebilme – konusunda, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerine göre başarı ve kalıcılıklarında anlamlı şekilde farklılıklar olduğu saptanırken, öğrenci tutumlarında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Konuları müzik yoluyla öğrenen deney grubu öğrencilerinin yansıtıcı günlüklerinden de anlaşıldığı üzere; şarkılarla öğretim etkinliğinin amacına ulaştığı, öğrencilerin çoğunun öğrendiklerinin farkında oldukları, ciddi öğrenme problemleri ile karşılaşmadıkları ve derslerden son derece keyif aldıkları, eğlenerek öğrendikleri görülmüştür. Bu sonuçlar göstermektedir ki matematik dersinin şarkılarla daha eğlenceli hale getirilmesi; çocukların etkin katılımlarını, dikkatlerini ve motivasyonlarını artırmış, bütün bunların sonucunda da daha kolay öğrenmelerini sağlamıştır. Ortaya çıkan araştırma sonuçları; geleneksel öğretim yöntemleri yerine, öğrencilerin içinde aktif olarak yer aldıkları ve zevk aldıkları müzik vb. aktivitelerin farkına varmadan ve kolaylıkla öğrenmelerini sağladığını, aynı zamanda öğrenilenlerin kalıcı olduğunu, ayrıca zorlandıkları derslere karşı tutumlarının da olumlu şekilde değişebileceğini göstermiştir. Genel bir sonuç olarak da denilebilir ki daha önce yapılan araştırmalarla paralel olarak, bu araştırmanın tüm bulguları müziğin eğitimsel işlevini ve etkilerini bir kez daha ortaya koymuştur.

THE RELATIONSHIP BETWEEN MATHEMATICS AND MUSIC IN VISUAL ART: A LITHUANIAN CASE

Davetli Konuşmacı

Dalia KARATAJIENE*

Abstract

By analyzing samples of contemporary Lithuanian visual and, the article aims to reveal how the relationships between music and mathematics are represented in the fine arts. The article seeks to illustrate the various stylistic principles of the artists by which they represent the unity of mathematical and musical principles and the possibilities of their connections. The aim of the article is not only to highlight the unique connection between music and mathematics in the visual image, but also to reveal the historical, social and cultural context that inspired the artists' search.

Keywords: Music, mathematics, visual art, fine art.

Introduction

Although mathematics and music have obvious and undeniable intersections and similarities, art and mathematics are not identical phenomena. From the perspective of a European perception, the definition of the science of music was a result of the Pythagorean concept of universal harmony. The Pythagoreans were the first in European culture to raise the issue of uniting music and mathematics, sound and number. According to R. Pavilioniene (2013) the majority of researches towards interaction of mathematics and music are done from the

* Prof. Dr., Academy of Art in Vilnius, dkaratajiene@gmail.com

standpoint of mathematics. This is why this article "restores the rights of the arts", not only in terms of music and mathematics, but also in the connection between the two, which is revealed in the fine arts. Lithuania has an outstanding tradition of painting and music union expressed in paintings of the world known artist Mikalojus Konstantinas Čiurlionis (1875-1911) creation. Although Čiurlionis, "like many artists of the beginning of the twentieth century, was interested in the achievements of the rapidly progressing science, he watched surrounding world through the eyes of a lyric poet, not a rationalist. This perhaps explains why the visionary astronomer Flammarion was closer to him than Albert Einstein" (Andrišytė – Žukienė, 2014:13). It is another reason that allows one to look at the relationship between music and mathematics through the prism of the visual arts

Methodology

The objective of this research is to reveal the relationship between mathematics and music in Lithuanian visual arts.

The tasks of research:

To review the history of the relationship between mathematics, music and the visual arts;

To characterize several examples of the relationship between mathematics and music in Lithuanian visual arts.

Methods of research: literature referencing, formal analysis of art and description.

From math and music to fine arts

As history has shown, mathematics and music are the oldest symbiosis of art and science, dating back over two thousand years. Measurable sizes of music allowed Pythagoras (582 BC – 496BC) to undertake the interpretation of music based on mathematical proportions. Gradually this led to the concept of quadrivium. The organisation of the Medieval quadrivium which included arithmetic, geometry, music, and astronomy was formalised by Boethius (477–524), and this structure endured for more than a millennium. Recently, there is an ever closer relationship between music and methods of statistical analysis. On this basis, it is possible to create a visual "signature of a musical work".

But synthesis of arts is a relatively young phenomenon. Western European history shows that the idea of art synthesis was born during the Romantic period. Romanticist V. H. Wakenroder (1773 –1798) was convinced that music was necessary to understand painting, because without music it seemed to be stagnant. German painter K.D. Friedrich (1774 – 1840) has even invented a special device to show his paintings one by one with music.

At the beginning of the 20th century, M. K Čiurlionis embodied art fusion ideas in Lithuania. His mature paintings, whose subtle plasticity is based on musical forms and musical logic of development of the motif, and late piano pieces intertwined with melodic and rhythmic modules and harmonic complexes, stand out throughout Europe as unique examples of art blending in music and painting. Musicologist Vytautas Landsbergis, analyzing the music of M. K. Čiurlionis, in his melodic changes analogies with the heights and contours of the mountains and other objects depicted in his paintings. It also allows us to remember other cases of music and drawing communication. M. Gardner mentions that composer Sergei Prokofiev, who created music for S. Eisenstein's film "Alexander Nevsky", was inspired by the footage of the forthcoming film and used the silhouettes of people and landscape to mark the locations of sounds on the stave (1992:22). These examples show that math is involved here as a geometric line. Still, in M.K. Čiurlionis' images, the equivalent of the height of sound and visual object is the result of the subconsciousness rather than the conscious choice of the artist. According to S. Jastrumskyte in Ciurlionis' works, "height is essentially an effect but not a Euclidean metaphor" (2011: 174).

M. K. Čiurlionis National Museum of Art offers the opportunity not only to observe the artist's paintings, but also to listen to his music. However, Kaunas city is famous not only for its impressive museum. Herman Minkowski (1864-1909), a future mathematician and physicist, was born in Kaunas and Studied at Kaunas gymnasium. After becoming a scientist, he achieved great results in mathematics, although his work in physics gained a worldwide fame. Minkowski hypothesized the unity of space and time, determined its geometric structure, and was the first to discover the unchanging size of relativity. His ideas for the four-dimensional world were very radical. In"Autobiographical Notes "Albert Einstein, a student of Minkowski, wrote: "I had excellent teachers (Hurwitz, Minkowski), so that I should have been able to obtain a mathematical training in depth"(1979:32). Despite Einstein's initial negative reaction towards Minkowski's four-dimensional physics Einstein quickly realized that his revolutionary theory of gravity would be impossible without the revolutionary contributions of Minkowski.

In December 2018, the second volume of Mathematical constants was published. The author of the monograph is Steven R. Finch, a mathematician from the Massachusetts Institute of Technology One chapter of this book is devoted to a series of mathematical constants, now called "Minkowski-Alkauskas constants" as Minkowski's theory was supplemented by a young Lithuanian mathematician Giedrius Alkauskas. But Alkauskas is not only mathematician. He is also a composer who released such CDs as "Walpurgis Night", "Into the dream and magic-sphere..." and "Enchanted Time".

Alkauskas also wrote a some articles on the romanticism of Danish music, published a book of poetry, "The Traveling Stone" which in 2019 was awarded an honorable prize in Lithuania. Mathematics and music are linked by the fact that Giedrius Alkauskas, the professor

of Vilnius University, gives the course "Music and Mathematics". However, lectures are not the only one place where music is combined with mathematics. This connection is also represented in the visual form, which can be seen on Alkauskas' illustrated music CD covers. These pieces of art are dominated by abstract shapes based on line, silhouette sharpness and rhythmic image structure. The colors in Alkauskas' works are not significant, though they are bright and clearly visible. However, Alkauskas's colors serves only a decorative function, but does not characterize forms emotionally. According to art historians (Gombrich, 1995; Janson, 1995), art history shows that the priority of the line over color always indicates the primacy of rationality over emotion, therefore these lines are evidences of a trace of mathematics in a visual form created by a scientist. The silhouette's gracefulness and clarity is also a feature typical for "Ku – dir-ka" (2006) chair created by Lithuanian designer Paulius Vitkauskas. In the playful syllabification of the name of the chair "Ku-dir-ka", we recognize the name of Vincas Kudirka, the author of both the music and lyrics of the Lithuanian national anthem "Tautiška giesmė". After some time the designer Julijonas Urbonas, who frequently collaborates with Vitkauskas, installed an electronic counter on the chair which records its cyclical movement while rocking and that is how the chair became an object of interactive design. its cyclical movement with clearly audible sound points to the Kudirka and, at the same time, to a very clear musical rhythm based on the logic of mathematical precision.

The third example is the patented technology "Aqua Lingua"developed by Rūta Mickienė. "Aqua lingua" pictures mean that the vibrations of sound are photographed and made into an artwork. Every visualisation is unique – as unique is human voice, its timbre, intonation, sense and meaning of words or music. Mickienė was inspired by German physicist and musician Ernst Chladni (1756 –1827) who proved that sound can be transformed into an image. The scientist even did a graphical scheme of how sand regrouped and created ornaments in response to high or low frequency sounds. Starting with a metal plate whose surface had been lightly sprinkled with sand, Ernst Chladni found that bowing it produced characteristic patterns. Using modern technology, Mickiene made sound waves spread in the water. By taking pictures of the sound waves Mickiene revealed not the only the beauty of the sounds or words, but the emotion and energy with which the words are pronounced and which exist in the music. The unique "Aqua Lingua" technology, which would be impossible without mathematics, allows us to see a visual representation of any sound, including music of all kinds and genres. Photographs of sounds by Rūta Mickienė often commemorate significant dates of Lithuanian life. For example, the words "First Lithuanian Space Mission" (2014) transformed into picture commemorates a cooperation agreement between Lithuania and NASA.

Sounds tend to form various ornamented images of regular shapes. Subtle variations of lines makes the images elegant and impressive. In Mickienė's sound pictures, color, as in the case of Alkauskas' drawings, is not the most important mean of artistic expression. When ordering a picture of their favorite musical motif or spoken phrase, the customer can choose

the color of the picture he likes. This also suggests that visual graphics and science are closer to each other than the principles of science and the ability to express them in color.

Conclusions and discussions

Relationships between mathematics and music have historically been discussed most often as the expression of mathematical quantities and as the expression of mathematical proportions in music. Music, mathematics and the visual arts have not found such indicators of unity in comparison with analogy between music and mathematics. This does not mean, however, the absence of attempts to express the relationship between mathematics and music in the visual arts. Such creative experiments illustrated by the examples of Lithuanian art presented in the article, have won an international recognition. The relatively small amount of artwork reveals a wide variety of possibilities for such a connection,starting graphics and piece of design to photography. Although the small number of works does not allow to come to comprehensive conclusions, it is clear that in visual arts the relationship between music and mathematics (including geometry and physics) is revealed through a line rather than a color and has a clear, rigid form. This confirms the claims of art historians (Gombrich, 1995; Janson, 1995) that the linear principle in fine art is usually associated with rationality, clarity and calculability.

References

Andrišytė – Žukienė, R. (2014). M.K.Čiurlionis: tarp simbolizmo ir modernizmo. (M.K. Ciurlionis: Between Symbolism and Modernism). Vilnius: Versus Aureus.

Einstein, E. (1997). Auobiographical notes. Translated and edited by P.A. Shilpp. Illinois: Open Court Publishing Company.

Finch, R. S. (2018). Mathematical Constants. Encyclopedia of Mathematics and its Applications. Cambridge University Press.

Janson, H.W. (1995). History of Art. 5th edn. London: Thames & Hudson.

Jastrumskytė, S. (2001). Sinestezijos fenomeno konceptualūs virsmai XIX ir XX a. Vakarų meno teorijoje ir praktikoje (kritinė analizė). Disertacija (03H). (Conceptual transformations of the synaesthesia phenomen in the 19th and 20th c. Western art theory and practice (critical analysis). Doctoral dissertation (03 H). Vilnius: VDA.

Gardner, M. (1992). Fractal music, hypercards and more… Mathematical recreations from Scientific American magazine. New York: W. H. Freeman and company.

Gombrich, E. H. (1995).The story of art. New York: Phaidon Press.

Pavilionienė, R. (2013) Musica mathematica: tradicijos ir inovacijos šiuolaikinėje muzikoje. (Musica mathematica: Traditions and Innovations in Contemporary Music). Vilnius: Lietuvos muzikos ir teatro akademija.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

PÜR MATEMATİKTEN UYGULAMALI MATEMATİĞE MÜZİK

Davetli Konuşmacı

M. Kemal KARAOSMANOĞLU*

Müziğin matematikle yakından ilişkili olduğu hep söylenegelmiştir. Bunun en çarpıcı örneği, Ortaçağ üniversitelerinde mutlaka bulunan dört fakültenin aritmetik, müzik, astronomi ve geometri (tek sözcükle: *quadrivium*) olmasıdır (Green, Benson, Constable, & Lanham, 2007). Müziğin pür matematik ile ilişkisi bağlamında yorumlanabilecek bu olgu daha sonra konservatuvar türü müzik eğitimlerinde görünür olmaktan çıkmıştır. Ancak bir yandan hâlâ müzik teori tarihi alanındaki çalışma konularından biridir, öte yandan günümüzde makine öğrenmesi disiplininin yaygınlaşması, hesaplamalı müzikoloji ve hesaplamalı müzik teorisi adı verilen yeni araştırma alanları oluşmasına yol açmıştır. Bu, kanımızca müziğin pek çok alanında matematiğin (ama bu kez uygulamalı matematiğin) tekrar boy göstermeye başlaması demektir.

Bu çalışmada matematik ile müzik ilişkisi olabildiğince Türk müziğiyle ilgili çalışmalar zemininde gözden geçirilecektir.

Doğanın dili

5 yüzyıl önce Galileo(1564 – 1642)'nin söylediği şu söz iyi bir hareket noktasıdır:

"Evreni anlamak istiyorsanız önce yazıldığı dili öğrenmelisiniz… Evren matematik dili ile yazılmıştır."

* Doç. Dr., Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi, mkemal@mgu.edu.tr

Bu sözü şöyle dile getirenler de olmuştur:

"Doğanın muazzam kitabının dili matematiktir."

Demek ki doğayla ancak matematik dili kullanılarak doğrudan iletişim kurulabilir. Bu iletişimin en estetik biçimi de müzik olsa gerektir.

Yalınlık

Matematikçi ve fizikçi Henri Poincaré (1854-1912), farklı bilim yapma biçimlerinden bahsetmiş ve fizik (bilim) tarihinin, birbirine zıt iki yönelim içinde olduğunu gösterdiğini savunmuştur: "Bunlardan ilkinde, birbirinden ayrı kalacaklarmış gibi görünen şeyler arasında yeni bağlar keşfedilir ve böylece dağınık olan olaylar bir araya gelerek bir bireşim halinde düzenlenirler. Bu sayede bilim yalınlığa, birliğe doğru ilerler. *Yalınlığın güzel olması yüzündendir ki* genellikle yalın olgular, büyük olguları araştırmak için seçilmektedir." (Altını biz çizdik.)(Kütük & Şahin, 2017)

Yalın → Karmaşık → Yalın süreci

Bu ünlü bilim insanı, ikinci yönelimde tersine bir süreç işlediğini savunur. Buna göre her gün yeni gözlemler yapılması sayesinde yeni olgular ortaya çıkmaktadır. "Bunların durumunun netleşmesi için ise uzun bir süre beklemek gerekecektir. Bu süreçte kimi zaman basit görünen şey yeniden karmaşık bir yapıya dönüşebilir. Bu ise bilimin, çeşitliliğe / karmaşıklığa doğru gittiği düşüncesine neden olabilir."[1]

Poincaré, ardından, bilimin yalınlık yönelimi baskın çıkarsa mümkün olacağını ekler.

Makine öğrenmesi tekniklerinin müziğe uygulanma evresi kanımızca bu ikinci yönelim kapsamına girmektedir. Geniş veritabanları üzerinden 'öğrenme', bu karmaşık yapının iyi bir örneğidir. Ancak, bu sayede ulaşılan çıkarımlar yeni yalın örüntülerin keşfedilme potansiyeline de sahiptir.

Müzik

Bu kısımda, Poincare'nin öngördüğü 'bilim yapma' biçimlerinin uygulanabileceği alanlardan birinin müzik olduğuna ilişkin argümanlar sergilenmeye çalışılacaktır. Dolayısıyla müziğin pür matematikle ilgili ve yalınlığa yönelik boyutundan başlıyoruz…

Müzik, belli tınılara sahip bir dizi sesin art arda ya da aynı anda çeşitli frekanslarda, çeşitli sürelerle ve çeşitli gürlüklerde üretilmesiyle oluşur. Sesler art arda işitiliyorsa ezgisel/

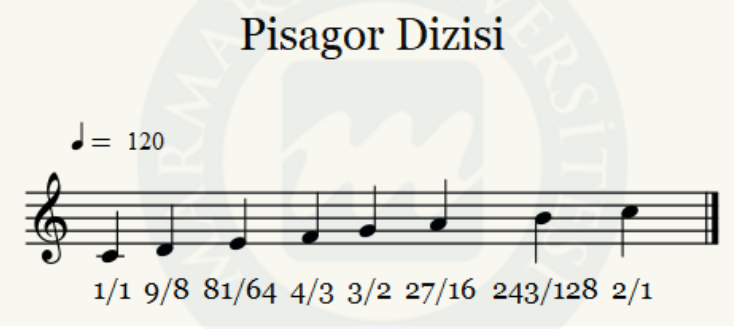
1 age

melodik, aynı anda işitiliyorlarsa uygusal/armonik yapıdadırlar. Sesin bileşenlerinden en önemlisi, frekanstır.

Peki, 'iyi' bir ezgisel motif ya da bir akor için, üretilen seslerin frekansları arasında nasıl bir bağıntı bulunmalıdır?

Kuşkusuz rasgele bileşimlerin büyük çoğunluğu kötü sonuçlar verecektir. Bu gerçek en az bin yıldır bilinmektedir. Örneğin Fârâbî (872 – 950), art arda işitilen iki sesin oluşturduğu müzikal aralığın *bakıyye*den (yarım tondan) küçük olması durumunda kulağın bunu falso olarak algılayacağını dile getirmiştir (aktaran, (Tura, 1988)).

Buna karşılık, Pisagor diyatonik dizisi kulağa hoş gelir (**Şekil 9**).



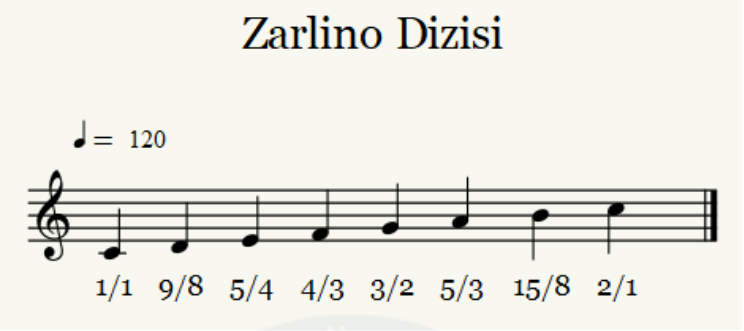
Şekil 9. Pisagor diyatonik dizisi

Notaların altlarındaki rasyonel sayılar, her bir notanın referans sesi ile oluşturdukları müzikal aralıkları göstermektedir. Örneğin temel ses Do'nun frekansı *bilimsel perde* (Haynes, 2002) standardının öngördüğü 256 Hz'e akort edilmişse La'nın frekansı

$$256 \cdot \frac{27}{16} = 432\ Hz$$

demektir.

Zarlino diyatonik dizisi ise özellikle çokseslilikte öne çıkar (**Şekil 10**).



Şekil 10. Zarlino diyatonik dizisi

Bu 'hoşa gitme/gitmeme' olgusunun altında yatan nedenleri araştırmakta yarar olduğu açıktır.

Pisagor dizisi

İlk dizi ile başlayalım. Çünkü o, kronolojik bakımdan önce ortaya çıkmıştır ve hem müzikal gerekçe hem matematik olarak en yalın yapıya sahip dizidir. İçerdiği seslerin bağıl frekansları şu formülle belirlenmiştir:

$$n = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ için}$$

$$\left(\frac{3}{2}\right)^n (Mod\ 2)$$

Matematiğin (yani evrenin) diliyle yazılmış bu ifadenin sözel müzik diline çevrilmiş biçimi şudur:

*Bu yolla elde edilen dizideki sesler arasında **tam beşli** aralıkları vardır.*

Pisagor dizisinin elde edilme sürecinde kilit rol oynayan ve 3/2 oranıyla ifade edilen tam beşli aralığı, ünison (1/1) ve oktavdan (2/1) sonra gelen en derli müzikal aralıktır (Rossing, Moore, & Wheeler, 1990). Ayrıca ünison ve oktavın aksine, müzikal olarak zengin bir aralıktır.

Diziye Fa notası ile başlanırsa şu nota ve bağıl frekans dizisi elde edilir:

Fa	Do	Sol	Re	La	Mi	Si
1	**3**	**9**	**27**	**81**	**243**	**729**
1	**2**	**8**	**16**	**64**	**128**	**512**

Diziyi Do'dan başlatmak amacıyla, her bir terimi 3/2'ye bölelim:

Fa	Do	Sol	Re	La	Mi	Si
2	**1**	**3**	**9**	**27**	**81**	**243**
3	**1**	**4**	**8**	**32**	**64**	**256**

Bütün notaları aynı oktavda toplamak amacıyla, değeri 1'den küçük terimleri 2 ile çarpalım:

Fa	Do	Sol	Re	La	Mi	Si
4	**1**	**3**	**9**	**27**	**81**	**243**
3	**1**	**2**	**8**	**16**	**64**	**128**

… ve diziyi küçükten büyüğe sıralayalım. İşte notası **Şekil 9**'de gösterilen Pisagor diyatonik dizisi budur:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
1	**9**	**81**	**4**	**3**	**27**	**243**
1	**8**	**64**	**3**	**2**	**16**	**128**

Matematiksel ifadesi ve müzikal gerekçesi çok yalın olan bu dizi, müzik tarihi boyunca en etkili iki ses sisteminden biri olmuştur. Başta Türk makam müziği olmak üzere bazı geleneksel müzikler üzerindeki etkisi halen sürmektedir.

Pisagor dizisini elde etme sürecinin ilginç özelliklerinden bir başkası da, terim sayısının 7 ile sınırlı olma zorunluluğu bulunmamasıdır. Örneğin 5 adım daha ilerlenirse ($n = 0, 1, 2, \ldots, 10, 11$), 1 oktavda 12 nota içeren *kromatik dizi* elde edilir. Türk makam müziğinde önemli iki kilometre taşı olan 17 perdeli Safiyyüddin Urmevi ses sistemi ile 24 perdeli Arel – Ezgi – Uzdilek ses sistemi, Pisagor yönteminin 7 ya da 12 değil, sırasıyla 17 ve 24 adım uygulanmasıyla elde edilmiştir (Karaosmanoğlu, 2017). Üstelik adım sayısının sonsuza kadar ilerletilebilmesi derin bir matematiksel ve müzikal anlama sahiptir. Bunun matematiksel boyutu *Müzisyenler Denklemi* diye anılır:

$\left(\frac{3}{2}\right)^n = 2^m$ ***denkleminin tamsayılı çözümü yoktur.***

Bu olgu, müzik diliyle şöyle ifade edilebilir:

Temel bir sesten başlayıp tam beşli aralıklarıyla ne kadar ilerlenirse ilerlensin, temel sesin eşdeğerine ulaşılamaz.

Doğal dizi ya da Zarlino dizisi

İkinci sisteme geçelim. Bu dizideki seslerin Hertz (Hz) cinsinden frekansları günümüzde geçerli standarda göre saniyedeki titreşim sayıları, La 440 Hz temel alınmak üzere belirlenirse şu dizi elde edilir:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do'
264	**297**	**330**	**352**	**396**	**440**	**495**	**528 Hz**

Bu dizide bir örüntü aramak ilginç sonuçlar verecektir. Önce ardışık terimler arasındaki farklara bakalım:

33 33 22 44 44 55 33

Dört farklı değer var. Tüm terimleri 11'e bölelim:

3 3 2 4 4 5 3

2, 3 ve 5 asal sayılarının yer aldığı bir örüntü olduğu anlaşılıyor. Fakat daha ileri gidilemiyor.

Bu kez ardışık elemanlardan, sonrakinin öncekine oranlarına bakalım:

9 10 16 9 10 9 16

8 9 15 8 9 8 15

Bu kez 3 farklı değer var. 2, 3 ve 5 asal sayılarıyla ilgili bir örüntü yine görülüyor: Pay ve paydalardaki sayılar çarpanlarına ayrılırsa bu üç sayı elde ediliyor.

Tüm seslerin frekanslarının ilk sesin frekansına oranlarına bakalım:

1 9 5 4 3 5 15 2

1 8 4 3 2 3 8 1

2, 3 ve 5 yine dikkati çekiyor.

Bu son elde edilen rasyonel sayı dizisi, doğal sistem ya da Zarlino sistemindeki

Do Re Mi Fa Sol La Si Do

nota dizisine ait bağıl frekanslardır.

Müzik teori tarihindeki ses sistemlerinin ikinci kilometre taşlı bu dizidir. Pisagor sistemi yüzyıllarca hemen hemen tek seçenek olmuştur. İlkin Batlamyus (Ptolemy) tarafından öngörülen doğal dizi ise Ortaçağ Avrupasında armoni öne çıkıp üçlü ve altılı müzikal aralıklar önem kazanınca tekrar gündeme gelmiş, Zarlino tarafından yapılan iki küçük değişiklikten sonra temel ses sistemi olmuştur.

Bu iki dizi karşılaştırılınca niceliksel olarak küçük bir fark görülür:

Pisagor:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
1	9	81	4	3	27	243
1	8	64	3	2	16	128

Zarlino:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
1	9	5	4	3	5	15
1	8	4	3	2	3	8

Farklı olan üç terim için de, Pisagor(i) / Zarlıno(i) oranı 81/80'dir. Örneğin:

$$\frac{\frac{81}{64}}{\frac{5}{4}} = \frac{81}{80}$$

Bu küçük değer **sentonik koma** olarak anılır.

Ama müzikal açıdan, özellikle çoksesli müzikte, fark ihmal edilecek gibi değildir.

Bu iki dizideki pür matematik açısından en temel fark, perde ve aralıkları temsil eden rasyonel sayıların pay ve paydalarındaki tamsayılar çarpanlarına ayrılınca görülür: Pisagor sistemindeki en büyük asal çarpan 3 iken, Zarlino sistemindeki en büyük asal çarpan 5'tir. Önemsiz görülebilecek bu fark, armoniye geçişin zorunlu bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu sayede, örneğin özellikle çoksesli müzikte önemli bir müzikal aralık olan büyük üçlü, Zarlino sisteminde $\frac{5}{4}$ oranıyla ifade edilebilmektedir. Oysa aynı aralık Pisagor sisteminde $\frac{81}{64}$ oranı ile ifade edilir… Yalınlık!

Fourier Teoremi

Yavaş yavaş, mühendislik matematiğine giriyoruz…

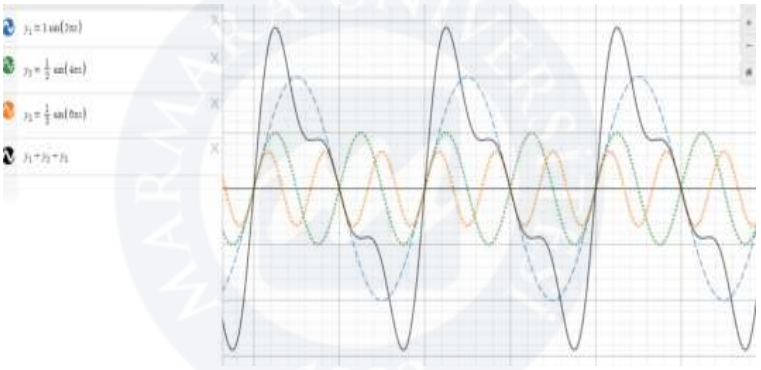
Müzik aletlerinin ürettiği sesler analiz edilince, bunların farklı frekans, genlik ve fazda birtakım seslerin bileşiminden oluştuğu görülür. Bu amaçla en yaygın kullanılan teknik, Fourier analizidir. Armonik yapıda çalgıların ürettiği sesler için şu özellik sözkonusudur:

Sesin temel titreşim frekansı f ise, onun yanısıra $2f, 3f, 4f, 5f, \cdots$ frekanslı sesler de işitilir. Armonikler denilen bu bileşenlerin indisleri ile genlikleri – çeşitli ağırlıklarla – ters orantılıdır. Yani seslerin armonik numarası büyüdükçe, bileşke ses içindeki işitilebilirlikleri azalır.

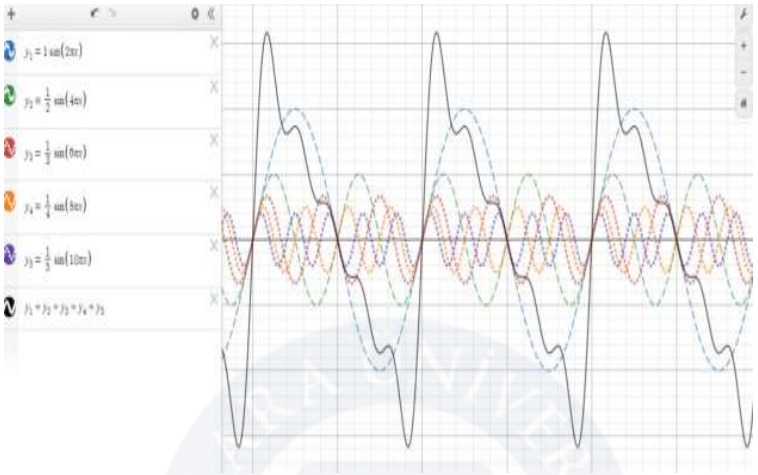
Pisagor ve Zarlino sistemleri bu bağlamda karşılaştırıldıklarında, Zarlino sisteminde 5. armoniğin de hesaba katıldığı, Pisagor sisteminde ise 3. armonikten sonrasının hesaba katılmadığı görülür. Bir başka deyişle, telli bir çalgıdan çıkan sesin bileşenleri sonsuz terimli dijital olarak şu formülle gösterilebilir iken (Bianchini, Cipriani, & Di Scipio, 2000)

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin(nf)$$

Pisagor sistemi bu terimlerden yalnızca ilk 3'ünü (**Şekil 11**), Zarlino sistemi ise ilk 5'ini (**Şekil 12**) dikkate almış gibidir.



Şekil 11. Frekansları f, 2f, 3f (kesikli ve noktalı eğriler) basit sesler ve bunların bileşkesi (sürekli eğri).



Şekil 12. Frekansları f, 2f, 3f, 4f, 5f (kesikli ve noktalı eğriler) basit sesler ve bunların bileşkesi (sürekli eğri).

Logaritma ve Tamperaman

Türk makam müziğinin resmî ses sistemi olan ve Arel – Ezgi – Uzdilek üçlüsünün adlarıyla anılan sistemin matematiksel – fiziksel temellerini atan Ord. Prof. Salih Murat Uzdilek, musikiyi üç döneme ayırır:

1. Din ve halk musikileri devri,

2. Armoni başlangıcı,

3. "Bach'ın tervic ettiği (kabul ettirdiği, değerini artırdığı) eşit tamperamanlı gam."

Uzdilek, bu 3'üncü dönemi logaritmanın keşfi (1614) ile ilişkilendirir (Uzdilek, 1977).

Ses sistemleri konusunda çalışan ve eser veren iki müzik insanı – Abdülkadir Töre ve Ekrem Karadeniz – de şunu yazmışlardır:

"Dünyanın en yaygın müzikal çalgılarından olan piyano, logaritmanın keşfinden sonra bugünkü sistemine kavuşabilmiştir." (Karadeniz, 1965)

Müzik için bu derecede önemli olan logaritma fonksiyonunun 2 tabanına göre olanı kullanılır. Çünkü 2 sayısı oktavı (sekizliyi) temsil eder ve birbiriyle oktav aralığı oluşturan sesler aynı sınıftandır.

Tamperaman, notaların frekanslarında bazı küçük değişiklikler yapılmak suretiyle müziği, çalgıları yalınlaştırmayı hedefler. Kimi yazarların *yedirim* olarak Türkçeleştirdiği tamperaman, logaritma ile yakından ilişkilidir. Özellikle eşit tamperaman[2] için gerekli hesap-

2 Eşit tamperamanlı sistemler, bünyesindeki notalar frekanslarına göre sıralandığında, ardışık

ları, logaritma olmadan yapmak neredeyse olanaksızdı. Örneğin oktavın işitsel olarak eşit 12 parçaya bölünmesiyle elde edilen *yarı-ton* adlı müzikal aralığın değeri $\sqrt[12]{2}$'dir ve bunu (2 tabanına göre) logaritma olmadan hesaplamak neredeyse olanaksızdır:

$$a = \sqrt[12]{2} = 2^{\frac{1}{12}}$$

f_1 ve f_2 frekanslı seslerin oluşturduğu yarı-ton cinsinden aralık şöyle hesaplanır:

$$a = 12 \cdot \log_2\left(\frac{f_2}{f_1}\right)$$

Bu denklem 12TET'teki ardışık sesler için yazılırsa

$$a = 12 \cdot \log_2\left(2^{\frac{1}{12}}\right) = 12 \cdot \frac{1}{12} \cdot \log_2(2) = \frac{12}{12} = 1$$

elde edilir. Yani 12TET'teki tüm ardışık sesler arasında 1 yarı-ton aralığı vardır.

Eşit tamperamanlı sistemlerde herhangi bir sesle oktavlarının oluşturduğu aralıklar dışındaki tüm aralıklar ancak irrasyonel sayılarla ifade edilebilir. Rasyonel sayı olarak ifade edilebilen örneğin 440 Hz ve 495 Hz frekanslı seslerin oluşturduğu müzikal aralık, yarı-ton olarak şöyle hesaplanır:

$$a = 12 \cdot \log_2\left(\frac{495}{440}\right) = 12 \cdot 0.17 = 2.04$$

Vurular

f ve $f + \Delta f$ frekanslı (yani frekansları birbirlerinden Δf gibi küçük bir miktar kadar farklı) iki ses aynı anda üretildiklerinde, frekansı bu iki sesin frekanslarının ortalaması olan bileşke bir ses işitilir. Fakat bundan daha ilginç bir başka fiziksel olgu ortaya çıkar: Bu küçük farktan dolayı bir genlik dalgalanması oluşur. Bu fiziksel olguya (birinci tür) vuru adı verilir (Şekil 13).



Şekil 13. Birinci tür vuruların grafiği

notaların oluşturduğu müzikal aralıkların eşit olduğu sistemlerdir. Bunlardan dünyada en yaygın olanı 12 ton eşit tamperaman (12TET) sistemidir. Bu sistemdeki ardışık notaların bağıl frekansları $2^0, 2^{1/12}, \ldots, 2^{k/12}, 2^{(k+1)/12}, \ldots, 2^{12/12}$ şeklindedir. Dolayısıyla dizideki her bir sesin bağıl frekansı bir önceki sesin bağıl frekansına bölününce $2^{1/12}$ sayısı elde edilir.

Bu olgunun 'evrenin dilindeki' ifadesi çok yalındır:

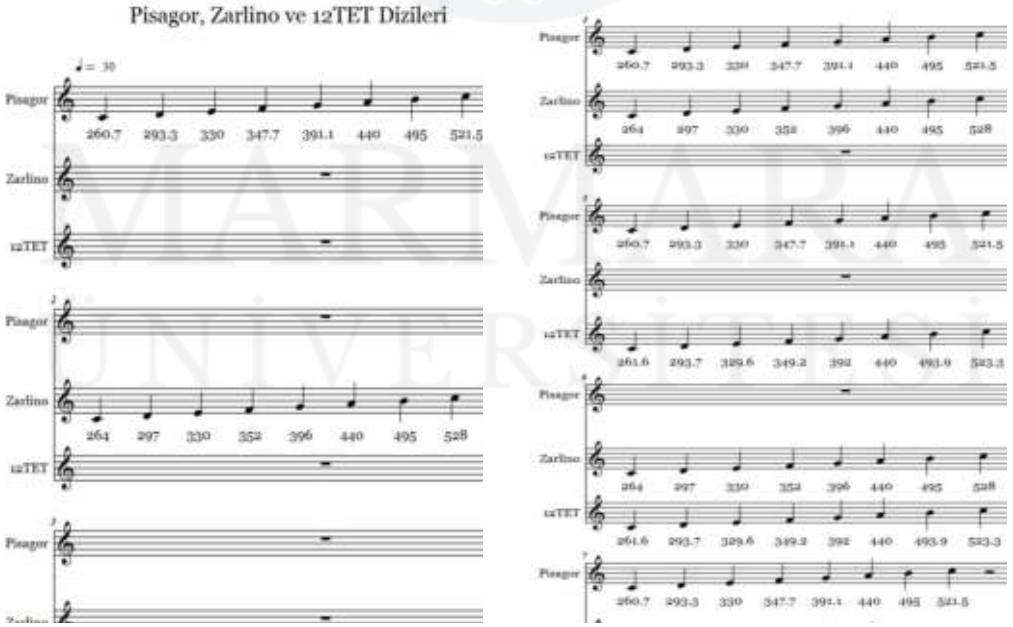
$$sin(ft) + \sin[(f + \Delta f)t] = 2 \cdot cos\left(\frac{\Delta f}{2}t\right) \cdot sin\left[\left(f + \frac{\Delta f}{2}\right)t\right]$$

Bu yalınlığa karşılık, yukarıda sözü geçen ortalama frekans ve dalgalanma olguları eşitlikte tartışma götürmez biçimde görülmektedir: Sinüslü terimin argümanı, iki frekansın ortalamasından ibarettir. Kosinüslü terimin 2 ile çarpımı ise değişken genliği temsil eder; iki sesin frekansları farkının yarısı bir periyoda sahip bir dalgalanma yaratır (Sethares, 2005). Birlikte tınlayan iki sesin frekansları arasında **oktav** + Δ gibi bir fark varsa algısal bir olgu olan ikinci tür vurular oluşur.

İşitsel test

Bu yazıda sözü geçen üç ses sistemi (Pisagor, Zarlino ve 12TET) için Do Majör gamı basit seslerle (sinüs dalgalarıyla) sentezlenmiş, böylelikle yazdıklarımız işitsel olarak pekiştirilmeye çalışılmıştır.

Üç sistem için de referans nota olarak dördüncü oktavdaki La alınmış ve bu ses 440 Hz'e akort edilmiştir. Öteki notaların frekansları, sistemlerin yukarda verilen aralık yapılarına göre hesaplanmıştır (**Şekil 14**).



Şekil 14. Pisagor, Zarlino ve 12TET sistemlerindeki Do Majör gamının frekansları ve tek tek, ikili olarak ve birlikte seslendirme örneği

Bu dizileri art arda dinleyerek frekans farklarını algılamak yetenek ve eğitim gerektirebilir. Ancak şeklin ikinci sütununda görüldüğü gibi notaları aynı anda dinleyince, oluşan birinci tür vurular nedeniyle bu kez farkları algılamamak olanaksızdır. Hatta vurular sayılıp her notanın 2 saniye sürdüğü hesaba katılarak, aynı anda işitilen iki sesin frekans farkının kaç Hz olduğunu yaklaşık olarak söylemek bile mümkün hale gelir. Örneğin Zarlino sistemindeki Sol ile 12TET sistemindeki Sol'ün frekans farkı 4 Hz'tir; çünkü bu iki notanın aynı anda işitildikleri süre zarfında 8 vuru oluştuğu duyulmaktadır.

Ses örneğini dinlemek için şu adresi ziyaret ediniz:

https://freesound.org/people/mus2a/sounds/478103/

Zarlino ile Pisagor sistemlerindeki Fa'ların frekanslarının (sırasıyla 352 Hz ve 347.7 Hz) farkı 4.3 Hz'dir. Zarlino ile 12TET Fa'larının (352 ve 349.2 Hz) farkı ise 2.8 Hz'dir. Farkların farkı olan 1.5 Hz'in dünya müzik teorisi tarihinin yörüngesini belirlediği söylenebilir. Çünkü Fa ile, örneklerimizde referans ses aldığımız La notaları arasında büyük üçlü aralığı vardır ve bu aralık tam olarak Zarlino sistemindeki aralıktır. Pisagor sistemi yürürlükteyken, yani Batıda armoniye henüz geçilmemişken kullanılagelen Fa'nın peslik derecesi, armoni ile birlikte kulakları rahatsız etmeye başlamış, o nedenle Fa'sı 4.3 Hz daha tiz olan Zarlino sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Öte yandan, günümüzde Batıda armoninin ağırlığı sürdüğü halde artık 12TET sistemi kullanılmaktadır. Bunun nasıl olabildiğinin cevabı şudur: 12TET Fa'sı Zarlino Fa'sına, Pisagor Fa'sı – Zarlino Fa'sı mesafesinden 1.5 Hz daha yakındır. Yani kulaklar 2.8 Hz farkı kabul etmiş, ama 4.3 Hz farkı reddetmiştir[3].

Görsel

Vuru olgusu, Batıda armoniye geçişle birlikte Pisagor dizisinin neden terkedildiğine de açıklık getirir: Melodilerde önemli bir sorun oluşturmayan Pisagor üçlüsü ve altılısı aralıkları, armonik yapılarda rahatsızlık yaratır. Örneğin telli bir çalgının ürettiği 256 Hz frekanslı sesin 5. armoniği (256 · 5 =) 1280 Hz, bunun iki oktav pesi (referans sesle doğal büyük üçlü

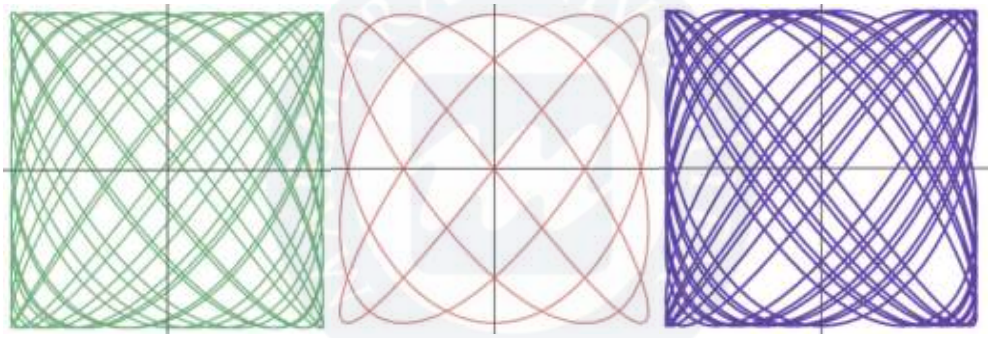
3 Bu paragrafta sözü geçen üç sistemin La'sı da 440 Hz olarak alındığı için, yalnızca Fa notasının üç farklı frekansından sözedilmiştir. Gerçekte herhangi bir referans nota sözkonusu olmasa da burada yazanlar geçerlidir. Ancak o takdirde Fa ile La'nın frekanslarından değil, Fa – La müzikal aralığından sözetmek gerekir:

Pisagor sisteminde	4.08 yarı-ton	
		Fark 0.22 yarı-ton
Zarlino "	3.86 "	
		Fark 0.14
12TET "	4 "	

Görüldüğü gibi 12TET'in büyük üçlü aralığı doğal büyük üçlü aralığına, Pisagor büyük üçlüsü aralığından daha yakındır (0.22 – 0.14 = 0.08 yarı-ton).

aralığı oluşturan ses) 1280 / 4 = 320 Hz'tir. 5. armonik genellikle işitilebilir bir genliğe sahiptir. Durum böyleyken temel sesle Pisagor büyük üçlüsü (81/64) aralığı oluşturan (256 · 81/16 =) 324 Hz frekanslı nota ile bir akor seslendirilirse $\Delta = 324 - 320 = 4$ değeri nedeniyle vurular algılanır ve bu da rahatsız edici bir etkiye sahiptir.

Birlikte tınlayan iki sesin oluşturduğu aralığın yalın bir rasyonel sayı ile ifade edilebilir veya edilemez oluşları (hatta irrasyonel bir sayıdan oluşması) görsel olarak Lissajous eğrisi ile bir temsil edilebilir. Seslerden birinin sinyali osiloskopun süpürme devresine, ötekininki düşey saptırıcıya gönderilince ekranda oluşan görüntü, parametrik denklem formunda yazılıp çizdirilmekle elde edilen grafikle aynı görünüme sahiptir (**Şekil 15**).



Şekil 15. Solda birbiriyle Pisagor büyük üçlüsü (81/64), ortada doğal büyük üçlü (5/4) ve sağda tampere büyük üçlü ($\sqrt[3]{2}/1$) aralıkları oluşturan ikişer basit sesin Lissajous eğrileri

Seyir Olgusuna Hesaplamalı Bir Yaklaşım

Bu bölümde, tümüyle uygulamalı matematik kapsamına giren özgün bir yöntem özetlenmektedir.

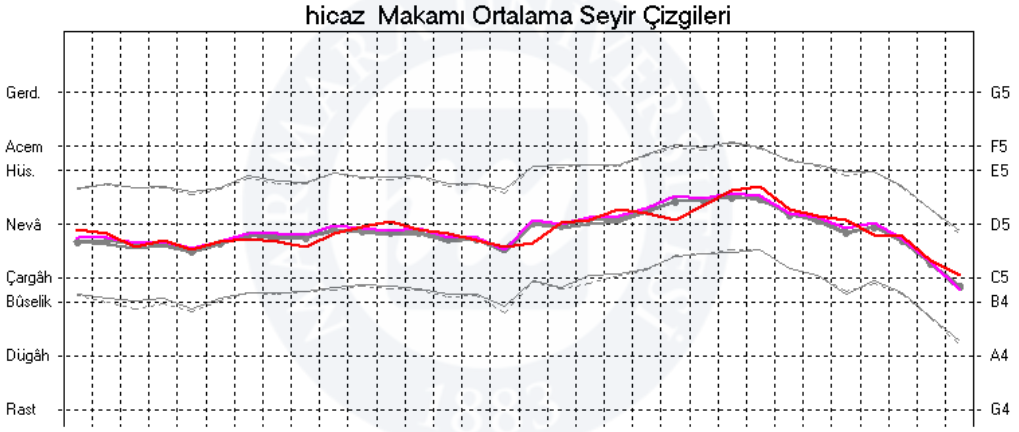
Türk makam müziğinde sözü en sık geçen kavramlardan biri *seyir*dir. 'Bir müzik eseri boyunca an an hangi notaların hangi sürelerle kullanıldığı' biçiminde açıklanabilecek bu olgu, makam kavramının tanımında temel bir yer tutar. Ezgilerin yürüyüş çizgileri kategorize edilerek üç türe indirgenir ve her bir makamın seyri bu şemalardan biriyle eşleştirilir:

1. Çıkıcı, 2. İnici, 3. Çıkıcı / İnici.

Açıklayacağımız yöntem seyir olgusunu istatistik / geometrik yöntemlerle hesaplayıp ondan çıkarımlar yapmaya yöneliktir. Bu yöntemin ilk adımı önce (Bozkurt, 2012)'de bir makam özniteliği olarak dile getirilmiş, daha sonra (Bozkurt, Karaosmanoğlu, & Dişiaçık, 2014)'te ayrıntılandırılmıştır.

Yöntemi uygulamak için ilk olarak, karşılaştırılacak makamlardaki eserlerin tek tek ortalama seyir karakterleri belirlenir. Bunun için eserler süre olarak belirli bir sayıda (genellikle 32) dilime bölünür ve her bir dilimdeki perdelerin frekans ortalamaları hesaplanır (Doğrusal değerlerle çalışmak için, frekanslar sabit bir referans perdesi ile koma cinsinden logaritmik müzikal aralıklar birimine dönüştürülerek işlem yapılmıştır). Hesaplamalarda eserlerin notaları (sembolik veriler) kullanılmıştır. Fakat aynı yöntem icraların frekans analizleri yapılmak suretiyle o verilere de uygulanabilir.

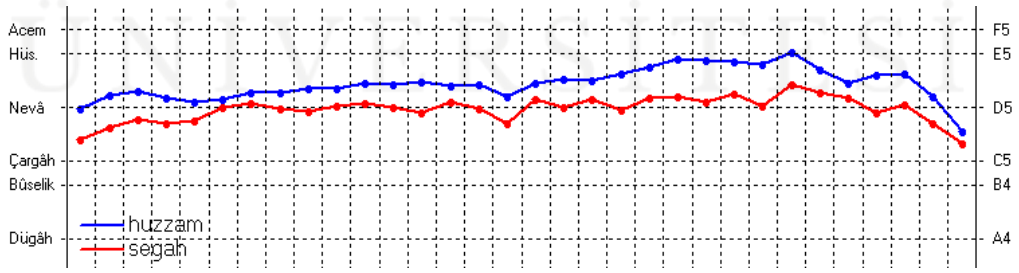
Şekil 16'de, Hicaz makamında 223 adet eserin ortalama seyir çizgileri görülmektedir.



Şekil 16. Hicaz makamında 223 adet eserin ortalama seyir çizgileri: Ortalama (mavi), ağırlıklı ortalama (yeşil), medyan (mor), mod (kırmızı) ve standart sapmalar (siyah)

Literatürde bu makamın inici seyir karakterine sahip olduğu yazılıdır. Şekil bunu kısmen doğrular niteliktedir.

Bu kez Hüzzam makamındaki 165, Segâh makamındaki 112 eserden elde edilen ortalama seyir çizgilerini birarada gösterelim (**Şekil 17**).



Şekil 17. Hüzzam (mavi), Segâh (kırmızı) ortalama seyir çizgileri

Literatürde her iki makamın da çıkıcı seyir karakterine sahip olduğu yazılıdır ve bu, şekilde de görülmektedir.

Bu makalede ilk kez dile getirilen konu ise, iki seyir çizgisinin uzaklığı kavramıdır. Şöyle hesaplanır:

$$u = \sum_{n=1}^{32} |m_2(n) - m_1(n)|$$

Burada m_1 ve m_2 dizileri, iki makamın her bir dilimdeki tonlama ortalamalarını göstermektedir.

Şekil 17'de grafiği görülen Hüzzam ve Segâh makamları seyir çizgileri için çeşitli uzaklıklar hesaplanınca şu değerler elde edilir (**Tablo 1**):

Tablo 1. Hüzzam ile Segâh makamlarının çeşitli yöntemlere göre birbirlerine uzaklıkları

Yöntem	Uzaklık
Aritmetik ortalamalara göre	5.25 birim
Zaman ağırlıklı ortalamalara göre	5.39 birim
Medyanlara göre	5.12 birim
Modlara göre	4.78 birim

Âhenk kavramı ve minimum uzaklık

Müzikte notaların frekansları değil, ardışık ya da andaş notaların frekanslarının oranları önemlidir. Teksesli bir müzik olan Türk musikisinde bir eserin aralık yapısı bozulmadan pes ya da tiz bölgelerde icra edilebilme gibi bir gelenek vardır ve bu olguya *âhenk* denilir. Bir eser iki farklı âhenkte icra edildiğinde, sesin pesliği/tizliği dışında aynı ezgi algılanır. Dolayısıyla uzaklık tanımı yapılırken bu olgunun dikkate alınmasında yarar vardır. Bu yeni tanıma göre, aynı bir eserin iki farklı âhenkteki icrasının birbirlerine uzaklıkları 0 (sıfır) olacaktır.

Minimum uzaklık, karşılaştırılacak iki seyir çizgisinden biri sabit tutulup öteki birer komalık adımlarla kaydırılmak ve her adımda uzaklıkları hesaplamak, sonunda da bu uzaklıkların minimumu seçilmek suretiyle elde edilir. Bu işlemin matematik ifadesi şöyledir:

$$u' = \min_k \left(\sum_{n=1}^{32} \sum_k |m_2(n) - m_1(n) - k| \right)$$

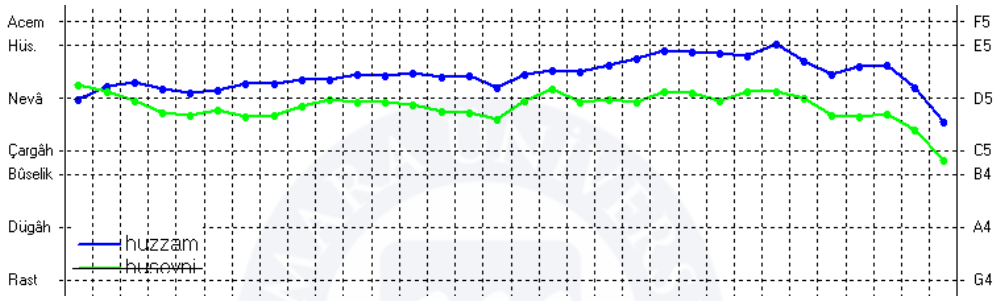
Şekil 17'deki Hüzzam ile Segâh makamları seyir çizgileri için bu işlem yapılırsa **Tablo 2**'deki sonuçlar elde edilir.

Tablo 2. Hüzzam ile Segâh makamlarının çeşitli yöntemlere göre birbirlerine ötelemeli (minimum) uzaklıkları

Yöntem	Uzaklık
Aritmetik ortalamalara göre	1.54 birim
Zaman ağırlıklı ortalamalara göre	1.67 birim

Medyanlara göre	1.78 birim
Modlara göre	3.25 birim

İki farklı makamın birbirine uzaklığı için ne tür sonuçlar çıkabileceğine örnek olmak üzere, yukarıda verilen Hüzzam makamı ile Hüseynî makamında 103 eserden elde edilen verilerle aynı uzaklık hesaplama işlemleri yapılmıştır (**Şekil 18**, **Tablo 3**).



Şekil 18. Hüzzam (223 eser ortalaması) ile Hüseynî (103 eser ortalaması) makamlarının seyir çizgileri

Tablo 3. Hüzzam ile Hüseynî makamlarının çeşitli yöntemlere göre birbirlerine uzaklıkları

Yöntem	**Uzaklık**	**Min. Uzaklık**
Aritmetik ortalamalara göre	6.72 birim	1.98 birim
Zaman ağırlıklı ortalamalara göre	7.01 birim	2.00 birim
Medyanlara göre	6.50 birim	2.10 birim
Modlara göre	6.41 birim	2.69 birim

Görüldüğü gibi hem normal hem minimum uzaklıklar bakımından her tür ortalamaya göre hesaplanan ve **Tablo 3**'te toplanan değerler, **Tablo 1** ve **Tablo 2**'deki karşılık gelen değerlerden büyüktür. Yani Hüzzam makamı Segâh makamına Hüseynî makamından daha yakındır.

Bu yöntemle

İki eser arasındaki uzaklık,

Bir makam ile bir eser arasındaki uzaklık

da hesaplanabilir. Böylelikle *herhangi iki eserin birbirine benzerliği* ve *bir eserin bir makamı ne derece temsil ettiği* gibi bilgilerin sayısal değerlerle ifade edilebilme olanağı doğar.

Kaynakça

Bianchini, R., Cipriani, A., & Di Scipio, A. (2000). *Virtual Sound: Sound Synthesis and Signal Processing, Theory and Practice with Csound*. ConTempo.

Green, D. H., Benson, R. L., Constable, G., & Lanham, C. D. (2007). Renaissance and Renewal in the Twelfth Century. *The Modern Language Review*. https://doi.org/10.2307/3729298

Haynes, B. (2002). *A history of performing pitch: the story of'A'*. Scarecrow Press.

Karadeniz, M. E. (1965). Türk Musıkisinin Nazariye ve Esasları. İş Bankası Yayınları (1983), İstanbul.

Karaosmanoğlu, M. K. (2017). *Müzik Aritmetiği ve Ses Sistemleri*. İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları.

Kütük, B. Ş., & Şahin, M. (2017). Fizik Alanındaki Gelişmelerin Sosyolojiye Yansımaları: Pozitivizm. *Sosyoloji Konferansları*, (56), 183.

Rossing, T. D., Moore, F. R., & Wheeler, P. A. (1990). *The science of sound* (Vol. 2). Addison-Wesley Reading, MA.

Sethares, W. A. (2005). *Tuning, timbre, spectrum, scale* (Vol. 2). Springer.

Tura, Y. (1988). *Türk mûsıkîsinin meseleleri*. İstanbul: Pan Yayıncılık.

Uzdilek, S. M. (1977). *İlim ve mûsikı: Türk mûsikısi üzerinde incelemeler* (Vol. 267). Kültür Bakanlığı, Devlet Kitapları Müdürlüğü.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

BİLDİRİ ÖZETLERİ

Öz, Abstract

(Alfabetik olarak sıralanmıştır.)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SAYILAR TEORİSİ DERSİNDE SİHİRLİ KARE VE MÜZİK NOTALARI KULLANARAK ŞİFRELEME OLUŞTURMA ETKİNLİĞİ

Ahmet Şükrü ÖZDEMİR[*]
Volkan YALÇIN[**]

Öz

Şifreleme, sayılar teorisinin önemli uygulama alanlarından biridir. Üniversite seviyesindeki sayılar teorisi, elementer sayılar kuramı gibi derslerin içeriğinde şifreleme konusuna yer verilmekte ve sayılar teorisi kitaplarında şifrelemeye bölüm ayrılmaktadır. Bu derslerde şifrelemenin teorik altyapısı daha çok matematiksel olarak verilmekte, uygulamaları da matematiksel olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada şifreleme, yüzyıllardır matematiğin ilgi çekici ve gizemli konularından biri olan sihirli kare ve matematik ile yakından ilişkili olan müzik ile uygulamaya dökülmüştür. Sihirli kare n tane sütun ve n tane satırdan oluşan, her satırda ve her sütunda bulunan tüm sayıların ve ayrıca karenin iki köşegeni üzerindeki sayıların toplamı aynı olan nxn boyutlu bir karedir. Sihirli karenin matematiksel bulmaca ve oyunlarda çok çeşitli uygulamaları vardır. Bu uygulama ile sihirli kareler ve notalar bir araya getirilerek şifrelemenin sadece matematiksel olarak değil farklı bir alanla ilişkili olarak uygulamalı şekilde öğrenilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Böylece sayılar teorisi dersi teorik kısmının yanında uygulamalı ve daha ilgi çekici hale gelecektir. Ayrıca müziği, matematik içerisinde kullanarak matematik öğretmeni adaylarının müziğe karşı olan ilgisinin arttırılması amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler Marmara Üniversitesi ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümü sayılar teorisi ve elementer sayılar kuramı dersi almış 3. ve 4. sınıf öğrencileridir. Öğrencilere ilk olarak sihirli kare tanıtılmış ve farklı sihirli kare oluşturma yöntemleri anlatılmıştır. Buna ek olarak öğrencilerin nota bilgisinin olmama durumuna karşın etkinlik öncesi notalar ve yazımları hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Öğrenciler yaklaşık bir

* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, ahmet.ozdemir@marmara.edu.tr
** Arş. Gör., Marmara Üniversitesi, volkan.yalcin@marmara.edu.tr

saatlik sürede etkinliği tamamlamış ve önceden belirledikleri cümleleri kendi oluşturdukları sihirli kareler ile müzik notalarına dönüştürmüşler ve notaları porteye yerleştirmişlerdir. Sonrasında bilgisayar programları yardımı ile notaların müziğe dönüştürülmüş hali oluşturulmuştur ve dinletilmiştir. Etkinlik sonrası öğrencilerle yapılan görüşmelerde etkinliğin çok eğlenceli olduğu, matematik ile müzik arasındaki ilişkiler hakkında farkındalıklarının arttığı, şifrelemenin farklı uygulamasını görmelerinin şifrelemeye olan ilgilerinin arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca bazı öğrenciler estetik değerinin yüksek olduğunu düşündükleri müzik eserlerinin ve şiirlerin matematiği olabileceği hakkında görüşleri oluşmuş ve bu açıdan eserleri incelemek isteyen öğrenciler olmuştur.

Anahtar kelimeler: Şifreleme; Sihirli kare; Müzik notaları; Sayılar teorisi; Matematik Eğitimi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİK VE MÜZİK

Ahmet Şükrü ÖZDEMİR*
Gökhan DERİN**

Öz

Matematik, Türk Dil Kurumu sözlüğünde "*Aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adı, riyaziye.*" şeklinde; müzik ise "*Birtakım duygu ve düşünceleri belli kurallar çerçevesinde uyumlu seslerle anlatma sanatı, musiki.*" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu iki tanıma bakıldığında her ne kadar birbirleriyle ilişkisiz iki alan gibi dursalar da matematik ve müzik arasındaki ilişki milattan önce 500'lü yıllara yani Pisagor'a dayanmaktadır (Orhan, 1995). Matematik ve müzik ilişkisi Pisagor'dan (M.Ö. 580 – 500) günümüze kadar çeşitli şekillerde ortaya konmuştur. Müzik, nota, ritim ve vuruş gibi en temel yapı taşları itibari ile matematik ile iç içedir. Benzer şekilde Fibonacci sayı dizisi, altın oran ve p gibi matematiksel ifadelerin müzikte kullanımı ile ilgili çalışmalar da yapılmıştır. Fibonacci sayı dizisi, altın oran ve p sayılarının müziği her zaman ilgi çekmiş ve çeşitli besteler yapılmıştır. Bu çalışmada da araştırmacılar sürekli kesirler ve modüler aritmetik ile bazı irrasyonel sayıların müziğini oluşturmuşlardır. Pisagor sesin, çekilen telin uzunluğuna bağlı olduğunu fark etmiş ve müzikte armoni ile tamsayılar arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Ayrıca telin uzunluğunun hangi bölümlerinde hangi notaların çıktığı da matematiksel olarak gösterilmiştir (Duru ve İşleyen, 2005). Gerçekten çekilen tellerin her armonik bileşimi tamsayıların oranı olarak gösterilebilir. Örneğin, do sesini çıkaran bir telin uzunluğunun 16/15'i si sesini verirken 6/5'i la sesini, 4/3'ü sol sesini, 3/2'si fa sesini, 8/5'i mi sesini, 16/9'u ise re sesini verir (Orhan, 1995). Bazı matematikçiler matematiğin sadece sembol ve rakamlardan oluşmadığını ve onun sanatsal ve estetik yönünü göstermişlerdir. Ayrıca Mozart ve Beethoven gibi kimi meşhur müzisyenlerin de bestelerinde matematiği kullandıkları düşünülmektedir (Bora, 2002). Bu çalışma da araştırmacılar irrasyonel sayıları modüler aritmetik ve sürekli kesirler aracılığı ile müziğe dökerek nasıl bir müzikal eserin

* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, ahmet.ozdemir@marmara.edu.tr
** Doktora Öğrencisi, Hakkı Demir Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde Öğretmen

ortaya çıkacağını merak etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından belirlenen çeşitli irrasyonel sayıların virgülden sonraki belirli bir kısmı mod 7'ye göre indirgenerek her bir rakama karşılık bir nota verilmiştir. Ardından vuruşların tespiti için de aynı sayılar mod 6'ya göre alınış ve vuruş miktarları belirlenerek bir müzik programı ile seslendirmeler yapılmıştır. Böylece çeşitli irrasyonel sayıların müzikleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimler: Matematik; Müzik; İrrasyonel sayılar; Sürekli kesirler; Modüler Aritmetik

Kaynakça

Bora, U. (2002). Bilim ve Sanatın Kesiştiği Temel Bir Nokta: Matematik Ve Müzik İlişkisi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt: XV, Sayı: 1, 2002

Orhan, C. (1995). Matematik ve Müzik. Matematik Dünyası. 6-7

Duru, A. ve İşleyen, T. (2005). Matematik ve Sanat. Kazım Karabekir E2itim Fakültesi Dergisi Yıl: 2005 Sayı: 111

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK VE MATEMATİK ETKİLEŞİMİNİN; TOPLUMSAL YAŞAM KALİTESİNİN ARTIŞINA KATKI SAĞLAMA POTANSİYELİ ODAKLI, İŞLEVSEL ÖRNEKLER VE ÖNERİLER

Alp ÖZEREN*

Öz

Gerek müzik ve gerekse matematik disiplinleri; yalnızca eğitim ortamlarında değil, günlük yaşantılarımızın hemen her anında ve alanında karşımıza çıkabilmektedir. Günümüz bilimsel çalışmalarında, disiplinlerarası işbirliği, çok daha etkin bir seviyeye erişmiş bulunmaktadır. Öte yandan; özellikle kent yaşantılarının neden olduğu kronik yorgunluk sendromu, travma sonrası stres bozukluğu, anksiyete bozukluğu, tükenmişlik sendromu gibi olumsuz neticelerin (*üstüne bir de medya okuryazarlığı düzeylerinin düşüklüğü esnasındaki yoğun medya bombardımanı eklenince…*) , yalnızca bireysel değil, toplumsal yaşam kalitelerinde de negatif sonuçlar oluşturduğu, kolayca ve üzülerek gözlenebilen, bilinen gerçekler halini almıştır. Bildiri ile, 'Halkla İlişkiler' disiplininden de müzik ve matematik arasında bir köprü gibi yararlanılarak; bireysel ve toplumsal bağlamda, **'matematik+müzik = akıl+duygu'** gibi bir formüle nasıl erişilebileceği ve bu formülün toplum yararına nasıl değerlendirilebileceği yönünde farkındalık yaratabilmek; çözüm odaklı görüşler, öneriler geliştirebilmesine katkılar sunabilmek amaçlanmaktadır.

Tarama, değerlendirme yöntemiyle hazırlanacak olan bildirinin sorunsalı, müzik ve matematik disiplinlerinin ayrı ayrı ya da işbirliği ile pek çok toplumsal sorunun çözümüne büyük katkılar katkı sunma potansiyelleri bulunmasına karşın; yararlanılmadan, coşkuyla ve boşa akan nehir gibi, musluk gibi olası çözümler, projeler hakkında yeterince düşünülmemesidir. Problem ise; tecimsel unsurlar ile bireysel ve toplumsal fayda arasında bulunması gereken etik dengenin oluşumuna somut, işlevsel ve kalıcı katkılar sunabilmektir.

Müziğin; tıp başta olmak üzere diğer disiplinlerle oluşturup geliştirdiği çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar düşünüldüğünde (*ki bu sonuçların bazıları da, bildiride yer alacaktır*); mevcut sayısal veriler ile istatistiki sonuçların sistemli ve sürekli olarak analiz edilmesi,

* Dr., Kadıköy Halk Eğitimi Merkezi ve Akşam Sanat Okulu, alpozeren@gmail.com

değerlendirilmesi; matematik ve müzik disiplinlerinin planlı ve işlevsel etkileşimi sonucunda elde edilecek verilerin, sonuçların müziğin onarıcı etkileri ile bağlantısının kurulması, toplumsal yaşam kalitelerinin artışına da kayda değer katkılar sunabilecektir.

Matematik disiplini tarafından tespit edilen güvenilirliği kanıtlanmış istatistiki veriler sayesinde; bireysel ve toplumsal iyileşme yönünde müzikten yararlanma unsurlarının, araçlarının; gereklilik, çeşitlilik, planlama, programlama düzeyleri de gerçekçi, verimli şekilde organize edilebilecektir.

Teknoloji kullanımının, akıl ve duygu sınırlarını zorlayacak seviyeye eriştiği; insanların robotlaştığı, robotların insanlaştığı bir süreçte; matematik ve müzik uzmanlarının işbirliği neticesinde oluşturup geliştirecekleri sosyal, toplumsal sorumluluk içerikli analizler ve çözümler; bugün ve gelecekte, insani değerlerin korunabilmesi yönünde de gerçekçi ve işlevsel yararlar sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Toplumsal yaşam kalitesi; Disiplinlerarası işbirliği; Medya bombardımanı; Matematik, müzik etkileşimi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE MATEMATİK KAVRAMLARI İLE ŞARKI SÖYLEMENİN ÖNEMİ

Tülün MALKOÇ*

Öz

21. yüzyılda eğitim alanındaki araştırmaları incelediğinizde, farklı disiplinlerin bir arada birbirine destek olduğu gözlemlenmektedir. Bilhassa çocuk eğitimi ve gelişiminde kullanılan metot ve yaklaşımlarda, müzik eğitimi ile ilişkide olan diğer disiplinlerin varlığı bilinmektedir. Müzik eğitimi ile farklı sistematik çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin müziği oluşturan nota sistemini incelediğimizde mükemmel bir matematik yapısının varlığı ortaya çıkmaktadır. Müzik ve matematik eğitimi, farklı disiplinler olarak görülse de matematik bir sanat, müzikte bir analiz ve gizli bir matematik eğitimidir.

Okul öncesi eğitim denilince çocukların daha bilinçli eğitilmeleri, yeteneklerinin ortaya çıkartılması, zekâ düzeylerinin farklı çalıştırılması ve ortaya çıkarılması gibi belli başlı amaçların söz konusu olduğu bilinmektedir. Temel eğitimde verilen farklı disiplinlere ait çalışmalar çocukların zekâ düzeylerini geliştirmekte daha bilinçli olmalarını sağlamaktadır. Bu anlamda okul öncesi dönemde verilen müzik eğitimi ve matematik eğitimi çocuklara bazı kavramların ve değerlerin kazandırılmasında oldukça etken bir yoldur. Okul öncesi dönem, gelişimin en hızlı olduğu, çocuğun aktif olarak temel kavramları kazandığı bir dönemdir. Matematik ve diğer disiplinlerin öğrenilmesinde gerekli olan temel becerilerin bu dönemde kazandırılması, çocuğun ileriki yıllardaki matematik bilgi ve kavramlarının temelini oluşturmaktadır. Okul öncesi dönemde matematik; sınıflandırma, sayı sayma, birebir ölçme, karşılaştırma, şekil, grafik, zaman vs gibi bir dizi kavramlardan oluşmakladır. Müzikte; doğru ezgilerin oluşturulmasında aynı kavramlar dizisinden oluşmaktadır. Sadece farklı olarak verilen bu eğitimler çocuğun algılamasında farklı gelişimler yapmaktadır. Bir nevi kavramlar çocuğun anlama yeteneğine, deneyimlerine bağlı olarak gelişmektedir. Gözleyebildiği, dokunabildiği, tadabildiği ve duyabildiği yani algılayabildiği sürece, çocuklar kavramları anlayabilmektedir.

* Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, tmalkoc@marmara.edu.tr

Okul öncesinde müzik eğitiminde; çocukların doğasında var olan yetenekler ve müzik ve matematiği oluşturan davranışlar birbirleriyle bağlantı kurdurularak, çocuğun gelişimi oluşturulmaktadır. Müzik etkinlikleri bilhassa şarkı söyleme çocukların matematik performansını olumlu yönde geliştirmekte, müzik eğitimi ile verilen matematik eğitimi etkili olmaktadır. Çünkü şarkı söylemesi, çocuğun sesini kullanmayı öğrenmesini sağlamakta, şarkı sözlerinde bilmediği sözcüklerin anlamlarını kavramasına yardımcı olmaktadır. Birlikte şarkı söyleme, çocukların seslerini birbirlerine göre kontrol etmelerine, ortak bir uyum için çaba göstermelerine, aynı etkinliği paylaşmanın zevkine varmalarına katkıda bulunmaktadır. Böylelikle çocukların dil, sosyal ve duygusal gelişmeleri desteklenmektedir.

Araştırmada; nitel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Okul öncesi dönem eğitimi, okul öncesi dönemde matematik eğitimi, kavram eğitimi, müzik eğitimi, müzik eğitiminde şarkı eğitimi konulu tez ve makale çalışmaları incelenmiş ve elde edilmiş olan veriler analiz edilerek araştırmanın başlığında belirtildiği üzere analizler yapılarak önemli kısımlar okuyuculara sunulmuştur. Bu araştırmada; okul öncesi dönemdeki çocuklara şarkı söyleme eğitimi yoluyla matematik kavramlarının öğretilmesinin önemi ve hangi çalışmaların yapılabileceğinin sunulması amaçlanmış, şarkı söylemenin bu anlamda çocuk üzerindeki önemi de eğitimsel olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Okul öncesi dönem, müzik, müzik eğitimi, kavramlar, matematik eğitimi

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK ARACILIĞIYLA İSTEM DIŞI HATIRLANAN/ZİHİNDE CANLANAN ANILARIN/GELECEĞE YÖNELİK İMAJLARIN MATEMATİK DERS BAŞARISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*

Ayşe VURAL**
Ahmet Serkan ECE***
Altay EREN****

Öz

Konuyla ilgili literatürde, müziğin, otobiyografik belleğin anıların hatırlanması yoluyla geçmişe ve imajların zihinde canlanması yoluyla da geleceğe yönelik istemli/istem dışı zihinsel zaman yolculuğuna olanak sağlama işlevleri üzerindeki olası etkilerinin, matematik ders başarısıyla nasıl ilişkilendiğinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak, bellek ve öğrenme süreçleri arasındaki güçlü ilişkiler düşünüldüğünde, böyle bir araştırmanın, öğrenme sürecinin niteliğinin ve niceliğinin artırılması açısından önemli bir girişim olduğu söylenebilir. Nitekim uluslararası bağlamda gerçekleştirilen sınavlardan (PISA vb.) elde edilen sonuçlara göre, Türkiye'deki öğrencilerin matematik alanındaki başarı düzeyleri, diğer ülkelerdeki (Finlandiya, Almanya, Fransa, Singapur vb.) öğrencilerin başarı düzeylerinden oldukça düşüktür. Bu durum, ulusal düzeyde gerçekleştirilen sınavlardan (üniversite giriş sınavları vb.) elde edilen sonuçlar açısından da oldukça belirgindir. Dolayısıyla, böyle bir araştırmanın özetlenen problem durumu açısından önemli sonuçlar ortaya koyacağı söylenebilir.

Bu araştırmanın bağlamını, matematik derslerinin içeriğinin giderek daha kapsamlı ve zorlayıcı hale gelmeye başladığı ortaokul evresindeki öğrenciler oluşturmuştur. Araştırmanın amacı ise, ortaokul öğrencilerinin matematik derslerinde müzik aracılığıyla istem dışı biçimde hatırladıkları anılarının/zihinlerinde canlandırdıkları geleceğe yönelik imajlarının, matematik ders başarıları üzerindeki etkilerinin incelenmesi olarak belirlenmiştir.

* Bu araştırma, birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasına dayanmaktadır.

** Müzik Öğretmeni, Ovacuma Ortaokulu, Safranbolu, Karabük, ayse.vural@hotmail.com

*** Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, asece@hotmail.com

**** Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, eren_a@ibu.edu.tr

Araştırmanın çalışma grubunu, 2013-2014 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölgesindeki bir ilin küçük bir ilçesine bağlı bir ortaokulun 6 ve 7. sınıflarında öğrenim gören toplam 73 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada karma yöntem kullanılmış ve eş zamanlı iç içe geçmiş desen benimsenmiştir. Araştırmanın nitel boyutu olgu-bilimsel desene göre, nicel boyutu ise ön-test, son-test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre düzenlenmiştir. Araştırmanın verileri, Müzik Beğeni Testi (Erten, 2011) ile Zihinsel Zaman Yolculuğu Ölçeği (Eren, 2009, 2010) aracılığıyla elde edilmiştir. Öğrencilerin matematik ders başarıları ise araştırmacılar tarafından geliştirilen Başarı Testi aracılığıyla ölçülmüştür. Araştırmada öğrencilerin bir önceki yıla ait matematik ders başarıları da kontrol edilmiş ve bu bilgilere okulun yöneticileri aracılığıyla ulaşılmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi, nicel verilerin analizinde ise tek yönlü kovaryans analizi ile tekrarlı ölçümler için kovaryans analizi kullanılmıştır.

Nitel analizlerin sonuçları; matematik derslerinden önce yaklaşık dört dakika boyunca beğendikleri müziklerin sözsüz versiyonları dinletilen öğrencilerle (deney grubu) müzik dinletilmeyen öğrencilerin (kontrol grubu), hem istem dışı hatırladıkları anılar aracılığıyla geçmişe hem de istem dışı biçimde zihinlerinde canlandırdıkları imajlar aracılığıyla geleceğe yönelik zihinsel zaman yolculuğu gerçekleştirdiklerini, bu yolculuğun dersle ilgili ya da ilgisiz olabildiğini, belirgin ipuçlarına bağlı ya da ipuçlarından bağımsız olarak gerçekleşebildiğini, olumlu, olumsuz ya da yansız duygu durumları içerebildiğini, genel ya da ayrıntılı içeriğe sahip olabildiğini göstermiştir. Nicel analizlerin sonuçları ise; deney grubundaki öğrencilerin istem dışı zihinsel zaman yolculuklarında müziğin önemli bir rol oynadığını ve bunun, öğrencilerin matematik ders başarılarını anlamlı düzeyde etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Zihinsel zaman yolculuğu; İstem dışı anılar; İstem dışı imajlar; Müzik; Matematik ders başarısı

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SESLER ARASI UYUMUN GÖNEN-ARIK FONKSİYONU İLE BELİRLENMESİ

Alper GÖNEN*
Metin ARIK**

Öz

Pisagor, müzikal ses aralıklarının pozitif tam sayıların oranı ile temsil edilebildiğini göstermiş ve pay ile paydadaki sayı ne denli küçükse çıkan sesin de kulağa o denli güzel geldiğini gözlemlemiştir. İki ses arasındaki uzaklık bir müzikal aralık oluşturur. Aralık, ilk ve son ses ile birlikte isimlendirilirken, son sesin titreşim sayısı f_2'nin ilk sesin titreşim sayısı f_1'e oranı $(f_2 : f_1)$ yerine frekans katsayıları oranı (m_2 / m_1) ile temsil edilir. Aralığın boyu ise ilk sesten son sese dek sayılarak belirlenir. Birlikte seslendirildiğinde kulağa hoş gelen seslere uyumlu (consonant), kulağı tırmalayan seslere ise uyumsuz ya da kakışımlı (dissonant) sesler denir. Ünlü matematikçi Euler ses, aralık ve akorları uyumlu ve uyumsuz diye karşıt sınıflara ayırıp incelemek yerine seslerin karmaşıklığını sınıflandıran bir sayılar teorisi fonksiyonu tanımlamıştır. Doğal ses dizisindeki oranlara sahip iki sesin oluşturduğu aralık için Γ_E "Kabul Edilebilirlik Derecesi" (Gradus Suavitatis) adını verdiği uyum fonksiyonu

$$\Gamma_E(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{i=1}^{k} e_i\,(p_i - 1)$$

şeklindedir [1].

Aralığı temsil eden (m_2 / m_1) frekans katsayı oranlarının (m_1 ve $m_2 \in N$ aralarında asal olmak üzere) EKOK'u olan $a \epsilon N$ sayısı $p_i = 2, 3, 5, 7, \ldots$ ($p_1 \leq p_2 \leq p_3 \cdots \leq p_k$) asal çarpanları cinsinden $a = p_1^{e_1}.p_2^{e_2} \cdot \cdots \cdot p_k^{e_k}$ ($e_i \geq 0$) olarak yazılır. Hesaplamalar iki sesin oluşturduğu aralıklar için

* Dr., Kocaeli Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bölümü (Emekli Öğretim Üyesi) aggonen@gmail.com
** Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü, İstanbul, metin.arik@boun.edu.tr

$$\Gamma_E(m_2/m_1) = \Gamma_E(m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_2 \cdot m_1)$$

üç sesin oluşturduğu akorlar içinse $\Gamma_E(m_3 : m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_3 \cdot m_2 \cdot m_1)$ özeliği kullanılarak yapılır. Euler'in uyum fonksiyonu kullanıldığında seslerin perde yüksekliğindeki oktav ötelemelerin karmaşıklık değerleri birer birim artmaktadır. Müzik teorisinde oktav farklılıklarının özdeş kabul edilmesiyle çelişen bu durum hakkındaki tartışma, Rameau ile Euler'in yazışmalarına da yansımıştır.

Bu çalışmada, oktav farklarının invaryant olma özeliğini vurgulayan Gönen-Arık Γ_A fonksiyonu [2]

$$\Gamma_A(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{i=1}^{k} e_i\ (p_i - 2)$$

incelenecek ve Γ_E ile karşılaştırılacaktır. Müzikal aralıkları sınıflandırırken daha elverişli olan Γ_A fonksiyonunun müzikal analizi kolaylaştırıcı özelliklerinden ikisi şunlardır:

Bir sesin frekansı iki katına çıktığında Γ_E birer artarken Γ_A aynı kalır, yani

$\Gamma_E(2^r) = \mathrm{r} + 1$ iken $\Gamma_A(2^r) = 1$ olur.

Bir oktav içerisindeki eşlenik aralıklar aynı Γ_A değerine sahiptir,

yani eşlenik aralıklar aynı uyumluluktadır. Ünison ile oktav 1, beşli ile dörtlü 2, büyük ikili ile küçük yedili 3 ve büyük üçlü ile küçük altılı 4 değerini alır.

Anahtar Kelimeler: Müzikal aralık; Frekans katsayı oranı; Uyum fonksiyonu

Kaynaklar

Daniel Muzzulini, Leonhard Eulers Konsonanztheorie, *Musiktheorie* (1994) 135 – 146.

M. Arık, A. Gönen, Number Theoretical Aspects of Harmony Based on Harmonics and Subharmonics, *Proceedings of the Institute of Acoustics, ISMA'97 Conference*, (1997), 491 – 494

MATEMATİK VE MÜZİK İLİŞKİSİ

Ceylan Ünal AKBULUT*
Ece KARŞAL**

Öz

Matematik ve müzik, bilimin ve sanatın iki elemanıdır. Bu iki disiplin antik devirlerden itibaren karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmiştir, her ikisinde de estetik vardır, her ikisinde de evrensel bir dil vardır ve her ikisinde de bir stil vardır. Matematik ve müzik pek çok farklı açıdan karşılaştırılabilir ve ilişkilendirilebilir.

Yapılan bu çalışma bir derleme çalışması olup Matematik ve müzik ilişkisi üç farklı boyutta ele alınmıştır. Müziğin temelindeki matematik, müziğin matematik performansı üzerine etkileri , matematik yeteneği ve müzik yeteneği ilişkisi çalışmanın temel başlıklarıdır.

Müziğin temelindeki matematik kendi içerisinde alt boyutlara ayrılmaktadır. Müziğin temelindeki matematik ile ilgili çalışmalar milattan önceki dönemlere kadar uzanır. Eski Yunan'da matematiğin 4 ana dalından biri olarak kabul edilen Müzik farklı dönemlerde gerek enstrüman yapımı ve seslerin oluşumu gerek temelindeki armonik yapılaşma ve bağlantılı farklı yaklaşımlar ile çok farklı şekillerde matematik bilimi ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma kapsamında bu boyutlar sırasıyla irdelenmiştir.

Yapılan pek çok araştırma müzik eğitiminin beyin aktivitelerini geliştirdiğini göstermektedir. Müzik eğitimi, bilişsel performans ve bu bağlamda da matematik performansı üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Öte taraftan matematik ve müzik yeteneği ilişkisi eğitim müfredatında yeni bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Ülkemizde müzik eğitimi verilen kurumlarda, özellikle küçük yaşta eğitime başlayan okullarda, çocuklar bilişsel açıdan çok daha donanımlı yetiştirilebilirler. Müzik yeteneği olan çocukların bilişsel gelişimleri, eğitim sistemi içerisinde, bilerek veya bilmeden genellikle engellenmektedir. Günümüz bilim ve teknoloji çağıdır. Her alanda

* Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Müzik Bölümü Öğretim üyesi, ceylanunal@hotmail.com

** Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bölümü Öğretim Üyesi, karsalece@gmail.com

olduğu gibi müzikte de teknoloji ve yeni yaklaşımlar her geçen gün ilerleyerek etkin olarak kullanılmaktadır. Müzisyenlerdeki matematik mantığı artık daha çok önem kazanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra, bilişsel açıdan daha ileri çocuklar müziği de çok daha kolay algılayabilmekte ve ilerleyebilmektedir. Bu iki disiplinin yetenek anlamında da ilişkili olduğu düşünülürse müzikalitesi yüksek olan çocukların zihinsel kapasitelerinin ileri olduğu ve eğitim politikalarının bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Araştırmada matematik ve müzik ilişkisi farklı boyutlarda ele alınmakta ve bu ilişki boyutlarının her iki disiplinin de gelişmesine nasıl katkıda bulunulabileceğine dair cevap aranmaktadır.

Anahtar kelimeler: Matematik; müzik; müzik yeteneği; matematik yeteneği; bilişsel performans.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MÜZİK VE MATEMATİK İLİŞKİSİNE DAİR METAFORİK ALGILARI

Ebru SELÇİOĞLU DEMİRSÖZ*

Öz

Müzik ve matematik bilimin ve sanatın iki önemli elemanıdır ve alan yazın tarandığında ülkemizde ve uluslararası çalışmalarda aralarındaki ilişkiye dair çalışmaların günümüzde oldukça önemsendiği görülmektedir. Aslında müzik ve matematik ilişkisi antik devirlerden itibaren karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çünkü her ikisinde de estetik ve evrensel bir dil vardır. Yine bu araştırmalardan anlaşılmaktadır ki müziğin öğrenme özellikle de matematiksel öğrenme üzerindeki etkileri yadsınamayacak biçimde önemlidir. Bu çalışma da Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' nda öğrenim görmekte olan 1., 2., 3., ve 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş nitel araştırma türlerinden olgubilim çalışmasıdır. Olgubilim çalışmaları farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır. Olgubilim araştırmaları kesin ve genellenebilir sonuçlar ortaya koymayabilir ancak bir olguyu daha iyi tanımamıza ve anlamamıza yardımcı olacak sonuçlar sağlayacak örnekler, açıklamalar ve yaşantılar ortaya koyabilir. Olgubilim araştırmalarında veri kaynakları araştırmanın odaklandığı olguyu yaşayan ve bu olguyu dışa vurabilecek ve ya yansıtabilecek bireyler ya da gruplardır. Bu bağlamda Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi' nde öğrenim görmekte olan 77 birinci sınıf, 94 ikinci sınıf, 90 üçüncü sınıf, 97 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 358 sınıf öğretmenliği öğretmen adayı bu araştırmaya veri kaynağı oluşturmuştur. Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşlerini yazılı olarak ifade edebilecekleri bir form hazırlanmıştır. Bu formda sınıf, cinsiyet daha önce müzik eğitimi alıp almama durumu, bir enstrüman çalıp çalmadığı, müziği ve müzik dersini sevip sevmediği, matematiği ve matematik dersini sevip sevmediği gibi demografik değişkenler ile " Müzik matematik gibidir çünkü…." metaforu ile örneklemin yarısından; aynı demografik değişkenler ve " Matematik müzik gibidir çünkü…." metaforu ile örneklemin diğer

* Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, ebruselcioglu@trakya.edu.tr

yarısından veri toplanmıştır. Örnekleme biri müzik temelli diğeri matematik temelli iki farklı metafor sorulmasının nedeni uzman görüşü sonrası gelen öneriler doğrultusundadır. Form hazırlanırken 2 müzik eğitimi uzmanı, 2 matematik eğitimi uzmanı, 1 sınıf eğitimi uzmanı olmak üzere toplam 5 uzmanın görüşü alınmıştır. Toplanan verilerin betimsel analizi ve içerik analizi devam etmekte olup, sonuçların Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi' nde paylaşılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Müzik matematik ilişkisi; Metafor; Sınıf Öğretmenliği

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK FELSEFESİNDE MATEMATİK

Ekin ÇORAKLI*

Öz

Müzik ve matematik arasındaki ilişki, gerek felsefe yazılarında gerekse ampirik araştırmalarda antik dönemden günümüze dikkat çekici bir konu olarak varlığını sürdürmektedir. Müziğin bir yandan hislere odaklı bir yandan da sayılara ve vuruşlara dayalı olan özel yapısının kuşkusuz bu durumda payı vardır. Bu durumun farkına varan felsefeciler, Pisagor'dan bu yana müzikal tınıların matematiksel bağlantısı veya müzikal vuruşların insanoğlunda yarattığı etki gibi konuları araştırmakla kalmayıp, hayatın özünü açıklamada da müziğin matematik ile ilişkisine dayanan fikirler öne sürmüşlerdir.

Müzik felsefesi tarihi içerisinde, matematik ve müziğin bağlantısına ilişkin düşüncelerin büyük bir kısmının Antik dönemde Pisagor ile Rönesans dönemi sonrası Rasyonalist dönemde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu düşünceler arasında benzerlikler olmakla birlikte ince farklar da söz konusudur. Örneğin, Pisagor matematik ve müziği kutsayarak onların düzenli ve sabit yapısına metafiziksel bir güç ithaf ederken, Descartes müzikten aldığımız zevke yoğunlaşarak matematiksel oranların bu zevk üzerindeki payını tamamen bilimsel bir irdelemeyle araştırır. Leibniz ise hem Alman metafiziğini hem de matematik ve mantığı temel alan rasyonalist düşünceyi birleştirerek müziğe ilişkin bambaşka bir bakış açısı getirir ve müziği aklın saydığının farkında olmadığı hem bilinçaltı hem de metafizik bir egzersiz olarak tanımlar. 20. yüzyıl sonrasında ise, matematik ve müzik ilişkisi müzik felsefesinin popüler bir konusu olmaktan çıkmıştır. Ancak bu dönemde, Arnold Schönberg ve Paul Hindemith gibi bestecilerin bu ilişki üzerine düşünüp yeni ve deneysel üretimler gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Bu araştırmada, müzik felsefesi tarihinde müzik ve matematik konusuna dair düşünceler derlenerek, bu konuyu irdeleyen Pisagor, Rameau, Descartes ve Leibniz gibi filozof ve müzik bilimcilerinin fikirleri açıklanacak ve tartışılacaktır. Daha sonrasında, modern zamanlarda üretim yapmış bestecilerin konuya bakışları ile sentezledikleri yeni müzikal perspektifleri açıklanacak ve irdelenecektir. Bu konunun araştırılmasının hem konuya ilişkin tarihi bir analiz

* Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi Müzik Eğitimi Bölümü, ekincorakli@gmail.com

sağlaması hem de gelecekteki araştırmalar için felsefi bir temel oluşturması açısından yararlı olacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Müzik ve matematik, müzik felsefesinde matematik, müzik ve metafizik, müzik ve rasyonalizm.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİKSEL KODLAMA YOLUYLA A. ADNAN SAYGUN'UN OP.31 "PARTİTA" ADLI SOLO VİYOLONSEL ESERİNİN GEOMETRİK MODELLEMESİ

R. Erol DEMİRBATIR*
Rıdvan EZENTAŞ**
Filiz YAĞCI***
Hülya BOZYOKUŞ****

Öz

Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Bu iki disiplin üzerine ilk akademik çalışmaların MÖ 6. yüzyılda Yunan filozof ve matematikçi Pisagor ile başladığı düşünülmektedir. Pisagor'un seslerin frekansları arasındaki çeşitli sayısal oranları keşfiyle ortaya koyduğu sesler arasındaki ilişkilerin sistematik yapısı, müzik kuramının temelini oluşturmaktadır. Günümüze kadar bir çok filozof, matematik ve müzik insanı tarafından bu iki disiplin arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmış, müziğin matematiksel yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Özellikle İtalyan matematikçi L. Fibonacci'nin oluşturduğu Fibonacci dizisi ve buna bağlı olarak oluşan altın oran'ın müzikte kullanıldığı bilinmektedir. Fransız filozof, matematikçi ve müzik kuramcısı olan M. Mersenne, sesin harmoniklerini keşfetmiş ve altı harmonik oranı açıklamıştır. B. Taylor ise, dizi titreşimlerini temsil eden diferansiyel denklemi bulmuş ve bu denklemin çözümünün bir sinus eğrisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca J.B. Fourier titreşim dalgalarını trigonometrik fonksiyonlar ile tanımlamıştır.

Türk beşleri içinde yer alan, ülkemizde Cumhuriyet Dönemi çoksesli müziğinin önemli isimlerinden biri olan Ahmet Adnan Saygun, çağdaş Türk müziğinin öncü bestecisi ve Devlet Sanatçısı unvanını almış ilk sanatçısıdır. Saygun'un 1955 yılında tamamladığı ve bestecilik

* Doç.Dr. Uludağ Üniversitesi, redemir@uludag.edu.tr
** Prof.Dr. Uludağ Üniversitesi, rezentas@uludag.edu.tr
*** Öğr.Gör.Dr. Uludağ Üniversitesi, gfiliz@uludag.edu.tr
**** Öğr.Gör. Uludağ Üniversitesi, hulya@uludag.edu.tr

çizgisinin ikinci dönemine yerleşen Op. 31 '*Solo Viyolonsel için Partita*' adlı yapıtı, bir birinci dönem yapıtı olan '*Viyolonsel Sonatı*' ve son dönemi içindeki '*Viyolonsel Konçertosu*' arasında en çok icra edilen eserlerinden biridir. İlk çalınışı aynı yıl Ankara Devlet Konservatuvarı viyolonsel hocası Martin Bochmann tarafından gerçekleştirilen bu eser, hem icracısını, hem de bestecisini 'Schiller Hatıra Madalyası'na taşımıştır. Eser, günümüze kadar viyolonsel eğitimi verilen akademik müzik kurumlarında viyolonsel sınıf müfredatına giren sayılı Türk bestecisi eserlerinden biri olarak yer edinmiş, bunun yanında 20. yy. solo viyolonsel yapıtları arasında uluslararası tanınırlığa ulaşmıştır.

Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla A. Adnan Saygun'un Op.31 "Partita" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri matematiksel olarak kodlanmış, kodlamalar SPSS programında çoklu lineer regresyon analizi yapılarak model oluşturulmasına uygun hale getirilmiştir. Bu analizin sonucunda elde edilen regresyon denkleminin Maple programlama dili kullanılarak eserin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Elde edilen geometrik modelin denklemin, cebirsel ve trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: A. Adnan Saygun; Müzik ve matematik; Matematiksel kodlama; Geometrik modelleme.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMININ DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLA MATEMATİK-MÜZİK İLİŞKİSİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Ferda ÖZTÜRK KÖMLEKSİZ*

Öz

Amaç Tarihsel süreç göz önüne alındığında eski çağlardan başlayarak müziğin farklı disiplinlerle yan yana ele alındığı görülmektedir. Eski çağlarda astronomi ve matematikle eş değer tutulan müzik, günümüzde bilgisayar teknolojisinin de verdiği olanaklarla farklı arayışlarını sürdürmektedir. Disiplinlerarasılık bağlamında TC Milli Eğitim Bakanlığı ilkokul birinci kademe (1-4) Müzik Dersi Öğretim Programı (2018) incelendiğinde matematik de olmak üzere pek çok dersin öğretim program kazanımlarıyla bağlantı kurularak farklı disiplinlerle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmayla disiplinlerarası yaklaşımla müzik dersi öğretim programının matematik dersiyle olan ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yöntem Çalışmada belgesel tarama (doküman analizi) yönteminden yararlanılmıştır. Bu çerçevede müzik dersi öğretim programının kazanımları tek tek incelenmiş ve bu kazanımların matematik dersi ile olan bağlantıları kurularak örneklendirilmiştir.

Bulgular Müzik Dersi Öğretim Programında öğrenme alanı temelli yaklaşım esas alınmaktadır. Programda her sınıf düzeyinde dört öğrenme alanı yer almaktadır. Bunlar; "Dinleme-Söyleme", "Müziksel Algı ve Bilgilenme", "Müziksel Yaratıcılık" ve "Müzik Kültürü" öğrenme alanlarıdır. Müzik dersi öğretim programında alana özgü becerilerden söz ederken müziğin bir bilim dalı olarak farklı bilimlerle ilişkisini kurabilme de programdaki beceriler arasında yer almaktadır. "Müziksel algı ve bilgilenme" öğrenme alanı ile ilgili kazanım ve açıklamalar ilkokul (1-4) kademesinde incelendiğinde çarpıcı bir biçimde disiplinlerarasılığın neredeyse altının çizildiği görülmektedir. MEB "müzik dersi öğretim programında" disiplinlerarası yaklaşımın ilköğretim programlarındaki önemi vurgulanmakta ve öğrencilerin müzik dersi işlenirken diğer dersler ile ilişkilendirmeleri göz önünde bulundurmaları ifadesi yer almaktadır. Müzik-Matematik

* Dr. Öğr. Üyesi, Lefke Avrupa Üniversitesi Dr. Fazıl Küçük Eğitim Fakültesi, fozturk@eul.edu.tr

ilişkilendirilmesine örnek olarak da; Matematik dersinde nota süreleri ve değerleriyle ilgili konularla ilişkilendirmelerin yapılabileceği ve kesin olarak yapılmasının gerekliliği de özellikle vurgulanmaktadır. Örneğin 1.sınıflarda "Çevresindeki varlıkları hareket hızlarıyla ayırt eder", 2. sınıfta "Konuşmalarında uzun ve kısa heceleri ayırt eder", 3. sınıfta "Müzikteki ses yüksekliklerini grafikle gösterir", 4. sınıfta "Temel müzik yazı ve ögelerini (yükseklik, süre, hız, gürlük) bilişim destekli müzik teknolojilerini kullanarak ayırt eder", "öğrendiği seslerin uzunluk ve kısalık özelliklerini ayırt eder" kazanımına farklı disiplinlerden yararlanmayla ilgili örnekler verilmektedir. Bu örneklerde nota değerleri uygulamalı olarak kavratılmaya çalışılırken matematik dersi ile bağlantı kurulabileceği, konunun farklı malzemelerle matematiksel oyunlara dönüştürülebileceği ve disiplinlerarasılığın önemi vurgulanmaktadır. Bu kazanımlar müzik öğretiminde öğrencilerin, müzik ve matematik arasındaki bağı içselleştirmeleri açısından önem taşımaktadır. Öğrenci matematiği yalnızca ders konusu olarak düşünürse, çevrede gördüklerini ilişkilendirebilme ile ilgili bir gelişim gösteremeyebilir. Yolda yürürken, evde dinlenirken, bir müzeyi gezerken, kısaca günlük yaşamdaki tüm aktivitelerin içinde matematiği bulabilir.

Çalışmada, ilkokul müzik ders öğretim programındaki matematikle ilişkilendirilebilecek kazanımlar ayrıntılı olarak ele alınacak ve disiplinler arası yaklaşım bağlamında tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Müzik ders öğretim programı; Matematik ders öğretim programı; Disiplinler arası yaklaşım; Matematik-müzik ilişkisi.

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

MÜZİĞİN MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE KULLANILMASINA İLİŞKİN OKUL ÖNCESİ VE SINIF ÖĞRETMENİ GÖRÜŞLERİ

Cenk Önder ÖZEN*
Zuhal DİNÇ ALTUN**
Yalçın YILDIZ***

Öz

Bu araştırmanın amacı, müziğin matematik öğretiminde kullanılmasına ilişkin okul öncesi ve sınıf öğretmeni görüşlerinin tespit edilmesidir. Araştırma; Trabzon il ve ilçe Milli Eğitim Müdürlüklerine bağlı devlet ve özel okullarında görev yapan 15'i sınıf ve 15'i de okul öncesi öğretmeni olmak üzere toplam 30 öğretmen ile yürütülmüştür. Öğretmenler gönüllülük esasına göre belirlenmiştir. Araştırma nitel araştırma yöntemi kapsamında bir durum tespit çalışması olup veriler yarı yapılandırılmış sorulardan oluşan görüşme formu kullanılarak yüz yüze mülakatlar ile elde edilmiştir. İki bölümden oluşan formun birinci bölümünde demografik bilgilerin elde edileceği 8 adet soru ve ikinci bölümünde de müziğin matematik öğretiminde kullanılmasına ilişkin öğretmen görüşlerinin alındığı 8 adet soru bulunmaktadır.

Mülakatlar ses kayıt cihazı kullanılarak kayıt altına alınmış ve elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile analiz edilerek tablolaştırılmıştır. Tablolar öğretmen görüşlerinden doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarının yüksek olduğu, derslerde daha çok soyut konuların öğretilmesinde sorun yaşandığı, müziğin matematik derslerinde kullanılabileceği, müziğin matematik derslerinde kullanılmasının olumlu etkileri olabileceği, öğretmenlerin çoğunun matematik derslerinde müzikten yararlandığı ve yine öğretmenlerin çoğunun matematik dersinde müzikten yararlanma konusunda kendilerini yeterli görmedikleri belirlenmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde müziğin matematik öğretiminde kullanılmasına ilişkin okul öncesi ve sınıf öğretmeni görüşlerini inceleyen ve öğretmenlerin müziği matematik derslerinde

* Arş. Gör., Trabzon Üniversitesi, cenkonderozen@hotmail.com
** Dr. Öğr. Üyesi, Trabzon Üniversitesi, zdincaltun@hotmail.com
*** Dr. Öğr. Üyesi, Trabzon Üniversitesi, flutist85@hotmail.com

kullanım durumlarını konu alan çalışmaların bir hayli az sayıda olduğu görülmektedir. Bu açıdan bu çalışmanın ilgili alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Disiplinlerarası eğitim; müzik-matematik ilişkisi; müzikle matematik öğretimi.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİKSEL KODLAMA YOLUYLA J.S. BACH II. VİYOLONSEL SUITI PRELUD BÖLÜMÜNÜN GEOMETRİK MODELLEMESİ

Filiz YAĞCI[*]
R.Erol DEMİRBATIR[**]
Rıdvan EZENTAŞ[***]
Hülya BOZYOKUŞ[****]

Öz

Müzik ve matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermektedir. Müzik ve matematik üzerine ilk akademik çalışmaların literatürde MÖ 6. yüzyılda Yunan filozof ve matematikçi Pisagor ile başladığı belirtilmektedir. Pisagor'un seslerin frekansları arasındaki çeşitli sayısal oranları keşfiyle ortaya koyduğu, sesler arasındaki ilişkilerin sistematik yapısı, müzik kuramının temelini oluşturmaktadır. Günümüze kadar bir çok filozof, matematik ve müzik insanı tarafından bu iki disiplin arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmış, müziğin matematiksel yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Özellikle İtalyan matematikçi L. Fibonacci'nin oluşturduğu Fibonacci dizisi ve buna bağlı olarak oluşan altın oran'ın müzikte kullanıldığı bilinmektedir. Fransız filozof, matematikçi ve müzik kuramcısı olan M. Mersenne, sesin harmoniklerini keşfetmiş ve altı harmonik oranı açıklamıştır. B. Taylor ise, dizi titreşimlerini temsil eden diferansiyel denklemi bulmuş ve bu denklemin çözümünün bir sinus eğrisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca J.B. Fourier titreşim dalgalarını trigonometrik fonksiyonlar ile tanımlamıştır.

Alman besteci Johann Sebastian Bach, Barok Dönem klasik batı müziğinin en büyük bestecilerinden biri ve bir matematik dahisidir. Kantatları, orkestra suitleri, konçertoları,

* Öğr.Gör.Dr. Uludağ Üniversitesi, gfiliz@uludag.edu.tr
** Doç.Dr. Uludağ Üniversitesi, redemir@uludag.edu.tr
*** Prof.Dr. Uludağ Üniversitesi, rezentas@uludag.edu.tr
**** Öğr.Gör. Uludağ Üniversitesi, hulya@uludag.edu.tr

passionları ve daha pek çok müzik eseri ile tanınmaktadır. Eserlerinde viyolonsel müziğini sık kullanmıştır. Viyolonsel müziği denildiğinde onun en önemli eseri solo viyolonsel (Çello) için bestelemiş olduğu suitlerdir. Bu eserler, viyolonsel literatüründe sıklıkla seslendirilen ve en tanınmış eserler arasındadır. Her biri 6 bölümden oluşan solo viyolonsel süitleri sırasıyla, *Prelude, Allemande, Courante, Sarabande, Menuet(Bourée)* ve *Gigue* formlarında yazılmıştır. J.S. Bach'ın viyolonsel suitleri aynı zamanda post-modern minimalizmin ifadeleri, ruhani birer ağıt, çözülmeyi bekleyen bilmecelerle dolu ölçüler ve gizemli sayı dizileridir. Bestelenmeleri üzerinden 300 yıl geçmiş olmasına karşın günümüzde de en çok sevilen, dinlenen ve kaydı yapılan müziklerdir.

Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) *Prelude* bölümünün geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri matematiksel olarak kodlanmış, bu kodlamalar SPSS programında çoklu lineer regresyon analizi yapılarak uygun model elde edilmiştir. Bu analizin sonucunda elde edilen regresyon denkleminin Maple programlama dili kullanılarak eserin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Elde edilen geometrik modelin denkleminin cebirsel ve trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: J.S. Bach; Müzik ve matematik; Matematiksel kodlama; Geometrik modelleme.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİK VE MÜZİK-OYUN-DRAMA İLİŞKİSİNDE YAPILMIŞ TEZ VE MAKALE ÇALIŞMALARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mehmet Şahin AKINCI*

Öz

Eğitim: özel alanlara ayrılarak planlanan ve bu alanların kendi içlerinde sistemli çalışması ile ilerleyen bir süreçtir. Bu süreçte gelişen ve yenilenen uygulamalar ve öğretim teknikleri etkisi ile bilgiyi farklı yollarla edinme gereksinimi duyan bireyler farklı alanlara yönelme gereği duyabilmektedirler. Bu alanlardan edindikleri kazanımlarını kayıt ederek bilgilerinin daha sağlam ve çok yönlü biçimde şekillenmesi için arayışlara girebilmektedirler. Belirli bir eğitim alanındaki bilgileri yakın veya ilgili başka bir eğitim alanı ile ilişkilendirmek ve işbirliği kurarak temellendirmek klasik eğitimin dışında kalan bir anlayıştır. Bu durum güncelliğini sağlamış eğitim ortamlarında kabul edilmiş gerçektir. Ayrıca öğrencilerin ufuklarını açabilen bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda araştırmada birbirlerine destek olabilecek disiplinler olan matematik, müzik, oyun ve drama alanlarının eğitim ortamlarındaki ilişkisini konu edinen araştırmaları ulaşılabilirliği çerçevesinde tespit etmek, amaçları, yöntemleri, sonuç ve önerileri bakımından gereken sınırlılıkta ilgililere sunmak amaç edinilmiştir.

Nitel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmış olan araştırmada matematik, müzik, drama, oyun başlıklı ve konulu literatür Yüksek Öğretim Kurumu Yök Tez veri tabanında taranmıştır. Erişime açık olan tezler incelenmiş ve veriler elde edilmiştir. Ayrıca çeşitli akademik yayınlar sunabilen internet taraması aracılığı ile araştırılan konuda sınırlı sayıda da olsa akademik nitelikli makale çalışmalarına ulaşılmıştır. Elde edilmiş olan tez ve makaleler amaçları, yöntemleri, sonuç ve önerileri bakımından incelenmiştir. Bu veriler araştırılan konuya ve amaca hizmet etmesi bakımından değerlendirilmiş ve araştırmada yer alma sınırlılığı dahilinde sunulmaya çalışılmıştır. Bulunmuş olan tez ve makalelerin araştırma konusu ile ilgili olan ve okuyucularına bilgi verebilecek özellikte olan bölümleri makale içinde yer almıştır.

* Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Devlet Konservatuvarı, mehmetsahinakinci@hotmail.com

Birbirlerinden farklı disiplinlerin eğitim ortamlarında birbirleri ile ilişkilendirilmesi sayesinde yeni eğitim öğretim etkileşimleri oluşabilmektedir. Ayrıca öğrenenler kendi alanları ile diğer alanlardaki bilgileri ilişkilendirme sayesinde kazanımlarını yenileyerek yeni araştırma ve çalışmalara imkan sunabilmektedirler. Hatta bu ilişkili çalışmalar yeni kuram ve eğitim anlayışlarının oluşmasında yardımcı olabilecek önemli bir etken de olabilir. Bu araştırmanın sunduğu bilgiler sayesinde konuya ilgisi olan ve bu alanda çalışmalar yapacak olan araştırmacıların yeni kazanımlar ve fikirler edinebilecekleri, benzer veya farklı alanlarda disiplinler arası araştırma ve çalışmalara yöneltilebilecekleri düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Matematik; Müzik; Oyun; Drama

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MABED MÜZİĞİNE YÖNELİK BİR HESAPLAMALI MÜZİKOLOJİ TECRÜBESİ*

Muhammed Recai ÇİFTÇİ**
Mehmet Safa YEPREM***

Öz

Mabed müziği, müzikoloji sahasında özellikle de karşılaştırmalı modellerle ele alınmayı bekleyen bakir bir uygulama alanı olarak karşımızda durmaktadır. Konuyla ilgili olarak yapılan literatür taramasının sonucuna göre, bu alanda Türkiye'de olduğu gibi Dünya çapında da çok az sayıda çalışma yapıldığı anlaşılmaktadır.

İstanbul'da yaşayan Hristiyan Ermenilerin Beyoğlu Üç Horan Ermeni Kilisesi'nde makamsal olarak gerçekleştirdikleri İncil okuyuşları ile İstanbul'da yaşayan Müslüman Türklerin Üsküdar Valide-i Atik Camii'nde makamsal olarak gerçekleştirdikleri Kuran okuyuşlarında kullandıkları müzikal dokunun Rast makamı çerçevesinde, Arel-Ezgi-Uzdilek teorik sistemi ile olan tutarlılığı bu araştırmanın konusunu teşkil etmektedir.

Bilgisayar destekli ses analiz programları ile yapılan frekans tespitleri ve bu frekansların logaritmik formüller kullanılarak sent değerine dönüştürülmesi ile söz konusu tutarlılık olgusunun ele alınması mümkün görünmektedir.

Bu araştırmada ilgili dini grupların okuyucularından Beyoğlu Üç Horan Ermeni Kilisesi muganni lerinden Murat İçlinalça ile Üsküdar Valide-i Atik Camii imam-hatibi Kerim Öztürk'ten sesli-görüntülü olarak alınan okuyuş örneklerinin frekansları Tony adlı ses analiz programı yardımı ile tespit edilmiştir. Elde edilen frekans değerleri Windows Excel programı yardımı ile logaritmik formüller kullanılarak sent değerlerine dönüştürülmüştür. Bu şekilde

* Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı bünyesinde, Prof. Dr. M. Safa Yeprem danışmanlığında tamamlanan "İstanbul'daki Hristiyan ve Müslüman Mabedlerinde Okunan Tevrat, Zebur, İncil ve Kuran-ı Kerim Ayetlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analizi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

** Doktor, Diyanet İşleri Başkanlığı, muhammedrecai@gmail.com

*** Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, syeprem@gmail.com

okuyuşlardaki ses aralıklarının Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde belirtilen değerlerle ne ölçüde tutarlı olduğu belirlenmiştir.
Tutarlılık konusunda, makamların karakterini belirleyen en küçük unsur olan 1 koma tolerans payı olarak belirlenmiş, bu payın üzerinde pest ve tiz frekanslarda tınlayan aralıkların nazari sistem ile tutarlı olmadığı ifade edilmiştir.
Hristiyanların icralarında tespit edilen aralıklarının adet bazında yarısının Arel-Ezgi-Uzdilek sistemi ile örtüşmediği, Müslümanların icralarında tespit edilen aralıkların ise yarıdan fazlasının söz konusu sistemle örtüşmediği görülmüştür.
Mabed müziği çerçevesinde yapılan bu araştırmanın sonuçlarından hareketle, temkinli bir söylemle Arel-Ezgi-Uzdilek ses sisteminin Türk müziğini ifade etmede yetersiz kaldığı, bu noktada Türk müziğinin, kendisinin ifade gücünü temsil kabiliyetine sahip, farklı yaklaşımlarla meydana getirilebilecek yeni ses sistemlerine ihtiyaç duyduğu söylenebilir.
Anahtar kelimeler: Makamsal Okuyuş; Hesaplamalı Müzikoloji; Mabed Müziği

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

AN INVESTIGATION OF THE ROLE OF DIATONIC FUNCTIONS IN THE SEYIR OF TURKISH MAKAM MUSIC: CASE OF 'HICAZ FAMILY'*

Ozan YARMAN**
William SETHARES***
Kemal KARAOSMANOĞLU****
Mehtap DEMİR*****
Tolga YARMAN******

Abstract

This paper presents a novel mathematical approach that extracts sets of features related to diatonic functions in a large collection of pieces in Turkish music. Pitch histograms, which are commonly used as a surrogate for the "perde" (variable pitch), represent the proportion of time that a melody rests on each pitch. Contour histograms, introduced as a surrogate for the "seyir" (melodic flow), display the proportion of time the melody is "ascending" (e.g., Do-Re-Mi), reaches a "peak" (e.g., Re-Fa-Re), is "descending" (e.g., Sol-Fa-Mi), or remains in a "valley" (e.g., La-Do-Mi). These sets of mathematical properties can be conceived in terms of a scale-degree vector analysis (employing a trigram chain) that represents both perde and seyir elements of Turkish makam scales. Using these computational surrogates, it is possible to examine the balance between the two elements, and to identify, with respect to the established Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) theory, the prominent features of makam scale degrees that other pitches gravitate towards. The proposed method is first concretized by the popular children's

* The authors would like to extend their gratitude to Dr. Alan Marsden, Editor of Journal of New Music Research, for valuable suggestions towards the improvement of this work

** Prof. Dr., Musicology Dept., Istanbul University State Conservatory. (ozanyarman@ozanyarman.com)
*** Prof. Dr., Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Wisconsin-Madison
**** Assoc. Prof. Dr., Musical Sciences And Technologies Faculty, Ankara Music And Fine Arts University
***** Assist. Prof. Dr., Musicology Dept., Istanbul University State Conservatory
****** Prof. Dr., Faculty of Engineering, Istanbul Okan University

song commonly known as "Twinkle Twinkle Little Star" to show, in a familiar context, some of the interpretations that are possible. The approach is then applied to a collection of monophonic pieces belonging – for this study – to "*Hicaz* (*Hijaz*) family" makams transcribed at 53-commas to the octave. This allows a comparison between the actual function of scale degrees in comparison with the de facto theoretical diatonic functions of standard AEU theory, and highlights new information that can be extracted from the pitch and contour histograms. All pieces from Hicaz, Hümayun, Uzzal and Zengûle are then juxtaposed to yield summary contour histograms that display commonalities and differences among the makam classes.
Keywords: Diatonic Function; Histogram; Seyir; Makam; Hicaz

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİKTE MATEMATİK YAPI: BEŞLİLER ÇEMBERİ VE PİSAGOR KOMASI

Özlem ÇEZİKTÜRK*

Öz

Müzikte matematik çok yönlü olarak incelenmesi gereken bir nokta olup farklı bağlantılar mevcuttur. Bu literatür araştırmasında özellikle majör ve minör tonların dizilişinde kullanılan beşliler çemberi ile beşliler çemberinin sıralanışından doğan Pisagor komması hakkında interdisipliner ders planlarına koyulabilecek içerik araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Beşliler çemberi; Pisagor Komması

* Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, ozlem.cezikturk@marmara.edu.tr

ÇOK SESLİ MÜZİK (POLİFONİK MÜZİK) İLE MATEMATİK İLİŞKİSİ

Özlem ÇEZİKTÜRK*

Öz

Birden fazla sesin veya enstrümanın bir anda ve birarada duyulması çok sesli müzik deneyimi olarak isimlendirilmektedir. Çoksesli müzik ne yazık ki belli bir temel müzik eğitimine sahip bireylerin ilgilendiği diğerlerinin kaçındığı bir deneyimdir. Bu çalışmada, bir grup (toplam 7 kişi) matematik eğitimcisine ve son sınıf matematik öğretmenliği öğrencilerine Bach' ın "Crab Canon" adlı eseri ve "Ben giderim Batum'a" adlı halk türküsü cep telefonundan dinletilmiştir. Eserlerin ardışık dinletiminin ardından, hissettiklerini ve bulurlarsa matematiksel açıdan gördüklerini bir parça kağıda yazmaları istenmiştir. Matematik açısından daha eğitimli olan matematik eğitimcilerinin, son sınıf matematik öğretmenliği öğrencilerine göre daha fazla detaylı noktalar belirttikleri gözlemlenmiştir. Bunun sebepleri, literatür ve eserlerin özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çok sesli müzik; müzikte matematik

* Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, ozlem.cezikturk@marmara.edu.tr

GİTAR YAPIMINDAKİ MATEMATİK: DİSİPLİNLERARASI BİR DERS PLANI

Perihan SARIGÖZ*
Zeynep Eylül ÜÇER**

Öz

Günümüzde öğrencilerimiz, bilgiye kolayca ulaşabilen, soru soran, merak eden ve karşısına çıkan değişkenleri sorgulayarak aralarındaki bağlantıları anlayabildiğinde daha kalıcı şekilde öğrenebilen bir yapıya sahiptir. Özellikle günlük hayattan kopuk görünen, bazı formüllerin ezberlenmesi şartına bağlanan ve sadece zeki insanların başarılı olabildiğine inanılan matematik derslerinin diğer disiplinler ile sıcak bağlantısı göz ardı edilemez. Yapılan çalışmada 9 ve 10.sınıf matematik ders müfredatı incelenmiş ve aşağıda belirtilen kazanımlar ile 'Gitarda denge ve oranlar' konusu arasında bağlantı kurulabileceği tespit edilmiştir. Bu şekilde matematik ve müzik derslerinde ortak ders planları hazırlanarak matematik derslerinden elde edilen sayısal bulgular ile basit bir gitar yapılmasına karar verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin matematik derslerinde elde ettikleri sayısal değerleri bir alet yapımında kullanması ve o aletin amacına uygun olarak yapılabilmesi için doğru sayısal değerlere göre tasarlanması gerekliliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Sınıf ve Tarih	Öğrenme Alanı	Kazanım
9. Sınıf 31 Aralık – 4 Ocak2019	Sayılar ve Cebir	Oran ve Orantı kavramını kullanarak problemler çözer.
10. Sınıf 5-9 Kasım 2019	Sayılar ve Cebir	Fonksiyonlar ile ilgili problemler çözer. (Gerçek hayat durumlarını temsil eden sözel ifadelerdeki ilişkilerin cebirsel, grafiksel ve sayısal temsilleri ile ilgili uygulamalar hatırlatılır.)

Bu bağlamda matematik ve müzik öğretmenleri bir araya gelerek belirtilen haftalar içinde ortak içerikli ders planları hazırlamışlardır. Hazırlanan planlarda ilk önce müzik derslerinde

* Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu Lisesi Matematik Öğretmeni ve Bölüm Koordinatörü psarigoz@oguzkaan.k12.tr

** Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu Lisesi Müzik Öğretmeni, zeynep3er@gmail.com

öğrenciler ile sesler, seslerin frekansları, oktav, koma, klasik gitarın geometrisi, klasik gitar ve perde yerleri ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra, matematik derslerinde de gitarda denge ve oran bilgisi, tel uzunluğu ve ses frekansları ile ilgili temel bilgiler kullanılarak yapılması planlanan gitarın temel ölçüleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, müzik öğretmeni ile öğrencilerin bir araya gelerek oluşturdukları atölyede toplanan malzemelere uygulanarak planlanan gitar oluşturulmuştur. Matematik ve müzik öğretmenlerinin bir araya gelerek yaptıkları bu ortak çalışmada iki dersin disiplinler arası bağlantısı oluşturularak öğrencilerin matematiksel gerçekleri somut bir duruma dönüştürebilmeleri amaçlamıştır. Dönem içinde yapılan matematik yazılı sınavında 9 teorik müfredat içerikli soru ve bir adet yine müfredat içerikli gitar yapımı ile ilişkili soru sorulmuş ve öğrencilerin bu soruyu diğerlerine göre daha yüksek bir başarı yüzdesi ile doğru cevapladığı sonucu elde edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Gitarda oranlar; Gitarın geometrisi; Gitar yapımı.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

5-9 YAŞ ARALIĞINDAKİ ÇOCUKLARIN MÜZİK VE MATEMATİK İLE İLİŞKİLERİ

Sercan BAYRİ*

Öz

Bu makale 5-9 yaş çocukların müzik ve matematik arasındaki ilişkiyi incelemek üzere hazırlanmıştır. Araştırmada örneklem olarak Didem Kazancıoğlu'nun hazırlamış olduğu ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabı kullanılmıştır. Araştırmanın amacı 5-9 yaş grubu çocukların müzik ile matematiği birlikte nasıl kullandıklarını öğrenmek üzere hazırlanmıştır. Araştırma yöntemi olarak nitel yöntem kullanılmıştır. Nitel yöntemin içerisinde literatür tarama ile veri toplama tekniği tercih edilmiştir.

Matematik ve müzik birbiri ile iç içe olan iki bilim dalı olarak görülmektedir. Müziğin matematik üzerindeki etkisi, insanlık tarihi boyunca önemli konulardan birisi olmuştur. Araştırmacılar uzun yıllar çeşitli müzisyenlerin matematik konusundaki başarı etkisini araştırmışlardır. Yapılan literatür taramasında da görüldüğü üzere en çok Mozart'ın müziği ile matematiğin ilişkisini konu almışlardır. Araştırma 5-9 yaş grubu çocukların ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabında öğrenilen nota değerlerinin matematik dersinde kullanılan dört işlemler ile ilişkilendirilip, etkili olup olmadığı gözlemlenmiştir. Kitabın 4. ünitesinde bulunan ''Nota Yaşları" ve 7. ünitesinde bulunan ''Kiraz Notalar" ünitesinde çocuklardan matematiksel düşünme beklenmektedir. Sözü geçen ünitelerde çocuklar nota değerlerini öğrendikten sonra, okuma parçalarını sayarak ve alkış ile uygulamaktadırlar. 7. ünite ise, çocukların spesifik olarak daha açık bir matematik bilgisi kullanmasını beklemektedir. Ünitenin alıştırma bölümünde terazilerin dengesini sağlamak için nota değerlerinin sayısal olarak eşitlenerek sonuca ulaşılması istenmektedir.

Araştırmanın sonucunda, matematik ve müzik ilişkisi birbiri içine geçmiş iki farklı alan olarak görülmektedir. Bu ilişkiyi, özellikle küçük yaş dönemlerinde kişilere aktarabilmek ileride çocuğun müzik ile ilgi yaptığı her aktivitede hızlı ilerlemesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

* Yüksek Lisans Öğrencisi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anasanat Dalı srcnbyri@gmail.com

Çocuk bu aşamada müziksel zekasını kullanırken aynı zamanda matematiksel zekasını da kullanarak daha başarılı olması mümkün görülmektedir. Çalışma içerisinde Howard Gardner'in çoklu zekâ kuramından da bahsedilmektedir. Çoklu zekâ kuramının içerisinde bulunan zekâ çeşitlerinin ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabında bulunan ünitelerin çözümlenmesindeki etkileri de araştırılmıştır. Çocuklar bu üniteleri çözümlerken görsel, sayısal, işitsel gibi farklı zekâları birlikte kullanmak durumunda kalmaktadırlar. Bu durumda matematik ve müziğin birbirinden ayrı düşünülmemesi gerektiğini ve bu iki alanın kişinin gelişiminde önemli rolü olduğu tekrardan ortaya çıkmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Müzik; Matematik; Çocuk; Nota; Zeka

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

BATI MÜZİĞİ VE TÜRK MÜZİĞİNDE BASİT DİZİ VE MAKAMLARIN ANALİTİK İNCELEMESİ

Tuğçem KAR*
Aziz Murat ASLAN**

Öz

Günümüzde bilim ve teknolojideki gelişmeler, bir konunun bilimsel anlamda araştırılması ve değerlendirilmesinde tek disiplinli anlayışı zaman zaman yetersiz bırakmaktadır. Disiplinler arası yaklaşım geniş bir bakış açısını, kendini diğer alanlarda da geliştirmeyi ve çok yönlü düşünebilmeyi mümkün kılar. Hal böyle iken çok disiplinli alanlarda çalışmak isteyenlerin çok disiplinli bir eğitim almaları gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Disiplinlerin birbirine yaklaşması için farklı disiplinlerde çalışan uzmanların ve bilim insanlarının, eldeki çalışma gibi bir çalışma yürütmeleri önem kazanmaktadır. Bu çalışmalar geleceğin disiplinler arası akademilerinin kurulmasında, disiplinler arası akademisyenlerin yetişmesinde temel çalışmalar olarak yerlerini alacaklardır. Müzik ve matematik de birçok yönden birbiriyle bağlantılı olarak görülen iki disiplin olarak görülmektedir. Müzik eğitimi araştırmalarında disiplinler arası yaklaşım "müzik eğitimi ve farklı disiplin/disiplinlerin bir arada ve karşılıklı etkileşim içinde çalışması" olarak tanımlanabilir.

Jorgensen (1997, s:7) müzik eğitiminin edebiyat, antropoloji, sosyoloji, psikoloji, din bilimleri, felsefe, etnomüzikoloji, müzik ve eğitimbilim gibi çok geniş bir sahaya yayılan disiplinler arası bir alan olduğunu belirtir. Müzik eğitimindeki yeni paradigmayı özetleyen bu anlayış doğrultusunda Kuzey Amerika ve Avrupa'daki üniversitelerde müzik psikolojisi, müzik eğitimi tarih bilimi, eğitimsel etnomüzikoloji, sosyomüzikoloji ve müzik eğitimi felsefesi gibi alanlarda disiplinler arası araştırmalar desteklenmektedir. Öte yandan, bu tür çalışmalarda en az iki araştırmacının olması bir zorunluluk değildir. Farklı alanlarda yetkinliğe sahip bir araştırmacı disiplinler arası bir müzik incelemesini tek başına da yürütebilir. Örneğin; müzik psikolojisinde

* Marmara Üniversitesi, Doktora Öğrencisi, tkar@itu.edu.tr
** İstanbul Kültür Üniversitesi, azizmurataslan@hotmail.com

J. Sloboda, müzik antropolojisinde I. Cross ve I. Morley, sosyomüzikolojide Adorno, müzik felsefesinde D. Elliot ve B. Reimer gibi.

Eldeki çalışma, müzik ve matematik disiplinlerinde bir ortak araştırma sonucu ortaya çıkmıştır. Biri müzik diğeri geomatik alanında doktora yapan iki kardeş araştırmacının ürünüdür. Batı Müziğinde basit dizilerin ve Türk müziğinde basit makamların aralıkları kendi sistematiği içinde analitik olarak etüt edilmiş, grafiklendirilmiş ve matematiksel olarak ifadelendirilmeye çalışılmıştır. Bilindiği üzere batı müziğinde majör ve minör dizi kalıplarında sesler arasındaki aralıklar yarım ses (Y), tam ses (T) ve 1,5 ses olarak betimlenmektedirler. Türk Müziğinde ise makamları oluşturan sesler arasındaki aralıklar; bir tam ses 9 koma olduğu için 4 koma değerindeki bakiye (B), 5 koma değerindeki küçük mücennep (S), 8 koma değerindeki büyük mücennep (K), 9 koma değerindeki tanini (T) ve 9'dan fazla koma değerindeki artık (A) olmak üzere beş şekilde betimlenirler.

Yukarıdaki bahsi geçen Batı Müziğindeki Majör ve Minör dizi kalıpları ve Türk Müziğindeki Makamları oluşturan kalıplar arasındaki benzerlik ve farklılıklar bu çalışma bağlamında Analitik bir irdeleme ve tahlile tabi tutulmuştur. Bu, irdeleme gerçekleştirilirken bilimsel yöntem referans olarak alınmıştır. İlgili Müzik dizileri ve makamları data ya da veri olarak dikkate alınmış, bu verilerin nasıl bir matematiksel izi takip ettikleri analiz edilmiştir. Bu bağlamda bu verilere en iyi uyum sağlayan Fonksiyon Kombinasyonları araştırılmış, ilgili Batı Müziği Dizi Kalıpları ve Türk Müziği Makamlarını en uyumlu izleyen Matematiksel Fonksiyonlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu fonksiyonlar, Sistem Analizi kavramı bağlamında Sistem olarak tarif edilmiş, elde edilen fonksiyonlar ve veri şeklinde tarif edilen diziler ve makamlar arasındaki uyumun kalitesini tarif etmek üzere "Stokastik Analiz"den yararlanılmıştır. Bu bağlamda, model ve veri arasındaki uyumun kalitesi "İstatistik ve Olasılık Teorisi" ile test edilmiş, hangi modelin kalitesinin ve doğruluğunun daha yüksek olduğu da tahlil edilmiştir. Bu şekilde, bilimsel yöntem ışığında müzik ile ilgili notasyonların Analitik, Matematiksel bir tahliline dair yöntemsel bir yaklaşıma ulaşılmaya çalışılmış, bu çok disiplinli yaklaşım oluşturulmaya gayret edilmiştir. "Cebir ve Kalkülüs" yardımıyla Müzikal Notasyonların, Bilimsel Yöntem dahilinde tahlili ve sonuçların pozitif anlamda yorumlanması hedeflenmiştir.

Bu çalışma yapılırken önce Batı Müziğinde en temel diziler olan Majör dizi kalıbı, doğal minör dizi kalıbı, armonik minör dizi kalıbı, melodik minör dizi kalıbı aralıkları; ardından da Türk Müziğinde Basit Makamlar olarak tanımlanan Çargah dizisi, Rast dizisi, Uşşak dizisi, Buselik dizisi, Kürdi dizisi, Hicaz dizisi, Uzzal dizisi, Hümayyun dizisi, Zirgüleli Hicaz dizisi, Karciğar dizisi, Hüseyni dizisi, Suzinak dizisi, Neva dizisi aralıkları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Müzik; matematik; disiplinlerarası yaklaşım; analitik yöntemler.

... Jorgensen, H. (2002). Instrumental Performance Expertise And Amount of Practice Among Instrumental Students In A Conservatoire. Music Education Research, 4 (1), 105-119.

ÖZEL YETENEKLİ MÜZİK ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİK VE MÜZİK ARASINDAKİ İLİŞKİYE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

Güldane EVGİNER*
Sibel TAŞÇI**

Öz

Zeka, yaratıcılık, sanat, liderlik kapasitesi, motivasyon veya özel akademik alanlarda yaşıtlarına göre yüksek düzeyde performans gösteren bireyler özel yetenekli bireyler olarak tanımlanmaktadır. Geçmişten günümüze özel yetenekli bireylerin eğitimine yönelik olarak gerek dünyada gerekse ülkemizde birçok farklı uygulama olduğu görülmektedir. Bu bakımdan bireysel farklılıklarına yönelik olarak farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş eğitim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği Bilim ve Sanat Merkezleri, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı olarak özel yetenekli öğrencilerin örgün eğitim dışında kalan zamanlarında devam ettikleri kurumlar olarak faaliyet göstermektedir. Bilim ve Sanat Merkezinde öğrenim görecek öğrenciler; resim, müzik ve genel yetenek alanlarına göre iki aşamalı bir seçme sınavına göre belirlenmektedir. İlk aşama olan tablet uygulama sınavında başarılı olan öğrenciler, ikinci aşamada yetenek alanlarına uygun olan sınava girmeye hak kazanmaktadırlar. Proje tabanlı etkinliklerin gerçekleştirildiği Bilim ve Sanat Merkezlerinde disiplinlerarası faaliyetler ön plana çıkmaktadır.

Bu açıdan bakıldığında, bilimsel ve sanatsal faaliyetlerin bir arada yürütüldüğü eğitim kurumları olan Bilim ve Sanat Merkezlerinde uygulanan programların resim, müzik eğitimi gibi yetenek alanlarının yanı sıra genel yetenek alanı içerisindeki diğer disiplinlerle de disiplinlerarası işbirliği yaparak öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası projeler geliştirmelerine önem verilmektedir. Sanat ve matematiğin birbirinden ayrı olmadığı düşüncesi, matematik ve müzik arasındaki ilişkiye dair çalışmaların yaygınlaşmasıyla daha da belirgin hale gelmiştir. Tarih boyunca Pisagor, Platon gibi birçok filozof matematik ve müzik arasındaki ilişkiye dikkat çekmişler, müziksel bir yapının matematiksel açıklamalarını yapmaya çalışmışlardır. Matematik

* Çanakkale Bilim Sanat Merkezi Müzik Öğretmeni, gulterster@gmail.com
** Çanakkale Bilim Sanat Merkezi Matematik Öğretmeni, tascisibel@gmail.com

ve müzik arasındaki ilişkinin ortaya konulması öğrencilerin bu iki disiplin arasındaki ilişkiyi kavrayabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Araştırmanın amacı; müzik özel yetenek öğrencilerinin matematik ve müzik arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerinin belirlenmesidir. Bu araştırmanın çalışma grubunu 2018 – 2019 eğitim öğretim yılında Çanakkale Bilim ve Sanat Merkezi'nde müzik yetenek alanında öğrenim gören 23 ÖYG öğrencisi oluşturmaktadır. Nitel bir çalışma olan bu araştırmada, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş öğrenci görüşlerinin belirlenmesine yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde içerik analizi yapılmıştır. Analiz için önce veriler bilgisayar ortamına aktarılmış ve kodlanmıştır. Elde edilen kodlar uygun kategoriler altında birleştirilmiş ve tablolaştırılmıştır. Araştırmada öğrencilerin matematik dersinde en başarılı oldukları konunun kesirler konusu olduğu, matematik ile müzik arasında bir ilişki olduğu ve müzik dersinde yaptıkları etkinliklerin matematik dersindeki kesirler ve sayı örüntüleri konularını anlamalarında katkı sağladığını düşündükleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Matematik; Müzik; Özel Yetenek

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİKTE MATEMATİKSEL ORANLAR

Sümeyye BAKIM*
Seyit YÖRE**

Öz

Literatürde müzik ve matematik ilişkisine dair çeşitli çalışmalar görülmektedir. Bunlardan biri de Leonardo Fibonacci'nin (1170-1250) geliştirdiği ve Fibonacci Dizisi/Sayıları olarak anılan kuramın müzikle olan ilişkisidir. İlgili çalışmalar Fibonacci sayıları ve Altın Oran'ın varlığını ispat etmeye yönelik yapılmışsa da çalışmaların içinde yöntem ve müzik kuramı bakımından hatalı olanlar görülmüştür. Bu çalışmada kısaca matematiksel sayı dizileri tanımlandıktan sonra Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ın özellikleri verilmiştir. Genel olarak matematik ve müzik arasındaki ilişki değerlendirilerek, Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ın müzikle ilişkisi kuramsal ve çeşitli eserler üzerinde irdelenmiştir. Chopin, Mozart ve Bartók gibi bazı bestecilerin eserlerinden seçilerek yapılmış çalışmalardaki Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'a ilişkin bulgular matematiksel ve müziksel kuramlar çerçevesinde tartışılmıştır. Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ın kullanıldığı iddia edilen müzik eserlerinde ölçü veya vuruş hesaplamalarına bağlı olarak varılan sonuçlar incelenmiş, bu hesaplamaların Fibonacci Dizisi'nin terimlerine ve Altın Oran'ın 0.618, 1.618, 0.382 değerlerine yakınlığı tespit edilmiştir. İncelemeler bir bütün olarak düşünüldüğünde, yapılan hesaplamaların, bazı müzik eserlerinde Altın Oran'ın 1,618 değerini, bazılarında 0,618 değerini, bazılarında ise 0,382 değerini kullanarak yapıldığı tespit edilmiştir. Bu da, ilgili çalışmaların eserlerdeki Altın Oran'ın varlığını araştırmaya değil, varsayımı gerçekleştirmeye yönelik olduğu sonucunu vermektedir. Bazı eserlerde karşılaşılan Fibonacci Sayılarının ise tesadüfi olmadığının bir ispatı bulunmamaktadır ki Altın Oran'ın bulunduğu her eserde bestecinin onu kasten yaptığı anlamına gelmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel Oranlar; Altın Oran; Fibonacci Dizisi; Matematik; Müzik

* Öğr. Gör., Mekatronik Mühendisliği Bölümü, KTO Karatay Üniversitesi, Konya, Türkiye 42020, sumeyye.bakim@karatay.edu.tr

** Prof. Dr., Müzikoloji Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye 34000, syore@istanbul.edu.tr

TAM METİNLER

Öz, Abstract, Tam Metin

(Alfabetik olarak sıralanmıştır.)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SAYILAR TEORİSİ DERSİNDE SİHİRLİ KARE VE MÜZİK NOTALARI KULLANARAK ŞİFRELEME OLUŞTURMA ETKİNLİĞİ

Ahmet Şükrü ÖZDEMİR*
Volkan YALÇIN**

Öz

Şifreleme, sayılar teorisinin önemli uygulama alanlarından biridir. Üniversite seviyesindeki sayılar teorisi, elementer sayılar kuramı gibi derslerin içeriğinde şifreleme konusuna yer verilmekte ve sayılar teorisi kitaplarında şifrelemeye bölüm ayrılmaktadır. Bu derslerde şifrelemenin teorik altyapısı daha çok matematiksel olarak verilmekte, uygulamaları da matematiksel olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada şifreleme, yüzyıllardır matematiğin ilgi çekici ve gizemli konularından biri olan sihirli kare ve matematik ile yakından ilişkili olan müzik ile uygulamaya dökülmüştür. Sihirli kare n tane sütun ve n tane satırdan oluşan, her satırda ve her sütunda bulunan tüm sayıların ve ayrıca karenin iki köşegeni üzerindeki sayıların toplamı aynı olan nxn boyutlu bir karedir. Sihirli karenin matematiksel bulmaca ve oyunlarda çok çeşitli uygulamaları vardır. Bu uygulama ile sihirli kareler ve notalar bir araya getirilerek şifrelemenin sadece matematiksel olarak değil farklı bir alanla ilişkili olarak uygulamalı şekilde öğrenilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Böylece sayılar teorisi dersi teorik kısmının yanında uygulamalı ve daha ilgi çekici hale gelecektir. Ayrıca müziği, matematik içerisinde kullanarak matematik öğretmeni adaylarının müziğe ve şifrelemeye karşı olan ilgisinin arttırılması amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan öğrenciler Marmara Üniversitesi ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümü sayılar teorisi ve elementer sayılar kuramı dersi almış 3. ve 4. sınıf öğrencileridir. Öğrencilere ilk olarak sihirli kare tanıtılmış ve farklı sihirli kare oluşturma yöntemleri anlatılmıştır. Buna ek olarak öğrencilerin nota bilgisinin olmama durumuna karşın etkinlik öncesi notalar ve yazımları hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Öğrenciler yaklaşık iki saatlik sürede etkinliği tamamlamış ve önceden belirledikleri cümleleri kendi oluşturdukları

* Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, ahmet.ozdemir@marmara.edu.tr
** Arş. Gör., Marmara Üniversitesi, volkan.yalcin@marmara.edu.tr

sihirli kareler ile müzik notalarına dönüştürmüşler ve notaları porteye yerleştirmişlerdir. Sonrasında bilgisayar programları yardımı ile notaların müziğe dönüştürülmüş hali oluşturulmuştur ve dinletilmiştir. Etkinlik sonrası öğrencilerle yapılan görüşmelerde etkinliğin ilgi çekici olduğu, matematik ile müzik arasındaki ilişkiler hakkında farkındalıklarının arttığı, şifrelemenin farklı uygulamasını görmelerinin şifrelemeye olan ilgilerinin arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca bazı öğrenciler estetik değerinin yüksek olduğunu düşündükleri müzik eserlerinin ve şiirlerin matematiği olabileceği hakkında görüşleri oluşmuş ve bu açıdan eserleri incelemek isteyen öğrenciler olmuştur.
Anahtar kelimeler: Şifreleme; Sihirli kare; Müzik notaları; Sayılar teorisi; Matematik Eğitimi

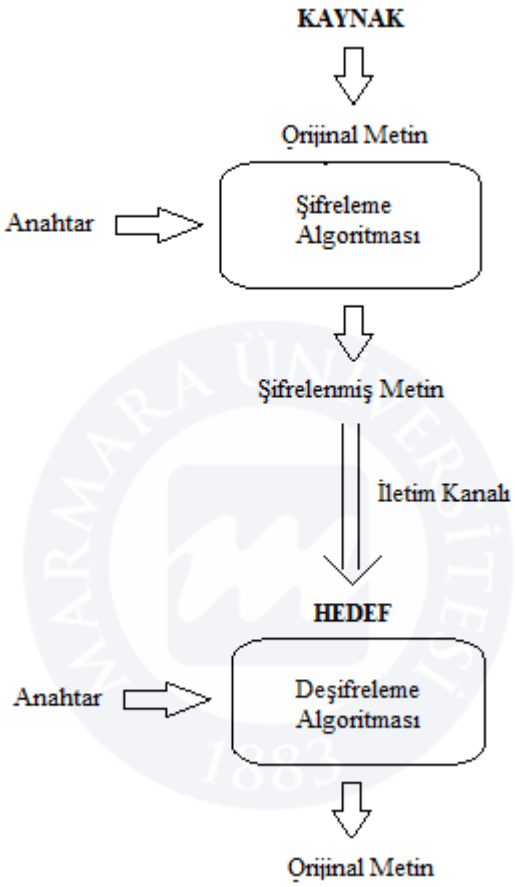
GİRİŞ

Bu çalışmada matematiğin ilgi çekici konularından biri olan sihirli karelerin müzik notalarıyla ilişkilendirildiği bir şifreleme etkinliğinin matematik öğretmeni adaylarına uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamadaki amaç müziği, matematik içerisinde kullanarak matematik öğretmeni adaylarının müziğe ve şifrelemeye karşı olan ilgisinin arttırılmasıdır. Kullanılan şifreleme yöntemi Polybius şifrelemesi olarak bilinen milattan önce 2. yüzyılda üretilen bir şifreleme yönteminin yine geçmişi yaklaşık 2000 yıllık olan sihirli karenin ve farklı bir alan olmasına rağmen matematik ile yakından ilişkili müzik alanından notaların bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Etkinliğin öğrenciler için ilgi çekici yanı göndermek istedikleri mesajın bir müziğe dönüşmesidir.

Şifreleme

Şifrelemenin amacı insanlar arasında güvenli bir iletişim sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda gönderilmek istenilen mesaj, çeşitli matematiksel yöntemlerle anlamsız hale dönüştürülerek gönderilmek istenen hedefe gönderilir. Mesajı alan kişiler kullanılan yönteme göre gelen mesajı ilk haline döndürerek yani deşifreleyerek mesajın orijinal halini elde eder. Bu süreçlerde anahtarlar ve algoritmalar kullanılır (Maity, 2014). Kullanılan anahtarlar açık yani herkes tarafından bilinen ya da gizli yani sadece kaynak ve hedef tarafından bilinen olabilir. Şifrelemenin genel yapısı şekil 1 de görülmektedir.

Şifrelenen bir metin gönderildiğinde üçüncü şahıslar tarafından ele geçirilirse çözülmesi an meselesidir. Günümüzde verilerin gönderilmesi için kullanılan en önemli yöntemlerden biri interneti kullanmaktır. Bunun da iletim için oldukça güvensiz bir kanal olduğu ve şifreli mesajların kolayca elde edilebileceği açıktır. Bu nedenle veri gizleme diğer adıyla steganografi üzerinde birçok çalışma yapılmaktadır. Veri gizlemedeki amaç mesaj aktarımını izleyen üçüncü kişilerin takip ettikleri dosyada gizli bir veri olduğunu anlayamamasıdır. Müzikteki notalar da bu amaçla kullanılabilir. Bir metin herhangi bir müzik eserindeki notalarla şifrelenip ses dosyasıyla iletilebilir (Yavuz, 2010).



Şekil 1. Şifrelemenin genel yapısı

Böylece üçüncü şahıslar sadece bir müzik eseri ile karşılaştıklarını düşünürken şifreli metin istenilen kişilere iletilebilir.

Şifreleme, sayılar teorisinin önemli uygulama alanlarından birisidir. Üniversite seviyesindeki sayılar teorisi, elementer sayılar kuramı gibi derslerin içeriğinde şifreleme konusuna yer verilmekte ve sayılar teorisi kitaplarında şifrelemeye bölüm ayrılmaktadır. Bu derslerde şifrelemenin teorik altyapısı daha çok matematiksel olarak verilmekte, uygulamaları da matematiksel olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada şifreleme matematiğin ilgi çekici konularından biri olan sihirli kare ve müzik notlarıyla gerçekleştirilecektir. Böylece şifreleme konusunun ilgi çekici bir uygulaması yapılarak öğrencilerin bu konuya olan ilgisi arttırılmaya çalışacaktır. Aynı zamanda öğrencilerin matematiği farklı bir disiplin olan müzik ile birlikte kullanmaları sayesinde müziğe karşı olan ilgilerinin artması sağlanacaktır.

Bu çalışmada şifreleme yöntemlerinden Polybius şifrelemesinden faydalanılmıştır. Bu şifreleme yöntemi milattan önce 203 ve 120 yılları arasında Eski Yunan'da yaşayan Polybius

adında bir tarihçi tarafından bulunmuştur. Bu şifreleme yönteminde latin harfleri 5x5 lik bir kare matrisin içine yerleştirilerek tablo 1'de görüldüğü gibi her harf bulunduğu satır ve sütun ile tanımlanmıştır. Latin alfabesinde 26 harf olduğundan I ve J harfleri aynı sütuna yerleştirilmiştir (Macit, 2019). Ancak bu şifrelemenin Türk alfabesi ile uygulamasında satır ya da sütun sayıları arttırılabilmektedir. Böylece bütün harflerin farklı şekilde ifade edilmesi sağlanmaktadır.

	1	2	3	4	5
1	A	B	C	D	E
2	F	G	H	I/J	K
3	L	M	N	O	P
4	Q	R	S	T	U
5	V	W	X	Y	Z

Tablo 1. Polybius şifreleme tahtası

Bu tablo yardımıyla her harf iki sayının birleşimi ile ifade edilmiştir. Örneğin, "H" harfi "23" ve "U" harfi "45" ile ifade edilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan etkinlikte Polybius şifreleme tahtasındaki sayıların yerine notalar yerleştirilmiş ve her harf iki nota ile ifade edilmiştir.

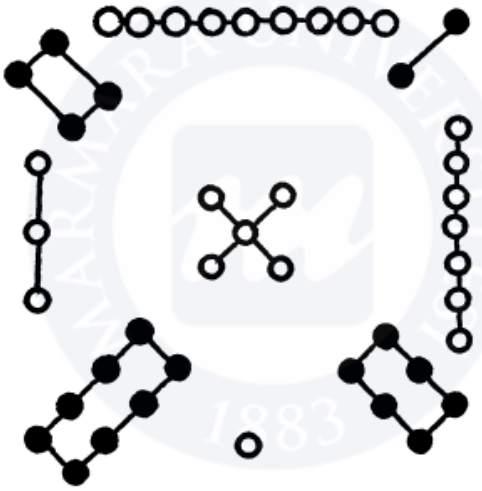
Sihirli kareler

Sihirli kare; her satır, her sütun ve iki esas köşegen üzerindeki sayıların toplamının eşit olduğu bir kare matristir. Satır, sütun ve köşegenlerin eşit olan toplamlarına sihirli sabit denir. Doğal sihirli kare ise 1'den n^2'ye kadar bütün sayıları içeren nxn lik kare matrislere denir (Al-Ashhab, (2012). Tablo 2' de 5x5 lik bir doğal sihirli kare gösterilmiştir. Bu sihirli karede 1' den 25' e kadar bütün sayılar bulunmaktadır.

3	16	9	22	15
20	8	21	14	2
7	25	13	1	19
24	12	5	18	6
11	4	17	10	23

Tablo 2. 5x5 lik Bir Sihirli Kare Örneği

Sihirli kareler yüzyıllardır insanların ilgisini çekmektedir. Sihirli karelerle ilgili ilk belge milattan önce 2200' de Çin' de bulunmuştur. Efsaneye göre bu dönemin imparatoru Yu bir kaplumbağanın kabuğunda bazı noktalar görür. Dikkatle baktığında kabuktaki noktaların dikey, yatay ve diyagonal olarak toplandığında aynı sayıyı verdiğini görür. Bu tarihte bilinen ilk sihirli karedir ve 3x3 boyutundadır. Şekil 2 ve tablo 3'de Yu'nun kaplumbağanın kabuğunda gördüğü iddia edilen şekiller ve bu şekillerin sihirli kareye dönüştürülmüş halleri bulunmaktadır. Bu sihirli kareyi oluşturmak kolay gibi görülse de Eski Çin'de dini ve felsefi açıdan farklı anlamlar taşıdığı düşünülmektedir (Cammann, 1961).



Şekil 2. Çin İmparatoru Yu'nun kaplumbağanın kabuğunda gördüğü şekiller

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Tablo 3. Kaplumbağa Kabuğundaki şekillerin sihirli kareye dönüştürülmüş hali

Sihirli kare daha sonra Hindistan ve Eski Yunan' a taşınmıştır. 9.yy' dan itibaren Arap dünyasında görülmeye başlanmış, gök haritalarının çiziminde kullanılmıştır. Daha sonra da Ortaçağ Avrupası' nda dini olgularla ilişkilendirilmiştir (Özdemir, 2015).

Sihirli kareler matematikte önemli uygulama alanlarına sahiptir. Şifrelemede (Ganapathy&Mani, 2009; Dharini&Davi, 2014; Pandey, 2013), lineer cebirde (Van Den Essen 1990; Elduque, 2004; Ward, 1980) ve matematiksel bulmacalarda sihirli karelerin kullanıldığı çok sayıda çalışmalar mevcuttur.

Etkinlik ve uygulaması

Etkinlik Ek-1'de görülebileceği üzere sihirli kare hakkında kısa bir bilgilendirme ve notalarla şifrelemenin nasıl yapılacağını anlatan bir bölümden oluşmaktadır. Sonrasında öğrencilerden istedikleri bir boyutta sihirli kare oluşturmaları istenmektedir. Bu sihirli karenin her hücresindeki sayılar Türk alfabesi 29 harften oluştuğundan mod 29' a göre hesaplanacak ve ardından da harflere dönüştürülecektir. Polybius şifrelemesinde olduğu gibi her satır ve her sütunun başına bir sayı yerine bir nota yerleştirilecektir. Böylece bir harf iki nota tarafından temsil edilecektir. Öğrenciler şifrelemek istedikleri metni oluşturdukları kare matris yardımıyla notalara dönüştürecek ve porteye yerleştireceklerdir. İsteyen öğrenciler müziği kullandıkları bir müzik aleti ya da bir müzik programı sayesinde sesli hale getirebilecektir.

Etkinliğin uygulanması aşamasında öğrencilere sihirli karelerin oluşturulma yöntemlerinden üç tanesi açıklanmıştır. Bu yöntemlerden ikisi kenar uzunluğu tek sayı olan sihirli kareleri oluşturma yöntemiyken üçüncüsü kenar uzunluğu dördün katı olan sihirli kareleri oluşturma yöntemidir. Öğrenciler bu yöntemlerden herhangi birini kullanarak istedikleri boyutlarda sihirli kareler oluşturdular. Ayrıca etkinlik başlamadan önce notaların porteye nasıl yerleştirileceği hakkında bilgilendirme yapıldı. Etkinliğin uygulanma süresi olarak bir sınır getirilmedi ve öğrenciler yaklaşık 80 dakikalık sürede etkinliği tamamladılar. Öğrencilerin oluşturdukları şifreli müzik notaları bazı öğrenciler tarafından sınıf içinde cep telefonlarına indirdikleri programlar yardımıyla müziğe dönüştürülürken kalan şifreli müzik notaları ders sonrasında bilgisayar programı yardımıyla müziğe dönüştürülmüştür.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada verilerin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasında nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması, nasıl ve niçin sorularına cevap arayan araştırmacının bir olguyu derinlemesine araştırmasını sağlayan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Çalışma grubu

Çalışmaya katılan öğrenciler amaçlı örneklem yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Ölçüt örnekleme yönteminde önceden belirlenmiş ölçütleri sağlayan kişiler üzerinde çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çalışmadaki ölçüt de daha önce sayılar teorisi ya da elementer sayılar kuramı dersini almış olmaktır. Bu ölçüte bağlı olarak Marmara Üniversitesi ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümü sayılar teorisi ve elementer sayılar kuramı dersi almış 3. ve 4. sınıf öğrencileri örneklem olarak seçilmiştir.

Veri toplama araçları

Veri toplama araçlarından gözlem, görüşme ve doküman incelemesi yöntemleri kullanılmıştır.

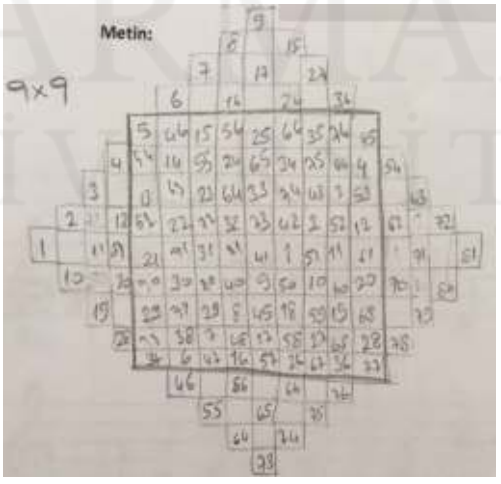
Öğrencilerin etkinliği gerçekleştirirken gözlemlenmiş, hangi teknikleri nasıl kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca etkinlik sonrası öğrenciler ile görüşmeler yapılarak etkinlik hakkındaki düşüncelerini ortaya koymaları sağlanmıştır. Son olarak doküman incelemesi yöntemi ile öğrencilerin etkinlik kağıtları incelenmiş ve analiz edilmiştir.

Veri toplama süreci

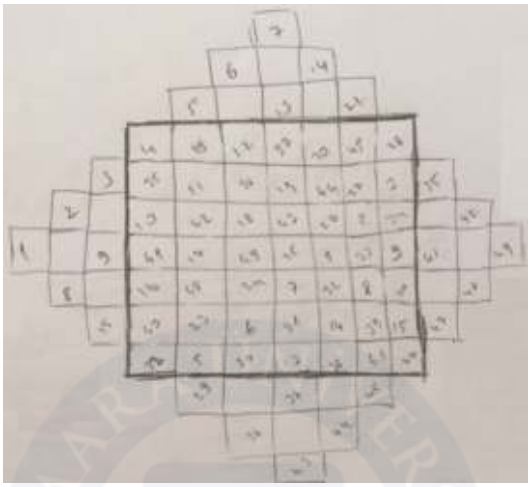
Etkinliğin uygulanması yaklaşık bir buçuk saat sürmüştür. Her öğrenciye etkinlik kağıdından verilmiştir. Ancak bazı öğrenciler ikişer kişilik gruplar halinde çalışmayı tercih etmişlerdir. Etkinliğin başında üç adet sihirli kare oluşturma yöntemi öğrencilere hatırlatılmıştır. Bu yöntemler sihirli karenin kenar sayısının tek veya çift oluşuna göre değişen üç farklı yöntemdir. Ayrıca müzik ile ilgisi olmayan öğrencileri bilgilendirmek amacıyla temel müzik notaları ve bu notaların porteye yerleştirilmesi hakkında bilgi verilmiştir. Öğrencilerden bazıları notalar ile şifrelemeyi tamamlayıp porteye yerleştirdikten sonra cep telefonlarına indirdikleri programlar yardımı ile şifreli metinlerinin nota hallerini müziğe dönüştürmüşlerdir.

3. BULGULAR

Etkinlik toplamda 19 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin 15 tanesi 7x7 lik sihirli kare kullanırken 2 tanesi 8x8 lik ve yine iki tanesi de 9x9 luk sihirli kare kullanmayı tercih etmiştir. Öğrencilere sihirli karenin boyutlarını nasıl seçtikleri sorulduğunda 7x7 lik kareyi kullananlar 7 nota olduğunu dolayısıyla 7x7 lik sihirli karenin yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Diğer boyutlarda kareleri kullananlar ise şifrelemeyi daha zorlaştırmak için farklı boyutları kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Şekil 3 ve 4'de iki öğrencinin oluşturdukları sihirli karelerden örnekler verilmiştir.

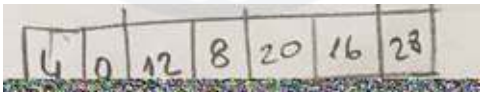


Şekil 3. Ö1'in oluşturduğu 9x9 luk sihirli kare



Şekil 4. Ö2'nin oluşturduğu 7x7 lik sihirli kare

Öğrenciler daha sonra sihirli karelerin hücrelerindeki her sayının mod 29 daki karşılığını bulmuşlardır. Bu hesaplamaları öğrencilerin bazıları kendileri yaparken bazıları hesap makinalarından faydalanmıştır. Şekil 5'de Ö2' nin oluşturduğu sihirli karedeki sayıların mod 29'a dönüştürülmüş hali bulunmaktadır. Ö1 ise oluşturduğu sihirli karedeki sayıları mod 29 da yazmak yerine direk olarak alfabedeki karşılıklarını yazmıştır.



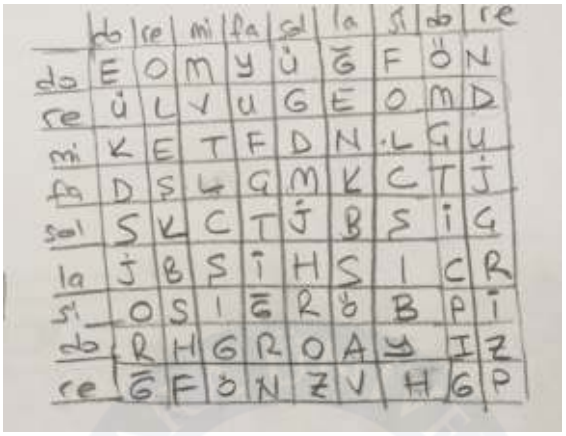
Şekil 5. Ö2'nin oluşturduğu sihirli karenin mod 29'a dönüştürülmüş hali

Öğrenciler sihirli karelerini mod 29'da oluşturduktan sonra tablo 4'den faydalanarak her hücredeki sayıları Türk alfabesindeki harflerle değiştirmişlerdir.

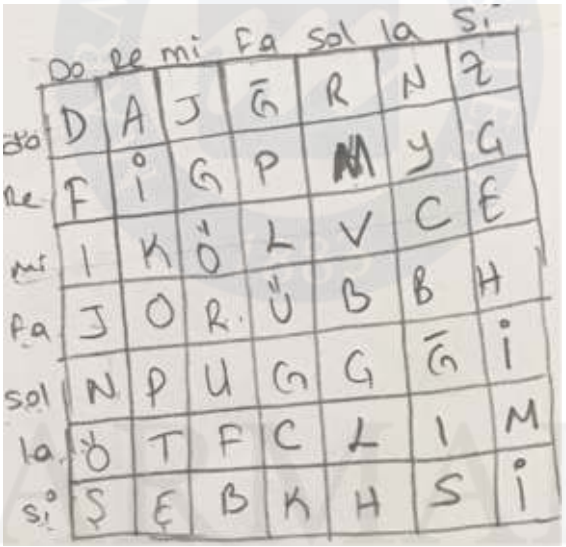
A	B	C	Ç	D	E	F	G	Ğ	H
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	İ	J	K	L	M	N	O	Ö	P
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R	S	Ş	T	U	Ü	V	Y	Z	
20	21	22	23	24	25	26	27	28	

Tablo 4. Türk alfabesinin sayılara dönüştürülmüş hali

Ardından öğrenciler Polybius şifrelemeye benzer olarak her sütun ve satırın başına notaları yerleştirmişlerdir. Şekil 6 ve şekil 7'de Ö1 ve Ö2'nin bu aşamada oluşturdukları kare matrisler görülmektedir.



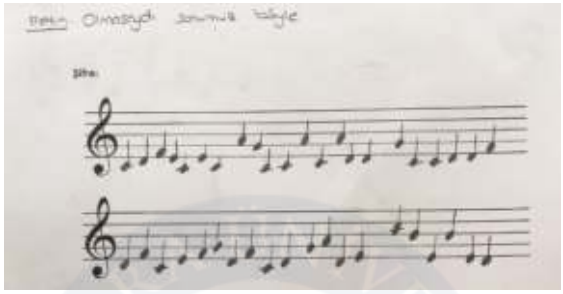
Şekil 6. Ö1'in oluşturduğu kare matris



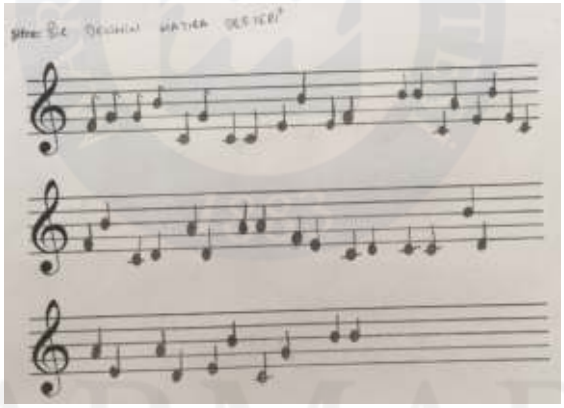
Şekil 7. Ö2'nin oluşturduğu kare matris

Şekil 6'da görüldüğü üzere Ö1, 9x9 luk bir sihirli kare ile etkinliğe başladığından do ve re notalarını iki kere kullanmıştır. Bu aşamada her harf iki nota tarafından ifade edilmektedir. Örneğin şekil 7' de ilk satır ikinci sütunda bulunan A harfi do-re olarak şifrelenirken üçüncü satır dördüncü sütunda bulunan L harfi ise mi-fa olarak şifrelenmektedir. Ayrıca kare matrislerde 29 dan fazla hücre bulunduğundan bazı harfler birden fazla sayıda kullanılmıştır. Örneğin şekil 7' de E harfi hem üçüncü satır yedinci sütunda hem de yedinci satır ikinci sütunda kullanılmıştır. Bu da E harfinin hem mi-si hem de si-re olarak şifrelenebileceğini göstermektedir. Bunu fark eden öğrenciler, şifreleyecekleri metinlerde birden fazla kullanılan harfleri farklı şifreleyeceklerini belirtmiş ve şifrelerinin kırılmasını daha zorlaştıracaklarını belirtmişlerdir.

Son aşamada öğrenciler kendileri belirledikleri cümleleri oluşturdukları kare matris yardımı ile şifrelemişlerdir. Aşağıda şekil 8 ve şekil 9' da Ö1 ve Ö2 öğrencilerinin oluşturdukları şifrelemeler görülmektedir.



Şekil 8. Ö1'in oluşturduğu şifreleme



Şekil 9. Ö2'nin oluşturduğu şifreleme

Son olarak Ö1 ve Ö2' nin oluşturdukları şifreli mesajlar bilgisayar programı yardımı ile müziğe dönüştürülmüştür. Oluşturdukları şifreli metnin müziğe dönüşmesini dinleyen öğrenciler çok heyecanlandıklarını belirtip farklı yorumlarda bulunmuşlardır. Öğrencilerden biri güzel şiirlerin belki bu şekilde müziğe dönüştürülebileceği fikrini ortaya atarken bir diğer öğrenci de notaların vuruşlarının da belli bir yöntemle oluşturulabileceği ve böylece şifrelemedeki müziğin daha anlamlı olabileceği fikrini öne sürmüştür. Şifreleri müziğe dönüştürülmeyen öğrenciler de internet üzerinden notaları müziğe dönüştüren program araştırmış ve araştırmacıdan kullandığı müzik programının ismini istemişlerdir. Daha sonra kendi şifrelerini de müziğe dönüştüreceklerini belirtmişlerdir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, üniversite matematik ve matematik öğretmenliği bölümlerindeki sayılar teorisi dersinde kullanılabilecek bir etkinlik tasarlanmış ve bu etkinliğin uygulanma süreci ve sonucu analiz edilmiştir.

Öğrencilerin şifreleme ve müziğe karşı olan ilgilerinin arttırılması için bin yıllardır matematiğin gizemli konularından biri olan sihirli kareler ve yine kökeni milattan önceye dayanan Polybius şifreleme yöntemi bir araya getirilerek bir etkinlik tasarlanmıştır. Etkinliğin müzik gibi herkesin bir şekilde ilgilendiği bir dalla ilişkilendirilmesi ilgi çekiciliği daha da arttırmıştır. Araştırma bulgularına göre, öğrenciler kendi seçtikleri bir metni satır ve sütunların başında notalar olan Polybius şifreleme ile şifreledikleri ve porteye yerleştirerek müziği elde edildikleri tespit edilmiştir. Araştırma sonunda öğrenciler ile yapılan görüşmelerde böyle bir şifreleme ile karşılaştıklarında çok heyecan duyduklarını, müzik yoluyla şifreleme yapmanın çok ilgilerini çektiklerini, oluşturdukları şifrelerin müziğini dinlemek istediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca bazıları bilinen şarkılar ve şiirler ile de mesajlar gönderilebileceği ya da insanlar tarafından sevilen ve ilgi gören şiirlerin de kendilerine ait müzikleri olabileceği fikrini ortaya atmıştır.

Üniversite seviyesindeki sayılar teorisi derslerinin birçoğunda konular teorik olarak anlatılmakta, bu da birçok öğrencinin ilgisini çekmemektedir. Bu çalışmadaki gibi yani matematiğin farklı bir disiplinle ilişkilendirildiği şifreleme etkinliği öğrencilerin şifrelemeye karşı olan ilgisini arttırmaktadır. Hall (2003) da modüler aritmetik öğretmek için şifreleme ve deşifreleme tekniklerini kullandığı çalışmasında şifrelemenin öğrencilerin motivasyonunda olumlu etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Kaur (2008) çalışmasında üniversite öğrencilerini araştırmaya yönlendirmek ve motivasyonlarını arttırmak için şifrelemenin kullanıldığı dersler hazırlamıştır. Sınıf içi tartışmaların ve grup çalışmasının olduğu derslerde öğrencilerin konu ve kavramları derinlemesine öğrendiği ve derse karşı olan ilgilerinin arttığı belirlenmiştir. Bu nedenle şifreleme dersini teorik olarak anlatmak yerine böyle etkinliklerin kullanılması öğrencilerin motivasyonu ve konuların daha derinlemesine öğrenilmesi açısından olumlu etkileri olacaktır.

Şifreleme, matematik ile ilgilenenler için oldukça ilgi çekici bir konudur. Şifrelemenin bu ilgi çekiciliğini kullanarak içinde şifrelemenin olduğu etkinlikler tasarlanıp farklı konuların öğretilmesi sağlanabilir. Bu çalışmada sadece bir şifreleme çalışması yapılmamış, sihirli karelerin oluşturulması ve müzikten uzak olanlar için müzik notalarının kullanılması sağlanmıştır. Benzer şekilde Chua (2006), Sezar şifrelemeyi matris öğretiminde kullanmıştır. Yaptığı etkinlik sayesinde matematiksel kavram ve becerilerin kazandırıldığını tespit etmiştir.

Yapılan araştırmalarda bu etkinlik benzeri yani Polybius şifreleme ile sihirli karenin bir araya geldiği etkinliklerin daha önceki çalışmalarda uygulanmadığı gözlemlenmiştir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan etkinlik geliştirilerek ve farklı örneklemler üzerinde uygulanarak çeşitli araştırmalar yapılabilir.

Matematik öğretmenliği bölümüne uygulanan bu çalışmanın bir benzeri müzik ile ilgili bölümlerde okuyan öğrencilere de uygulanabilir. Bu tarz müzik ile yakından ilgili bir çalışma bu bölümlerde okuyan öğrencilerin matematiğe karşı olan tutumunu olumlu yönde arttırabilir. Müzik bölümlerinde okuyan bu öğrencilerin matematiğe karşı olan tutumunu etkinlik öncesi ve sonrasında değerlendiren bir çalışma yapılabilir. Ayrıca bu etkinlik müzik yapan kişileri matematiksel metotları denemeleri yönünden teşvik edebilir. Bu etkinlik sonrasında müzik bölümlerinde okuyan öğrencilerin farklı matematiksel metotlarla müzik yapmalarını inceleyen çalışmalar yapılabilir.

Bu etkinlik, etkinliği uygulayan öğrencilerden birinin önerdiği gibi bazı eklemelerle notaların vuruş değerleri belirlenerek de uygulanabilir. Notalar tek vuruşluk, yarım vuruşluk veya çeyrek vuruşluk olarak belirlenirse ortaya çıkan müzik daha ilgi çekici olacaktır. Böylece elde edilen notalar tekdüze şekilde çalınmaktansa bir müzik eseri gibi farklı vuruşlarla da çalınabilecektir. Bu da öğrenciler için motivasyon kaynağı olacaktır.

Benzer bir etkinlik liselerde de uygulanabilir. Günümüzde şifreleme birçok alanda kullanılmaktadır ve öğrencilerin erken yaşlarda şifreleme ile tanışmaları önemlidir. Bu tarz etkinliklerle öğrenciler hem şifreleme ile tanıştırılabilir hem de ilgi çekici bir etkinlik olduğundan öğrencilerin şifrelemeyi merak etmeleri ve araştırmaları sağlanabilir. Dolayısıyla bu tarz etkinliklere lise seviyesinde de ihtiyaç vardır. Ayrıca bu etkinlik güzel sanat liselerinde uygulanırsa bu tür okullardaki öğrencilerin ilgileri matematiğe yönelebilir ve matematiğe karşı olan tutumları olumlu yönde gelişebilir.

KAYNAKÇA

Al-Ashhab, S. (2012). Special magic squares of order six and eight. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC)*, *1*(4), 769-781.

Cammann, S. (1961). The magic square of three in old Chinese philosophy and religion. *History of religions*, *1*(1), 37-39.

Chua, B.L. (2006). Harry potter and the cryptography with matrices. *Australian Mathematics Teacher, 62(3),* 25-27.

Elduque, A. (2004). The magic square and symmetric compositions. *Revista Matemática Iberoamericana*, *20*(2), 475-491.

Dharini, A., Devi, R. S., & Chandrasekar, I. (2014). Data Security for Cloud Computing Using RSA with Magic Square Algorithm. *International Journal of Innovation and Scientific Research, ISSN*, 2351-8014.

Ganapathy, G., & Mani, K. (2009, October). Add-On Security Model for public key Cryptosystem Based on Magic Square Implementation. In *Proceedings of the world congress on Engineering and Computer Science* (Vol. 1).

Hall, M. (2003). Calculator cryptography. *Mathematics Teacher*, *96(3),* 210-212.

Macit, H. B., Koyun, A., & Yüksel, M. E. (2019). Embedding Data Crypted With Extended Shifting Polybius Square Supporting Turkish Character Set.

Maity, M. (2014). A Modified Version of Polybius Cipher Using Magic Square and Western Music Notes. *International Journal For Technological Research In Engineering*, *1*(10), 1117-1119.

Kaur, M. (2008). Cryptography as a pedagogical tool. (ERIC Document Reproduction Service No. EJ810999).

Özdemir, A. Ş. (2015). Sayılar Teorisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Pandey, N. (2013). Secure Communication Scheme with Magic Square. *Journal of Global Research in Computer Science*, *3*(12), 12-14.

Van Den Essen, A. (1990). Magic squares and linear algebra. *The American Mathematical Monthly*, *97*(1), 60-62.

Ward, J. E. (1980). Vector spaces of magic squares. *Mathematics Magazine*, *53*(2), 108-111.

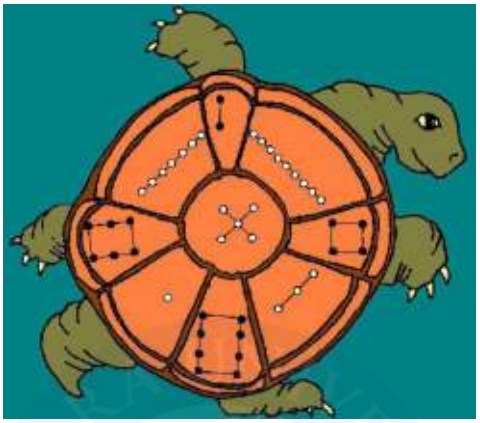
Yavuz, M. H. (2010). *Müzikle şifreleme-veri gizleme sistemi tasarımı ve gerçeklenmesi* (Master's thesis).

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, Seçkin Yayıncılık. *Baskı, Ankara*.

EK-1 SİHİRLİ KARE VE MÜZİK NOTALARI İLE ŞİFRELEME

Şifrelemenin amacı insanlar arasında güvenli bir iletişim sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda gönderilmek istenilen mesaj, çeşitli matematiksel yöntemlerle anlamsız şekle dönüştürülerek gönderilir. Mesajı alan kişi kullanılan yönteme göre gelen mesajı ilk haline döndürerek mesajı anlar.

Şifreleme için kullanılan matematiksel yapılardan biri sihirli karelerdir. Sihirli kareler yüzyıllardır insanların ilgisini çekmektedir. Sihirli karelerle ilgili ilk belge milattan önce 2200' de Çin' de bulunmuştur. Efsaneye göre bu dönemin imparatoru Yu bir kaplumbağanın kabuğunda noktalar görür. Dikkatle baktığında kabuktaki noktaların dikey, yatay ve diyagonal olarak toplandığında aynı sayıyı verdiğini görür. Bu tarihte bilinen ilk sihirli karedir ve 3x3 boyutundadır.



Sihirli kare daha sonra Hindistan ve Eski Yunan' a taşınmıştır. 9.yy' dan itibaren Arap dünyasında görülmeye başlanmış, gök haritalarının çiziminde kullanılmıştır. Daha sonra da Ortaçağ Avrupası' nda dini olgularla ilişkilendirilmiştir.

1' den n^2 ye kadar bütün sayıları içeren nxn lik sihirli kareye doğal sihirli kare denmektedir. Aşağıda 7x7 lik bir sihirli kare verilmiştir:

1	39	34	21	35	8	37
27	9	12	36	24	19	48
40	30	17	46	7	32	3
45	6	28	25	22	44	5
47	18	43	4	33	20	10
2	31	26	14	38	41	23
13	42	15	29	16	11	49

Bu doğal sihirli karede her satır, sütun ya da diyagonalin toplamı 175 yapmaktadır. Mod 29 da çalışılarak bu sihirli kare Latin alfabesine aşağıdaki tablo kullanılarak çevrilebilir.

A	B	C	Ç	D	E	F	G	Ğ	H	I	İ	J	K	L
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
M	N	O	Ö	P	R	S	Ş	T	U	Ü	V	Y	Z	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

B	I	E	S	F	Ğ	Ğ
Y	H	J	G	U	P	P
İ	B	O	O	G	Ç	Ç
N	F	Z	Ü	Ş	M	E
Ö	Ö	L	D	D	R	I
C	C	V	L	H	J	T
K	K	M	A	N	İ	R

7x7 lik bir doğal sihirli kareninin Latin alfabesine dönüştürülmüş hali

7 nota da her sütun ve satıra eklenerek her harf aşağıdaki tabloda olduğu gibi iki nota ile ifade edilebilir.

	do	**re**	**mi**	**fa**	**sol**	**la**	**si**
do	B	I	E	S	F	Ğ	Ğ
re	Y	H	J	G	U	P	P
mi	İ	B	O	O	G	Ç	Ç
fa	N	F	Z	Ü	Ş	M	E
sol	Ö	Ö	L	D	D	R	I
la	C	C	V	L	H	J	T
si	K	K	M	A	N	İ	R

Şimdi "NOTALAR İLE ŞİFRELEME" kelimelerini yukarıdaki tablo ile şifreleyip porteye yerleştirelim.

N: fa do O: mi fa T: la si A: si fa L: sol mi A: si fa R: si si

İ: mi do L: la fa E: do mi

Ş: fa sol İ: si la F: do sol R: sol la E: fa si L: sol mi E: fa si M: fa la E: do mi

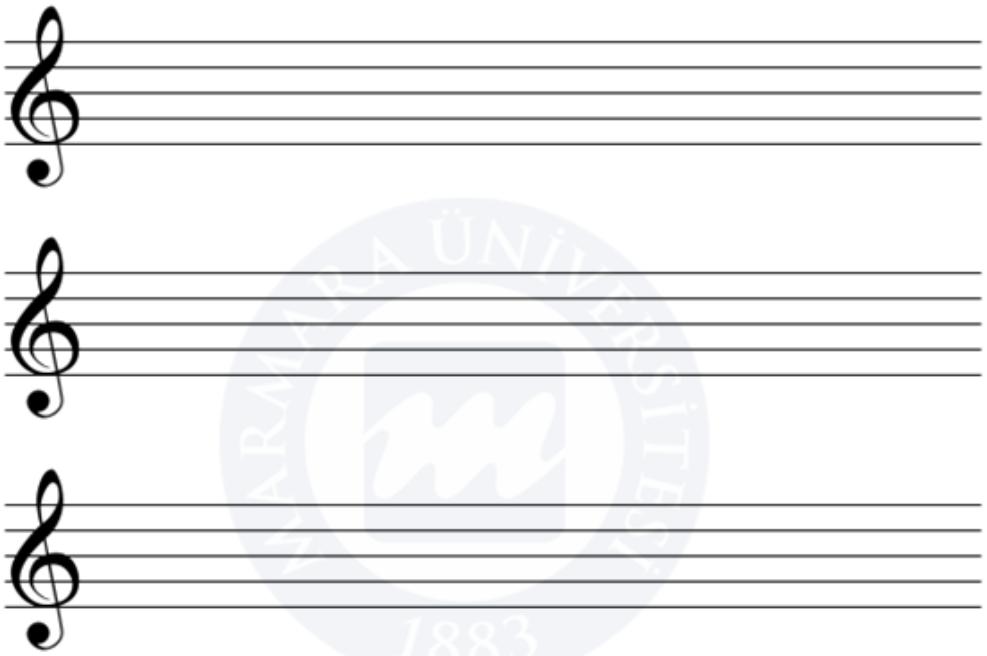


Deşifre için de notaları porteden bakarak yazıp ikişer ikişer gruplayarak, sihirli kare tablosunun harfli versiyonundan deşifre harfler elde edilebilir.

Arkadaşınıza göndermek istediğiniz metni derste öğrendiğiniz herhangi bir sihirli kare kullanarak notalar halinde şifreleyiniz. İsterseniz bu şifreyi müzik halinde de gönderebilirsiniz.

Metin:

Şifre:



MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK VE MATEMATİK ETKİLEŞİMİNİN TOPLUMSAL YAŞAM KALİTESİNİN ARTIŞINA KATKI SAĞLAMA POTANSİYELİ ODAKLI, İŞLEVSEL ÖRNEKLER VE ÖNERİLER

FUNCTIONAL EXAMPLES AND SUGGESTIONS TO DEVELOP THE SOCIAL LIFE QUALITY POTENTIAL FOCUSED OF THE MUSIC AND MATHS INTERACTION

Alp ÖZEREN*

Öz

Gerek müzik ve gerekse matematik disiplinleri; yalnızca eğitim ortamlarında değil, günlük yaşantılarımızın hemen her anında ve alanında karşımıza çıkabilmektedir. Günümüz bilimsel çalışmalarında, disiplinlerarası işbirliği, çok daha etkin bir seviyeye erişmiş bulunmaktadır. Öte yandan; özellikle kent yaşantılarının neden olduğu kronik yorgunluk sendromu, travma sonrası stres bozukluğu, anksiyete bozukluğu, tükenmişlik sendromu gibi olumsuz neticelerin (*üstüne bir de medya okuryazarlığı düzeylerinin düşüklüğü esnasındaki yoğun medya bombardımanı eklenince…*) , yalnızca bireysel değil, toplumsal yaşam kalitelerinde de negatif sonuçlar oluşturduğu, kolayca ve üzülerek gözlenebilen, bilinen gerçekler halini almıştır. Bildiri ile, 'Halkla İlişkiler' disiplininden de müzik ve matematik arasında bir köprü gibi yararlanılarak; bireysel ve toplumsal bağlamda, **'matematik+müzik = akıl+duygu'** gibi bir formüle nasıl erişilebileceği ve bu formülün toplum yararına nasıl değerlendirilebileceği yönünde farkındalık yaratabilmek; çözüm odaklı görüşler, öneriler geliştirebilmesine katkılar sunabilmek amaçlanmaktadır.

Tarama, değerlendirme yöntemiyle hazırlanacak olan bildirinin sorunsalı, müzik ve matematik disiplinlerinin ayrı ayrı ya da işbirliği ile pek çok toplumsal sorunun çözümüne büyük katkılar sunma potansiyelleri bulunmasına karşın; yararlanılmadan, coşkuyla ve boşa akan nehir gibi, musluk gibi olası çözümler, projeler hakkında yeterince düşünülmemesidir. Problem ise; tecimsel unsurlar ile bireysel ve toplumsal fayda arasında bulunması gereken etik dengenin oluşumuna somut, işlevsel ve kalıcı katkılar sunabilmektir.

* Dr., Kadıköy Halk Eğitimi Merkezi ve Akşam Sanat Okulu, alpozeren@gmail.com

Müziğin; tıp başta olmak üzere diğer disiplinlerle oluşturup geliştirdiği çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar düşünüldüğünde (*ki bu sonuçların bazıları da, bildiride yer alacaktır*); mevcut sayısal veriler ile istatistiki sonuçların sistemli ve sürekli olarak analiz edilmesi, değerlendirilmesi; matematik ve müzik disiplinlerinin planlı ve işlevsel etkileşimi sonucunda elde edilecek verilerin, sonuçların müziğin onarıcı etkileri ile bağlantısının kurulması, toplumsal yaşam kalitelerinin artışına da kayda değer katkılar sunabilecektir.

Matematik disiplini aracılığıyla sunulacak istatistiki veriler sayesinde; bireysel ve toplumsal iyileşme yönünde müzikten yararlanma unsurlarının, araçlarının; gereklilik, çeşitlilik, planlama, programlama düzeyleri de gerçekçi, verimli şekilde organize edilebilecektir.

Teknoloji kullanımının, akıl ve duygu sınırlarını zorlayacak seviyeye eriştiği; insanların robotlaştığı, robotların insanlaştığı bir süreçte; matematik ve müzik uzmanlarının işbirliği neticesinde oluşturup geliştirecekleri sosyal, toplumsal sorumluluk içerikli analizler ve çözümler; bugün ve gelecekte, insani değerlerin korunabilmesi yönünde de gerçekçi ve işlevsel yararlar sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Toplumsal yaşam kalitesi; Disiplinlerarası işbirliği; Medya bombardımanı; Matematik, müzik etkileşimi

Abstract

Both music and mathematics disciplines are not only for education but for every part of our life. Interdisciplinary works are more important and effective today. There are many negative factors at city life; like chronic fatigue syndrome, post-traumatic stress disorder, anxiety disorder, burnout syndrome (*unsufficient media literacy is another important problem for the society*). Aim of the paper is to use Public Relations discipline as a bridge between Music and Maths; then try to realize the '**maths+music=mind+emotion**' formule in the context of person and society. It is intended to develop an awareness about to use this formule for the benefit of the society with the paper.

The method of the paper is screening evaluation and the problematic of the paper is to emphasize the solving potential of maths and music about the social problems. Because both maths and music are like flowing rivers without using for to solve many problems of societies. Problem is to develop a balance between commercial and personal, social benefit in the context of ethic values.

If we think about some results which appear as a result of cooperations of music and other disciplines (*especially medicine*); there would be many valuable contributions fort he society if we analyse available digital datas of these cooperations in the context of maths and music.

Thanks to statistical datas through maths discipline; using music for the health of the society would be more scientific, realistic, organized,

Using technology is pushing the limits of minds and emotions today; nearly human turns to robots and robots turn to human. At this time; it is more important the cooperation of maths and music for saving the human values.

Keywords: Social life quality; Interdisciplinary cooperation; Media bombardment; Maths and Music interaction

GİRİŞ

Bildirinin Vizyonu

Matematik ve Müzik disiplinlerinin; uzmanlık boyutu bulunan birer bilim, sanat ve dil oluşunun yanı sıra; herkesin, tüm yaşantısında 7/24 yer alışının da gereğince vurgulanması, hissedilmesi yönünde kalıcı ve işlevsel bir farkındalık oluşumuna, gelişimine katkı sağlayabilmektir.

Bildirinin Misyonu

Matematik, Müzik ve ayrıca Halkla İlişkiler disiplinlerinin işbirliği neticesinde; kısa ve uzun vadede, birey ve toplum yaşantılarına dair pek çok konuda olumlu değişimler, gelişimler sağlanabileceğine dair fikirler oluşturmak, geliştirmek ve bu fikirlerin, uygulamaların kamu yararına sunulmasına katkı sağlayabilmektir.

Bildirinin Sorunsalı

Müzik, Matematik ve Halkla İlişkiler disiplinlerinin birlikte oluşturabilecekleri ortak güç ile; toplumsal yaşam kalitesinde kayda değer olumlu neticeler elde edilebilecekken; açık bırakılmış ve bir havuzda toplanıp yararlanmak yerine, boşa akan 3 ayrı su kaynağı konumunda bulunmaları ve özellikle de müzik ve matematik disiplinlerinin, halkla ilişkiler disiplininden geniş ve dayanıklı bir köprü olarak yararlanarak işlevsel ve kalıcı, sosyal sorumluluk odaklı toplumsal işbirliği projeleri oluşturma, geliştirme algısının güçlendirilmesidir.

Bildirinin Problemi

Matematik, Müzik ve Halkla İlişkiler disiplinlerinin etik değerleri ön planda tutarak; tecimselliğin dozunu kontrol altında tutmak için somut ve samimi çaba göstererek; her üç disiplinin etkileşimi ve işbirliği ile azami ölçüde toplumsal yararlar sağlayacak projeler tasarlamak, gerçekleştirmek ve konuyla ilgili bir innovasyon havuzu oluşturmak fikrinin anlam, önem ve değerini, geniş kitlelere özgürce anlatabilmektir.

Bildirinin Önemi

Disiplinlerarası çalışmalar alanına; yeni ve gerçekçi bir işbirliği önerisi sunmanın yanı sıra; halkla ilişkiler disiplini de eklenerek, her 3 disiplinin ayrı ayrı kendi içeriklerinin de toplum yararına güncellenmesi yönünde kabûl edilebilir, uygulanabilir bakış açıları oluşturulması, geliştirilmesi amacına hizmet edilmesi olarak özetlenebilir.

Bildiriye; daha önce, farklı toplantılarda da paylaşmış olduğum bir fıkra ile başlamak istiyorum. Bu fıkrayı paylaşmaktaki amacım; farklı disiplinlerin çalışanları, ortak çalışmalar

öncesinde, esnasında ve de sonrasında birbirlerinin alanları hakkındaki temel hususlarda gereğince bilgilendirilmedikleri takdirde, ortaya komik ve vakit kaybettirici neticeler çıkabileceğini tebessüm ettirerek anlatabilen bir örnek ile vurgulayabilmektir.

(…) Bir sanayi şirketinin genel müdürü ve aynı zamanda bir kültür vakfınca kurulan senfoni orkestrasının yönetim kurulu başkanı, o ayın konseri olan Schubert'in Bitmemiş Senfonisi'ne gidemeyeceği için yerine şirketin verimlilik uzmanını gönderir. Ertesi hafta, verimlilik uzmanından, teşekkür yerine bir değerlendirme raporu alır."Sayın Genel Müdürüm, 1-Dört obuacı, konserin önemli bir zaman diliminde boş oturmuşlardır. Bunların sayısı azaltılmalı ve diğerlerinin konsere daha çok katkısı sağlanmalıdır. 2 – Oniki kemancı, aynı anda aynı hareketi yapmakta, aynı notaları seslendirmektedirler. Burada da personel tasarrufu yapılmalıdır. 3 – Özellikle onaltılık notaların çalınması gereksizdir. Çünkü izleyiciler, sekizlik notalarla onaltılık notalar arasındaki farkı anlar görünmemektedirler. Dolayısıyla sekizlik notalarla eser icra edilmeli, yüksek ücretli keman ustaları yerine stajyerler kullanılarak masraf düşürülmelidir. 4 – Yaylı sazlarla işlenen pasajların nefesli sazlarla tekrarı ve bunun açtığı gereksiz düplikasyonlar önlenebilir, böylece iki saatlik konser, yirmi dakikaya iner. Eğer Schubert, bütün bunları dikkate almış olsaydı, Bitmemiş Senfoni bitmiş olurdu. Saygılarımla. (Almelek, A., 2004, s. 106-107)

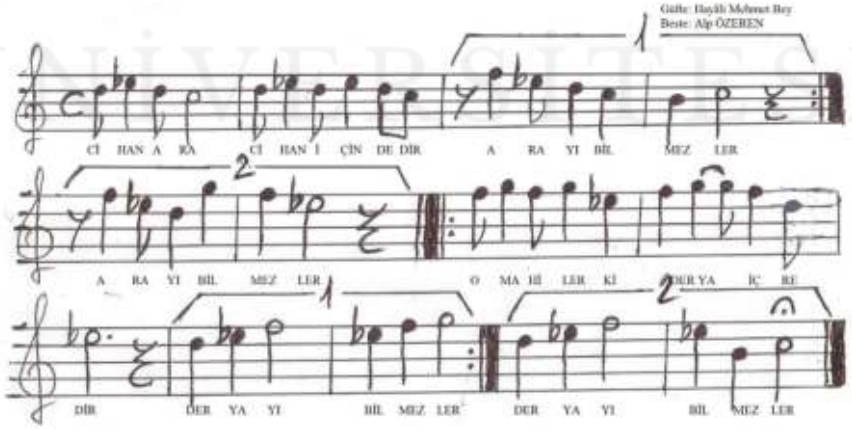
Tebessüm ederken düşünmemizi sağlayan bu sevimli fıkrada dahi müzik ve matematiğin ne denli birarada ve iç içe bulunduğunu rahatça görebilmekteyiz.

Yine bildirimin giriş bölümünde, bir divan şiiri örneğinden bir beyit paylaşmak isterim:

CİHÂN-ĀRA CİHÂN İÇİNDEDİR ĀRĀYI BİLMEZLER
O MĀHİLER Kİ DERYÂ İÇREDİR DERYÂYI BİLMEZLER

(Anlamı: Cihânı bezeyen, cihânın içindedir; herkes onu aramayı bilmez. Nitekim; denizdeki balıklar da, denizin ne olduğundan haberdar değildir.) (Onan, N. H., 1941, s. 137)

Kongre sunumum için, bu beyiti besteledim. O bestenin notasını da paylaşmak isterim:



Neden bu beyit denecek olursa; 'Matematik, Müzik ve Halkla İlişkiler'in, her 3 disiplinin de, bireyin ve toplumun yaşantılarını tümüyle kavrayış yönleriyle benzerlik gördüğüm için yanıtını veririm.

Katılmaktan gurur duyduğumuz bu kongrenin en önemli yararlarından biri; müzik ve matematik disiplinlerinin, aslında ne denli bir arada bulunduklarını okuyup yazarak, hissederek yaşantılarımıza katmamız oldu. Şimdi; bu noktadan hareket ile, her iki disiplinin ayrı ayrı hususiyetlerini de dikkate alarak, bu birlikteliği birey ve toplumun yaşam kalitesinin artışı için kullanma yönünde innovatif düşünmeye, daha sağlam adımlarla yönelebiliriz.

Farklı disiplinler, kendi iç dinamikleri ile çok değerli çalışmalar gerçekleştirmiştir, gerçekleştirmektedir ve bundan sonra da gerçekleştirecektir kuşkusuz. Disiplinlerin birbiriyle etkileşimi, işbirliği, çelişkileri, çatışmaları vb. hususlarda ise yöneylem uzmanlarının yanı sıra halkla ilişkiler (PR) uzmanlarının katkısına da ihtiyaç bulunmaktadır. Halkla İlişkiler disiplini; özellikle 21. yüzyılda, her alanın, her kişi ve kurumun kamuoyu nezdindeki itibarı, güvenilirliği hususları başta olmak üzere (*etik değerleri de tavizsizce ön planda tutarak*) hemen her hususta bir sunucu rolü, görevi üstlenmiş bulunmaktadır. Reklâm ve pazarlama alanları ile kıyaslandığında; etik değerleri ve unsurları ön planda tutuşu ile öne çıkan ve ayrılan PR alanından; olası ve gerekli Müzik ve Matematik işbirliği çalışmalarında da gereğince yararlanılması akılcı ve gerçekçi bir yaklaşım olacaktır.

Bu noktada; 1970 lerin ortalarında, 65 uzman ve 472 farklı halkla ilişkiler tanımlamasının sentezi olarak oluşturulan bir tanımı paylaşmakta yarar bulunmaktadır.

Halkla İlişkiler, bir kuruluşla hedef kitlesi arasındaki karşılıklı iletişimi, anlayışı, kabulü ve işbirliğini oluşturmaya ve sürdürmeye yardımcı olan, sorun ve problemlerin yönetimini içeren, kamuoyuna cevap veren, kamuoyunun bilgilendirilmesi için yönetime yardımcı olan, kamu yararına hizmet etmek için yönetimin sorumluluğunu tanımlayan ve vurgulayan, eğilimleri önceden tahmin etmeye yardımcı olmak için bir erken uyarı sistemi gibi hizmette bulunan, değişikliklerden etkin bir biçimde faydalanmak için yönetime yardımcı olan ve başlıca araçları olarak ahlâki iletişim tekniklerini kullanan ayrıcalıklı bir yönetim fonksiyonudur. (Okay, A., Okay, A., 2001, s. 2)

Yukarıdaki tanımda da görüldüğü üzere; Halkla İlişkiler'in en önemli ve öncelikli unsurlarından biri, ahlâki iletişim tekniklerini kullanıyor olmasıdır. Bu, bir anlamda; 'ÖNCE ETİK, SONRA SATIŞ' ilkesini benimsemesi anlamına gelmektedir. 'NE OLURSA OLSUN SATIŞ' yaklaşımından uzak bulunma ideali, halkla ilişkileri, disiplinlerarası bir köprü olma yolunda güvenilir kılmaktadır.

Matematik ve Müzik disiplinlerinin somut etkileşimine dair bazı alıntılar da şöyledir:

(…) Denilebilir ki, Atina'da Euclid'in eğitimini tamamladığı Platon Üniversitesi'nin kapısında yazan ''Geometri bilmeyen hiç kimse bu kapıdan içeri alınmaz" sözü, müziğe

yönlendirilebilir. Çünkü geometrik yapıyı güçlendiren temel yapı müzikten başka bir şey değildir… Birçok farklı bilim dalı ile ortak bir noktada biraraya gelebilen müziğin, özellikle; matematik, fizik, psikoloji, sosyoloji gibi bilim dalları ile daha yakın bir ilişki içerisinde olduğunu söylemek mümkündür. (Kazan, S., 2017, s. 201)

(…) Müzik, matematiğin anlaşılması ve sevdirilmesi için çok etkili bir yöntemdir. (Kazan, S., 2017, s. 199)

Örneğin ve özellikle çocukların eğitiminde müzik en etkili ve vazgeçilmez araçlardan biridir.

(…) Çocuklara verilecek zengin bir müzik eğitimi, çocukların problem çözme yeteneklerinin gelişmesini sağlar. (Güler, N., 2008, s. 75)

(…) 2001 yılında yapılan bir araştırmada, 8 yaş grubundaki çocukların matematik yetenekleri, müzik yetenekleri ve soyut zekaları arasındaki ilişki istatistiksel açıdan incelenmiştir. Toplam 75 çocuğa müzik yetenek testi, matematik yetenek testi ve souyut zeka belirleyici testi uygulanmıştır. Öğrencilerin müzik yetenekleri ve matematik yetenekleri arasında 0.423lük bir ilişki bulunmuştur ve bu ilişki katsayısı istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde anlamlıdır. Çocukların müzik yeteneği yükseldikçe matematik yeteneği artmaktadır. Müzik yeteneği ile soyut zeka arasında ise, 0.295 lik bir ilişki bulunmuştur ve bu istatistiksel açıdan 0.01 düzeyinde anlamlıdır. Öğrencinin müzik yeteneği arttıkça, soyut zekası da artmaktadır. Sonuç olarak her iki değişken de(matematik yeteneği ve soyut zeka seviyesi), müzik yeteneği ile ilişkilendirildiğinde anlamlı bir farklılık göstermiştir.Matematik yeteneği ile müzik yeteneği arasında oldukça anlamlı bir ilişki vardır. (Güler, N., 2008, s. 75)

(…) Çevremizdeki itiş kakıştan, öğrenme ve başarmayı sağlayan beynin ve bedenin ritmik uyumunu yitiriyoruz. (Ostrander, S., Schroeder, L., 1995, s. 60)

(…) Eski matematikçiler evrene bakıp,değişik gezegenlerin devir nispetlerini gözleyip, doğadaki periyodik ritimleri sayarak, insan bedeninin oranlarını hesaplamışlar. Hep birlikte, 'kutsal geometri' adını verdikleri matematiksel oranları belirlemişler. Eğer bu oranlar müzikte ve mimaride kullanılırsa, evrenin yaşam güçleriyle aynı titreşimde yankılanacağına, böylece hayatı zenginleştireceğine inanırlarmış. (Ostrander, S., Schroeder, L., 1995, s. 69)

(…) Yetersiz matematik eğitimi, matematikle ilgili psikolojik engeller ve hayali algılar insanların çoğunu sayı cahili yapmaktadır. Eğer reklamcıların yanlış iddialarına, şarlatan doktorlara ve sahte bilimadamlarına direneceksek, içimizde istatistik konusunda sağlıklı bir kuşkuculuk geliştirmeliyiz… Birçok insan sayıların matematikçilerin uğraşı alanına girdiği kanısındadır. Oysa günlük yaşamında matematiği kullanan her insan, bunun yararını görecektir… Borsa stratejileri, eş seçimi, fal, diyet ve tıbbi iddialar, terörizm riski, astroloji, spor rekorları, seçimler, cins ayrımcılığı, UFO'lar, parapsikoloji, piyangolar ve ilaç testleri gibi

güncel konulara matematik açıdan bakmak onları algılayışımızı değiştirecektir. (Paulos, J. A., 1998, s. arka kapak)

Yukarıdaki alıntılardan da anlaşılabileceği üzere; matematik de, en az müzik kadar insan yaşantısının hemen her anında, alanında yer alabilen bir unsurdur. Hatta; müziğin içinde matematiğin ve matematiğin içinde de müziğin diğer tüm unsurlardan daha fazla yer aldığı dahi öngörülebilir. Toplumsal yaşam kalitesinin varlığı ve artışında, bireylerin mutlulukları ve yaşam kaliteleri öncü rol üstlenmektedir. Bu noktada; bireyleri yalnızca birer istatistiksel veri kaynağı olarak görmemek adına müzikten nasıl yararlanılabileceği sorusu, bildirinin en önemli yola çıkış noktalarından biri olmaktadır.

(…) HINDEMİTH'e göre; yan yana, güzel bir ortamda, birlikte müzik yapan insanlar düşman olamazdı. (Antep, E., 1999, s. 61)

Gündelik Yaşamda Gürültü

İnsanlığın en büyük ve acil çözüm bekleyen sorunlarının başında, her türlü gürültü yer almaktadır.

**Gürültü sorunu;
tüm insanlığın,
giderek artan
bir sorunudur
ve
tüm insanlığın
kimyasını bozmaktadır.**

(…) Büyükşehirde yaşayan bir kişi bir günde çevresinde ortalama 7 bin tasarımlanmış mesajla karşılaşıyor. Bu profesyonel mesaj tasarımları, her tür medyadan, insana çözümlemesi ve istenilen tüketim davranışına geçmesi için sunuluyor. Bir süre sonra beynimiz, tasarımlanmış mesaj sağanağı arasından gerçek, doğal mesajı bulmak için çırpınır hale geliyor. Ya da bu çözümlemelerden yorulan kişi kendini, yaşam biçimine, değerlerine ve ekonomik durumuna uygun mal ve hizmet tüketimine, bir diğer deyişle aldanımına bırakıyor. (Rigel, N., 2000, s. 89)

Bu bağlamda; medya okuryazarlığı olgusunun da kısaca incelenmesinde yarar bulunmaktadır.

(…) Lewis ve Jhally, medya okuryazarını, " mesajların yaratılması, üretilmesi ve iletimi aşamalarında karşılaşılan kültürel, ekonomik, politik yaptırım ve teknolojik koşulların farkına varan kişi" olarak tanımlamaktadır. 1992 yılında, Amerika'da, Aspen Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen medya okuryazarlığı konusundaki ilk ulusal konferansta, bilim adamları, medya okuryazarı kişiyi, " yazılı ve elektronik araçların iletilerini çözebilen, analiz ve değerlendirme yapan ve kendi mesajını üretebilen birey" olarak tanımlamışlardır. Medya okuryazarlığı terimi yerine "medya yetkinliği"ni kullanmayı tercih eden VARİS'e göre; kişinin bu alanda yetkin sayılabilmesi için, beş alanda bilgilenip kendini geliştirmiş olması gerekmektedir. Bunlar sırasıyla, aşağıdaki şekilde aktarılmıştır:

1) Kitle iletişim araçlarının ürünleri, kültürel olarak üretilmiş yapılar bütünüdür. Araçların yapısal özelliklerini bilmek önemlidir.

2) Her kitle iletişim aracının farklı dili vardır. Bunları öğrenmenin en iyi yolu, kişinin bu araçları kullanarak kendi mesajlarını üretmesidir.

3) Toplum içinde, mesajlar, değişik biçimlerde yorumlanabilir. Önemli olan, kişinin, kendi yorumunu yapabilmesidir.

4) Pazar ekonomisinin hakim olduğu yerlerde, araçların, ticari kaygılardan dolayı, belli içeriklerin üretilmesine yönelik güçlü eğilimleri vardır. Bu çıkarlar hakkında bilgi sahibi olunması, yönlendirilme tehlikesini azaltır.

5) Tarafsız medya ortamı diye bir şeyden söz edilemez. Kitle iletişim araçlarının konuları ele alınırken, temeli oluşturan varsayımların bilinmesi önemlidir.

Görüldüğü gibi; medya okuryazarlığı, pek çok yazar tarafından "bir dünya görüşü", "yetenek" veya bilgi birikimi olarak farklı yönleriyle tartışılmıştır. Bu yazarların birleştiği ortak nokta ise; aracın özelliklerinin yanısıra aktardığı bilginin yapısı ile, bu bilginin kişi tarafından anlamlandırılma biçimine bağlı olmasıdır. Bu anlamlandırma biçimi, bir çeşit okuma şekli olarak, ailede başlayan ve okulda geliştirilen gelişimsel bir beceri sürecidir. (Ertürk, Y., Akkor, G., 2006, s. 48-49)

Gündelik yaşamda gürültü olgusu, 4 temel başlık altında toplanabilir.

İşitsel Gürültü / Görsel Gürültü / Kavramsal, Düşünsel, Bilişsel Gürültü / Davranışsal Gürültü

Bu başlıkları açıklayacak olursak;

İŞİTSEL GÜRÜLTÜ; Özellikle kent yaşantılarında, teknolojinin (*taşıt araçlarının doğal gürültüsü, ses yükseltici cihazların orantısızca ve kontrolsüzce, bilinçsizce kullanımı vb.*) insan sağlığı, ortam uygunluğu vd. hususlar dikkate alınmadan yer alması ile,

GÖRSEL GÜRÜLTÜ; Özellikle işyeri tabelâlarının mekân, çevre uygunluğu dikkate alınmadan gelişigüzel yerleştirilerek bireysel ve toplumsal bağlamda ruh sağlığımız üzerinde pasaklılık duygusuna dayalı şekilde yarattığı huzursuzluk ve rahatsızlık ile,

KAVRAMSAL, DÜŞÜNSEL, BİLİŞSEL GÜRÜLTÜ; Ülkemizi örnek aldığımızda, işyeri tabelaları, yerleşim alanları vb. adlandırmalarda Türkçe isimler yerine EZİCİ DÜZEYDE İngilizce vb. isimlerin kullanılmasının yarattığı eziklik, anadilimizin kendi topraklarımızda dahi ikinci sınıf oluşu duygusunun yarattığı düşünsel ve bilişsel gürültünün yanı sıra; neredeyse her yerde, her ortamda ve her vakitte toplum sağlığı hiçe sayılırcasına var olan gürültü neticesinde (*ki buna, her türlü medya bombardımanının yaratmakta olduğu reklâm vb. gürültüleri de eklenebilir…*) bireylerin ve toplumların öğrenilmiş çaresizlik içinde tahammül etmek zorunda bırakıldıkları gürültüler ile,

DAVRANIŞSAL GÜRÜLTÜ; görgü kuralları, trafik kuralları, genel adaba ve ahlâka uygun davranış ve yaklaşımların gereğince dikkate alınmayışı (*çevre kirliliğine duyarsızlık, trafik kurallarını çiğneme eğilimi, hemen her ortamda nokta, virgül yerine küfürlü konuşma alışkanlığı, büyük ölçüde yitirilmiş öfke kontrolü vb.*) ile kendini göstermektedir.

Bu başlıklara örnekler verecek olursak;

İŞİTSEL GÜRÜLTÜ:

(…) Sesin şiddeti, desibel ile ölçülür. Yaprakların hışırtısı 10 desibel, fısıltı 30 desibel olarak kaydedilmiştir. Sessiz bir ev ua da büro 40 ya da 50 desibeldir. Normal bir konuşma da yaklaşık 60 desibeldir. Trafiğin en yoğun olduğu saatlerde desibel 70 i bulur. Bağıra bağıra yapılan konuşmalar, basınçlı asfalt matkapları, motosikletler 100 desibele kadar çıkar. Elektrikli testereler 110 desibel, gürültülü rock müzik ve araba kornaları 115 desibel kadardır. Fırlatılmak üzere olan bir roket, 180 desibele ulaşabilir. Bedende yakınmalar, 125 desibelden sonra başlar… (Campbell, D., 2002, *s.* 47)

(…) Arabalar, buzdolapları, dijital saatler, televizyonlar, bilgisayarlar, telesekreterler bedenimizin ve beynimizin durmadan baş etmesi gereken sesler yayar. Anne babalarımızın ya da dedelerimizin ve ninelerimizin hayal edebileceğinden yüzlerce kat daha fazla sesli titreşimsel veri bombardımanı altındayız. Yaklaşık 60 milyon Amerikalıda duyma kaybı olduğu ve bunun üçte birinin de yüksek sese maruz kalmaktan kaynaklandığı saptanmıştır. (Campbell, D., 2002, s. 50)

"Birgün gelecek ve insanlar bir zamanlar kolera ve vebayla savaştıkları gibi, {gürültü} ile savaşmak zorunda kalacaklar."

ROBERT KOCH

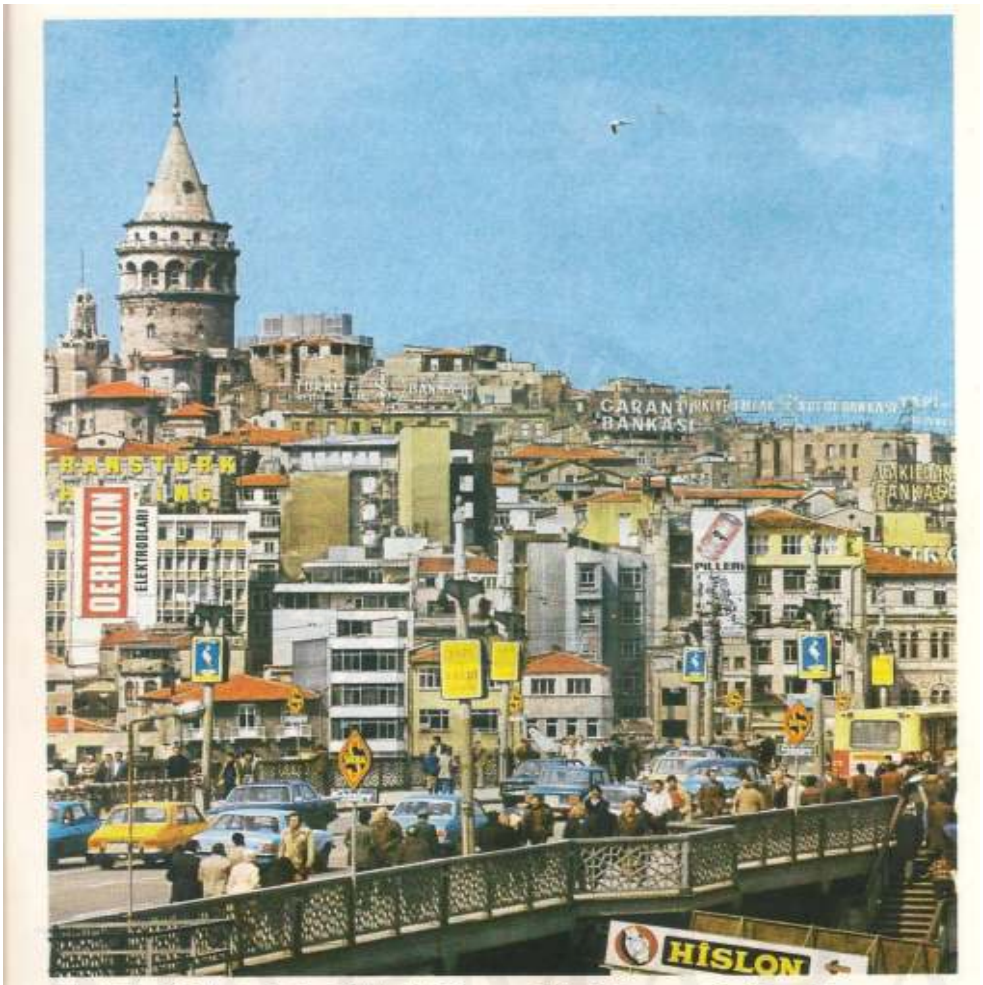
(*kolera basilini keşfeden bilim insanı*)

(Campbell, D., 2002, s. 50)

İşitsel gürültülerin; hangi ortamda, hangi iklimde, ne kadar sürede, nasıl etkiler yapacağı konusunda kapsamlı, düzenli ve sürekli hesaplamalar, çalışmalar yapılabildiği takdirde sorunların tespiti ve çözüm için gerekli şartların oluşumu yönünde de önemli bir adım atılmış olacaktır. Bu tip çalışmaların toplumsal yaşam kalitesi bağlamındaki önemi ve bu çalışmalar için mutlaka bütçe tahsis edilmesinin gerekliliği, halkla ilişkiler uzmanlarınca bir rapora dönüştürülebilir ve ardından matematik ve müzik uzmanlarınca gerekli düzenlemeler de yapılarak, rapora son şekli verilebilir ve uygulamalar gerçekleştirilebilir.

GÖRSEL GÜRÜLTÜ:

Doğrudan matematik ve müzik disiplinlerini ilgilendirmemekle birlikte; aslında her türlü görsel gürültü de, psikolojik anlamda yorgun düşürerek, müzik ve matematik algılarını zayıflatabilmekte, dikkât dağıtmakta ve bu şekilde toplumsal yaşam kalitesine yönelik olumsuz bir etki yaratmaktadır. Bu konuda; tabelaların gelişigüzelliği, en belirgin örnek olarak belirtilebilir.



Köprü'den Galata'ya bakış. Bütün bir binayı reklâmla boyayan Oerlikon Firması, kendi şehri olan Zürih'te bunu yapabiliyor mu?

Bir İstanbul sevdalısı ve emekçisi olan rahmetli Çelik GÜLERSOY'dan, tabelâ kirliliği içerikli bir alıntı (Gülersoy, Ç., 1985 ,s. 31)

KAVRAMSAL, DÜŞÜNSEL, BİLİŞSEL GÜRÜLTÜ:

Bu tip gürültüde en büyük zararlar, medya üzerinden verilebilmektedir. Zararın azaltılabilmesi, büyük ölçüde, toplumsal medya okuryazarlığının artırılması ile mümkündür. Konuların tespiti, mevcût ve olası zarar düzeylerinin hesaplanması gibi hususlarda; özellikle istatistiki çalışmalar bağlamında, matematik disiplini ile işbirliğine ihtiyaç vardır. Ancak öncelikle, sorunların adının net ve objektif şekilde konulması gereklidir. Bu sorunların müzik odaklı olanlarının bazıları, şöyle sıralanabilir.

İstiklâl Marşımızın; halkın katıldığı tören vb. etkinliklerde Türk Milleti'nin ortak tonalitesi olan Re tonunda seslendirilmeyişinin yarattığı öğrenilmiş çaresizlik:

Resmi tören vb. etkinliklerde; genellikle, İstiklâl Marşı fonda çalınmakta ve insanlar yalnızca dudak oynatarak söyler gibi yapmaktadırlar. Bu durum; yani bir milli marşın ait olduğu bireyler tarafından seslendirilememe sorunu, aslında matematik disiplininden yararlanılarak kolayca çözülebilecek bir sorun iken, 10 yıllar boyunca sol tonunda çalınmasında ısrar ve inat edilişi neticesinde öğrenilmiş bir çaresizliğe dönüşmüştür. Herkesin anlayabileceği bir şekilde açıklamak gerekirse; Re tonunda çalınması gereken bir eserin, re tonunda çalınmasının gerekliliği biline biline, hiçbir bilimsel gerekçeye dayandırılmadan, ısrar ve inatla Sol tonundan çalınması; 30 kilo yük taşıyabilecek bir insana, zorla 80 kilo yük taşıtmaya kalkışıp, kişi bunu taşıyamadığında da o kişiyi suçlamaya benzer… Ekim 2003 de, Ankara'da, Bilkent Üniversitesi'nde gerçekleşen ASKERİ MÜZİK VE GELİŞİMİ SEMPOZYUMU'nda, o dönemin Kara Kuvvetleri Komutanı olan Aytaç YALMAN'a, sempozyum oturumlarından birinde Prof. Sabri YENER ile birlikte; İstiklâl Marşımızın, müziği ve Türk Milleti'nin tonalitesini çok iyi bilen askeri bandolar tarafından, neden re minör tonunda çalınmadığını sorup yanıt ALAMAMIŞTIK. Yıllar sonra; Eylül 2009 da, İstanbul'da Faik CANSELEN Hocamızın cenazesinde tanıştığım bando binbaşı Deniz BAŞUĞUR Hocamız (*ki kendisi, şu anda Ankara'da kurulmuş olan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nin de öğretim üyelerinden biridir*); sebebin aslında son derece basit olduğunu, bando için re minör partisyonların yazılmasının ihmâl edilişi olduğunu ve bizzat kendisinin bu partisyonları yazmakta olduğunu söylediğinde hayli şaşırmıştım. Ayrıca; 2003 yılındaki sorumuzun ardından, yaklaşık 1 yıl sonra, Cumhurbaşkanlığı Senfoni Orkestrası tarafından stüdyo kaydı yapılan re minör tonundaki enstrümantal İstiklâl Marşımızın CD lerinin okullara dağıtıldığını da anımsamaktayım. Milli marş, toplumu bir arada tutan en önemli unsurlardan biri olduğuna göre; toplumsal yaşam kalitesi bağlamında, marşın ait olduğu milletin bireyleri tarafından; içten ya da dıştan rahatça, zorlanmadan söylenebilmesi elbette önemli bir konudur. Ve aslında; bu konunun daha fazla öğrenilmiş çaresizliğe dönüşmeden rayına oturması, hem stratejik bir gerekliliktir ve hem de matematik hesaplamalara dayanmaktadır.

Minör tondaki İstiklâl Marşımızın öncesinde, yaklaşık 30 saniye çalınmakta olan ti borusunun majör tonda oluşu nedeniyle gerçekleşen büyük müzikâl hata ve daha da önemlisi, bu ezginin bir Amerikan iç savaşı ezgisi olup, bizim milli-manevi değerlerimiz ile hiçbir ilgisinin bulunmayışı ve hâtta geçmişte bir Amerikan başkanının, '**Ne güzel Amerikan kültürünü buralarda yaşatıyor olmanız…**' şeklinde adeta alay edişine dahi sebep olması, ÇOK ÜZÜCÜ VE DÜŞÜNDÜRÜCÜDÜR… Bir gün, bir öğrencim; '**İstiklâl Marşımız öncesinde, saygı duruşu esnasında dinletilen ezginin kökenini biliyor musunuz?**' diye sorduğunda, o güne kadar bu konuyu düşünmemiş olduğum için hayli şaşırdım, üzüldüm ve hemen araştırdım. Konuyla ilgili tek ciddi makalenin, Ege Üniversitesi'nde bir Zootekni Profesörü (**Prof. Dr. Mustafa KAYMAKÇI Hocamız**) tarafından yazılmış olması,

(http://www.musikidergisi.net/?p=1839) daha da düşündürücü bir durum olarak karşıma çıktı. Kültür emperyalizmi boyutu, bir yana bırakılacak olsa dahi; minör tondaki milli marş melodimizin öncesinde majör bir ezgi çalınması, matematiksel olarak da, duygusal olarak da kabûl edilebilecek bir durum değil… Konuyu; geçenlerde, sosyâl medya ortamında dile getirdiğimde, çok ciddi ve güzel çalışmalar yapan değerli bir müzik öğretmeni arkadaşımızın; '***Majör ezginin ardından minör ezginin uygun olmadığını müzikten anlayanlar bilir; sırf bu nedenle ti borusunun kaldırılması gerekmez ki***…' şeklindeki sorumsuz yaklaşımı, ayrıca üzücü bir yaklaşımdır. Çünkü; milletin müzik bilincini, müzik zevkini yükseltmekten, geliştirmekten birinci derecede sorumlu olan müzik öğretmenleri, bilimsel düşünceyi halka yaymak yerine, '***nasılsa halk anlamaz; biz rahatımızı bozmayalım***' yaklaşımında olur ise geriye bilim, kültür, sanat adına; toplumsal yaşam kalitesinin GERÇEKTEN yükseltilebilmesi adına ne kalabilir ki?!?

Ezan'ın; günün vaktine uygun olmayan makamlarda seslendirilebilmesi ve ses düzenlerinin kalite standardizasyonunun sağlanmamış olması, büyük önem arz eden konulardır. Teknolojide gelinen nokta itibariyle; dini inancı ne olursa olsun, Türkiye Cumhuriyeti'nde yaşayan tüm bireyler için, "Ezan", günlük yaşantılarındaki en vazgeçilmez olgulardan biri konumundadır ve işitme engeli olmayan herkesin, günde beş kez dinlediği bir dini musiki eseridir. Bu noktada; özellikle de teknoloji kullanımı bağlamında matematiksel hesaplamalar, veriler büyük bir önem arz etmektedir.

Bir müzik eğitimcisi ve halkla ilişkiler uzmanı olarak; toplumdaki bireyleri, EZAN'ın manevi anlam, önem ve değerine yaraşır bir teknolojik sunum düzeyinde seslendirilmesini talep etmek için yönlendirme konusunda en büyük görev ve sorumluluğun "müzik öğretmenleri"ne ait olduğunu düşünmekteyim. Çünkü müzik öğretmenleri (*özellikle de Türk Musikisi Devlet Konservatuarı mezunu olanlar…*), konuyla ilgili olarak birinci derecede BİLİRKİŞİ konumundadırlar.

(…) Tan yerinin ağarmasında Hüseyni, güneş yükseldiğinde Rast, kuşluk vaktinde Buselik, gün batımında Isfahan makamının insan psikolojisi üzerinde etkili olduğunu söyleyen Farabi, sadece büyük bir felsefeci değil, aynı zamandabir bestekâr, icracı ve müzik kuramcısıdır. Çeşitli kaynaklar; onun başta ud ve kanun olmak üzere bazı çalgılar çaldığı, bu çalgıları geliştirdiği, sesin ahengini matematik hesaplarla ölçtüğü, ud çalmada büyük mahareti olduğu konusunda birleşmektedir. Farabi'nin, uduyla bir musiki meclisinde bulunanları önce güldürdüğü, ardından ağlattığı ve nihayet hepsini uyutarak çıkıp gittiği dilden dile anlatılmaktadır. (Kazan, S., 2017, s. 212)

Farabi'nin udu ile insanların duygularına yön verişine benzer bir örnek de Kanada'dan verilebilir.

(…) Kanada'nın Edmonton şehrinde, yaya trafiğini rahatlatmak için şehrin meydanlarında Mozart çalınmaktadır ve sonuç olarak sokaklardaki uyuşturucu alışverişi azalmıştır. (Campbell, D., 2002, s. 25)

DAVRANIŞSAL GÜRÜLTÜ:

Çevre bilinci eksikliği; çevrenin temiz tutulmasından, başkalarının huzurunu kaçırmadan ortak çevreyi paylaşma duyarlılığına uzanan bir duyarlılık yolunda, empati eksikliği neticesinde bencilleşmek ya da bencilleşmeye seyirci kalmak olarak özetlenebilir.

Bol küfürlü konuşulması bağlamında; çok sinirlenen bir bireyin, kontrolsüzce bir kereye mahsus ağzından kötü söz çıkması süreci çoktan aşılmış; günlük sıradan konuşmalarda, kamusal alanda dahi, neredeyse nokta-virgül yerine küfür kullanılması kötü ve tehlikeli bir alışkanlık halini almıştır.

Başta dayak olmak üzere (evde, okulda, sokakta…) , her türlü fiziksel şiddet gündelik yaşantının doğal bir parçası halini almıştır ve bunda internet ortamında, yasak olmasına rağmen küçücük çocukların dahi en ağır şiddet oyunlarını hiçbir pedagojik yaptırımla karşılaşmadan oynayabilmelerinin de büyük rolü bulunmaktadır.

Trafik kurallarına uyma konusundaki genel ihmâlkârlık ile, görgü kurallarının gereğince önemsenmeyişi arasında da; davranışsal gürültü bağlamında, ciddi bir bağlantı kurulabilir.

Bilimsellik Bağlamında, Düşündürücü ve Üzücü 2 Örnek:



(Oy, A., 2019)

Doğru ve olabildiğince eksiksiz bilgiye ve çok sayıda kaynağa kısa sürede ulaşabilmenin böylesine kolaylaştığı bir dönemde; ülkemiz ilköğretim öncesi dönem çocukları için (*üstelik bir pedagog tarafından ve üstelik 2. baskıda…*) hazırlanan bir kaynakta keman enstrümanının 3 telli ve flüt enstrümanının önde 8 delikli olarak resmedilmesi en hafif ifade ile özensizlik olarak nitelenebilir. Bu enstrümanları yaşantısında ilk kez bu kitapta görecek bir çocuk, zihninde bu fotoğrafları çektikten sonra gelecekte o çocuğun zihninde oluşacak karmaşanın neticeleri ise, ciddi zaman kayıplarına neden olabilecektir.

Bir başka dikkat çekici ve üzücü örnekte de; akordeon, org ve piyano enstrümanları (*üstelik de, alanın en önde gelen bir yayınevi tarafından…*) görmezden gelinemeyecek derecede vahim düzeyde hatalı basılmıştı:



(Dalar, A. M., 1995)

Aynı kitapta, değişik sayfalarda yer alan bu 3 enstrümanın da klavyelerindeki siyah tuş dağılımının, çiziminin aynı olması gerekirken; böylesine kendi içinde tutarsız (*ve üç çizimin, bir tanesi dahi doğru olmadan…*) şekilde çizilmiş ve sonradan kontrolleri, düzeltmeleri yapılmadan basılmış olmasını; gerek bu ve bir önceki örnekte yer alan kitapları hazırlayanların ve gerekse bu kitapları yayınlayanların yaşantılarında matematik olgusunun yeterince yer bulmayışının (4 *yerine 3; 7 yerine 8 vd. kullanmakta bir mahsur görmeyişlerinden hareketle…*

Üstelik kitaplardan birinin adında da matematik kelimesi yer almakta iken…) bir neticesi olarak yorumluyorum.

Son olarak; müzik derslerinin, örgün eğitim ortamında zaman zaman veliler, öğrenciler ve ne yazık ki bazen diğer eğitimciler ve eğitim yöneticileri tarafından dahi olması gereken düzeyde önemsenmeyişine dair 2 alıntı paylaşmak istiyorum.

(…) Okul yöneticilerinin müzik eğitimine yönelik yaklaşımları da zaman zaman acı dolu bir güldürü düzeyine gelebilmektedir. Bir ilçede görüştüğüm genç müzik öğretmeninin yakınması düşündürücüdür. Derse girmek üzere olan bu öğretmenimizi müdür çağırır ve şöyle der: 'Nasıl olsa senin dersin müzik. Sınıfından 3-4 tane güçlü öğrenciyi bizim eve gönder de aldığım odunları taşısınlar.' (Kütahyalı, Ö., 2004, s. 8)

(…) 'Müzik ve resim dersi, çok saçma geliyor' fikri, şu sıralar o kadar yaygın ki; gerçi benim öğrencilik yıllarımda da oldukça popüler yakınmalardan biriydi. Eskiden sadece müzik ve resim değil; beden eğitimi, ev ekonomisi, el işi, güzel yazı dersleri de bu düşünceye dahil edilirdi. Öğrencilerimizin bu dersleri saçma diye nitelendirmelerini hoş görmek gerektiğini düşünüyorum. Çünkü anne babalar, diğer branş öğretmenleri, bu düşünceyi pekiştirmede oldukça katkı sağlıyorlar. Evde resim ödevini yapmaya çalışan çocuğa, 'Bırak boş işlerle uğraşmayı da matematik çalış.'; elişi ile meşgul olan birine, 'Kitap okusan daha iyi olmaz mı?'; flüt dersini çalışana, 'Kes şu gürültüyü, kafa ütüleme, başımıza müzisyen mi kesileceksin?' demekten çekinilmiyorsa; çocuklara bu derslerin saçma gelmesi, tuhaf mı? Oysa; resim, müzik, beden eğitimi, elişi… dersleri, fiziksel ve ruhsal yönden sağlıklı gelişmeye yardımcı olan; yanı sıra esnek düşünebilme yeteneği kazandıran, özgüveni destekleyen, yaratıcılığı geliştiren, hayati öneme sahip derslerdir. (Ateşmen, T. D., 2009, s. 84)

Yukarıdaki 2 alıntıdan hareket ile; herkes tarafından en çok önemsenen alanlardan biri olan Matematik alanı uzmanlarının, eğitimcilerinin; Müzik disiplinin de en az Matematik kadar önemli ve İnsan Yaşamı için değerli, gerekli olduğunu ilk elden, gereğince ve sıklıkla vurgulamaları; bir gün, Müzik disiplininin de bilimsellik bağlamında, kamuoyu nezdinde gereğince ciddiye alınması yolunda önemli katkılar sağlayabilecektir.

SONUÇLAR

Toplumdaki bireyler; genel anlamda, gündelik yaşamda maruz kaldıkları gürültüler konusunda yeterli tepkiyi gösterememekte ve deyim yerindeyse, büyük ölçüde kaderlerine razı olmaktadırlar

Dünya'da ve Türkiye'de, sanatçıların, özellikle de müzikçilerin (*besteci, icracı, eğitimci, araştırmacı, akademisyen vb. olarak*) "doğal kanaat önderliği" ve toplumsal konulardaki etki potansiyeli, "medya"nın artan dinamizmi ve yaygınlığı ile daha çok ve kolayca gözlenebilmektedir. "Müzikçi"ler ve onların kamuoyuna sunumlarında rol oynayanlar, söz konusu etki

potansiyelinin bilincinde olup bu potansiyeli "toplum yararına kullanma" fikrini de benimseyebildikleri oranda, "toplumsal yaşam kaliteleri" bağlamında çok daha iyi şeyler olabilecektir.

"Medya Okuryazarlığı" kavramının , ülkemize, yaklaşık 100 yıl gecikmeyle erişmiş olması gerçeği de konunun ivedilikle ve yoğun biçimde ele alınması gereğine önemli bir dayanak teşkil etmektedir.

Müzik, Halkla İlişkiler gibi disiplinler; günlük yaşamın hemen her anında ve alanında yer alışlarından dolayı olsa gerek, bireylere ve toplumlara çok yakın oluşlarının da etkisiyle; bilimsel boyutları biraz ikinci planda gibi algılanabilmektedir. Aslında, Matematik, diğer ikisine nazaran daha bilimsel algılanmaktadır.

Müzik ve Matematik'in toplum yararına kullanımı bağlamında ve her iki disiplinin Halkla İlişkiler'den yararlanma düzeyi özelinde; kapsamlı, kolayca başvurulabilir, örnek olayların bir arada yer aldığı güvenilir veri tabanlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Topluma dair matematiksel veriler, müziğin toplum yararına kullanımı için en güçlü çıkış noktaları olduğu takdirde; her yerleşim alanının özellikleri de dikkate alınarak oluşturulacak, geliştirilecek çözüm faaliyetleri her türlü gürültü, trafik karmaşası vb. olumsuzlukların yarattığı stres düzeyini, hiç olmazsa azaltabilecektir.

Müzik ve Matematik disiplinlerinin toplumsal fayda odaklı olarak gerçekleştirecekleri işbirliklerinin sonuçları, ilgili istatistiksel verilerin de katkısıyla halka, Halkla İlişkiler uzmanları tarafından anlaşılabilir bir dille anlatıldığı takdirde; bu yararlı işbirliğinin sürekliliği için gereken finans kaynakları da daha etkin şekilde temin edilebilecektir.

Müzik ve Matematik disiplinlerinin, yoğun şekilde buluştukları alanlardan ikisi de reklâm ve film müziği çalışmaları olsa gerektir. Her iki sektörde de; müzik unsuru, duygulardan çok zamanlama uygunluğuna dayalı hesaplamalar bağlamında oluşmaktadır denebilir.

Ezan'ın; günün vakitlerine uygun makamlarla ve çevre sağlığını tehdit etmeyecek akustik hesaplamaları yapılmış kaliteli ses düzenleriyle seslendirilmesi yaşamsal önem arz etmektedir.

Resmi cenazelerimizde; Chopin'in ezgisi yerine, segâh makamında ezgilerin seslendirilmeye başlanması, milli ve manevi değerlere yapılan önemli ve ciddi bir atıftır. Bir Türk Cenaze Marşı'na (*ki böyle bir marş; Atatürk'ün vefaatının ardından, Nedim OTYAM tarafından, o zamanda dahi bestelenmiştir*…) (Üngör, E., 1966, s. 223-226) uzanan yolda, devamlılığı yaşamsal önem arz etmektedir.

Okul zillerinden; gerekli teknik hesaplamalar yapılarak, gerek okullardaki bireyler ve gerekse okul yakınlarında ikamet edenlerin müzik zevkleri eğitimi bağlamında yararlanma konusu, yaşamsal önem arz etmektedir.

İstiklâl Marşımızın mevcut bestesinin re minör tonunda çalınıp söylenmesi; azami sayıda vatandaşımızın yalnızca dudak oynatmakla kalmayıp marşımıza bizzat eşlik edebilmesi ve bu yolla milli, manevi duygularının güçlendirilmesi yaşamsal önem arz etmektedir.

İstiklâl Marşımızdan önce dinletilen 30 saniyelik ti borusu ezgisinin; bir Amerikan iç savaş ezgisi oluşu nedeniyle ve majör tonda oluşu nedeniyle; ivedilikle uygulamadan kaldırılması, kültür emperyalizmine karşı duruş ve bilimsellik bağlamlarında, yaşamsal önem arz etmektedir.

ÖNERİLER

Tecimsel odaklı medya bombardımanlarının olası tehlikelerini önleyebilmenin öncelikli ve en önemli yolu halkın, yediden yetmişe "medya okuryazarlığı" anlamında gereğince bilgilendirilmesi, eğitilmesidir. Bu aşamada; sanatçılar ve de özellikle müzikçiler, çok etkin roller üstlenebilirler/ÜSTLENMELİDİRLER… Bu düşünceden hareket ile, öncelikli hedef, "müzikçi"lerin, "medya okuryazarı"na dönüşmüş bir toplumun uzun vadede gerçekten sağlıklı/insanca yaşanabilir bir toplum olacağı yönünde bilgilendirilmeleri, ikna edilmeleri ve halkın bu yönde bilinçlendirilmesi için cesurca sorumluluk üstlenmelerinin sağlanması olmalıdır. Bunun ilk adımı da, müzik okullarındaki öğrenciler bilinçlendirilerek atılmalıdır.

İletişim fakültelerinde ve müzik alanındaki akademik okullarda reklâm ve film müziği konulu, içerikli dersler de yer almalıdır. Böylece; müzik, matematik işbirliğinin de önemli rol oynadığı bir istihdam katkısı sağlanırken bir yandan da yeni yeteneklerin keşfi bağlamında önemli ve somut adımlar atılabilecektir.

'Müzik, ruhun gıdasıdır' düşüncesinden hareket ile; manevi duygu ve düşüncelerin en ileri düzeyde ön plana çıktığı, dini musikinin kamuya açık en belirgin unsuru olan EZAN konusunda, ilgili tüm kişi ve kurumların maddi-manevi her anlamda en büyük hassasiyeti göstermeleri gerekmektedir. Dolayısıyla; "toplumsal yaşam kalitesi", "milli, manevi değerler" bağlamlarında; "Ezan"ın seslendiriliş kalitesi konusunda, gerekli düzenlemeler (*ses düzenlerinin, bakım ve onarımı, akustik hesaplamalar, müezzinlerin musiki eğitimi vb.*), ivedilikle hayata geçirilmelidir. Konuyla ilgili olarak topyekün bir hizmetiçi eğitim seferberliği başlatılmalı ve müzik eğitimi veren tüm kişi ve kurumlardan da işlevsel biçimde hizmet alınmalıdır.

Resmi cenazelerimizde; Türk Makam Musikisi'ne, özümüze dayalı eserlerin seslendirilmesi uygulaması artarak devam etmelidir.

Yalnızca eğlence yerlerinde değil, her zaman ve her yerde, ses sınırı kontrolünün ve zarar azaltıcı düzenlemelerin 24 saat boyunca, tavizsizce yapılabilmesi gereklidir.

Dersler esnasında işlevsel fon müziği kullanımı, ders dışı zamanların da konular çerçevesinde değerlendirilmesi, tüm branş öğretmenlerinin konu hakkında birer kanaat önderine

dönüşmesi, ortak ezgi dağarının getireceği düşünüş birlikteliği gibi pekçok yenilik ve fayda gözönünde bulundurularak; okul zillerinden gereğince yararlanma yönünde işlevsel projeler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

İstiklâl Marşımızın mevcut bestesine; azami sayıda vatandaşımızın yalnızca dudak oynatmakla kalmayıp bizzat eşlik edebilmeleri ve bu yolla milli, manevi duygularının güçlendirilmesi bağlamında, marşın resmen re minör tonunda çalınıp söylenmesi yönünde gerekli düzenlemeler, ivedilikle hayata geçirilmelidir.

İstiklâl Marşımızdan önce dinletilen 30 saniyelik ti borusu ezgisi; bir Amerikan iç savaş ezgisi oluşu nedeniyle ve majör tonda oluşu nedeniyle; kültür emperyalizmine karşı duruş ve bilimsellik bağlamlarında, ivedilikle ve resmen uygulamadan kaldırılmalıdır.

Özellikle çocuklar için hazırlanan müzik eğitimi içerikli yayınlar, uzmanlar tarafından ve çok daha büyük bir titizlikle incelenenip denetlenmelidir.

Matematik alanı uzmanları, eğitimcileri; Müzik disiplinin de en az Matematik kadar önemli, bilimsel ve İnsan Yaşamı için değerli, gerekli olduğunu sıklıkla vurgulamalıdırlar.

Matematik, Müzik ve Halkla İlişkiler disiplinlerinin uzmanları, daha sık (*sürekli ve düzenli…*) biraraya gelmeli; Halkla İlişkiler uzmanları, Müzik ve Matematik'in 'tek tek ve birarada' anlam, önem ve değerini, daha çok anlatmalıldırlar… Kİ; GÜRÜLTÜ BİTSİN, MÜZİK BAŞLASIN, İNSANLAR İYİLEŞSİN, İNSANLIK İYİLEŞSİN…

KAYNAKÇA

Almelek, A. (2004). *İşte Kahkaha*. İstanbul:Alfa.

Antep, E. (1999). Gebrauschmusik. Toplumbilim, Mart, s. 61. İstanbul: Bağlam.

Ateşmen, T. D. (2009). *Olumlu Düşünmek Pollyannacılık Değildir*. İstanbul: Beyaz.

Campbell, D. (2002). *Mozart Etkisi*. İstanbul: Kuraldışı.

Dalar, A. M. (haz.)(1995). *Çalgılar*. İstanbul: YA-PA.

Ertürk, Y., Akkor, G. (2006). *Çocuğunuzu Televizyona Teslim Etmeyin; Medya Okuryazarı Olun*. Ankara:Nobel.

Güler, N. (2008). *Müzikle Çocuk Eğitimi*. İstanbul: Hepsiçocuk.

Gülersoy, Ç. (1985), *Reklâmlar ve Biz*. İstanbul: Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu.

Kazan, S. (2017). Müzik ve Matematik. *Farklı Disiplinlerde Müzik*. Ankara: Gece Kitaplığı.

Kütahyalı, Ö. (2004). Bir Panelin Düşündürdükleri-2. Orkestra Dergisi, Kasım. İstanbul.

Okay, A., Okay, A. (2001). *Halkla İlişkiler Kavram Strateji ve Uygulamaları*. İstanbul: Der.

Onan, N. H. (1941). *İzahlı Divan Şiiri Antolojisi*. İstanbul: Maarif Vekilliği.

Ostrander, S., Schroeder, L. (1995). *Süper Öğrenme*. İstanbul: Altın Kitaplar.

Oy, A. (2019). *Müzisyenler Neden Matematik de Sever?*. İstanbul: Martı.

Özeren, A. (2005). Türk İlköğretim Okullarında Ziller Kimin İçin Çalıyor. Cumhuriyetimizin 80. Yılında Müzik Sempozyumu Bildirileri kitabı (s. 258-263). Malatya: İnönü Üniversitesi.

Paulos, J. A. (1998). *Herkes İçin Matematik*. İstanbul: Beyaz.

Rigel, N. (2000). *Rüya Körleşmesi*. İstanbul: Der.

Üngör, E. (1966). *Türk Marşları*. Ankara: Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü.

http://www.musikidergisi.net/?p=1839

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SESLER ARASI UYUMUN GÖNEN-ARIK FONKSİYONU İLE BELİRLENMESİ

Alper GÖNEN*
Metin ARIK**

Öz

Pisagor, müzikal ses aralıklarının pozitif tam sayıların oranı ile temsil edilebildiğini göstermiş ve pay ile paydadaki sayı ne denli küçükse çıkan sesin de kulağa o denli güzel geldiğini gözlemlemiştir. İki ses arasındaki uzaklık bir müzikal aralık oluşturur. Aralık, ilk ve son ses ile birlikte isimlendirilirken, son sesin titreşim sayısı f_2'nin ilk sesin titreşim sayısı f_1'e oranı $(f_2 : f_1)$ yerine frekans katsayıları oranı (m_2 / m_1) ile temsil edilir. Aralığın boyu ise ilk sesten son sese dek sayılarak belirlenir. Birlikte seslendirildiğinde kulağa hoş gelen seslere uyumlu (consonant), kulağı tırmalayan seslere ise uyumsuz ya da kakışımlı (dissonant) sesler denir. Ünlü matematikçi Euler ses, aralık ve akorları uyumlu ve uyumsuz diye karşıt sınıflara ayırıp incelemek yerine seslerin karmaşıklığını sınıflandıran bir sayılar teorisi fonksiyonu tanımlamıştır. Doğal ses dizisindeki oranlara sahip iki sesin oluşturduğu aralık için Γ_E "Kabul Edilebilirlik Derecesi" (Gradus Suavitatis) adını verdiği uyum fonksiyonu

$$\Gamma_E(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{i=1}^{k} e_i\,(p_i - 1)$$

şeklindedir [1].

Aralığı temsil eden (m_2 / m_1) frekans katsayı oranlarının (m_1 ve $m_2 \in \mathbb{N}$ aralarında asal olmak üzere) EKOK'u olan $a \epsilon \mathbb{N}$ sayısı $p_i = 2, 3, 5, 7, \ldots$ ($p_1 \leq p_2 \leq p_3 \cdots \leq p_k$) asal çarpanları cinsinden $a = p_1^{e_1}.p_2^{e_2} \cdot \cdots \cdot p_k^{e_k}$ ($e_i \geq 0$) olarak yazılır. Hesaplamalar iki sesin oluşturduğu aralıklar için

* Dr., Kocaeli Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bölümü (Emekli Öğretim Üyesi), aggonen@gmail.com

** Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü, İstanbul, metin.arik@boun.edu.tr

$$\Gamma_E(m_2/m_1) = \Gamma_E(m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_2 \cdot m_1)$$

üç sesin oluşturduğu akorlar içinse

$$\Gamma_E(m_3 : m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_3 \cdot m_2 \cdot m_1)$$

özeliği kullanılarak yapılır. Euler'in uyum fonksiyonu kullanıldığında seslerin perde yüksekliğindeki oktav ötelemelerin karmaşıklık değerleri birer birim artmaktadır. Müzik teorisinde oktav farklılıklarının özdeş kabul edilmesiyle çelişen bu durum hakkındaki tartışma, Rameau ile Euler'in yazışmalarına da yansımıştır.

Bu çalışmada, oktav farklarının invaryant olma özeliğini vurgulayan Gönen-Arık Γ_A fonksiyonu [2]

$$\Gamma_A(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{i=1}^{k} e_i\,(p_i - 2)$$

incelenecek ve Γ_E ile karşılaştırılacaktır. Müzikal aralıkları sınıflandırırken daha elverişli olan Γ_A fonksiyonunun müzikal analizi kolavlaştırıcı özelliklerinden ikisi şunlardır:

Bir sesin frekansı iki katına çıktığında Γ_E birer artarken Γ_A aynı kalır, yani

$\Gamma_E(2^r) = \mathrm{r} + 1$ iken $\Gamma_A(2^r) = 1$ olur.

Bir oktav içerisindeki eşlenik aralıklar aynı Γ_A değerine sahiptir,

yani eşlenik aralıklar aynı uyumluluktadır. Ünison ile oktav 1, beşli ile dörtlü 2, büyük ikili ile küçük yedili 3 ve büyük üçlü ile küçük altılı 4 değerini alır.

Anahtar Kelimeler: Müzikal aralık; Frekans katsayı oranı; Uyum fonksiyonu

Abstract

Pythagoras had shown that musical intervals formed by notes can be symbolised with positive whole-number relationships. More simply, the smaller the numbers of the numerator and the denominator are, the sound is more pleasant or harmonious. A musical interval is the distance between any two notes. It is labeled with the names of the first and the second sound and is represented by the ratio of the frequency coefficients m_2 / m_1 instead of the frequency ratios $f_2 : f_1$. The numerical value of an interval is determined by the number of tones between the first and the second sounds. Notes played at the same time are called consonant if they sound good together and dissonant if they sound harsh or unpleasant. The famous mathematician Euler, instead of investigating the tones, intervals and chords by using harmonic dualism, has classified them by defining a number theoretical function which shows their complexity. His number theoretical function of interval ratios belonging to the natural scale is called "the degree of agreeableness" (gradus suavitatis) and is given by[1]

$$\Gamma_E(\mathrm{a}) = 1 + \textstyle\sum_{i=1}^{k} e_i\,(p_i - 1)$$

The least common multiple a of the frequency coefficient ratios (m_2/m_1) which represents the interval, can be written as $a = p_1^{e_1}.p_2^{e_2}\cdot\cdots\cdot p_k^{e_k}$ ($e_i \geq 0$, $a\epsilon\mathbb{N}$) for prime factors $p_i = 2,3,5,7,\ldots$ ($p_1 \leq p_2 \leq p_3 \cdots \leq p_k$) where m_1 and m_2 are relatively prime.
Using the definitions of Euler,
$\Gamma_E(m_2/m_1) = \Gamma_E(m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_2 \cdot m_1)$ for intervals and
$\Gamma_E(m_3 : m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_3 \cdot m_2 \cdot m_1)$ for chords.
For each octave step, the degree of the Euler coherence function increases by 1.
This situation, which contradicts the assumption of considering the notes which differ by an octave as identical in music theory, has been discussed in the letters between Euler and Rameau. This work will investigate the Gönen-Arık function Γ_A [2],

$$\Gamma_A(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{i=1}^{k} e_i\,(p_i - 2)$$

which possesses the property of being invariant under octave differences and will compare it with Γ_E .
When classifying musical intervals two of the more convenient properties of the function Γ_A are:
Doubling the frequency increases Γ_E by 1 i.e. $\Gamma_E(2^r) = \mathrm{r} + 1$, whereas Γ_A stays invariant i.e. $\Gamma_A(2^r) = 1$.
Conjugate intervals in an octave have the same Γ_A value.
That is, conjugate intervals are coherent. The value of Γ_A is 1 for unison and octave, 2 for fifth and fourth, 3 for major second and minor seventh, and 4 for major third and minor sixth.
Keywords : Musical interval; frequency coefficient ratio; agreeableness function

GİRİŞ

Bir telli çalgıda herhangi bir telin boyunu değiştirerek aynı telden farklı sesler elde mümkündür. Pisagor, müzikal aralıkları oluşturan seslerin pozitif tam sayıların oranı ile temsil edilebildiğini göstermiştir. Pisagor dizisi diye adlandırılan müzikal diziyi kurgularken dizideki seslerin (ilk sese ya da birbirine göre) oranlarını ise 2 ve 3'ün kuvvetleri cinsinden belirlemiştir. Kulağa hoş gelen müzikal aralıkların küçük pozitif tam sayılardan oluşan kesirlerle temsil edildiğini ve pay ile paydadaki sayı ne denli büyükse çıkan sesin de kulağa o denli tırmalayıcı geldiği gözlemlemiştir [3].

İkinci bölümde temel kavramlara yer verilmiş, çalışmada adı geçen terimlere açıklık kazandırmak amaçlanmıştır. Bir telin titreşim sayısı ile tel boyunun ters orantılı olması tüm çalışmada önemli bir yer tutar. Müzisyenlerin notalarla duyurdukları aralıklar, çalışma boyunca tamsayı oranları olarak temsil edilecektir. Bu çalışmada sadece major dizide yer alan

notaların sayısal karşılıkları ele alınmıştır. Bir çalgı topluluğunda çalgıların ahenkli sesler çıkarması için çalgı ayarları (akordlama) müzikal kompozisyonun icrası için çok önemlidir. Bu bölümde, tüm hesaplamalarda yer alan Pisagor Ayar ve Saf (doğal) Ayar oranları ve bir sesin tamsayı katı titreşime sahip doğuşkanlar (harmonik) tanımlanıp, aralık oranlarını saptamada kolaylık sağlayan Harmonikler Zincir'nin yorumlanıp kullanılması açıklanmıştır. Müzikal aralıkları toplayıp çıkarılırken, aralıkları temsil eden oranlarla yapılan işlemlerde aralık frekanslarının çarpım ve bölüm işlemleri ile hesaplandığı birkaç örnek ile gösterilmiştir.

Üçüncü bölümde, bir eserin icrasında önemli bir yeri olan kulağa hoş gelen seslere açıklık kazandıran uyumlu (lat. consonantia: birlikte tınlayan) aralıklara değinilmiştir. Müzik teorisinde uyumlu aralıkları sınıflandırmada bir kural arayan Euler'in Euler Uyum Fonksiyonu ve özelikleri tanımlanmıştır. Euler Uyum Fonksiyonun sonuçlarını yorumlamada kullanılan Vogel Uyum Fonksiyonu [1] ile müzik analizi için yalın sonuçlar veren Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, bazı aralık ve akor oranları için Euler, Gönen-Arık ve Vogel Uyum Fonksiyonu hesaplanmış, değerler karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde elde edilen sonuçlar karşılaştırılıp yorumlanmıştır. Çalışmada kullanılan kavramlarda, bir telin titreşim sayısı için frekans, doğuşkanlar içinse harmonik kavramı tercih edilmiştir.

FREKANS, DİZİ, HARMONİK, AYAR, ARALIK ve AKOR

Bu bölümde, çalışmada geçen müzikal kavramlar kısaca açıklanmıştır.

Frekans: Telin bir saniyedeki titreşim savısı (frekans) telin boyu ile ters orantılıdır. Boyu L olan bir telin çıkardığı sesin frekansı *f* ise $f = \frac{1}{L}$ bağıntısı gerçeklenir. Sesin frekansının iki katı $(2 \cdot f)$ ilk sesin bir oktav incesini, frekansın yarısı $(\frac{1}{2} \cdot f)$ ilk sesin bir oktav kalınını ve $\frac{3}{2} \cdot f$ ise sesin beşlisini verir. Her yeni ses, ilk sesin frekansı (veya telboyu) cinsinden yazılabilir. Frekansın (telboyunun) çarpanlarına *frekans* (*telboyu*) *katsayısı* denir.

Müzikte Dizi: Günümüzde kullanılan diatonik major dizi yedi farklı sesten oluşur. Sekizinci ses ilk sesin tiz perdeki tekrarıdır. Do, re, mi, fa, sol, la , si ve ince do seslerinden oluşan major dizi $D_{Maj} = \{C, D, E, F, G, A, B, C'\}$ şeklinde gösterilebilir.

Pisagor Dizisi : Boyu L olan telin çıkardığı ses, S_0 olarak isimlendirildiğinde, *L*' nin yarısı S_0' ın bir oktav incesini, *L*'nin iki katı S_0' ın bir oktav kalınını ve *L*'nin üçte ikisi ise S_0 ' ın beşlisini verir. Pisagor, bir ilk sesten başlayarak "kaç beşli adım ilerlenirse tekrar ilk sesin incesine ulaşılır?" sorusunun cevabını aramıştır. Elde ettiği ses aralıklarına ait tel boyu

oranları ile major dizinin ilk temsilcisi olan Pisagor dizisini kurgulamıştır. Sesler, tel boyu katsayı oranlarına göre küçükten büyüğe doğru sıralandığında

$$D_p = \left\{\frac{2^0}{3^0}, \frac{2^3}{3^2}, \frac{2^6}{3^4}, \frac{2^{-2}}{3^{-1}}, \frac{2^1}{3^1}, \frac{2^4}{3^3}, \frac{2^7}{3^5}, \frac{2^{-1}}{3^0}\right\}$$

olur. Pisagor dizisi frekans katsayı oranları cinsinden

$$D_p = \left\{\frac{3^0}{2^0}, \frac{3^2}{2^3}, \frac{3^4}{2^6}, \frac{3^{-1}}{2^{-2}}, \frac{3^1}{2^1}, \frac{3^3}{2^4}, \frac{3^5}{2^7}, \frac{3^0}{2^{-1}}\right\} = \left\{1, \frac{9}{8}, \frac{81}{64}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{27}{16}, \frac{243}{128}, 2\right\}$$

olarak yazılır.

Aralık: Dizinin her elemanı bir notaya karşı gelir. İki ses arasındaki uzaklığı belirten aralık adı, ilk eleman ile son elemanın adları ile isimlendirilir. MÖ. 500 yıllarına dayanmakta olan aralıkları isimlendirmesi için sayma sayıları kullanılır. Bir dizide yer alan iki sesin oluşturduğu aralığın boyu, ilk sesten son sese doğru sayılarak belirlenir. Örnek olarak CE aralığı ele alınırsa, diatonuk dizinin birinci elemanı C ve üçüncü elemanı E olup, iki sesin oluşturduğu CE aralığı, üçlü aralıktır.

Harmonik: Doğada sesler saf halde duyulmaz. Ses karmaşık halde olup kendi frekansının tamsayı katı frekanslardan oluşan doğuşkanları (harmonik) da içerir.

Frekansı *f* olan bir sesin pozitif tamsayı katlarının oluşturduğu doğal (harmonik) dizinin her elemanı, *f* frekanslı bir sesin doğuşkanlarıdır ve *f*, 2*f*, 3*f*, 4*f*, 5*f*, 6*f*, …olarak gösterilir. Frekans katsayıları birbirlerine göre 1: 2: 3: 4: 5: 6 : 7: 8: 9: 10: 11: 12: 13: 14: 15: 16: … şeklinde oranlandığında *Harmonikler Zincir*'i elde edilir. Başlangıç sesi, birinci harmonik olup *temel ses* olarak adlandırılır. Temel sesin *k* katı ($k \epsilon \mathbb{N}$) frekansa sahip olan ses *k. harmonik* olarak adını alır. İki harmoniğin veya iki sesin frekanslarının birbirine göre oranı *frekans katsayı oranı* olarak isimlendirilir. Rameau, ilk sesi yani temel sesi üretici ses olarak nitelendirir [4]. Temel ses C olarak alınırsa, ikinci harmonik ilk sese göre sekizinci ses olan ince C (oktav), 3. harmonik ikinci harmonikten beşli sonrası, yani G (duodezim), 4. harmonik üçüncü harmonikten dört ses sonraki (birinci harmonikten iki oktav ilerideki) C, 5. harmonik dördüncü harmonikten büyük üçlü sonraki E, 6. harmonik ise 5. harmonikten küçük üçlü sonraki (3. harmoniğin oktavı) G olur. Harmonikler zinciri "bir" tamsayısına göre "nokta" simetrisine sahiptir. Bire göre tamsayıların çarpmaya göre tersi olan oranlarla oluşturulan zincir … : $\frac{1}{6}$: $\frac{1}{5}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{3}$: $\frac{1}{2}$: 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 : … şeklinde yazılır. Bir tamsayısının sağ tarafındaki oranlar üst harmonikleri, sol tarafındaki oranlar ise alt harmonikleri temsil eder.

Aralık ve akorları nitelendirirken harmonikler zinciri tablosundan yararlanılabilir. Nota kağıdında yapılan okumalarda notalar aşağıdan yukarı doğru okunur. Bu nedenle aralık ve akor adlandırmaları, harmonikler zincirinde soldan sağa doğru yapılır. Tel boyu katsayı oranları okumaları soldan sağa doğru, frekans katsayı oranları okumaları ise sağdan sola

doğru yapılır. Örnek: CE (do mi) üçlü aralığı 5:4 frekans katsayı oranı ile temsil edilir. Bir oktav içerisinde yer alan seslerin frekansları 1 ile 2 arasında, tel boyları ise $\frac{1}{2}$ ile 1 arasında değerlere sahip oranlar ile temsil edilir.

Saf Ayar: Fogliano [5] (1530) çalgı ayarlarında, ardarda 4 dört kere beşli ilerleyerek kurgulanan ve 81:64 frekans katsayı oranı ile temsil edilen üçlü aralığın güzel kabul edilmesini insan algısının "yanılgısı" olarak nitelendirir. Oysa bir sesin harmonikleri incelendiğinde, sesin kendisi ve beşlisinden sonra en sık tekrarlanan ses üçlü, yani 5. harmoniktir. Bir sesin ilk 20 harmoniği incelendiğinde,

1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:	16:	17:	18:	19:	20:
C	C	G	C	E	G	$B_\flat$	C	D	E		G		$B_\flat$	B	C		D		E

temel sesin (C) 5 kere, beşli (G) ve üçlünün (E) de 3 kere tekrarlandığı görülür. İşitsel olarak, 5:4 frekans katsayı oranına sahip büyük üçlü aralığı, duyumsanan ve beşliden sonra kulağa en hoş gelen aralıktır. Zarlino [5] 1558 de, Fogliano'dan 28 yıl sonra, major ve minor akor kurgularken 5:4 ile büyük üçlü ve 6:5 ile küçük üçlü oranlarının belirleyici olduğuna dikkat çekmiştir. 15.yy'da aralıklar 2, 3 ve 5 asal sayılarının katları ile kurulmuş, çalgılar ise bu yeni oranlarla ve *Saf (doğal) Ayar*'a göre ayarlanmıştır.

Aralık – Frekans Katsayı Oranı: Aralığı temsil eden katsayı oranlarını harmonikler zincirinden okumak mümkündür. Müzik notasyonunda aralıklar pesten tize doğru isimlendirilir. Bu nedenle de zincirden okuma yapılırken aralık ve akorlar soldan sağa adlandırılır. Frekans katsayıları cinsinden belirtilen aralık oranları ise zincirde sağdan sola doğru okunur. Örneğin, Harmonikler zincirinin … : 7 : 8 : 9 : 10 : … bölümü gözönüne alınırsa, C temel sesinin ürettiği 9. harmonik D sesidir. Büyük tam ses olarak nitelendirilen CD büyük ikili (2M) aralığı 9:8 oranı ile temsil edilir. Aynı temel sesin 9. ve 10. harmoniğinin birbirine oranı ise DE küçük tam ses aralığını verir. Saf ayar (just intonation) frekans katsayı oranları ile temsil edilen major dizi, $D_{saf} = \left\{1, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2\right\} = \{C, D, E, F, G, A, B, C'\}$ olarak yazılır. Burada dizinin ilk sesi C (do) f_1 frekansına sahip ise, dizinin ikinci sesinin (re) frekansı $f_2 = \frac{9}{8} f_1$ ve dizinin üçüncü sesinin (mi) frekansı $f_3 = \frac{5}{4} f_1$ olarak yazılır. Müzik terminolojisinde aralıklar birbirine eklenir veya birbirinden çıkarılır. Birbirine eklenen veya birbirinden çıkarılan aralıkların oranları, aralıkları temsil eden frekans katsayı oranlarının çarpımı veya bölümü ile bulunur. Bazı örnekler:

İki büyük tam sesin toplamı büyük üçlüyü (Pisagor üçlüsü) verir:

CD + DE = CE => 2M + 2M = 3M => $\frac{9}{8} \cdot \frac{9}{8} = \frac{81}{64}$ (pisagor üçlüsü oranı).

Tam beşli aralığı, büyük üçlüye küçük üçlü eklenmesi ile kurulabilir:

CE + EG = CG => 3M + 3m = 5T => $\frac{5}{4}\cdot\frac{6}{5}=\frac{3}{2}$ olur.

Tam beşli aralığından tam dörtlü çıkarıldığında ikili aralık elde edilir:

GD – GC = CD => 5T – 4T = 2M => $\frac{9}{6}\div\frac{8}{6}=\frac{9}{6}\cdot\frac{6}{8}=\frac{9}{8}$ olur.

Küçük yediliden küçük üçlü çıkarıldığında tam beşli elde edilir:

C B b – G B b = CG => 7m – 3m = 5T => $\frac{7}{4}\div\frac{7}{6}=\frac{7}{4}\cdot\frac{6}{7}=\frac{3}{2}$ olur.

Eşlenik Aralıklar: Frekans katsayı oranlarının çarpımı 2 olan yani toplamları bir oktav eden iki aralığa *eşlenik aralık* denir. Örnek:

CG + GC' = CC' => 5T + 4T = oktav => $\frac{3}{2}\cdot\frac{4}{3}=2$ veya

CD + DC' = CC' => 2M + 7m = oktav => $\frac{9}{8}\cdot\frac{16}{9}=2$

Akor – Frekans Katsayı Oranı: Aralıklar gibi akorları temsil eden katsayı oranlarını da harmonikler zincirinden okumak mümkündür. Akorlar en az iki aralığın birbirine eklenmesi ile kurulur. Akoru temsil eden oran kısmi bire zincir ile temsil edilir. Zincirden okuma yapılırken hem oranlar hem de akorun içerdiği notalar soldan sağa adlandırılır. Örneğin, Harmonikler zincirinin … : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 : 9 : 10 : … bölümü gözönüne alınırsa, C temel sesinin ürettiği 4., 5., ve 6. harmonikler C, E ve G olup, (4:5:6) zinciri CEG major beşli akorunu oluşturur. C temel sesinin 6., 7., ve 9. harmonikleri ise (6:7:9) zinciri ile GB^{b}D minor beşli akorunu temsil eder. CEG major akorunu temsil eden 4:5:6 oranının tersi (simetrisi) ise $\frac{1}{6}:\frac{1}{5}:\frac{1}{4}$ oranı ile temsil edilen FAbC minor akordur.

UYUMLU ARALIKLAR ve ÜÇ FARKLI UYUM FONKSİYUNU

Bu bölümde birlikte tınlayan (lat. con-sonantia) ve kulağa hoş gelen uyumlu sesleri sınıflandırmak amacıyla bir sınır değer arayan ünlü matematikçi Euler'in Euler Uyum Fonksiyonu ve özeliklerine yer verilecektir. Ortak harmoniklere sahip sesler akraba sesler olarak nitelendirilir. Uyum (consonant) ve uyumsuzluk (dissonant) müzikte sık rastlanılan kavramlar olup seslerin birbirleriyle kaynaşmasını anlamak için önemlidir. Eşzamanlı veya ard arda seslendirilen sesler ne kadar çok ortak harmoniğe sahip olurlarsa, sesler de kulağa o kadar güzel gelir. Bu seslerin oluşturduğu aralık ise uyumlu aralık olarak nitelendirilir. C ve G notaları birlikte çalındığında, duyulan CG beşli aralığı 3:2 frekans katsayı (2:3 tel boyu) oranına sahiptir. İlk sesin ilk 24 harmoniği göz önüne alındığında, ortak harmonik sayısı 7 dir.

1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:	13:	14:	15:	16:	17:	18:	19:	20:	21:	22:	23:	24:
C	C	G	C	E	G	B♭	C	D	E		G		B♭	B	C		D		E				G
		G			G			D			G			B			D			F			G

Uyumlu Aralıklar: Klasik öğretide, kulağa hoş gelen uyumlu aralıklar kendi aralarında uyumlu ve çok uyumlu aralıklar olmak üzere ikiye ayrılır. Çok uyumlu aralıklar 1T, 8T ile 5T iken, uyumlu aralıklar 3M, 3m, 6M ile 6m aralıklarıdır. Diğer aralıklar da, kendi aralarında yine iki sınıfta irdelenen uyumsuz aralıkları oluşturur. Çok uyumsuz aralıklar artmış ile eksilmiş aralıklardan, uyumsuz aralıklar ise 4T, 2m, 2M, 7m ve 7M'den oluşur.

Uyum Fonksiyonları: Euler, küçük tamsayların oranları ile temsil edilen müzikal aralıkların kulağa daha hoş gelmesinden esinlenerek, müzikteki uyum (consonant) kavramına matematiksel işlemlerle açıklık kazandırmak istemiştir. "Yeni Bir Müzikal Kuram" (tentamen novae theoriae musicae) ismini verdiği kitabında "lezzet derecesi" anlamını taşıyan Γ_E "Gradus Suavitatis" Fonksiyonunu tanımlamıştır. Frekans katsayı oranı $m_2 : m_1$ ile temsil edilen aralıklar için *Euler Uyum Fonksiyonu*:

$$\Gamma_E(a) = 1 + \sum_{k=1}^{n} e_k(p_k - 1)$$

şeklindedir. Frekans katsayıları m_1 ve m_2 aralarında asal olmak üzere, m_1 ve m_2'nin en küçük ortak katı olan a sayısı, asal çarpanları cinsinden $a = p_1^{e_1}.p_2^{e_2} \cdot \cdots \cdot p_k^{e_k}$, ($p_i = 2, 3, 5, 7, \ldots$, $e_i \geq 0$ ve a ile $m_1, m_2 \in \mathbb{N}$) olarak yazılır. Euler Uyum Fonksiyonunda aralıklar için elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanır. Küçük değerler uyumlu aralıkları, büyük değerler ise uyumsuz aralıklara işaret eder. Euler Fonksiyonunun özelikleri aşağıdaki gibidir:

$$\Gamma_E(1) = 1$$

$$\Gamma_E(m_2/m_1) = \Gamma_E(m_2 : m_1) = \Gamma_E(m_2 \cdot m_1)$$

$$\Gamma_E(p) = p \text{ , } (p \text{ asal sayı})$$

$$\Gamma_E(p^r) = 1 + r \cdot (p - 1)$$

$$\Gamma_E(2^r) = r + 1$$

$$\Gamma_E(2a) = \Gamma_E(a) + 1 = \Gamma_E\left(\frac{a}{2}\right)$$

$$\Gamma_E(3a) = \Gamma_E(a) + 2$$

$$\Gamma_E(a \cdot b) = \Gamma_E(a) + \Gamma_E(b) - 1$$

$\Gamma_E(p_1 \cdot \cdots \cdot p_n) = 1 + \sum_{k=1}^{n} p_k - (n-1)$, ($p_1, p_2, \ldots, p_n$ asal sayı).

Martin Vogel (1988) [1], Euler'in fonksiyonundan farklı olarak, aralığı belirleyen oranlarda EKOK yerine, $N = 2^w \prod_{k=1}^{n} {p_i}^{e_i}$ katsayı çarpanlarını ve $(p-1)$ ağırlığı yerine $p_k \geq 3$ için, *p* ağırlığını kullanmıştır. Akorlar için daha uygun olmasını amaçladığı *Vogel Uyum Fonksiyonu*'nu

$$\Gamma_V(N) = w + \sum_{k=1}^{n} e_k \, p_k$$

olarak tanımlamıştır.

İşitsel olarak frekans katsayısı 1 olan ses ile frekans katsayısı 2 olan oktavı birbirinden ayırdetmek oldukça güçtür. Her iki ses de aynı harmonikleri içerir. Oktavı oluşturan seslerin doğuşkanları yazılıp, Harmonikler Zinciri üzerinde incelendiğinde, ortak harmonik sayısının birinci sesin harmoniklerinin yarısı kadar olduğu görülür. Euler Fonksiyonunun her sekizli öteleme için +1 değer alması, müzik teorisyenleri Trintoris ve Zarlino'nun [1] oktav değişimlerini özdeş kabul etmeleri ile çelişmektedir. Euler fonksiyonundaki $(p-1)$ ağırlığı yerine $(p-2)$ alınarak *Gönen-Arık Fonksiyonu* [2]:

$$\Gamma_A(\mathrm{a}) = 1 + \sum_{k=1}^{n} e_k (p_k - 2)$$

olarak tanımlanır. Gönen-Arık Fonksiyonu farklı oktavlar için aynı değeri alır. Dolayısıyla da eşlenik aralıklar aynı uyum seviyesine sahip olur. Gönen-Arık Fonksiyonunun özelikleri aşağıdaki gibidir:

$$\Gamma_A(1) = 1$$

$$\Gamma_A(m_2/m_1) = \Gamma_A(m_2 : m_1) = \Gamma_A(m_2 \cdot m_1)$$

$$\Gamma_A(p) = p - 1 \quad , (p \text{ asal sayı})$$

$$\Gamma_A(2\mathrm{n}) = \Gamma_A(\mathrm{n})$$

$$\Gamma_A(p^r) = 1 + r \cdot (p-2)$$

$$\Gamma_A(2^r) = 1$$

$$\Gamma_A(3\mathrm{n}) = \Gamma_A(\mathrm{n}) + 1$$

$$\Gamma_A(1) = 1$$

$$\Gamma_A(3^r) = 1 + r.$$

ARALIKLARIN ve AKORLARIN UYUM DEĞERLERİ

Bu bölümde saf aralıklar kullanılarak hem aralık hem de akor oranları için Euler ve Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu için değerler hesaplanıp, elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve aralıklar uyumluluk değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Euler ve Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu değerleri ile Vogel Uyum Fonksiyonu için hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Müzikal aralıklar, saf ayar sistemindeki oranlara göre, yani 2, 3, 5 ve 7 asal sayılarının katları ile temsil edilerek temsil edildiğinde, oranlar için en büyük ortak kat $a = 2^w.3^r \cdot 5^s \cdot 7^t$ ($w, r, s, t \in \mathbb{N}$) olur ve Uyum Fonksiyonları aşağıdaki şekilde yazılır:

$$\Gamma_E(\mathrm{a}) = 1 + \mathrm{w} \cdot (2-1) + r \cdot (3-1) + s \cdot (5-1)$$

$$\Gamma_A(\mathrm{a}) = 1 + r \cdot (3-2) + s \cdot (5-2) = 1 + r + s \cdot 3 \text{ ve}$$

$$\Gamma_V(N) = w + r \cdot 3 + s \cdot 5 + s \cdot 7 \text{ , } (N = 2^w.3^r \cdot 5^s\, 7^t \neq \text{EKOK}).$$

4.1 Aralıklar için Euler Fonksiyonu Uyum Değerleri

Saf aralık oranları için Γ_E değerleri hesaplanarak, elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur:

Oran	a	$\Gamma_E(\mathrm{a})$	Aralık	
1:1	1	1	CC	1T
2:1	2	2	CC’	8T
3:2	$2 \cdot 3$	4	CG	5T
4:3	$2^2 \cdot 3$	5	GC’	4T
5:4	$2^2 \cdot 5$	7	CE	3M
5:3	$3 \cdot 5$	7	GE	6M
8:5	$2^3 \cdot 5$	8	EC	6m
6:5	$2 \cdot 3 \cdot 5$	8	EG	3m
9:8	$2^3 \cdot 3^2$	8	CD	2M
16:9	$2^4 \cdot 3^2$	9	DC’	7m
7:4	$2^2 \cdot 7$	9	CBb	7m

15:8	$2^3 \cdot 3 \cdot 5$	10	CB	7M
10:9	$2 \cdot 3^2 \cdot 5$	10	DE	2M
16:15	$2^4 \cdot 3 \cdot 5$	11	BC'	2m

Tablo 4.1 Saf Ayar aralıkları için Γ_E değerleri

Euler Uyum Fonksiyonu değerleri yardımıyla aralıklar için belirlenen uyum sırası 1T, 8T, 5T, 4T, 3M, 6M, 6m, 3m, 2M, 7m, 7M, 2M (küçük tam ses) ve 2m şeklindedir.

4.2 Aralıklar için Gönen-Arık Fonksiyonu Uyum Değerleri

Saf aralık oranları için Γ_A değerleri hesaplanarak, elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralandığında aşağıdaki tablo elde edilir:

oran	a	$\Gamma_A(a)$	Aralık	
1:1	1	1	CC	1T
2:1	2	1	CC'	8T
3:2	$2 \cdot 3$	2	CG	5T
4:3	$2^2 \cdot 3$	2	GC	4T
9:8	$2^3 \cdot 3^2$	3	CD	2M
16:9	$2^4 \cdot 3^2$	3	DC	7m
5:4	$2^2 \cdot 5$	4	CE	3M
8:5	$2^3 \cdot 5$	4	EC	6m
6:5	$2 \cdot 3 \cdot 5$	5	EG	3m
5:3	$3 \cdot 5$	5	GE	6M
16:15	$2^4 \cdot 3 \cdot 5$	5	BC	2m
15:8	$2^3 \cdot 3 \cdot 5$	5	CB	7M
10:9	$2 \cdot 3^2 \cdot 5$	6	DE	2M
5:9	$3^2 \cdot 5$	6	ED	7m

Tablo 4.2 Saf Ayar aralıkları için Γ_A değerleri

Gönen-Arık Uyum Fonksiyonundan elde edilen değerler küçükten büyüğe doğru sıralanır. Oktavın tüm katları bir tamsayı değerini alır. Birbirini oktava tamamlayan eşlenik

aralıklar da aynı uyum değerine sahip olur. Aralık oranları 2, 3 ve 5 asal sayıları ile belirlendiğinde gözlemlenen uyum sırası 1T, 8T, 5T, 4T, 2M, 7m, 3M, 6m, 3m, 6M ve 2M (küçük tam ses) ile eşleniği büyük yedili şeklinde olur.

4.3 Aralıklar için Vogel Fonksiyonu Uyum Değerleri ile Γ_E ve Γ_A Değerlerinin Karşılaştırılması:

Vogel Uyum Funksiyonunda aralık oranları için EKOK yerine N çarpanı kullanılır. Her üç Uyum Fonksiyonu $\Gamma_V(N), \Gamma_E(N)$ ve $\Gamma_A(N)$ için değerler hesaplanıp, elde edilen değerler $\Gamma_A(N)$ değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandığında, aşağıdaki tablo elde edilir:

oran	N	$\Gamma_V(N)$	$\Gamma_E(N)$	$\Gamma_A(N)$	Aralık	
1:1	1	0	1	1	CC	1T
2:1	2	1	2	1	CC’	8T
3:2	$1 \cdot 2 \cdot 3$	4	4	2	CG	5T
4:3	$2^2 \cdot 3$	5	5	2	GC	4T
9:8	$2^3 \cdot 3^2$	9	8	3	CD	2M
16:9	$1 \cdot 2^4 \cdot 3^2$	10	9	3	DC	7m
5:4	$2^2 \cdot 5$	5	7	4	CE	3M
8:5	$2^3 \cdot 5$	8	8	4	EC	6m
6:5	$2 \cdot 3 \cdot 5$	9	8	5	EG	3m
5:3	$3 \cdot 5$	8	7	5	GE	6M
16:15	$2^4 \cdot 3 \cdot 5$	12	11	5	BC	2m
15:8	$2^3 \cdot 3 \cdot 5$	11	10	5	CB	7M
10:9	$2 \cdot 3^2 \cdot 5$	12	10	6	DE	2M
9:5	$3^2 \cdot 5$	11	9	6	ED	7m
7:4	$2^2 \cdot 7$	9	9	6	CBb	7m

Tablo 4.3 Saf aralıklar için Γ_V , Γ_E ve Γ_A değerleri

Vogel Uyum Fonksiyonunda 3:2 oranına sahip beşli aralığı 4 değerini alır. Dörtlü (4:3) ve büyük üçlü (5:4) ise 5 değerini alır. Bu üç aralık 5T ve 4T ile 3M olarak sıralanır.

4.4 Akorlar için Euler Fonksiyonu ve Gönen-Arık Fonksiyonu Uyum Değerleri

Aşağıdaki tabloda 2,3,5 ve 7 asal sayıları ile belirlenen 5M, 5m, eksilmiş beşli, dominant yedili ve major yedili akorları için Euler Uyum Fonksiyonu ve Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu değerleri yer almaktadır:

Oran	a	$\Gamma_E(a)$	$\Gamma_A(a)$	Akor	
4:5:6	$2^2 \cdot 3 \cdot 5$	9	5	CEG	5M
10:12:15	$2^2 \cdot 3 \cdot 5$	9	5	EGB	5m
6:7:9	$2 \cdot 3^2 \cdot 7$	12	8	GBbD	5m
5:6:7	$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$	14	10	EGBb	dim5
4:5:6:7	$2^2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$	14	10	CEGBb	dom7
8:10:12:15	$2^3 \cdot 3 \cdot 5$	10	5	CEGB	Maj7

Tablo 4.4 Akorlar için Γ_E ve Γ_A değerleri

Aynı akorlar ve N çarpanı için Vogel Uyum Fonksiyonu, Euler Uyum Fonksiyonu ve Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu hesaplandığında aşağıdaki elde edilir:

Oran	N	$\Gamma_V(N)$	$\Gamma_E(N)$	$\Gamma_A(N)$	Akor	
4:5:6	$2^3 \cdot 3 \cdot 5$	11	10	5	CEG	M5
10:12:15	$2^3 \cdot 3^2 \cdot 5$	14	12	6	EGB	m5
6:7:9	$2 \cdot 3^3 \cdot 7$	17	14	9	GBD	m5
5:6:7	$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$	16	14	10	EGBb	dim5
4:5:6:7	$2^3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$	18	16	10	CEGBb	dom7
8:10:12:15	$2^6 \cdot 3^2 \cdot 5^2$	22	19	9	CEGB	Maj7

Tablo 4.5 Akorlar için Γ_V, Γ_E ve Γ_A değerleri

Martin Vogel, Euler'in Uyum Fonksiyonun akorlar için uygun olmadığını öne sürmüş ve Vogel Uyum Fonksiyonunu akorlar için yeniden düzenlemiştir [1]. Akorlar için yapılan düzenleme, ses sayısına göre aritmetik ortalama içerir. CEG Major akoru (4:5:6), CEGB major

yedili akor (8:10:12:15), EGB minor akoru (10:12:15) ve CEGBb dominant yedili akoru (4:5:6:7) için yeni değerler aşağıdaki gibidir:

CEG Major akor için

$$\Gamma_V(4:5:6) = \Gamma_V(2^3 \cdot 3^1 \cdot 5^1) = \frac{1}{3}(3 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 5) = \frac{11}{3} = 3{,}667$$

CEGB Major yedili akor için:

$$\Gamma_V(8:10:12:15) = \Gamma_V(2^6 \cdot 3^2 \cdot 5^2) = \frac{1}{4}(6 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 5) = \frac{22}{4} = 5{,}5 \text{ ve}$$

EGB minor akor için:

$$\Gamma_V(10:12:15) = \Gamma_V(2^3.3^2 \cdot 5^2) = \frac{1}{3}(3 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 5) = \frac{19}{3} = 6{,}333$$

CEGBb dominant yedili için :

$$\Gamma_V(4:5:6:7) = \Gamma_V(2^3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7) = \frac{1}{3}(3 + 1 \cdot 3 + 1 \cdot 5 + 1 \cdot 7) = \frac{18}{3} = 6$$

değerleri elde edilir. Tamsayı olmayan değerleri de içerdiğinden Vogel Uyum Fonksiyonu akorların uyumunu sınıflandırmak için elverişli bulunmamaktadır.

SONUÇ

Bu bölümde aralık ve akorlar için Euler Uyum Fonksiyonu, Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu ve Vogel Uyum Fonksiyonunun aldığı değerler karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Klasik sıralamada 9:8 (büyük ikili) oranı uyumsuz, 6:5 (küçük üçlü) ile 8:5 (küçük altılı) oranı ise uyumlu kabul edilir. Euler Uyum Fonksiyonu, bu üç aralık oranları için 8 değerini aldığından dolayı, ünlü müzikolog Hugo Riemann ve psikolog Carl Stumpf tarafından eleştirilmiştir [6]. Aralıkların uyum ve uyumsuzluğunu sınıflandırırken bir sınır değer saptamaya çalışan Euler Uyum Fonksiyonu, uyumsuzluğun hangi değerden itibaren başladığına dair bir değer belirlemek için uygun olmamıştır [1]. Tablo 4.1'de ki değerlere göre de uyum için bir sınır değerin olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.2'de Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu 9:8 (2M), 6:5 (2m) ve 8:5 (6m) oranları için küçük değerler verir. Büyük ikili 3 değerini alır ve 2 değerini alan 5T ile 4T'den sonraki uyumlu aralık olarak görülür. Gönen-Arık Uyum Fonksiyonunda, 9:8 ikili aralığının küçük değer (3) almasının nedeni aralığın 2 ve 3 asal sayıları ile kurulmuş olmasıdır. Gönen – Arık Uyum Fonksiyonu, 5 asal sayısının kullanıldığı üçlü aralık oranlarında 8:5 için 4 değerini ve 6:5 için 5 değerini alır. Bu iki aralık, 9:8 oranına sahip büyük ikili aralığından (2M) daha uyumsuz olduğundan dolayı, Gönen – Arık Uyum Fonksiyonu da eleştirilebilir. Öte yandan

5 değerini alan 5:3 oranına sahip büyük altılı (6M) ile 15:8 oranına sahip büyük yedili (7M) aralıklarının aynı güzellikte olması ise bu fonksiyon için de bir sınır değer bulunamadığını gösterir. Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu, sesleri uyum sırasına göre sıralamak için uygun olmasa da, çalgı ayarlamada ve bir müzikal komposizyon için uygun olan aralık oranını belirlemede fikir vermek için elverişlidir.

Tablo 4.3 de Vogel Uyum Fonksiyonunda 3:2 oranına sahip beşli aralık 4 değerini, 4:3 oranına sahip dörtlü aralık ile 5:4 oranına sahip üçlü aralık 5 değerini alır. Euler Uyum Fonsiyonunda üçlü aralık tam dörtlüden sonra yer alır. Vogel Uyum Fonksiyonunun bu sıralaması klasik öğretiye uygun bir sonuca yaklaşıldığını göstermektedir.

Akor oranları için Uyum Fonksiyonlarının ilk hesaplamaları Euler Uyum Fonksiyonu ve Gönen-Arık Uyum Fonksiyonu için yapılmış, oranları belirleyen katsayıların en büyük ortak katı alınarak değerler Tablo 4. 4 de gösterilmiştir. Daha sonra Vogel Uyum Fonksiyonu ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla her üç Uyum Fonksiyonu için katsayılar kullanılarak hesap yapılmış ve değerler Tablo 4. 5 ile verilmiştir. Oranları kurarken 7 asal sayısı kullanıldığında, yedi sayısının Uyum Fonksiyonlarının büyük değerler almasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Vogel Uyum Fonksiyonunda, değerleri düzenlemek amacıyla aritmetik ortalama işlemi kullanma çabası, değerlerin hem tamsayı çıkmaması hem de beklenen sıralamayı vermemesi ile sonuçlanmıştır.

Rameau sisteminde oktavın önemli bir yeri olduğu ve oktav değişmezliğinin, farklı oktavlardaki seslerin özdeş kabul edilmesi olarak ele alındığı bilinmektedir. Öte yandan bir sesin frekansının ikiye katlanması oktav ötelemeye ve üçe katlanması ise beşli ötelemeye neden olur. Gönen-Arık Uyum Fonksiyonunun aldığı değerlerde bu özellikleri gözlemlemek mümkündür. Fonksiyonunun $\Gamma_A(2n) = \Gamma_A(n)$ özeliği, bir sesin oktavının aynı değerlere sahip olduğuna ve $\Gamma_A(3n) = \Gamma_A(n) + 1$ özeliği ise de beşli ilerlemenin sözkonusu olduğuna işaret eder. Öte yandan Gönen-Arık Uyum Fonksiyonun küçük değerler alması değerleri sınıflandırmada kolaylık sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Daniel Muzzulini, Leonhard Eulers Konsonanztheorie, *Musiktheorie*, (1994), 135 – 146.

M. Arık, A. Gönen, Number Theoretical Aspect of Harmony Based on Harmonics and Subharmonics, *Proceedings of the Institute of Acoustics, ISMA'97 Conference*, (1997), 491 – 494

Peter Pesic, Euler's Musical Mathematics. *Mathematical Intelligencer*, (2013), **35**, 35 – 43.

Jean-Philippe Rameau, Treatise on Harmony, Dover, (1971), 10

Walter Bühler, Musikalische Skalen und Intervalle bei Leibniz unter Einbeziehung bisher nicht veröffentlichter Texte (Teil I), Studia Leibnitiana, Bd. 42, H. 2, Republic And Common Good In Leibniz' Political Thought (2010), pp. 129-161

E. Knobloch, Euler Transgressing Limits, 2008 , Quaderns D'Historia de L'Enginyeria vol IX, pp.21

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİK VE MÜZİK İLİŞKİSİ

Ceylan ÜNAL AKBULUT*
Ece KARŞAL**

Öz

Matematik ve müzik, bilimin ve sanatın iki elemanıdır. Bu iki disiplin antik devirlerden itibaren karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmiştir, her ikisinde de estetik vardır, her ikisinde de evrensel bir dil vardır ve her ikisinde de bir stil vardır. Matematik ve müzik pek çok farklı açıdan karşılaştırılabilir ve ilişkilendirilebilir.

Yapılan bu çalışma bir derleme çalışması olup Matematik ve müzik ilişkisi üç farklı boyutta ele alınmıştır. Müziğin temelindeki matematik, müziğin matematik performansı üzerine etkileri, matematik yeteneği ve müzik yeteneği ilişkisi çalışmanın temel başlıklarıdır.

Müziğin temelindeki matematik kendi içerisinde alt boyutlara ayrılmaktadır. Müziğin temelindeki matematik ile ilgili çalışmalar milattan önceki dönemlere kadar uzanır. Eski Yunan'da matematiğin 4 ana dalından biri olarak kabul edilen Müzik farklı dönemlerde gerek enstrüman yapımı ve seslerin oluşumu gerek temelindeki armonik yapılaşma ve bağlantılı farklı yaklaşımlar ile çok farklı şekillerde matematik bilimi ile ilişkilendirilmiştir. Çalışma kapsamında bu boyutlar sırasıyla irdelenmiştir.

Yapılan pek çok araştırma müzik eğitiminin beyin aktivitelerini geliştirdiğini göstermektedir. Müzik eğitimi, bilişsel performans ve bu bağlamda da matematik performansı üzerinde pozitif etkiye sahiptir. Öte taraftan matematik ve müzik yeteneği ilişkisi eğitim müfredatında yeni bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Ülkemizde müzik eğitimi verilen kurumlarda, özellikle küçük yaşta eğitime başlayan okullarda, çocuklar bilişsel açıdan çok daha donanımlı yetiştirilebilirler. Müzik yeteneği olan çocukların bilişsel gelişimleri, eğitim sistemi içerisinde, bilerek veya bilmeden genellikle engellenmektedir. Günümüz bilim ve teknoloji çağıdır. Her alanda olduğu gibi müzikte de teknoloji ve yeni yaklaşımlar her geçen gün ilerleyerek etkin olarak

* Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Müzik Bölümü Öğretim Üyesi, ceylanunal@hotmail.com

** Prof. Dr., Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bölümü Öğretim Üyesi, karsalece@gmail.com

kullanılmaktadır. Müzisyenlerdeki matematik mantığı artık daha çok önem kazanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra, bilişsel açıdan daha ileri çocuklar müziği de çok daha kolay algılayabilmekte ve ilerleyebilmektedir. Bu iki disiplinin yetenek anlamında da ilişkili olduğu düşünülürse müzikalitesi yüksek olan çocukların zihinsel kapasitelerinin ileri olduğu ve eğitim politikalarının bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.
Araştırmada matematik ve müzik ilişkisi farklı boyutlarda ele alınmakta ve bu ilişki boyutlarının her iki disiplinin de gelişmesine nasıl katkıda bulunulabileceğine dair cevap aranmaktadır.
Anahtar kelimeler: Matematik; müzik; müzik yeteneği; matematik yeteneği; bilişsel performans.

Abstract

Mathematics and music are elements of science and arts. These two disciplines have been compared and associated with each other since ancient times. They both possess aesthetics, a universal language and a style. Mathematic and music can be compared and associated with in many ways.
This work is a compilation and it covers the relationship of mathematics and music in three different aspects. The main headlines are the mathematic within the foundation of music, effects of music on mathematical performance, and the relationship between mathematical and musical talent.
The mathematic within the foundation of music is divided into sublayers. Research is about the mathematic within the foundation of music.
There is even some research about the mathematic within the foundation of music in times before Christ. Music, which is accepted as one of the four main branches of mathematics. Has seen associated with the science of mathematics through a lot of examples like instrument building, creation of sounds, the harmonic construction within the foundation of music and other related but different approaches. These sublayers have been examined are by one within the scope of this work.
There is numerous research which share that musical education enhance brain activities. Musical education has a positive effect on mental performance. There are on mathematical performance. On the other hand, the relation of mathematics and musical education can be used us a new approach for the education curriculum. Kids can be educated to have much better mental capabilities. In schools of our country which provide musical education, especially which start educating kids at a very young age. In music, just like in any other field, technology and need approaches keep advancing and being used efficiently. The mathematical logic of musicians has an increasing importance. Also, kids with better cognitive skills understand music and improve themselves much easier than other kids. Considering these two fields are related in terms at talent, it thought that kids with better musical talent have a higher mental capacity and education policies should be improved in this direction.
Keywords: Maths; music; musical ability; math ability; cognitive performance.

GİRİŞ

Matematik ve müzik, bilimin ve sanatın iki elemanıdır. Bu iki disiplin antik devirlerden itibaren karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmiştir. Her iki disiplini de farklı açılardan karşılaştırmak ve ilişkilendirmek mümkündür.

Öncelikle her iki disiplini de bilimsel ve sanatsal düzeyde anlayabilmek için belirli bir bilgi birikimine ihtiyaç bulunmaktadır. Matematikte pek çok farklı alan vardır, hatta matematik yaşamın her alanında vardır. Pek tabii ki sanatta da matematik vardır. Matematikte pek çok teori vardır ve bu teoriler farklı yaklaşımlarla ispatlanabilirler. Matematikte ortaya sürülen bir teori pek çok matematikçi tarafından incelenir, farklı kuramlar ortaya sürülür ve bunların bir kısmı elenir, bir kısmı ise kabul görür. Matematikte hedef genellikle bir teoriyi en güzel şekilde ispatlayabilmektir. Matematikte aynı müzikte olduğu gibi evrensel bir dil, stil ve ekol vardır. Nasıl ki bir bestecinin eserleri ve hatta yaşadığı dönem, bestecinin stilinden ve ekolünden rahatlıkla anlaşılabiliyorsa aynı durum matematikçiler için de geçerlidir. Matematikçi Tosun Terzioğlu'nun ifadesiyle matematikte bir iç estetik vardır. Estetik kavramı matematikçiler için de o kadar önemlidir ki ünlü Alman matematikçi Hermann Weyl şöyle demiştir; "Çalışmalarımda her zaman doğru ile güzeli birleştirmeyi denedim; fakat bir tanesini seçmek zorunda kalsam, genellikle güzeli seçerim". İngiliz matematikçi Godfrey Harold Hardy ise şöyle demektedir, "Dünyada çirkin matematiğe yer yok". (Rothstein,1996: 139). Matematikçiler sanat ve estetik kavramlarını bilirler ve diğer sanat dallarındaki estetik algısına açıktırlar. Ancak maalesef diğer sanat dallarındaki kişilerin matematikte olan estetik değerleri farkedebilmeleri daha güçtür. Başka bir deyişle matematiğin içeriğindeki estetik unsurları algılayabilmek zordur. Bu durum; bu iki disiplin karşılaştırılırken matematik hanesine yazılan bir zaaflık olarak düşünülebilir. Matematiği eğer daha doğru anlayabilseydik içindeki estetiği de daha kolay farkedebilirdik. Jerry King "Matematik Sanatı" isimli kitabında bu hususlara değinmekte, matematikteki sanat ve estetik kavramlarını açıklamakta ve matematiğin inasanlara sevdirilebilmesi için matematik eğitiminin "bir sanat" gibi verilmesi gerektiğinden bahsetmektedir. (King,2002).

Müzikte her bestenin içerisinde bir "tema" bulunur. Aslında matematikte de "tema" vardır. Müzikte Temalar soru ve cevap şeklinde birbirlerini tamamlarlar. Formüle edilen müzik teması bütünün küçük parçası iken diğer temalara yol açar. Bir matematik formülünün çözümü için de neredeyse müzikteki modülasyonlar gibi formüller arası geçişler yapılabilmektedir.

Matematik ve müzik ilişkisi farklı açılardan incelenebilir. Bu çalışmada ise ilişki üç temel başlıkta incelenecektir.

- Müziğin temelindeki matematik,
- Müziğin matematik eğitimi üzerine etkileri,

- Matematik ve müzik yeteneği ilişkisi.

Müziğin Temelindeki Matematik

Konfiçyüs (M.Ö. 551-478) belirli modların insanlar üzerine etkisini incelemiştir. Platon (M.Ö. 428/7-348/7) müziği etiğin bir parçası olarak kabul etmektedir. Sokrates'ten önce estetiksel olarak armonikler kesirlere ayrılmış ve numaralandırılmışlardır. (Eco, 1996:51).

Müzik ve matematik arasındaki ilişkinin incelenmesi eski Yunanlılara dek uzanır. Eski Yunan' da müzik, matematiğin 4 ana dalından biri olarak kabul edilmiştir. Pythagoras (M.Ö. 586) okulunun (Quadrivium) programına göre Müzik; Aritmetik, Geometri ve Astronomi ile aynı düzeyde kabul görmüştür. Bir telin değişik boyları ile değişik sesler elde edildiğini ortaya çıkartan Pyhagoras, M.Ö. 6. yüzyılda yaşamıştır ve bugün kullanılmakta olan müzikal dizinin temelini oluşturması açısından oldukça önemli bir iş yapmıştır.

Pisagor bir teli 12 birime böldü. Böylelikle tel üzerinde doğuşkan sesler ayrıldı. Ana ses do olmak üzere bir telden , oktav do, sol, do, mi, sol, sib, do, re, mi,fa diyez, sol sesleri elde edildi. Telin yarısını kullandığında bir oktav yukarısındaki ses elde edilir. Bu 2/1 orandır.

3. doğuşkanın 2. doğuşkana olan oranı: 2/3. Do-Sol(Tam Beşli=5T) Ana tele göre üçe bölününce 1.5 oktav yukarısında.

4. doğuşkanın 3. doğuşkana olan oranı: 3/4. Sol-Do(Tam Dörtlü=4T) Ana tele göre ikinci oktava ulaşılıyor.

9.doğuşkanın 8. Doğuşkana oranı: 8/9. Do-Re. (Tam ses: 2M) Ana tele göre üçüncü oktavı geçiyor.

Böylelikle bir oktav içerisindeki sesler; "do, re, mi, fa, sol, la, si, do" bu kesirlerle açıklandı:

1, 8/9, 64/81, ¾, 2/3, 16/27, 128/243 ve ½.

Pisagor, dört sesin aynı anda duyulmasına "Tetrakort" dedi. Bu şekilde müziğin temelini oluşturdu. İki tetrakordun bir araya gelmesi ile bir oktav yani sekiz notalık mesafe oluştu. Do-Fa/Sol-Do.

Doğuşkanlar içerisindeki 12.sese geçerken duyulan yarım aralık tam olarak net olmadığından tüm sesleri kromatik olarak dizdiğimizde 1 oktavlık ses aralığında 2 koma fazla çıkmaktadır. Bu durum Pisagor komması adını almıştır. Akustik çalgılarda eşit düzende ayarlama yaparken sesin beşlisine göre ayarlamalar yapılır. Perdesiz çalgılarda re diyez ve mi bemol gibi anarmonik sesler diğer perdeli veya tuşlu çalgılar gibi tek pozisyonda çalınmadığından eşitliği sağlamak için tiz ya da pes basılmaları gerekmektedir.

Boethius, müzik teorisindeki oran ilişkisini geliştiren Romalı filozoftur. Aritmetik, geometri ve müzik alanında çalışmaları bulunmaktadır. Boethius'a göre müzik, matematik bilimidir. (Eco,1996:53).

M.S. 800-874 yılları arasında yaşamış olan El-Kindi İslam dünyasındaki ilk müzik kuramcısıdır. Kindi, Pisagor ve Platoncu anlayışı benimsemiş, müzik ve matematiğin ayrılmaz bir bütün olduğunu savunmuştur.

Farabi de müziği matematiksel bir ilim olarak görmektedir. Bununla birlikte müziğin kuramsal ve pratik olmak üzere iki kapsamının olduğunu savunmaktadır.

İbn Sina da müziğe, geometri, aritmetik, astronomi gibi matematik ilimleri arasında yer verir. İbn Sina'ya göre Müzik, ses ve ritimleri inceleyen matematiksel bir ilimdir. (Biçak,2018)

Matematikte çok önemli çalışmalar yapmış olan İtalyan bilim insanı Fibonacci, kendi adıyla anılan bir sayı serisi üzerinde çalışmıştır. 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987...

Bu sayıları "Tavşan Çiftliği" adını verdiği meşhur problemi ile üretmiştir. Bu sayılar birbirinin toplamından oluşmaktadır. Bu artarda gelen sayıların birbirlerine oranı altın oran olarak adlandırılmaktadır. Bu sayı "altın oran" ya da " mükemmel oran" olarak resimde, mimaride ve müzikte farklı dönemlerde kullanılmıştır.

Müzik üzerine yapılan çeşitli çalışmalarda "altın oran"ın eserlerde melodik, ritmik ve nüans bağlamında kullanıldığına şahit oluruz.

Bela Bartok da altın oranı kullanan besteciler arasında sayılmaktadır. "Yaylılar,perküsyon ve celeste" için yazdığı eser altın orana uygun olarak yazılmıştır.

Bu konuda yaygın olarak bilinen bir parça Haendel'in "Hallelujah" eseridir. Bu eserde toplam 94 ölçü vardır. En önemli kısımlardan birisi; solo trompetlerin girişi "Kings of kings", 57. ve 58. ölçülerde başlamaktadır. Yani 94 ölçünün 8/13 inde. 94. 8/13= yaklaşık olarak 58 dir. İlk 57 ölçünün 8/13 inde ise (ki bu da 34. ölçüdür) "The Kingdom of Glory…"teması başlamaktadır. İkinci 37. ölçüsünün 8/13 ünde ise (yani 79. ölçüde) "And he shall reign…. " tekrar solo trompetlerin görüldüğü önemli bir bölüm gelmektedir. Haendel'in bu kompozisyonu yazarken ne düşündüğünü bilmiyoruz ama en azından bu örnek, müzikte altın oranın kullanılabileceğini bize göstermektedir (Beer, 1998:8).

Mozart'ın altın oranı kullanıp kullanmadığına dair farklı düşünceler mevcuttur. John F. Putz' a göre, Mozart'ın tüm eserleri deha ürünüdür ve kendisi sayılarla oynamayı severdi. Belki de "Altın Oran"ı kullandığı belirtilmiştir. (May, 1996).

19. yy. da J. Fourier, müzikal serinin niteliğini incelemiştir. "Fourier, müzik aleti ve insandan çıkan bütün müzikal seslerin matematiksel ifadeler ile tanımlanabileceğini ve bununda periyodik sinüs fonksiyonları ile olabileceğini ispatlamıştır."(Matematik Dünyası,

1995:7) Ünlü Matematikçi Leibniz, "Müzik ruhun gizli bir matematiksel problemidir" demiştir. (Karşal,2014)

Euler, seslerin düzgün salınımı prensibine dayanan tampere sistemi temel olarak yanlış bulmakta ve yetenekli icracı için tercih edilemez olduğu görüşünü savunmaktadır. Bu doğrultuda yeni bir ses sistemi geliştirmiştir. Ancak Euler sistemi müzisyenlere fazla matematiksel, matematikçilere ise fazla müzikal gelmiştir. Euler yerine koyma adı verilen bu teoriyi, sesi algılayan kişinin fiziksel koşullara göre algılaması gerektiğinden farklı olarak neleri algıladığı ve hangi etkilere maruz kaldığı sorularına yanıt ararken geliştirmiştir. Bu bir tür "deneme teorisi" dir. (Gönen, 1998:13)

20. yüzyıl müziğinde ise pek çok farklı kuram ve akımlar ortaya çıkmıştır. Deneysel yapılan bazı çalışmaların yan ısıra, 12 ton müziği, set teorisi gibi matematiksel temele bağlı pek çok farklı akım denenmiştir. 20 yüzyıl ile birlikte teknolojik gelişmeler de hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Digital gelişmeler müzik sanatında dahil olmuştur ve bu bağlamda da pek çok matematiksel altyapı kullanılmaktadır.

Müziğin Matematik Eğitimi Üzerine Etkileri

Matematik öğrenimi çocuk için ilk kez annesi ile başlar. Günlük hayatın içerisinde okul öncesi döneme kadar evde saat kavramından başlayarak, yiyecekten suya temel ihtiyaçlarımıza cevap verecek her konuda matematiksel ifadeler bulunmaktadır.

Anne karnından başlayarak annesinin sesini duyulabilen bebek, aynı zamanda müzik dinlemeye başlar. Müzik ilk olarak ninnilerle, şarkılarla hayatımıza girer. Günlük yaşam içerisinde de aynı şekilde çeşitli vasıtalarla birçok müzik türünü işitmekteyiz.

Müzik eğitimi verilmeye başlandığı andan itibaren çocuklar müziğin içindeki matematiği keşfetmeye başlarlar. Temel solfej bilgisi, içinde nota değerlerini, notalrain porte üzerindeki yerlerini, ölçü sayısını, ritmi kapsar. Tüm bu bilgiler matematikseldir.

Müzik oldukça etkin bir eğitim aracıdır. Sadece matematik için değil birçok farklı alanda çok etkili bir araç olarak eğitimde kullanılmaktadır. Yapılan pek çok araştırmada görülmüştür ki; pek çok çeşitli becerinin müzik ile öğretimi çok daha etkilidir.

Dünyanın değişik yerlerinde matematik eğitimi ile ilgili yapılan pek çok araştırmada, verilen eğitimin yeterli olmadığı, yeni yaklaşımlar üzerinde çalışılması gerektiği yönünde sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Matematik pek çok ülkede eğitim açısından en sıkıntılı derstir. Buna önyargılar, yetersiz altyapı, yetersiz imkanlar gibi pek çok sebep sayılabilir. Ancak sonuçta şu konuda hemen herkes birleşmektedir ki; matematik eğitiminde yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Müzik, özellikle okul öncesi dönemde çok daha etkin bir öğretim aracı olarak kullanılabilir. Okul öncesi dönemde verilecek temel matematiksel kavramlar müzik ile çok

daha etkin bir şekilde verilebilir Okul öncesi dönem, çocukların yeteneklerini ortaya çıkartmak ve yönlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Matematiğin ve müziğin temeli bu dönemde atılmalıdır.

Araştırmacılar küçük çocuklarda, ileri matematik çalışmaları yapılamayacağı fakat onlara çok hoşlanacakları için müzik dinletmenin de yüksek beyin fonksiyonlarını sağlayacağını düşünmektedirler. Shaw çocuğa, tercihen okulöncesi dönemden başlayarak, okullarda verilen müzik eğitiminin onun uzamsal temporal akıl yürütmesini, dolayısı ile de ileride matematik performansını olumlu etkileyeceğini ifade etmektedir. Daha kalıcı bir beyin gelişimi için çocuklarda uzun yıllar piyano eğitimi uygulamasını da önermektedir (Shaw,2000: 32)

Müzik ile bilişsel aktivitelerin gelişimi konusunda yıllardır çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ancak medya tarafından ençok ilgi gören araştırma 1993'te "Mozart Etkisi" (Mozart Effect) olarak duyurulmuş ve çok dikkat çekmiştir. Araştırma Frances Rauscher tarafından yürütülmüştür. Amerika'da Psikoloji bölümünde okuyan 38 öğrenciye 10 dakika süre ile Mozart'ın iki piyano için yazdığı Re Maj. Piyano Sonatı (K.V.448) dinlettirilmiştir. Daha sonra öğrencilere üç boyutlu düşünme testi uygulanmıştır. Sonuçta, kontrol grubuna kıyasla Mozart dinleyen gruptan 8-9 puan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Müzik ile üç boyutlu düşünme arasındaki ilişki o dönemde ortaya atılmıştır. Sonuçlar açıklandıktan sonra araştırmacılardan birisi olan teorik fizikçi Gordon Shaw Mozart müziğinin beyne jimnastik yaptırdığını öne sürmüştür ve şöyle demiştir : " Karmaşık yapılı müziğin matematik ve satranç gibi ileri düzey beyin etkinlikleri ile ilgisi olan belli karmaşık sinirsel örgütler arasındaki iletişimi kolaylaştırdığına inanıyoruz. Bunun aksine basit ve tekrara dayanan müziğin karşıt bir etki yapabileceğini düşünüyoruz. " (Campbell,2002: 25-26).

Yapılan çeşitli Mozart Etkisi çalışmalarının yanında fareler üzerine yapılan bir çalışma ilginçtir. Farelere uzun süre Mozart müziği dinlettirilmiş ve labirent çözmede daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir. Farelerin öğrenme düzeylerindeki artış müzik kesildikten 4 saat sonrasına kadar etkili olmuştur. (Shaw 2000:36)

Fransız kulak-burun-boğaz doktoru Alfred Tomatis'in hastaları için geliştirdiği kulaklıklıkta Mozart eserlerini dinlettiği ve olumlu sonuçlar alındığı bilinmektedir.(Stillitano ve diğerleri 2017)

1996 yılında Avustralya'da yapılan bir çalışmada okul öncesi dönemi çocuklara 10 ay boyunca haftada 1 saat müzik eğitimi verilmiştir. Verilen eğitimin matematik yetenekleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çocukların Matematik Yetenekleri Test of Early Mathematics Ability (TEMA-2) ile değerlendirilmiştir. Sonuçta müzik eğitimi alan gruptan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. (Geoghegan&Mitchelmore, 1996).

2000 yılında Bilhartz, Bruhn ve Olson tarafından erken müzik eğitiminin çocuğun bilişsel gelişimine etkisi isimli bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmada 4 ila 6 yaş arası 71

çocukla çalışılmıştır. Çocuklar bilişsel gelişim için "Stanford-Binet Intelligence Scale (SB)" testinin dördüncü edisyonu ile ve müzik için "Young Child Music Skills Assessment(MSA)" testi ile değerlendirilmiştir. Deney grubu 30 hafta süresince, haftada 75 dakika, ebeveyn katılımlı müzik programına tabi tutulmuştur. Müzik programına katılan çocuklardan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir (Bilhartz&Bruhn&Olson, 2000: 615).

Los Angeles'ta yapılan bir çalışmada 135 öğrenciye 4 ay boyunca piyano eğitimi verilmiş ve eğitim verilmeyen gruba göre matematik puanlarında %27 oranında artış görülmüştür (AMC, 2004).

Türkiye'de yapılan bazı araştırmalar aşağıda sunulmaktadır:

Araştırmacı Göğüş, Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuarı İlköğretim Okulu 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerine verdiği eğitim sırasında, aynı müzik yeteneği sınavı ile okula alınan öğrencilerden bir kısmının bazı zorluklar yaşadığını, bu zorlukların her zaman yetenek düzeyi, düzenli çalışma gibi nedenlerle açıklanamadığını, aynı öğrencilerin Matematik dersinde de güçlüklerle karşılaştığını görmüştür. Araştırmada Matematik dersi ile müziksel işitme yeteneğinin geliştirilerek müzik okur-yazarlığının sağlanmaya çalışıldığı "Solfej-Dikte-Teori" dersi başarı puanları iki yıl üst üste karşılaştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda matematiksel ve müziksel kavramları öğrenme başarıları arasında bir ilişki olduğu düşünülmüştür. (Göğüş 2008:86)

Gençel'in(2014) yaptığı çalışmada, 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada Mozart müziği veya Klasik Müzik dinletilen öğrencilerin matematik ders başarısında olumlu olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Bütüner'in(2010) yaptığı çalışmada, ilkokul öğrencilerinin matematiği müzikle öğrenmenin daha eğlenceli olduğu gerekçesiyle diğer dersleri de müzikle öğrenmek istedikleri gözlemlendiği, derslerin şarkılarla ve öğrencilerin seslendirmeleriyle daha çoşkulu ve güzel geçtiği belirtilen çalışma matematik dersine olan korkuların ve kaygıların azalmasını ve matematiğe ilişkin pozitif tutum geliştirmelerini sağlamıştır.

Matematik Yeteneği ve Müzik Yeteneği İlişkisi

Şimdiye kadar işlediğimiz başlıklarda müziğin temelindeki matematik ve müziğin matematik performansı üzerine etkilerinden bahsettik.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda yukarıda da değindiğimiz gibi müzik eğitiminin matematik eğitimi üzerine etkisi veya müzik eğitiminin bilişsel performansa pozitif etkileri ya da müzik dinlemenin bilişsel aktiviteler üzerine etkisi sıklıkla araştırılmıştır. Oysa örneğin matematik eğitiminin müzik eğitimi görmekte olan çocukların müzikal gelişimlerine katkısına dair bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Örneğin müzik ağırlıklı eğitim verilen bir

ilköğretim okulundaki öğrencilere geliştirilmiş matematik eğitimi verilmesi ve bu eğitimin öğrencilerin müzik performansına katkısına dair bir incelemeye rastlanılmamıştır. Dikkat edilirse "eğitim" sözkonusu olduğunda araştırmalar daima "müzik" disiplininin "matematik" disiplinine etkileri üzerinedir. Matematik eğitimi "amaç", müzik ise "araç" olarak kabul görülmüştür. Matematik disiplininin müzik disiplini üzerine etkisi fazla incelenmemiştir. Hatta bu iki disiplin çoğu zaman "eşit" şartlarda ele alınmamakta kişilerde her iki yeteneğin de ilişkili olarak bulunabileceği gözardı edilmektedir. Oysa güçlü bir şekilde matematik eğitimi almış ve dolayısı ile matematik mantığı güçlü olan bir müzik eğitimi müfredatı araştırmaya değer bir konudur.

Bu nedenle, çalışmadaki son başlık matematik ve müzik yeteneği ilişkisi olarak seçilmiştir. Her ne kadar bu iki disiplin yüzyıllardır ilişkilendirilse de "salt yetenek" bazında yapılan araştırma sayısı oldukça azdır. Genellikle matematik ve müzik; yetenek bazında ilişkilendirilmez.

Öte taraftan, Matematik yeteneği olan çocuklar genellikle müzikle uğraşmaktan alıkoyulmazlar. Hatta bu çoğu zaman desteklenir. Ancak müzik yeteneği keşfedilen çocuklar için durum biraz daha farklıdır. Bu çocuklar çoğu zaman müzikal açıdan desteklenmekte ancak bilişsel açıdan aynı desteği görememektedirler. Bu çocukların matematik yetenekleri çoğu zaman yok sayılmaktadır veya önemsenmemektedir. Teknoloji ve Bilgi çağı olan günümüzde "matematik mantığı" artık büyük önem kazanmıştır. Bilişsel açıdan eksik donanım ile mesleğe başlayan müzisyenler çoğu zaman bu eksikliği ilerleyen meslek hayatlarında hissetmektedirler. Oysa çocukların neye yetenekli olup olmadıklarının tespiti genellikle çevrenin yönlendirmeleri ile şekillenir. Yetenek bazındaki araştırmaların çocukların henüz yeteneklerinin dış etkenler ve yönlendirmeler ile şekillenmediği, ham ve salt yeteneklerinin ölçülebildiği yaşta yapılması büyük önem arzetmektedir. Doğal yeteneklerinin ölçülebildiği yaşlara dair edinilen bilgiler ve tespitler çocukların eğitimlerinin şekillenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

2004 yılında Karşal tarafından yapılan araştırmada 8 yaş grubundaki çocukların Matematik yetenekleri, müzik yetenekleri ve soyut zekaları arasındaki ilişki istatistiksel açıdan incelenmiştir. Toplam 75 çocuğa Müzik yetenek testi, Matematik yetenek testi ve Soyut zeka belirleyici test uygulanmıştır. Öğrencilerin Müzik Yetenekleri ve Matematik Yetenekleri arasında 0,423 lük bir ilişki bulunmuştur ve bu ilişki katsayısı istatistiksel açıdan 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Yani, öğrencinin Müzik yeteneği yükseldikçe matematik yeteneği de artmaktadır. Müzik Yeteneği ile Soyut Zeka arasında ise 0,295 lik bir ilişki bulunmuştur ve bu istatistiksel açıdan 0,01 düzeyinde anlamlıdır. Öğrencinin müzik yeteneği arttıkça Soyut Zekası da artmaktadır. Sonuç olarak her iki değişkende (Matematik Yeteneği ve Soyut Zeka Seviyesi) , Müzik Yeteneği ile ilişkilendirildiğinde anlamlı bir farklılık göstermiştir. Matematik Yeteneği ve Soyut Zeka karşılaştırıldığında ise en yüksek etkinin Matematik Yeteneğinde olduğu

görülmektedir. Dolayısı ile, Matematik Yeteneği ile Müzik Yeteneği arasında oldukça anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Karşal, 2004).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde müzik eğitimi verilen kurumlarda, özellikle küçük yaşta eğitime başlayan okullarda, çocuklar bilişsel açıdan çok daha donanımlı yetiştirilebilirler. Müzik yeteneği olan çocukların bilişsel gelişimleri, eğitim sistemi içerisinde, bilerek veya bilmeden genellikle engellenmektedir. Günümüz bilim ve teknoloji çağıdır. Her alanda olduğu gibi müzikte de teknoloji her geçen gün ilerleyerek kullanılmaktadır. Müzisyenlerdeki matematik mantığı artık daha çok önem kazanmaktadır. Tüm bunların yanı sıra, bilişsel açıdan daha ileri çocuklar müziği de çok daha kolay algılayabilmekte ve ilerleyebilmektedir. Bu iki disiplinin yetenek anlamında da ilişkili olduğu düşünülürse müzikalitesi yüksek olan çocukların zihinsel kapasitelerinin çok daha ileri olduğu ve eğitim politikalarının bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

AMC (American Music Conference), *Music and the Brain ,Exposure to Music is Instrumental to the Brain,* University of Munstar .

Beer.(2003) M. *How do Mathematics and Music Relate to Each Other.*

Biçak, Ufuk.(2018).Orkestra için Solar Voyage ile Müzik-Matematik İlişksi Bağlamında Yeni Bir Armoni Kuramı. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Bilhartz, Terry.D.& Bruhn, Rick A. & Olson, Judith. (2000) *The Effect of Early Music Training on Child Cognitive Development.* Journal of Applied Developmental Psychology 20 (4)

Bütüner, İrde. (2010). İlk öğretim Matematik Öğretiminde Şarkı Kullanımının Bazı Değişkenler Üzerine Etkisi.Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Campbell. D. (2002). *Mozart Etkisi*. Çeviren: Feryal Çubukçu. İstanbul: Kuraldışı Yayınevi.

Eco. U. (1998). *Ortaçağ Estetiğinde Sanat ve Güzellik.* İstanbul: Can Yayınları.

Gençel-Ataman, Ö. (2014). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi başarısında Mozart müziği etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education], 29*(2), 81-93.

Goeghegan. N.&Mitchlmore. M. (1996). "*Possible Effects of Early Childhood Music on Mathematical Achievment*". Australian Research in Early Childhood Education. Volume 1, p.9.

Göğüş, Gülay.(2008). Müziksel ve Matmatiksel Öğrenme Başarısı Arasındaki İlişki. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.*XXI (1),79-89*

Gönen, A. (1998*). Mathematical Aspects of Harmony in Music.* Yayımlanmamış Doktora tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Karşal. E. (2004) . *"İköğretim 1. Kademe 2. Sınıf 8 Yaş Grubu Çocukların Müzik Yetenekleri ile Matematik Yetenekleri ve Soyut Zekaları Arasındaki İlişki."* 1924-2003 Musiki Muallim Mektebinden Günümüze Müzik Öğretmeni Yetiştirme Sempozyumu. Isparta.

King, Jerry,P. *Matematik Sanatı.* Tubitak Yayınları, 2002.

May. M. (1996). *Did Mozart Use Golden Section?.* Science Observer. March-April.

Shaw. G. (2000). *Keeping Mozart in Mind*. USA: Academic Press.

Stillitano, Carmela; Rosati, Norm; Cisternino, Sara; Fioretti, Alessandra; Iaconelli, Sara;Eibenstein, Alberto (2017) The Effects of the Tomatis Method on the Artistic Voice, International Journal of Listening, 31:2, 113-120.

Rothstein. E. (1996). *Emblems of Mind – The Inner Life of Music and Mathematics*. New York: Avon Books.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MÜZİK VE MATEMATİK İLİŞKİSİNE DAİR METAFORİK ALGILARI

METAPHORICAL PERCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL TEACHER TRAINEES TOWARDS THE RELATION BETWEEN MUSIC AND MATHMATICS

Ebru SELÇİOĞLU DEMİRSÖZ*

Öz

Bu çalışma Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' nda öğrenim görmekte olan 1. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş nitel araştırma türlerinden olgubilim çalışmasıdır. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi' nde öğrenim görmekte olan 77 birinci sınıf ve 98 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 175 sınıf öğretmenliği öğretmen adayı araştırmaya veri kaynağı oluşturmuştur. Araştırmacı tarafından sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşlerini yazılı olarak ifade edebilecekleri bir form hazırlanmıştır. Bu formda sınıf, cinsiyet daha önce müzik eğitimi alıp almama durumu, bir enstrüman çalıp çalmadığı, müziği ve müzik dersini sevip sevmediği, matematiği ve matematik dersini sevip sevmediği gibi demografik değişkenler ile " Müzik matematik gibidir çünkü…." metaforu ile 84 öğretmen adayından; aynı demografik değişkenler ve " Matematik müzik gibidir çünkü…." metaforu ile 91 öğretmen adayından veri toplanmıştır. Bir disipline bir başka disiplin perspektifinden bakılmasına çapraz disiplinli yaklaşım denmektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının müzik ve matematik disiplinleri aralarındaki ilişkiye dair görüşleri belirlenerek bu ilişkinin gerekçeleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Araştırmanın nitel verilerinin çözümlenmesinde içerik analizi, nicel verileri için ise yüzde ve frekans analizi yapılmıştır. Araştırmanın problem cümlesi; sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algıları nasıldır? şeklinde ifade edilirken araştırmanın alt problemleri; sınıf öğretmenliği

* Dr. Öğr. Üyesi, Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, ebruselcioglu@trakya.edu.tr

1. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır? ve sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır? şeklinde iki alt problem sorusundan oluşturulmuştur. Araştırmanın sonucunda birinci sınıf öğretmen adayları müzik ve matematik ilişkisine dair kurulan metaforun gerekçesini %18 yeterli açıklama ile, %25'i kısmen yeterli açıklama ile ifade ederken, %12'si yetersiz bilgi ve ifadelerle açıklamıştır. Bununla birlikte 1. sınıf öğretmen adaylarının %14'ü fikrim yok şeklinde görüş belirtirken , %8 'i ise müzik ve matematik arasında ilişki yoktur şeklinde görüş bildirmiştir. Dördüncü sınıf öğretmen adayları ise müzik ve matematik ilişkisine dair kurulan metaforun gerekçesini %15 yeterli açıklama ile, %24'i kısmen yeterli açıklama ile ifade ederken, %51'si yetersiz bilgi ve ifadelerle açıklamıştır. Bununla birlikte 4. sınıf öğretmen adaylarının %3'ü fikrim yok şeklinde görüş belirtirken, %5 'i ise müzik ve matematik arasında ilişki yoktur şeklinde görüş bildirmiştir. Araştırma bulgularına dayanarak öğretmen adayları ile yapılacak matematik ve müzik ilişkisini ele alan bilimsel çalışmaların arttırılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adayı, Müzik, Matematik, Müzik ve Matematik İlişkisi

Abstract

This study is a kind of phenomenologic method of qualitative research types which is carried out by first and fourth year students studying at Trakya University Education Faculty Primary School Education Department. The data gathered from 77 first year students and 98 fourth year students studying at Trakya University Education Faculty; 175 in total. The form was prepared by the researcher for the teacher trainees of primary school where they could express their thoughts in written. The form included demographical factors such as class, gender, having music education before, playing any music instrument or not, loving music/music lesson or not, loving mathematics/mathematics lesson or not and with this demographical factors data gathered from 84 teacher trainees with the metaphor such as "Music is like mathematics because…" and from 91 prospective teachers with the metaphor such as "Mathematics is like music because..". Examining one discipline from a different perspective is called as cross-disciplined approach. In this context, this study aimed to reveal the opinions of teacher trainees towards the relation between music and mathematics and the reasons of their opinions. Content analysis was used to analyze the qualitative data, percentage and frequency analysis were used to analyze quantitative data. The problem sentence of the study was determined as "What is the metaphorical perception of teacher trainees of primary school towards the relation between music and mathematics?. The two sub-problems of the study were determined as "What are the causes of the metaphorical perceptions of the first year teacher trainees of primary school towards the relation between music and mathematics?" and "What are the causes of the metaphorical perceptions of the fourth year teacher trainees of primary school towards the relation between music and mathematics?". The results indicated that for the cause of metaphor for the relation between music and mathematics; %18 of the first year teacher trainees of primary school expressed adequate explanation, %25 of them

expressed partly adequate explanation whereas %12 of them expressed inadequate information or expression. Besides, %14 of first year teacher trainees stated no opinion, %8 of them stated no relation between music and mathematics. For the cause of metaphor for the relation between music and mathematics; %15 of the fourth year teacher trainees of primary school expressed adequate explanation, %24 of them expressed partly adequate explanation whereas %51 of them expressed inadequate information or expression. Besides, %3 of fourth year teacher trainees stated no opinion, %5 of them stated no relation between music and mathematics. In the light of the data analysis, the study suggests that more academic studies about the relation between mathematics and music should be carried out in the field of teacher education.

Keywords: Primary School Teacher Trainees, Music, Mathmatics, Relation Between Music And Mathmatics

GİRİŞ

Müzik ve matematik bilimin ve sanatın iki önemli elemanıdır ve alan yazın tarandığında ülkemizde ve uluslararası çalışmalarda aralarındaki ilişkiye dair çalışmaların günümüzde çok önemsendiği ancak sayısının oldukça az olduğu, özellikle öğretmen adayları ile yapılan çalışmaların literatürde eksikliği dikkat çekicidir.

Aslında müzik ve matematik ilişkisi antik devirlerden itibaren karşılaştırılmış ve ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çünkü her ikisinin de estetik ve evrensel bir dili vardır. Bununla birlikte araştırmalar göstermektedir ki müziğin öğrenme özellikle de matematiksel öğrenme üzerindeki etkileri yadsınamayacak biçimde önemlidir. Bunun önemine dikkat çeken isimlerden biri olan Gardner, müziğin eğitimde önemli ve gerekli bir rolü olduğunu, geliştirdiği çoklu zekâ kuramında belirtir. 1997' de yayınlanan "The Musical Mind" makalesinde müziğin diğer zekâ alanlarından özel bir zekâ alanı olduğu, diğer zekâ alanlarına göre daha duygusal, ruhi ve kültürel ağırlık taşıdığını bazı insanlara yollarını organize etmede, düşünmede ve çalışmalarında yardım ettiğini ve daha da önemlisi diğer zekâ alanlarını da geliştirdiğini belirtmiştir (Selçioğlu,2005:50). Bu bilgiyi Kocabaş (2003) tarafından yapılan araştırma desteklemektedir. Araştırmada erken çocukluk dönemi öğretmen adaylarının kullandığı müziği öğrenme stratejileri ile mantıksal-matematiksel zekâ alanı arasında pozitif yönde ilişki bulunmuştur.

Birçok öğretmen, müziksel ritmik zekânın yalnızca yetenekli müzisyenler açısından önemli olduğunu düşünür. Aslında müziksel beceriler insanların çoğuna üst düzeyde öğretilebilir ve geliştirilebilir. Selçuk ve arkadaşları (2002:59) müziksel ritmik etkinliklerin öğrenme sürecini iyileştirmede sınıfta olumlu bir duygusal ortamı pekiştirmek, ilgi uyandırmak ve derse karşı istekli hale getirmek, dikkat ve konsantrasyonu sağlamak, öğrencileri rahatlatmak ve stresi azaltmak, hatırlamayı kolaylaştırmak, bir hedef davranışın gerçekleşmesi amacıyla işlenişi zenginleştirmek amacıyla kullanılabileceğini belirtir.

Aktaş ve Erdoğan Kaya (2017) tarafından yapın bir araştırmada 8. sınıflarda matematik dersi geometrik cisimler öğretiminde Orff Yaklaşımı kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi incelemişlerdir. Ön test – son test deneysel desenin uygulandığı araştırmada Orff Yaklaşımına dayalı öğretim yönteminin kullanıldığı deney grubu ile geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunun akademik başarılarında deney grubu lehine manidar düzeyde farklılık bulunmuştur. Matematik öğretiminde Orff Yaklaşımı kullanımının öğrencilerin derse birebir katılımı ve dersin daha eğlenceli hale gelmesiyle birlikte, akademik başarılarının arttığı gözlenmiştir.

Gün, Gün Duru ve Demirtaş (2016) tarafından yapılan müzik eğitiminin bireyin bilişsel gelişimi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlayan çalışmada, yaşamın her döneminde bilişsel gelişimin müzik eğitimi ile desteklenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Topçu ve Bulut (2016) tarafından şarkılarla yapılan matematik öğretiminin 6. Sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisinin araştırıldığı deneysel çalışmanın sonucuna göre şarkılarla yapılan öğretimin, mevcut programdaki etkinliklerle yapılan uygulamaya göre hem akademik başarı hem de kalıcılık sağlama konusunda daha etkili olduğu bulunmuştur.

Yağışkan, Köksal, Karaca (2014) tarafından gerçekleştirilen ilkokul matematik derslerinde müzik destekli öğretimin başarı, tutum ve kalıcılık üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada belirlenen matematik ünitelerinin müzik yolu ile öğretilmesinin öğrencilerin akademik başarılarının artmasında ve bu başarının kalıcılığında anlamlı şekilde etkili olduğu görülmüştür.

Gençel Ataman (2014) tarafından ortaokul öğrencilerinin matematik dersi başarısında Mozart müziği etkisinin incelendiği araştırmada iki deney ve bir kontrol grubu kullanılarak; deney 1 grubuna Mozart müziği, deney 2 grubuna Mozart müziği dışında klasik müzik dinletilmiş, kontrol grubunda ise matematik dersi müzik dinletilmeden geleneksel yöntemle sürdürülmüştür. 1. ve 2. deneysel çalışmanın sonuçlarına göre, araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu, en yüksek matematik dersi başarısına Mozart müziği dinletilen sınıftaki öğrencilerin sahip olduğu, bunu sırasıyla Mozart müziği dışındaki klasik müzik dinletilen grup ve matematik dersinin geleneksel yöntemle (müzik dinletilmeden) işlendiği sınıfın izlediği sonucuna ulaşılmıştır.

Brock ve Lambeth (2013) Amerika Birleşik Devletleri' nde üçüncü sınıf öğrencileri ile yaptıkları deneysel bir çalışmada 6 hafta boyunca, haftada iki saat matematik dersinde konu öğretiminde şarkıları, oyunları ve drama yöntemini kullanmışlardır. Araştırmanın sonucuna göre deney grubunda öğrencilerin matematik başarı puanları ve derse katılımları artmış, uygulanan tutum testine göre de müzik etkinliklerinden ve müzikli matematik hesaplamalarından hoşlandıkları bulgusuna ulaşılmıştır.

Gün Duru ve Köse (2012)' nin ilkokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada, üç hafta süre ile klasik müzik dinletilen deney grubu öğrencilerinin müzik dinletilmeyen kontrol grubu öğrencilerine göre Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler ve Fen Bilgisi testlerinden oluşan seviye belirleme sınavından aldıkları puanların anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur.

Kocabaş (2009)şarkılarla desteklenen ilkokul 3. Sınıf matematik ünitelerinin öğrenci tutum ve başarısı üzerindeki etkisini incelediği çalışmada öğrencilerin bu derse karşı kaygılarının azaldığını, tutum ve başarı oranının ise artış gösterdiğini belirtmiştir.

Kanada' da yapılan bir araştırmada 6 yaşındaki çocuklardan bir kısmına her hafta vokal dersi, bir gruba klavye dersi, bir gruba drama dersi, bir gruba da hiçbir eğitim verilmemesi şeklinde yapılmıştır. Araştırmanın sonunda klavye veya vokal dersi alan çocukların IQ' ları yaşıtlarından 3 puan yüksek çıkmıştır (26.07.2004, Milliyet Gazetesi).

Irvine California Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmada, piyano dersi alan ve her gün koroyla birlikte şarkı söyleyen çocukların, sekiz ay sonra öteki normal çocuklara göre yapboz oyunlarını çok daha başarılı şekilde çözebildikleri, bu çocukların geometrik şekiller çizmeyi ve matematik problemlerini çözmeyi daha çabuk öğrendikleri saptanmıştır. Araştırmaların da gösterdiği üzere küçük yaşlarda bir müzik aleti çalmaya başlamak ileride büyük bir öğrenme kolaylığı sağlamaktadır (Focus, 2001:35).

Rauscher ve Shaw (1997) tarafından Kaliforniya Üniversitesi' nde yapılan bir araştırmada günde 30 dakika grup müzik dersi ve 10-15 dakika klavye dersi alan hazırlık okulu öğrencilerin müzik dersi almayanlardan objeleri bir araya toplama becerileri % 80 artmıştır.

Gardner, Fox, Jeffery ve Knowles (1996) tarafından yapılan bir grup araştırmada zenginleştirilmiş, aşamalı, beceriye dayalı müzik programlarına katılan öğrencilerin matematik başarılarının, müzik programına katılmayan öğrencilerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Nature(1996)' da yayınlanan bir yazıda birinci sınıfta müzikle ilgilenen öğrencilerin matematik performanslarında artışın olduğu gözlenmiştir.

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesini ortaya koymaktır. Metafor, bireyin bir olgu veya olaya yüklediği anlamı benzetme yoluyla açıklamasıdır. Jensen (2006)'e göre metaforlar, bir kavramdan benzer bir kavram hakkında yeni anlamlar için iki kavram arasında dinamo görevi görerek yeni anlayışlara yol açıp, bilgi bağlantıları kurmaya olanak verir (Akt.Ünal ve

Ünal: 2010: 924). Metaforlar yoluyla nitel veri elde etmek, eğitim bilimlerinde sıkça kullanılan bir yöntemdir.

Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi; sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algıları nasıldır? şeklinde ifade edilirken araştırmanın alt problemleri ise söyle sıralanmıştır:

1. Sınıf öğretmenliği 1. Sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır?

2. Sınıf öğretmenliği 4. Sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır?

YÖNTEM

Bu araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılında, Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' nda öğrenim görmekte olan 1. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş nitel araştırma türlerinden olgubilim çalışmasıdır. Olgubilim çalışmaları farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır. Olgubilim araştırmaları kesin ve genellenebilir sonuçlar ortaya koymayabilir ancak bir olguyu daha iyi tanımamıza ve anlamamıza yardımcı olacak sonuçlar sağlayacak örnekler, açıklamalar ve yaşantılar ortaya koyabilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz,Demirel:2011:19).

ARAŞTIRMANIN ÇALIŞMA GRUBU

Olgubilim araştırmalarında veri kaynakları araştırmanın odaklandığı olguyu yaşayan ve bu olguyu dışa vurabilecek ve ya yansıtabilecek bireyler ya da gruplardır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, Demirel:2011:19). Bu bağlamda Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' nda öğrenim görmekte olan 77 birinci sınıf ve 98 dördüncü sınıf olmak üzere toplam 175 sınıf öğretmenliği öğretmen adayı bu araştırmaya veri kaynağı oluşturmuştur. Araştırmanın çalışma grubunun oluşturulmasında aynı zamanda amaçlı örnekleme yaklaşımı benimsenmiştir.

VERİ TOPLAMA ARACI

Araştırmacı tarafından sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşlerini yazılı olarak ifade edebilecekleri bir form hazırlanmıştır. Bu formda sınıf, cinsiyet daha önce müzik eğitimi alıp almama durumu, bir enstrüman çalıp çalmadığı, müziği ve müzik dersini sevip sevmediği, matematiği ve matematik dersini sevip sevmediği gibi demografik değişkenler ile " Müzik matematik gibidir çünkü…." metaforu ile 1.sınıf 37, 4. Sınıf 47 toplam 84 öğretmen

adayından; aynı demografik değişkenler ve " Matematik müzik gibidir çünkü…." metaforu ile de 1.sınıf 40, 4. Sınıf 51 toplam 91 öğretmen adayından veri toplanmıştır. Örnekleme biri müzik temelli diğeri matematik temelli iki farklı metafor sorulmasının nedeni uzman görüşü sonrası gelen öneriler doğrultusundadır. Bu durum Meeth (1978)' in belirttiği çapraz disiplinli yaklaşımın bir disipline bir başka disiplin perspektifinden bakılmasını da sağlamaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının müzik ve matematik disiplinleri aralarındaki ilişkiye dair görüşleri belirlenerek bu ilişkinin gerekçeleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Form hazırlanırken 2 müzik eğitimi uzmanı, 2 matematik eğitimi uzmanı, 1 sınıf eğitimi uzmanı olmak üzere toplam 5 uzmanın görüşü alınmıştır.

VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

Araştırmanın nicel verileri için yüzde ve frekans analizi; nitel verilerinin çözümlenmesinde toplanan dokümanlara içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi sosyal bilimcilere dokümanlardan elde edilmiş ham bilgilerin incelenmesi ve bir anlam kazandırılmasında sistematik bir metodoloji sağlar (Balcı, 2001:209; Böke,2009:344). Bu sistematik metodolojiyi Yıldırım ve Şimşek (2000:163) dört aşamada şöyle vermişlerdir: verilerin kodlanması, temaların bulunması, kodların ve temaların organize edilmesi, bulguların tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Araştırmada oluşturulmuş olarak verilen metaforların gerekçesine yapılan içerik analizi çapraz disiplinli yaklaşıma göre değerlendirilmiş, öğretmen adaylarının müzik ve matematik disiplinleri aralarındaki ilişkiye dair görüşleri belirlenerek bu ilişkiye dair algılarının gerekçesi "yeterli açıklama", "kısmen yeterli açıklama", "yetersiz açıklama", "fikrim yok", "ilişkisi yok" olmak üzere 5 kategoride incelenmiştir. Bu kategorilerden "yeterli açıklama" kategorisi için ölçüt; üç ve daha fazla doğru bilgi ifadesiyle açıklama, " kısmen yeterli açıklama" kategorisi için ölçüt; iki bilgi ifadesiyle açıklama, "yetersiz açıklama" kategorisi için ölçüt; doğruluğu tam ifade edilemeyen bir bilgi ifadesiyle açıklama, "fikrim yok" kategorisi için ölçüt; fikrim yok ifadesini kullanma ya da boş bırakma, "ilişkisi yok" kategorisi için ölçüt ise müzik ve matematik arasında ilişki yoktur ifadelerini kullanma olarak belirlenmiştir. Kategorilerin ve kategori ölçütlerinin belirlenmesinde 1 matematik eğitimi, 1 müzik eğitimi, 1 sınıf eğitimi uzmanı olmak üzere üç uzmanın görüşü alınmıştır. Bilgin (2006) içerik analizinin güvenirliğinin büyük ölçüde kodlama işlemine bağlı olduğunu, aynı kodlayıcının aynı metni farklı zamanlarda aynı şekilde kodlaması gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada da aynı kodlayıcı aynı verileri 6 ay sonra yeniden kodlayarak içerik analizinin güvenirliğini sağlamaya çalışmıştır. İki kodlama arasındaki uyum %95' tir.

BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum:

Araştırmanın birinci alt problemi "sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır?" şeklinde oluşturulmuştur. Bu alt probleme dair bulgular için önce sınıf öğretmenliği 1.sınıf öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 1' de sunulmuş daha sonra da Tablo 2' de sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi "yeterli açıklama", " kısmen yeterli açıklama", "yetersiz açıklama", "fikrim yok", "ilişkisi yok" olmak üzere 5 kategoride incelenmiştir.

Tablo 1. Sınıf Öğretmenliği 1. Sınıf Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

Demografik Değişkenler		Müzik Matematik gibidir…		Matematik Müzik gibidir…		Toplam	
		f	%	F	%	f	%
Cinsiyet	kadın	30	81	32	80	**62**	**81**
	erkek	7	19	8	20	**15**	**19**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Müzik Eğitimi Alma Durumu	hayır	7	19	7	18	**14**	**18**
	okulda ders	26	70	30	75	**56**	**73**
	müzik kursu	4	11	3	7	**7**	**9**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Enstrüman Çalma	hayır	32	87	34	85	**66**	**86**
	evet	5	13	6	15	**11**	**14**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Müziği Sevme	hayır	2	5	1	2	**3**	**4**
	evet	35	95	39	98	**74**	**96**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Müzik Dersini Sevme	hayır	11	30	8	20	**19**	**25**
	evet	26	70	32	80	**58**	**75**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Matematiği Sevme	hayır	20	54	13	33	**33**	**43**
	evet	17	46	27	67	**44**	**57**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**
Matematik Dersini Sevme	hayır	21	57	18	45	**39**	**51**
	evet	16	43	22	55	**38**	**49**
	toplam	37	100	40	100	**77**	**100**

Tablo 1' de Sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğretmen adaylarının demografik özelliklerine bakıldığında; öğretmen adaylarının %81'i kadın, %19'u erkektir. Bu durum son yıllarda sınıf öğretmenliği alanının kadın öğrenciler tarafından daha çok talep edildiğinin de aynı zamanda göstergesidir. Öğretmen adaylarının müzik eğitimi alıp almama durumuna bakıldığında;

%18'i müzik eğitimi almamış, %73'ü sadece okulda ders olarak görmüş, %9'u ise müzikle ilgili bir kursa gitmiştir. Öğretmen adaylarının %86' sı bir müzik enstrümanı çalmıyorken, %14'ü enstrüman çalmaktadır. Öğretmen adaylarının çaldıkları enstrümanlara bakıldığında Müzik matematik gibidir ilişkisini açıklayan grupta bir öğretmen adayı blok flüt, bir öğretmen adayı keman, bir öğretmen adayı bağlama, iki öğretmen adayı da piyano çaldığını belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir ilişkisini açıklayan grupta ise bir öğretmen adayı hem piyano hem gitar, bunun dışında üç öğretmen adayı daha gitar, bir öğretmen adayı blok flüt, bir öğretmen adayı da darbuka çaldığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %4'ü müziği sevmiyorken, %96'sı müziği sevmektedir. Ancak müzik dersi söz konusu olduğunda %75'i müzik dersini sevmekte iken %25 dersten hoşlanmamaktadır. Hoşlanmama durumu matematik için daha göze çarpıcıdır. Öğretmen adaylarının %43'ü matematiği sevmediğini belirtirken, %57'si sevdiğini belirtmiş, bununla birlikte %51'i matematik dersini sevmezken, %49'u da matematik dersini sevdiğini belirtmişlerdir. Bu demografik bilgiler Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' ndaki 1. Sınıf öğretmen adaylarının müzik donanımları bakımından oldukça yetersiz, müzik ve matematiğe ilgileri bakımından da değişkenliklerini göstermektedir.

Tablo 2. Sınıf Öğretmenliği 1. Sınıf Öğretmen Adaylarının Müzik ve Matematik İlişkisine Dair Metaforik Algılarının Gerekçesi

Metaforik Algı Kategorileri	Müzik Matematik gibidir…		Matematik Müzik gibidir…		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Yeterli	9	24	9	23	**18**	**23**
Kısmen	9	24	14	35	**25**	**33**
Yetersiz	5	14	9	23	**12**	**16**
Fikrim Yok	8	22	6	14	**14**	**18**
İlişkisi Yok	6	16	2	5	**8**	**10**
Toplam	37	100	40	100	**77**	**100**

Tablo 2' de sınıf öğretmenliği 1. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçeleri "yeterli açıklama", " kısmen yeterli açıklama", "yetersiz açıklama", "fikrim yok", "ilişkisi yok" olmak üzere 5 kategoride incelenmiştir. Müzik matematik gibidir metaforunun gerekçesini öğretmen adaylarının %24'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %24'ü kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %14'ünün ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %22'si müzik ve matematik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %16'sı ise müzik ve matematik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir metaforunda ise gerekçeyi öğretmen adaylarının %23'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %35'i kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %23'ünün ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %14'ü matematik ve müzik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen

adaylarının %5'i ise matematik ve müzik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Aşağıda birinci sınıf öğretmen adaylarının örnek görüşlerine yer verilmiştir.

Yeterli;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

1.A.19. Müziğin notaları, matematiğin sayıları ve sembolleri gibidir. Matematikte sayılar ve semboller nasıl bir araya gelip bir denklem oluşturuyorsa, notaların birleşmesiyle de müziğin denklemi oluşur. Müzik yapmak için matematik gerekir.

1.A.22. İkisi de parçadan bütüne gider, matematikte önce saymayı sonra toplama çıkarmayı öğrenerek matematiğimizi ilerletiriz. Müzikte önce notaları öğreniriz sonra bunları birleştiririz ve ortaya bir parça çıkar. İkisi de birikimden oluşur. Müzik bilmek de, matematik bilmek de toplumsal yaşam için önemlidir.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

1.B.10. İkisi de zor derslerdir. Zorlayıcı formülleri ve kuralları vardır. Bunu uygulamazsanız sonuç doğru olmaz. Ancak bunu başardığınızda zevkli bir hale gelir. Her ikisinde de doğru kullanıldığında ahenk yaratan simgeler vardır. Bu simgeler matematikte sayılarla müzikte notalarla gösterilir.

1.B.31. Matematiğin ne olduğunu az çok herkes bilir. Ancak bir problemde sayıları ve formülleri kullanabilenler matematikte başarılı olur. Müzikte böyledir. Müziği herkes sever ancak notaları bilenler ve çalabilenler müzik eseri yaratabilir.

Kısmen;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

1.A.31.Notalar sayılar gibidir, bir mantığı vardır. Bir notayı çıkarmak ya da eklemek tıpkı matematik gibi yeni şeyler yaratır.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

1.B.37. Müzikte notalar, matematikte rakamlar arasında kayboluruz. İkisinde de aynı ahenk vardır.

Yetersiz;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

1.A.9. İkisini de öğrenmek için üzerinde çok durmak gerekir, zor alanlardır.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

1.B.13. İkisi de bir derstir ve belli bir işleyişle ilerler.

Fikrim Yok;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

1.A.3. İlişkisine dair hiçbir fikrim yok

Matematik Müzik gibidir çünkü…

1.B.33. (boş bırakmıştır, fikrim yok olarak değerlendirilmiştir.)

İlişkisi Yok;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

1.A.2. Müzik ve Matematik arasında ilişki yoktur. Müzik ruhu meditasyona sokar, beyni rahatlatır. Matematik beyni yorar, insanı strese sokar.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

1.B.8. Bence her ikisi de birbirinden farklı çünkü matematik akla dayanırken, müzik zevke dayanır.

2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum:

Araştırmanın ikinci alt problemi "sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi nasıldır?" şeklinde oluşturulmuştur. Bu alt probleme dair bulgular için önce sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 3' de sunulmuş daha sonra da Tablo 4' te sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçesi "yeterli açıklama", "kısmen yeterli açıklama", "yetersiz açıklama", "fikrim yok", "ilişkisi yok" olmak üzere 5 kategoride incelenmiştir.

Tablo 3. Sınıf Öğretmenliği 4. Sınıf Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

Demografik Değişkenler		Müzik Matematik gibidir…		Matematik Müzik gibidir…		Toplam	
		f	%	F	%	F	%
Cinsiyet	kadın	38	81	40	78	**78**	**80**
	erkek	9	19	11	22	**20**	**20**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**
Müzik Eğitimi Alma Durumu	hayır	4	9	10	20	**14**	**14**
	okulda ders	36	76	35	67	**71**	**73**
	müzik kursu	7	15	6	13	**13**	**13**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**
Enstrüman Çalma	hayır	36	76	42	82	**78**	**80**
	evet	11	24	9	18	**20**	**20**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**

Müziği Sevme	hayır	1	2	-	-	**1**	**1**
	evet	46	98	51	100	**97**	**99**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**
Müzik Dersini Sevme	hayır	10	21	12	24	**22**	**23**
	evet	37	79	39	76	**76**	**77**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**
Matematiği Sevme	hayır	10	21	13	26	**23**	**24**
	evet	37	79	38	74	**75**	**76**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**
Matematik Dersini Sevme	hayır	13	28	15	26	**28**	**29**
	evet	34	72	36	74	**70**	**71**
	toplam	47	100	51	100	**98**	**100**

Tablo 3' te Sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının demografik özelliklerine bakıldığında; öğretmen adaylarının %80'i kadın, %20'si erkektir. Bu durum son yıllarda tıpkı birinci sınıflarda olduğu gibi dördüncü sınıflarda da sınıf öğretmenliği alanının erkek öğrenciler tarafından daha az talep edildiğinin göstergesidir. Öğretmen adaylarının müzik eğitimi alıp almama durumuna bakıldığında; %14'i müzik eğitimi almamış, %73'ü sadece okulda ders olarak görmüş, %13'ü ise müzikle ilgili bir kursa gitmiştir. Öğretmen adaylarının %20'si bir müzik enstrümanı çalmıyorken, %20'si enstrüman çalmaktadır. Öğretme adaylarının çaldıkları enstrümanlara bakıldığında Müzik matematik gibidir ilişkisini açıklayan grupta iki öğretmen adayı gitar, dört öğretmen adayı flüt, iki öğretmen adayı blok flüt, bir öğretmen adayı bağlama, bir öğretmen adayı keman, bir öğretmen adayı org, bir öğretmen adayı da hem flüt hem de melodika çaldığını belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir ilişkisini açıklayan grupta ise bir öğretmen adayı hem flüt hem gitar, bunun dışında üç öğretmen adayı daha gitar, bir öğretmen adayı piyano, iki öğretmen adayı keman, bir öğretmen adayı da flüt çaldığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %1'i müziği sevmiyorken, %99'u müziği sevmektedir. Ancak müzik dersi söz konusu olduğunda %77'i müzik dersini sevmekte iken %23 dersten hoşlanmamaktadır.. Öğretmen adaylarının %24'ü matematiği sevmediğini belirtirken, %76'sı sevdiğini belirtmiş, bununla birlikte %29' u matematik dersini sevmezken, %71'i de matematik dersini sevdiğini belirtmişlerdir. Bu bilgiler Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı' ndaki 4. Sınıf öğretmen adaylarının demografik özellikleri bakımından değişkenliklerini göstermektedir.

Tablo 4. Sınıf Öğretmenliği 4. Sınıf Öğretmen Adaylarının Müzik ve Matematik İlişkisine Dair Metaforik Algıları

Metaforik Algı Kategorileri	**Müzik Matematik gibidir…**		**Matematik Müzik gibidir…**		**Toplam**	
	f	**%**	**F**	**%**	**f**	**%**
Yeterli	8	17	7	14	**15**	**15**
Kısmen	12	26	12	24	**24**	**25**
Yetersiz	24	51	27	52	**51**	**52**

Fikrim Yok	-	-	3	6	**3**	**3**
İlişkisi Yok	3	6	2	4	**5**	**5**
Toplam	47	100	51	100	**98**	**100**

Tablo 4' te sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçeleri "yeterli açıklama", " kısmen yeterli açıklama", "yetersiz açıklama", "fikrim yok", "ilişkisi yok" olmak üzere 5 kategoride incelenmiştir. Müzik matematik gibidir metaforunun gerekçesini öğretmen adaylarının %17'si yeterli bilgiyle açıklarken, %26'sı kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %51'nin ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının hiç biri müzik ve matematik ilişkisine dair fikrim yok şeklinde görüş belirtmemişlerdir. Öğretmen adaylarının %6 sı ise müzik ve matematik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir metaforunda ise gerekçeyi öğretmen adaylarının %14'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %24'ü kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %52'sinin ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %6'sı matematik ve müzik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %4'ü ise matematik ve müzik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir. Tablo 4 genel olarak değerlendirildiğinde en dikkat çekici sonuç 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik matematik gibidir metaforuna %51 oranında yetersiz bilgiyle açıklamalarda bulunurken, matematik müzik gibidir metaforuna ise %52 oranda yetersiz bilgilerle açıklama yapmış olmalarıdır. Bu durum aynı zamanda sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının her iki disiplin arasındaki ilişkiyi görebilmeye dair yeterliliklerindeki eksikliğin de göstergesidir.

Aşağıda dördüncü sınıf öğretmen adaylarının örnek görüşlerine yer verilmiştir.

Yeterli;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

4.A.6. Notalarla oluşturulan melodiler sayılarla oluşturulan örüntüler gibidir. Notalar bir araya geldiğinde çeşitli ezgiler oluşur. Sayılar bir araya geldiğinde çeşitli denklem ve işlemler oluşur.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

4.B.33. Nasıl matematikte sayılar olmazsa işlem yapılmaz ise müzikte de notalar olmazsa parça çalınmaz. Notaların dizilişi ve onların çalınıp söylenmesi ile ortaya çıkan sonuç aynı matematikte sayıların dizilişi ve işlemlerin sonucu gibidir.

Kısmen;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

4.A.21. Müzik duyguların dışa yansımasıdır. Matematik ise bilişsel bilginin dışa yansımasıdır. Sonuçta ikisi de insanı yansıtır.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

4.B.4. Müzikte notalar neyse, matematikte de sayılar odur. Bir parçayı çalmak için notalara, bir problemi çözmek için de sayılara ihtiyaç vardır.

Yetersiz;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

4.A.7. Sayılarda notalar gibidir birbirleriyle uyumu vardır.

4.A.8. Bir basamağı öğrenmeden diğerine geçemezsin.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

4.B.28. Notalar ve rakamlar sürekli dans ederler.

4.B.29. İkisinde de uyman gereken kurallar vardır.

Fikrim Yok;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

4.A.37. Boş bırakmış, görüş bildirmemiş.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

4.B.40. Bir düşüncem yok.

İlişkisi Yok;

Müzik Matematik gibidir çünkü…

4.A.16. Aralarında herhangi bir ilişki olduğunu düşünmüyorum.

Matematik Müzik gibidir çünkü…

4.B.50. Matematik ile müzik arasında ilişki olduğunu düşünmüyorum.

SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 1. ve 4. Sınıf öğretmen adaylarının müzik ve matematik ilişkisine dair metaforik algılarının gerekçelerinin incelendiği bu araştırmanın sonuçlarına göre;

Birinci sınıf öğretmen adaylarının %18'i hiç müzik eğitimi almamıştır. Öğretmen adaylarının %14'ü enstrüman çalmakta, %96' sı müziği sevmekte ancak %75'i müzik dersini sevmektedir. Öğretmen adaylarının %57'si matematiği severken, %49'u matematik dersini sevmektedir.

Birinci sınıf öğretmen adayları müzik matematik gibidir metaforunun gerekçesini %24'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %24'ü kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %14'ünün ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %22'si müzik ve matematik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %16'sı ise müzik ve matematik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir metaforunda ise gerekçeyi öğretmen adaylarının %23'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %35'i kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %23'ünün ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %14' ü matematik ve müzik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %5' i ise matematik ve müzik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Dördüncü sınıf öğretmen adaylarının %14'ü hiç müzik eğitimi almamıştır. %20'si enstrüman çalmakta, %99'u müziği sevmekte ancak %77'sı müzik dersini sevmektedir. Öğretmen adaylarının %76'sı matematiği severken, %71'i matematik dersini sevmektedir.

Dördüncü sınıf öğretmen adayları müzik matematik gibidir metaforunun gerekçesini %17'si yeterli bilgiyle açıklarken, %26'sı kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %51'nin ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının hiç biri müzik ve matematik ilişkisine dair fikrim yok şeklinde görüş belirtmemişlerdir. Öğretmen adaylarının %6'sı ise müzik ve matematik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir. Matematik müzik gibidir metaforunda ise gerekçeyi öğretmen adaylarının %14'ü yeterli bilgiyle açıklarken, %24'ü kısmen yeterli bilgiyle açıklamışlardır. %52'sinin ifadeleri ise yetersizdir. Öğretmen adaylarının %6'sı matematik ve müzik ilişkisini kuramamış ve fikrim yok şeklinde görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %4'ü ise matematik ve müzik arasında bir ilişkinin olmadığı şeklinde görüş belirtmişlerdir.

Dördüncü sınıf öğretmen adaylarına dair diğer bir dikkat çekici sonuç 4. sınıf öğretmen adaylarının müzik matematik gibidir metaforuna %51 oranında yetersiz bilgiyle açıklamalarda bulunurken, matematik müzik gibidir metaforuna ise %52 oranda yetersiz bilgilerle açıklama yapmış olmalarıdır. Bu durum aynı zamanda sınıf öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adaylarının her iki disiplin arasındaki ilişkiyi görebilmeye dair yeterliliklerindeki eksikliğin de göstergesidir.

Tartışma ve Öneriler:

Müziğe karşı doğal yetenekleri olmasa bile erken çocukluk eğitiminden üniversiteye, eğitimin her kademesinde bütün öğrenciler her derste müziksel ritmik hareketlerden faydalanmalıdırlar.

Ancak araştırmalar göstermektedir ki; müzik eğitimi genel akademik başarıyı arttırmakla birlikte okullarımızda müzik dersleri yeterli düzeyde gerçekleşmemektedir. Bu durum Kocabaş ve Selçioğlu (2003:139-155) tarafından yapılan araştırma ile de ortaya konmuştur.

Akman ve Ata Doğan (2019)' ın araştırmaları da ülkemizde okul öncesi dönemden lise dönemine kadar çocuklarla yapılan ve 2000-2018 yılları arasında matematik ve müzik ilişkisini ele alan araştırma makalelerinin ve lisansüstü tezlerinin incelenmesidir. Bu amaç kapsamında Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi, Google Akademik, TR Dizin, DergiPark veri tabanlarında yayınlanan çalışmalar doküman incelemesi modeli ve ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak incelenmiş olup, kriterleri karşılayan 18 lisansüstü tez ve 8 araştırma makalesi çalışmaya dâhil edilmiştir. Araştırma sonucunda, bu çalışmaların 2016 yılında sıklık kazandığı, en çok okul öncesi dönem ve ortaokul dönemindeki çocuklarla çalışıldığı, lisansüstü tezlerin 12'sinin yüksek lisans, 6'sının doktora tez çalışması olduğu, çalışmaların çoğunluğunun nicel yaklaşım ve deneysel desende planlandığı, ayrıca genellikle başarı ve öğrenme üzerine odaklanıldığı bulgularına ulaşılmıştır. Araştırmanın bulgularına dayanarak; matematik ve müzik ilişkisini ele alan çalışmaların artırılması, karma araştırma deseninde, boylamsal uygulamalara ve disiplinlinler arası çalışmalara önem verilmesi önerilmiştir.

Araştırılmakta olan bu çalışma ile doğrudan ilgili, sınıf öğretmenliği öğrencilerinin müzik dersine ilişkin algılarının metaforlar yoluyla belirlenmeye çalışıldığı Umuzdaş ve Umuzdaş (2013: 719-729) tarafından yapılan araştırmada; değerlendirilmeye alınan 162 verinin sonucuna göre; öğrencilerin müzik dersi algılarına ilişkin 59 adet metafor elde edilmiş ve bunlar 18 temaya ayrılmıştır. Bu temalar iki ana boyutta toplanmıştır. Bunlardan ilki dersin içeriği ile, ikincisi ise dersin uyandırdığı maneviyatla ilgilidir. Belirlenen temaların %98.3'ünün olumlu olmasından hareketle; sınıf öğretmenliği öğrencilerinin müzik dersini daha çok bilişsel ve duyuşsal kazanımlar olarak algıladıkları söylenebilir.

Bu bağlamda ülkemizde öğretmen adayları ile yapılacak müzik ve matematik ilişkisini ele alan bilimsel çalışmaların arttırılması da araştırılması yapılan bu çalışmanın bulgularına dayanarak önerilebilir.

Ayrıca sınıf öğretmenliği programından kaldırılan temel müzik derslerinin yeniden programa konularak, müzik öğretimi dersinin içeriğinin zenginleştirilmesi diğer bir öneri olarak sunulabilir. Aksi takdirde gelecek kuşakları yetiştiren sınıf öğretmenlerinin müziksel donanımlarının yetersizliği, gelecek kuşakların bilişsel ve duyuşsal gelişiminin önündeki belirleyici engellerden biri olacaktır.

KAYNAKÇA

Aktaş, M., Erdoğan Kaya, S. (2017). 8. Sınıflarda geometrik cisimler öğretiminde Orff yaklaşımı kullanımının akademik başarıya etkisi, *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, cilt: XIV, sayı:I, 47-72.

Ata Doğan, S.,Akman, B., (2019). Okulöncesi eğitimden lise eğitimine matematik-müzik ilişkisini ele alan ulusal araştırmaların incelenmesi, Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3 (5), 40-56

Balcı, A. (2001). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler, Ankara: PegemA Yayıncılık.

Bilgin, N. (2006). Sosyal Bilimlerde İçerik Analizi, Ankara: Siyasal Kitabevi

Böke, K. (2009). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, İstanbul: Alfa Yayıncılık.

Brock, D., Lambeth, D.(2013). The effects of music on basic mathematics fact fluency for third grade students, *CIJE*, vol. 2(2), April, 43-60. e-ISSN:2147-1606

Büyüköztürk, Ş., Çakmak ,E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2011). Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 11. Basım, Ankara: Pegem Akademi

Focus Dergisi (2001). Ekim, 35.

Gardner, Fox, Jeffery, Knowles (1996). Improves reading and math performance, *Nature,* May:23

Gençel Ataman, Ö. (2014). Ortaokul öğrencilerinin matematik dersi başarısında Mozart müziği etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (2), 81-93.

Gün, E., Gün Duru, E., Demirtaş, H.O. (2016). Müzik eğitiminin bilişsel gelişime etkisi, *The Journal of Academic Social Science Studies*, n.50, p.117-124, Autumn II.

Gün Duru E., Köse, H.S.(2012). Klasik müzik dinlemenin ilköğretim öğrencilerinin sınav başarılarına etkisi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 7 (2), 143-149.

Kocabaş, A. (2009). Using songs in mathematics instruction: results from pilot application. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 1 (1), 538-543

Kocabaş, A. (2003). Erken çocukluk dönemi öğretmen adaylarının kullandıkları müziği öğrenme stratejileri, OMEP 2003 Dünya Konsey Toplantısı ve Konferansı Bildiri Kitabı, c. 3.

Kocabaş, A., Selçioğlu, E. (2003). İlköğretim 4. ve 5. sınıf müzik dersinin gerçekleşme düzeyine ilişkin öğrenci görüşleri. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* Güzel Sanatlar Eğitimi özel sayı, sayı 8.

Rauscher, F., Shaw, G.(1997). Enhances higher brain function, *Neurological Research*, Feb. 28

Selçioğlu, E. (2005). Çoklu Zeka Kuramına Dayalı İşbirlikli Öğrenmenin Müzikte Erişi ve Hatırda Tutma Üzerindeki Etkileri, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi

Selçuk, Z., Kayalı, H., Okut, L.(2002). Çoklu Zeka Uygulamaları, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Topçu, H., Bulut, N. (2016). Şarkılarla yapılan matematik öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına ekisi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, cilt 17, sayı 1, Nisan, 535-553.

Umuzdaş, S., Umuzdaş, M.S. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin müzik dersine ilişkin algılarının metaforlar yoluyla belirlenmesi, *International Journal of Human Sciences*, v.10, ıssue 1, 719-729.

Ünal, A., Ünal, E. (2010). Öğretmen ve öğrencilerin rehber öğretmeni algılamalarına ilişkin bir durum çalışması. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* 7: 2.

Yağışan, N., Köksal, O., Karaca, H. (2014). İlkokul matematik derslerinde müzik destekli öğretimin başarı, tutum ve kalıcılık üzerindeki etkisi, İDİL, c. 3, s. 11, 1-26.

Yıldırım, A.,Şimşek, H. (2000) Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara: Seçkin Yayıncılık

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK FELSEFESİNDE MATEMATİK

MATHEMATICS IN PHILOSOPHY OF MUSIC

Ekin ÇORAKLI*

Öz

Müzik ve matematik arasındaki ilişki, gerek felsefe yazılarında gerekse ampirik araştırmalarda antik dönemden günümüze dikkat çekici bir konu olarak varlığını sürdürmektedir. Müziğin bir yandan hislere odaklı bir yandan da sayılara ve vuruşlara dayalı olan özel yapısının kuşkusuz bu durumda payı vardır. Bu durumun farkına varan felsefeciler, Pisagor'dan bu yana müzikal tınıların matematiksel bağlantısı veya müzikal vuruşların insanoğlunda yarattığı etki gibi konuları araştırmakla kalmayıp, hayatın özünü açıklamada da müziğin matematik ile ilişkisine dayanan fikirler öne sürmüşlerdir.

Müzik felsefesi tarihi içerisinde, matematik ve müziğin bağlantısına ilişkin düşüncelerin büyük bir kısmının Antik dönemde Pisagor ile Rönesans dönemi sonrası Rasyonalist dönemde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu düşünceler arasında benzerlikler olmakla birlikte ince farklar da söz konusudur. Örneğin, Pisagor matematik ve müziği kutsayarak onların düzenli ve sabit yapısına metafiziksel bir güç ithaf ederken, Descartes müzikten aldığımız zevke yoğunlaşarak matematiksel oranların bu zevk üzerindeki payını tamamen bilimsel bir irdelemeyle araştırır. Leibniz ise hem Alman metafiziğini hem de matematik ve mantığı temel alan rasyonalist düşünceyi birleştirerek müziğe ilişkin bambaşka bir bakış açısı getirir ve müziği aklın saydığının farkında olmadığı hem bilinçaltı hem de metafizik bir egzersiz olarak tanımlar. 20. yüzyıl sonrasında ise, matematik ve müzik ilişkisi müzik felsefesinin popüler bir konusu olmaktan çıkmıştır. Ancak bu dönemde, Arnold Schönberg ve Paul Hindemith gibi bestecilerin bu ilişki üzerine düşünüp yeni ve deneysel üretimler gerçekleştirdikleri görülmektedir.

Bu araştırmada, müzik felsefesi tarihinde müzik ve matematik konusuna dair düşünceler derlenerek, bu konuyu irdeleyen Pisagor, Rameau, Descartes ve Leibniz gibi filozof ve müzik bilimcilerinin fikirleri açıklanacak ve tartışılacaktır. Daha sonrasında, modern zamanlarda

* Doç. Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi Müzik Eğitimi Bölümü, ekincorakli@gmail.com

üretim yapmış bestecilerin konuya bakışları ile sentezledikleri yeni müzikal perspektifleri açıklanacak ve irdelenecektir. Bu konunun araştırılmasının hem konuya ilişkin tarihi bir analiz sağlaması hem de gelecekteki araştırmalar için felsefi bir temel oluşturması açısından yararlı olacağına inanılmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Müzik ve matematik, müzik felsefesinde matematik, müzik ve metafizik, müzik ve rasyonalizm.

Abstract

The relationship between music and mathematics has been a crucial subject from Ancient times to today in both philosophical writings and empirical studies. Music's special character which focuses on both feelings and numbers/beats certainly has an impact on this situation. Starting from Pythagoras, many philosophers who realized this fact, have produced different ideas about not only the mathematical connection of musical pitches or the effect of musical beats on humans, but also about explaining the essence of life based on the relationship between music and mathematics.

Through the history of music philosophy, the largest part of the ideas about the relationship between music and mathematics seem to appear in the Ancient times with especially Pythagoras and in Rationalist philosophy after the Renaissance period. These ideas both have common and different perspectives. For instance, Pythagoras refers to both mathematics and music in a metaphysical way and takes both of them as divine and abstract, however Descartes focuses on the joy we receive from music and tries to find the logical reason behind this enjoyment. Leibniz connects the German metaphysics with rationalism and describes music as an unconscious exercise in which the mind does not realize it is counting. After the 20th century, this topic has not been a popular one in the field philosophy of music. Nevertheless, composers such as Arnold Schönberg and Paul Hindemith has searched music in a mathematical way and made experiments based on this character of music.

In this study, the ideas about the connection between music and mathematics in music philosophy will be collected and the notions of music philosophers and scholars such as Pythagoras, Rameau, Descartes and Leibniz will be examined and discussed. Afterwards, the perspectives of composers from modern times will be explained and argued. It is believed that the research on this topic will be helpful for providing a historical analysis and for creating a philosophical basis for the future.
Keywords: Music and mathematics, mathematics in music philosophy, music and metaphysics, music and rationalism.

Giriş

Leibniz, müziğin aklın saydığının farkında olmadığı bilinç altı bir aritmetiksel egzersiz olduğunu söyler (akt. Schopenhauer, 1969, s.256). Gerçekten de müziğin hisleri ifade etmekle birlikte belli bir düzeni de içermesi, içerisinde sayı, derece, ritim gibi düzenli ve eşit

aralıklı yapılar barındırması, tarih içerisinde onun matematiksel özelliklerine dair çeşitli fikirler ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Müziği matematiğin bir parçası olarak görme düşüncesi, Antik dönemden bu yana karşımıza çıkmaktadır. Hatta, Orta Çağ'ın (1500'ler) sonuna kadar kabul edilen Yunan matematik öğretisi, dört bölümden oluşur: Sayısı teorisi, geometri, müzik ve astronomi. Bu durum, rönesanstan sonra teorik müziğin bağımsız bir alan olması ile değişse de, müzikle matematik ilişki bu çağdan sonra da ilgi çeken bir konu olmaya devam etmiştir (Papadopoulos, 2002, s. 65). Özellikle Descartes ve Leibniz gibi rasyonalist felsefeciler konuya daha çok ilgi göstermişler ve matematikle müziğin ilişkisine dair çok sayıda fikir öne sürmüşlerdir. Özellikle Descartes'tan etkilenen Rameau gibi müzik teorisyenleri de bu fikirlerinden yola çıkarak müzik ve aritmetik ilişkisi üzerine detaylı inceleme yapmışlardır.

Araştırmanın ilk bölümünde, konuya ilişkin milattan önceki dönemde ortaya konmuş olan fikirler açıklanacaktır. İkinci bölümde ise Orta Çağ sonrasında özellikle rasyonalist dönemde yoğunlaşan müzik ve matematik bağlantısı üzerine fikirler irdelenecektir. Üçüncü bölümde ise 20. yüzyıl ve sonrasında konuya ilişkin bakış açılarına yer verilecektir.

Antik Dönem

Müziksel uyumu matematik formülleri ile açıklayan filozof ve matematikçi Pisagor (M.Ö. 6. yüzyıl), farklı büyüklükteki çanlarla bir skala düzeni yaratmış, bir çekiçle vurduğu çanların tınılarında bir oktav aralığının 2:1 orana, beşli aralığın 3:2 orana, dörtlünün 4:3 orana ve tam notaların da 9:8'e eşdeğer olduğunu saptamıştır. Sekizli ve dörtlü aralıklardan oluşan ses dizisi, sonraları Pisagor gamı adıyla bilinmeye başlamıştır. Daha sonraları Pisagorcular bu oranları tek telden oluşan bir çalgı (monochord) üstünde deneyerek tüm müzik sisteminin doğru tonlanması saplanmıştır (İlyasoğlu, 2007, s.17-19).

Bilindiği üzere, batıda en eski ve temel müzikal keşifler Pisagor tarafından yapılmıştır. Ünlü filozof ve matematikçinin amacı, perdeler arasındaki düzenli ilişkinin ilkesini bulmaktır. Ancak bizim gözümüzde teknik bir ilke gibi gözüken şey, Pisagor için dünya hakkında temel bir metafizik gerçektir. Kargaşa ve zıtlıklar içindeki bir dünyanın nasıl düzenli olabileceği problemine ise Pisagor uyum ilkesi ile çözüm bulmaya çalışır. Müzikal bir tel üzerinde deneyler yapan Pisagor, oktavlardaki perde aralıklarında 4'lü ve 5'lilerin düzenli bir oranda ilişkili olduklarını keşfetmiştir. Başka bir deyişle, yüksek ve düşük perdeler karşıtlarını çözen bir uyuşmayla çözülürler çünkü her biri bir diğeriyle belli bir ölçüde ilişkilidir. Pisagor, bu sayısal düzenliliğin her şeyde olduğuna inanmakta ve armoninin dünyayı açıklamada bir kanıt olduğunu düşünmektedir. İnsan hayatı sağlıklı ve düzenli olmanın yanı sıra uyumlu da olmalıdır (Harap, 1938, s. 153-154).

Catharsis kavramından ilk olarak bahsetmiş filozof olan Pisagor'a göre müzik ve matematik, saf uyum durumundaki ruhu temsil ettiği için arındırıcı etkilere sahiptir. Uygun şekilde kullanılan müzikler sağlığa iyi gelir ve ruhun tutkularına merhem olur. Belli aritmetik ilişkilere sahip sesleri işitmek ruhta güçlü ve spesifik bir etki yapar. Uygun müziklerle elde edilen istenen ruh durumu ahlaki yaşamda önemlidir. Evrensel bir metafizik uyum teorisi temellendiren Pisagor, sonunda müziğin arındırıcılığı fikrini derinleştirmiş olur (Harap, 1938, s.154-155).

Pisagor'un temel müzikal keşfi, müzikal aralıklarla tam sayıların oranları arasında bir ilişki olduğunu saptamasıdır. Pirinç eşya satan bir dükkanda gezerken, Pisagor örse vuran çekiçlerin yarattığı değişik sesler duyar. Belli bir çekiç ile üretilmiş olan perdenin, yani müzikal notanın; çekicin örse vurduğu yer ya da darbenin büyüklüğü ile değil, sadece çekicin ağırlığıyla ilgili olduğunun farkına varır. Pisagor ayrıca, iki ayrı çekiç tarafından üretilmiş olan iki nota arasındaki müzikal aralığın ses genişliğinin sadece çekiçlerin göreceli ağrılığına bağlı olduğunu ve özellikle uyumlu müzikal aralıkların, aynı Klasik Yunan müziğinde olduğu gibi, oktav aralıkları, 4'lü ve 5'li aralıkların, ağırlıkları açısından, sayısal kesirlerden sırasıyla 2/1, 3/2 ve 4/3'e karşılık geldiğini saptamıştır. Sonuç olarak, Pisagor, bir oktav ortaya çıkaran iki çekicin göreceli ağırlıklarının 2/1 oranında olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce Pisagor'un aklında belirir belirmez eve gitmiş ve değişik enstrümanlar üzerinde müzikal aralıklar ve sayısal kesirler arasındaki ilişkiyi doğrulayacak olan birçok deney gerçekleştirmiştir. Bu deneylerden bazıları aynı genişlikteki tellerin titreşimlerinin meydana getirdiği perdeyi dinlemekti, telleri birbirinden uzaklaştırmış ve her bir uçtaki tellere değişik ağırlıklar vermişti. Yaptığı başka deneyler müzikal enstrümanlarda olduğu gibi baştan sona yerleştirdiği değişik genişlikte teller üzerindeydi. Ayrıca boru ve diğer üflemeli enstrümanlar üzerinde deneyler yapmış ve tüm bunlar müzikal aralıkların, ister boruların uzunluk oranları ister tellerin uzunlukları, ağırlıkları vs. olsun, değişmez şekilde tam sayıların oranları ile açıklanabileceği düşüncesini doğrulamıştır (Papadopoulos, 2002, s. 67-68).

Pisagor, ses ölçer ile deney yapmış ve uyumlu aralıklarda belli sayısal oranlar olduğunu saptamıştır. Müzikte dört ana aralık olduğunu tespit eden Pisagor, evrenin uyumunun sayıların mistik gücünde saklı olduğunu düşünmektedir. İçinde, arasında anlamını veren önek 'dia' ile temel aralıkları adlandıran Pisagor, oktav aralığını ve teller tarafından üretilmiş 1:2 oranındaki uzunluğu için *diapason*, 5'li aralık için (2:3) *diapente* ve 4'lü aralık (3:4) için *diatessaron* terimini kullanır. Bu aralıklar, 1, 2, 3 ve 4 uzunluklarında teller kullanılarak elde edilebilir. 1 2 3 4 sayısal sırası Pisagor ve onu takip edenler için spiritüel bir değer ifade eder. Bu durum 1+2+3+4=10 eşitliğini (denklemini) veren 10 noktadan oluşan bir eşkenar üçgen ile desteklenir. Bu eşitlikte 1 tanrılık vasfını, yani ilahiliği kastederken; 2 onun kendisini dualitede (ikilikte), yani ruh ve maddenin ilk olarak dışa vurumunda ifade eder; birlikte 3'ü oluşturlar ve böylece evrenin ruhunu canlandırırlar; 4 fiziksel, yani insanların duyularıyla

algılayabildikleri göz önüne serilmemiş evreni ve 10 çalışan organizmanın bütününü ifade eder (Bruhn, 2005, s.65).

Pisagorcular sayıların kendi kendine yeten, sonsuz ve sabit, dolayısıyla da ilahi olduğuna inanırlar. Evrendeki tüm nesneler sayılar arasındaki ilişkilere dayanırlar. Yukarıda bahsedilen üçgen figürü (tetraktys), farkındalığın kozmik birimini sembolize eden ilk görüntüdür, bildiğimiz evreni ifade eder. O kadar önemli figürdür ki, Pisagorcular papaz adayı olarak üç yıllık sessizlik öncesinde gizli bir dua ya da yemin olarak şunu söylemek zorundadır: "Bizi kutsa, ilahi sayı, sen ki Tanrıları ve insanoğlunu oluşturansın! Ah kutsal tetraktys, sen ki sonsuzca akan yaratının kökünü ve kaynağını ihtiva edensin!" (Bruhn, 2005, s.65).

Kutsal tetraktys, Pisagor'dan 2000 yıl sonra Rafael'in tablosunda da karşımıza çıkar. Atina Okulu isimli bu ünlü tabloda, Pisagor'a genç bir adam tetraktys'in bulunduğu bir tablet göstermektedir. Lirin 4 sabit teli, 6:8:9:12 oranlarına göre akort edilmiştir, işte Raphael bu sayıları en üst sırada göstermektedir. Kıvrımlarda görülen 2x diatessaron, 2x diapente ve 1x diaposon yazıları, bu tellerin seslendireceği müzikal aralıkları adlandırır. Şematik lirin altında da tetraktys belirken, ayrı bir bölümde X, tahminen özel sayı 10'u temsil etmektedir. Yunan araştırmacılar buradaki durumu, görünürdeki 1 2 3 4 sayılarının aslında 6 8 9 12 sayılarının gizli dizilişini örtmeye yaradığını düşünmektedirler (Bruhn, 2005, s.66).

Pisagor geleneğini devam ettiren sonraki düşünürlerin bazıları Pisagorcu geleneğin ahlakçı yönü, bazıları da matematik yönü üzerine vurgu yapmışlardır. Yine bazıları kürelerin armonisi kavramıyla bağlantılı metfiziksel yönüne, bazıları ise pedagojik-politik yönüne vurgu yapmışlardır (Fubini, s. 64). Armoni kavramı, Pisagorcular için her şeyin temeli gibi görünen, dolayısıyla da armoni kavramının kendisine benzetilen, oldukça karanlık *sayı* kavramıyla tamamlanır. Bazı Pisagorcu filozoflar için evren sayılardan oluşmuşken, diğerleri için sayılar dünyanın üzerine temellendirildiği armoniyi oluştururlar, kimileri içinse sayılar dünyanın her şeyin ondan doğduğu kökensel modelidirler. Örneğin Pisagorcu Philolaos, armoninin yanlızca zıtlıklardan doğduğunu çünkü armoninin karşıt terimlerin birliği ve çelişik öğelerin uzlaşısı olduğunu düşünmektedir. Ayrıca, sesler arasındaki ilişkiler sayılarla ifade edilebilirse ve eğer bu müzikal ilişkiler evrensel armoninin doğasını daha net ve açık bir biçimde ifade edebilirlerse, o zaman sesler arasındaki ilişkiler evrensel armoninin kendisinin modeli olarak alınabilirler ve müzik böylece soyut bir kavrama dönüşür. Bu yüzden müzik sadece enstrümanların seslerinin bir ürünü değil, aynı zamanda müzikal aralıkların yahut evrende sayısal yasalar ve armonik oranlar uyarınca dönüp duran yıldızların ürünü, dinlenemeyen varsayımsal bir müziğin teorik çalışması kabul edilebilir (Fubini, 2014, s. 62-63).

Rönesans Sonrası

Orta Çağ'ın sonlanması ile beliren ilk önemli müzik kuramcılarından birisi Gioseffo Zarlino'dur. Zarlino, Tanrı tarafında yaratılmış her şeyin düzenlenmiş bir *sayı* ile yaratıldığını, hatta bu sayının Tanrı'nın zihninin örnekleyici ilkesi olduğunu savunuyordu. Zarlino, müzikal dünyanın bütünüyle matematikselleştirilmesi ve rasyonelleştirilmesi gerektiği düşünüyordu. Hatta mükemmel biçimde rasyonel olan major akordun yanında minor mükemmel akordun dolaylı olarak matematik yolula elde edilebilirdi (Fubini, 2014, s.87-88).

Zamanın ünlü rasyonalist filozofu René Descartes (1596-1650), müziğe getirdiği matematiksel bakış açısıyla dikkat çekmiş, daha sonraları bu konu üzerinde çalışacak olan Rameau gibi müzik teorisyenleri ve felsefecileri üzerinde önemli bir etki bırakmıştır. Müzik üzerine yazdığı Müziğin İncelemesi (Compendium Musicae) isimli kitabında doğuşkanlar ile ilgili temel bir bilgisi olduğu görülmektedir. Daha sonra yazdığı mektuplarda, filozofun alt partilerin titreşimsel oranlarının da farkında olduğu görülmektedir (Descartes 1961, s.9). Filozof, seste sayı ya da zaman, tiz ve pesliklerine göre seslerin farkı, konsonansların, disonansların, oktavların, 5'li, majör ve minor 3'li ve 6'lıların analizi, kompoziyon ve modlar gibi konuları aritmetik bilimini baz alarak şema ve diyagramlarla detaylı şekilde incelemiştir.

Descartes'e göre, temeli ses olan müziğin amacı bizlerde zevk ve çeşitli duygular uyandırmaktır. Sesin iki tane temel özelliği vardır; birincisi zamandaki ve vuruşlardaki farklılıklar, ikincisi ise tizden pese geçişte oluşan farklılıklardır. Descartes'e göre müzikten zevk alınması için obje ve duygu arasında oransal bir ilişki olmalıdır; silah sesi zevk veremez çünkü kulakları rahatsız eder. Obje, duyum üzerinde çok kompleks veya şaşırtıcı bir etkide bulunmamalıdır. Ayrıca, parçaları arasında daha az fark olan objeler duyumlar tarafından daha kolay algılanırlar. Tüm bir objenin parçaları arasında daha büyük bir oran olması, onları daha az farklı kılar. Bu oran geometrik değil aritmetik olmalıdır çünkü aritmetik olunca algılanacak daha az şey olur (Descartes 1961, s.11-12).

Alman felsefeci Leibniz (1646-1716), herhangi bir şeyden zevk almamızın altında yatan gizli nedeni bulmayı amaçlar. Ona göre, zevk ve sempatinin temeli akıl değil hislerdir; bir başka deyişle, şeylerdeki bizlerin zevk almasına yarayan mükemmellik akıl ile değil hisler ile algılanır. Ancak bu durumun altında yatan neden, matematiğe ve düzene dayanır. Leibniz bu durumu açıklarken müzikten örnek verir. Ses yayan her şey, tellerde gördüğümüz gibi titreşim ya da enine hareket içerir, çünkü ses yayan her şey dışarıya görülmeyen vuruşlar verir. Bunlar kargaşa içinde değilse ve belirli bir değişimle hep birlikte düzen içerisinde ilerliyorsa zevk verirler. Davul vuruşları, dansın vuruşu ve kadansı ve bu tip ölçü içeren diğer hareketler zevk verici olma durumlarını düzenden alırlar ve bu durum hisler için bir destek olur. Sanatsal olarak yaratılmış vuruşlarda ve titreşen teller, borular, ziller ve hatta havanın kendisinde de bu düzenli ancak görünmez düzen bulunabilir. Biz bunları duyarken içimizde hayvansı

ruhumuzun yanıt verdiği sempatik bir yankı oluşur. İşte bu yüzden müzik zihinlerimizi bu derecede harekete geçirir (Leibniz, 1956, s.425-426).

Fransız besteci ve teorisyen Jean-Philippe Rameau (1683-1764), müziğin hem duygu ifade eden ve yaratan hem de ciddi kuralları olan matematik bilimini yansıtan bir sanat dalı olarak görerek bu iki düşünceyi sentezleyebilmiştir. Rameau, müzikal aralıklar ve tam sayılar arasındaki ilişkinin önemini saptayan Pisagor'dan bir adım daha ileriye giderek, tüm pozitif tam sayıların sıralanışına bir müzikal içerik yüklemiştir. Rameau'ya göre, tam sayıların sonsuz sıralanışı, doğada estetik bir biçimde frekansların sıralanışını da içerir. Yüksek ses çıkaran bir vücut titreştiğinde, havanın baskısından kaynaklı lokal bir varyasyon yaratır. Bu titreşim, akustik bir dalga yayar. Kulak zarlarımıza vurur ve biz müzikal bir nota duyarız. Titreşen bir tel tarafından üretilen müzikal nota, genelde temel tonun ve doğuşkanların üst üste gelmesini içerir. Doğuşkanların frekansları (armonik frekanslar) temel tonun frekansının çok katlı integralleridir. Armonik frekansların sıralanışı doğal olarak pozitif tam sayılarla ile parametreleştirilir. Örneğin, Do1 (C1) notasını frekansı (piyano tuşesinde en alttaki do), yaklaşık olarak f = 33 Hz'dir (her saniye devir yapar). Böylece ilgili doğuşkanların frekansları, f, $2f$, $3f$, $4f$, $5f$, $6f$,… şekilde olur. Bu frekansları değerleri, Hz olarak 33, 66, 99, 132, 165, 198; ilgili nota dizilimi de Do1, Do2, Sol2, Do3, Mi3, Sol3 şeklinde olur. Prensip olarak kişi, org gibi bir enstrümandan çıkan ilk 4 ya da 5 doğuşkanı duyar (Papadopoulos, 2002, s. 71).

Rameau'nun müzik teorisi kitaplarında yer alan tüm teorileri, armonik dizilişin varlığından ve parçalarından türemiş olan temel kurallara dayanır. Örneğin yaptığı akor analizinde, bir üçlünün kök notasına matematiksel bir bakış açısıyla *en küçük tam sayı* muamelesi yapar ve bu bakış açısı her şeyi basit ve güvenli hale getirir. Üçlü akorların (do, mi ve sol gibi üç notadan oluşan) teorisi aslında Zarlino ve Descartes'ın armonik dizilişinden türemiştir ancak Rameau disonans (uyumsuz) akorların tüm bir teorisi üzerinde çalışmıştır. Rameau, yüksek sesli bir vücut tarafında yayılan frekansların armonik sıralanışını müzik teorisinin doğada var olduğu fikrine bir kanıt olarak görmüştür. Daha sonraları, başka bir kitabında, matematiğin temel objeleri pozitif tam sayılardan türediği ve bu sıralanış müzikte de var olduğu için matematiğin kendisinin müziğin bir parçası olduğunu iddia etmiştir. Bu düşünceler zamanın ünlü Castel ve d'Alembert gibi matematikçileri ve Diderot, Rousseau, von Grimm gibi ansiklopedi yazarları arasında anlaşmazlıklara neden olmuştur (Papadopoulos, 2002, s. 72).

20. yüzyıl

20. yüzyılın önemli müzisyenlerinden Webern, bu yüzyılda ortaya çıkan müzikle ilgili değerli saptamalarda bulunmuştur. Webern, öncelikle tarih içerisinde müziksel düşüncelerin öne sürülmesinin ardından kaçınılmaz olarak düzenlilik kurallarının doğduğundan bahsetmiştir. Bu düzenlilik kuralları olan müzik olduğundan beri var olan bir durumdur (Webern,

1998, s.22). Geçmiş yüzyıllarda bu düzen esas notanın temel alındığı, majör ve minor kavramını içeren tonal müzikte görülürken, müzik evrim geçirmiş ve yerini özellikle Schönberg'in 12 nota sistemiyle ortaya tek bir diziye, yani kromatik diziye bırakmıştır ((Webern, 1998, s.50). 12 nota sistemi, özel sıralanışı ve her bir notaya eşit şans vermesi ile matematiksel bir düzeni ve bütünlüğü de yansıtır.

Kromatik gamdaki 12 notayı bestecinin istediği şekilde dizmesine dayanan 12 nota sistemi ile, tonalite dışı yazı kurallara bağlanmıştır. Tonal ya da modal müzikte olduğu gibi çekim gücü olan notalar yoktur. Ancak 12 notadan her biri diğer 11 nota geçmeden bir kere daha geçemez. Bestecinin 12 notalık diziyi geriden tekrarlayabilme, her bir notanın öbürüyle olan aralığını ters çevirerek yeni bir dizi kurabilme, bu diziyi de sondan başlayarak bir kere daha dizebilme hakkı vardır. Her bir dizi, dolayısıyla, (1) ana dizi, (2) ana dizinin sondan başa dizilmiş durumu, (3) ana dizinin çevrilmiş durumu ve (4) çevrilmiş dizinin sondan başa çevrilmiş durumu olmak üzere dört ayrı şekilde görülebilir (Mimaroğlu, 2017, s.153-154).

Yine 20. yüzyılın öne çıkan müzisyenlerinden Paul Hindemith, eserlerindeki müzikal oranlarla dikkat çekmektedir. Besteci, Die Harmonie der Welt (Dünyanın Armonisi) operasının librettosunu beşe böler, ancak sahneler şeklinde değil, notada başlıklar olmadan sadece ipuçları yer almaktadır. Notanın açılış sayfasında 14 değişik yer listeler ve yerlerin her biri noktalardan oluşan bir doğru oluşturur, sanki önceden sayfa sumarası vermeye karar vermiş ama sonra unutmuş gibi. Bu yer tablosu, genellikle sahnelerin bir listesi olarak yorumlanır ve dramatik hareket 4 + 4 + 2 +1 + 3 olarak alt bölümlere ayrılır. Bu, Hindemith'in iyi bilinen düzen ve simetri eğilimini yansıtır (Bruhn, 2005, s.69).

Operada birinci ve ikinci sahneler göze çarpan şekilde benzemektedir. Besteci, analogları birbiriyle eşleştirir, zıt dramatik yapıları dengeler. Yine üçüncü ve dördüncü sahnede operanın kahramanı Kepler iki zıt açıdan ele alınır. Dikkatlice dizayn edilmiş analogların yapısı Yaradılış'ın tüm ruhani ve materyal yanlarının armonik oranlarını yansıtır. Özetle, Kepler'in evren ve doğayı anlatmak için kabul ettiği sade ve kusursuz oranları, Hindemith operasında şiir ve müzik yoluyla elde etmeye çalışmıştır. Hindemith'in metronom ve tempo değişikliği işaretlerinden yola çıkılarak elde edilen sayısal verilere göre, dramatik tüm bölümlerin sonucunun armoni için dünyevi bir arayışı temsil ettiği ve mükemmel bir oranda kendini gerçekleştirdiği görülmektedir. Öyle ki birinci ve beşinci sahnenin ortalaması, yani uvertür artı kozmik final 8:1 (3 oktav) değerini verir. Operada ayrıca 12 seti, 6 tane önemli olayda ortaya çıkar. Birçok kültür ve düşünce sisteminde 12 sayısı tamamlanışı ifade eder, 13 sayısı uyumsuz görülerek dışlanır. Hindemith, 12'yi ideal olarak bölmüş (6 + 6, 8 + 4 ve 9 + 3) ve 12'nin iki katı olan 24'ün asimetrik alt bölümlerini ince bir şekilde keşfetmeye çalışmıştır. Uvertürdeki devam eden motif de 12 kere tonik mi ile duyulur. İkinci sahnedeki fugatoda 12 giriş bulunur (6'sı vokal, 6'sı enstrümantal), ancak Kepler 13'de girdiğinde armonik bir uyumsuzluk oluşur. Bir başka sahnede, Kepler ve dünyanın geri kalanı 12 yarım ses aralığı kullanarak

12 ikilik nota vuruşlarından oluşan bir cümle kullanır. Tüm bunların yanı sıra, Pisagor öğretisinde özel bir yeri olan kutsal tetraktys'nin sayıları eserde göze çarpmaktadır. Eserde 12 kıtasal şekil, 9 enstrümantal ara, 8 tekrarlı akor eşliği bulunan pasaj ve 6 iç-müzikal özdeyiş durumu vardur. Pisagor öğretisinde özel yere sahip 5 sayısı, eserde sıkça karşımıza çıkmaktadır. Örneğin Kepler, 5 bölümden oluşan 5 kıtalı bir şiir okuduğu, İmparator Rudolf'un 5 notalı bir akorla yapılan 5 adet realizasyon ile 5 ifadeden oluşan pes seslere inen bir motif söylediği görülmektedir (Bruhn, 2005, 69-75).

Sonuç ve Tartışma

Müzik ve matematik ilişkisi, tarih boyunca müziğin her alanında hizmet veren müzisyen, müzik bilimcisi, felsefeci ya da müzik eğitimcisinin dikkatini çeken bir konu olmuştur. Tarihsel süreç incelendiğinde, konuyla ilgili ilk ciddi çalışmanın Pisagor tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Sayılara kutsal bir anlam yükleyen filozof, yaptığı deneyler ile uyumlu aralıklarda sabit sayısal değerlerin olduğunu saptamıştır. Pisagor ayrıca, her biri bir diğeriyle belli bir ölçüde ilişkili olduğu için, yüksek ve düşük perdelerin karşıtlarını çözen bir uyuşmayla çözüldüklerini ortaya çıkarmıştır. Felsefeci ayrıca, tüm müzikal aralıkların tam sayıların oranları ile açıklanabileceğini saptamıştır.

Rönesans sonrası yine dikkat çekici özelliğini yitirmeyen müzik ve matematik ilişkisi, rasyonel filozof Descartes'ın ilgisini çekmiş, filozof müzikten alınan zevk ile sesler arasındaki oran arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak açıklamaya çalışmıştır. Konuya daha mistik bir bakış ile bakan Leibniz ise, müziğin içinde yer alan ve sadece bilinç altı tarafından hissedilen vuruşların aslında bir çeşit aritmetik egzersiz olduğunu gözlemlemiştir. Konu ile ilgili detaylı bir çalışma yapan müzik teorisyeni ve besteci Rameau ise seslerin ürettiği frekansların tıpkı tam sayılar gibi estetik bir sıralanışı olduğunu ve armonik frekansların sıralanışının doğal olarak pozitif tam sayılar ile parametreleştirilebileceğini düşünmektedir.

20. yüzyılda ise müzik araştırmalarında müzik matematik ilişkisi konusu yaygınlığını yitirmiş, bunun yerine çeşitli müzik adamları tarafından yeni matematiksel sistemler geliştirilmiştir. Schönberg 12 nota sistemi ile müziğe yeni bir düzenli kurallar yüklemiş, Hindemith ise ünlü operası Die Harmonie der Welt ile aritmetik sisteme dayanan yepyeni bir bakış açısı kullanmıştır.

Bu çalışmada matematik ve müzik ilişkisi konusu, müzik felsefesi tarihi açısından değişik boyutlarıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Gelecekte bu konu ile ilgili yeni bakış açılarının geliştirilmesi ve konu ile ilgili yazıların yeni boyutlar kazanarak zenginleşmesi ve derinleşmesi umulmaktadır.

KAYNAKLAR

Bruhn, S. 2005. *The Musical Order of the World: Kepler, Hesse, Hindemith*, USA: Pendragon Press.

Descartes, R. 1961. *Compendium of Music*, translated by Walter Robert, USA: American Institute of Musicology.

Fubini, E. 2014. *Müzikte Estetik*, çev: Fırat Genç, Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.

Harap, L. 1938. "Some Hellenic Ideas on Music and Character", *The Musical Quarterly*, 24.2: 153-168.

İlyasoğlu, E. 2007. *Zaman İçinde Müzik*, İstanbul: Remzi Kitabevi.

Leibniz, G. W. 1956. *'On Wisdom' from Philosophical Letters and Papers,* translated by Leroy E. Loemker, Chicago: Chicage University Press.

Mimaroğlu, İ. 2017. *Müzik Tarihi*, İstanbul: Varlık Yayınları.

Papadopoulos, A. 2002. "Mathematics and Music Theory: From Pythagoras to Rameau", *Springer-Verlag New York*, 24.1: 65-73.

Schopenhauer, A. 1969. *The World As Will and Representation*, translated by E. F. J. Payne, Colorado: The Falcon's Wing Press.

Webern, A. 1998. *Yeni Müziğe Doğru*, çev. Ali Bucak, İstanbul: Pan Yayınları.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİKSEL KODLAMA YOLUYLA A. ADNAN SAYGUN'UN OP.31 "PARTİTA" ADLI SOLO VİYOLONSEL ESERİNİN GEOMETRİK MODELLEMESİ

GEOMETRIC MODELING OF THE SOLO VIOLENCE WORKS BY A. ADNAN SAYGUN'S OP.31 "PARTITA" BY MATHEMATICAL CODING

R. Erol DEMİRBATIR*
Rıdvan EZENTAŞ**
Filiz YAĞCI***
Hülya BOZYOKUŞ****

Öz

Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Türk beşleri içinde yer alan Ahmet Adnan Saygun, ülkemizde Cumhuriyet Dönemi çoksesli müziğinin önemli bir ismidir. Saygun'un, Op. 31 '*Solo Viyolonsel için Partita*' adlı yapıtı, 20. yy. solo viyolonsel yapıtları arasında uluslararası tanınırlığı olan eserlerden biridir. Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla A. Adnan Saygun'un Op.31 "Partita" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesini oluşturmaktır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri matematiksel olarak kodlanmış ve daha sonra kodlamalar çoklu regresyon analizi yapılarak uygun model bulunmuştur. Bu analizin sonucunda elde edilen regresyon denklemi ile eserin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Elde edilen geometrik modele ilişkin denklemin, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan meydana geldiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: A. Adnan Saygun; Müzik ve matematik; Matematiksel kodlama; Geometrik modelleme.

* Doç.Dr. Uludağ Üniversitesi, redemir@uludag.edu.tr
** Prof.Dr. Uludağ Üniversitesi, rezentas@uludag.edu.tr
*** Öğr.Gör.Dr. Uludağ Üniversitesi, gfiliz@uludag.edu.tr
**** Öğr.Gör. Uludağ Üniversitesi, hulya@uludag.edu.tr

Abstract

Music, from its most basic to the most complex element, contains various mathematical structures, and music and mathematics are two interdependent disciplines in many respects. Ahmet Adnan Saygun, one of the important names of the Republican Period polyphonic music in Turkey, is located in the Turkish Five. Saygun's Op. 31 'Partita for the Solo Cello' is one of the internationally recognized works of solo cello in 20th century. The aim of this study is to construct a geometric modeling of A. Adnan Saygun's Op.31 Partita solo violoncello (Part IV) through mathematical coding. The sound heights and time values of the selected artwork were mathematically coded and then a regression analysis was performed to find the suitable model. As a result of this analysis, the geometry modeling of the regression equation was created. The resulting geometric model equation is composed of a combination of trigonometric and inverse trigonometric functions.

Keywords: A. Adnan Saygun; Music and mathematics; Mathematical coding; Geometric modeling**.**

GİRİŞ

Müzik, belli bir amaç ve yöntemle, belirli bir güzellik anlayışına göre işlenerek birleştirilmiş seslerden oluşan estetik bir bütündür (Uçan, 1994). Müzik; hem bir sanat, hem de bir bilimdir. Sesin en güzel şekli müzik ile ifade bulmaktadır. Müzik sesler yoluyla, duygu, düşünce ve tasarımların anlatılması üzerine, belli bir estetik anlayışa göre seçilip işlenmesinden oluşmaktadır. Matematik ise, düşünsel bilginin yetkinliğini ve doğruluğunu araştırmasına paralel biçimde, estetik olarak da duyusal bilginin doğruluğunu, yani güzelliği araştırmaktadır. Matematikçiler için matematiğin doğasında bulunan güzellik çok önemlidir ve buna 'matematiğin estetiği' denilir. Perspektif, oran, simetri, düzen, harmoni her koşulda ölçülebilirdir. Sanatın da ölçülebilir yanları vardır ve matematiksel olarak ifade edilen simetriyle 'doğanın sayıları' nı barındırır. Bu kavramlar matematiğin estetiğini oluşturmaktadır. Bu kavramlarla ilgili ölçümler matematiğin çeşitli uzmanlık alanlarında formüle edilebilir. Sanatın ve bilimin temeli olan perspektif, oran, şekiller ve simetrilerin incelenmesinde matematiğin ilkeleri kullanılmaktadır. Sanatçı her zaman eserini sezgisel olarak doğada görüp bilinçaltının algıladığı bu teknikleri kullanarak resmeder. Bu nedenledir ki matematik kurallarının kullanılması sadece yararlı değil, aynı zamanda bir zorunluluktur (Atalay, 2006).

Müzikle ilgili ilk kuramları geliştirenlerin Eski Yunanlılar olduğu sanılmaktadır. Müzik ve dansın insanların yaşamında önemli bir yer tuttuğu Eski Yunan'da, şairler lir eşliğinde destanlar söylemektedir. Müzik sözcüğü Eski Yunan'da sanatın esin tanrıçaları olduğuna inanılan Muse'ların adından türetilmiştir. Bununla birlikte, o dönemde mousike sözcüğü, Muse'ların koruması altındaki her sanat ya da bilim dalı için kullanılan genel bir terim olarak tanımlanmaktadır (Mann & Newsom, 2000).

Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Bu iki disiplin üzerine ilk akademik çalışmaların MÖ 6. yüzyılda Yunan filozof ve matematikçi Pisagor ile başladığı düşünülmektedir. Pisagor'un seslerin frekansları arasındaki çeşitli sayısal oranları keşfiyle ortaya koyduğu sesler arasındaki ilişkilerin sistematik yapısı, müzik kuramının temelini oluşturmaktadır (Riedweg, 2005). Pisagor sesin, çekilen telin uzunluğuna bağlı olduğunu fark ederek, müzikte armoni ile tamsayılar arasındaki ilişkiyi kurmuştur. Gerçekten çekilen tellerin her armonik bileşimi tamsayıların oranı olarak gösterilebilmektedir. Örneğin, do sesini çıkaran bir telin uzunluğunun 16/15'i si sesini verirken 6/5'i la sesini, 4/3'ü sol sesini, 3/2'si fa sesini, 8/5'i mi sesini, 16/9'u ise re sesini verir. Bu da müzik, gizli bir aritmetik alıştırmadır diyen Leibniz'in haklılığını ortaya çıkarmaktadır (Orhan, 1995).

Günümüze kadar birçok filozof, matematik ve müzik insanı tarafından bu iki disiplin arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmış, müziğin matematiksel yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Genellikle, diyatonik ve kromatik dizi, aralıklar, ritim, ölçü, form, melodi, akorlar, dizi, oktav eşdeğerliği, doğuşkanlar, tını, akustik, eşit aralıklı ses sistemi ve akordun alternatif yöntemleri gibi bazı müziksel kavramların matematiksel olarak izahı yapılmıştır (Wright, 2009).

Birçok müzik aletinin biçiminin de matematiksel kavramlarla ilgili olduğu bilinmektedir. Örneğin; telli ya da üflemeli çalgıların biçimleri $x \geq 0$ ve $y = 2^x$ üstel eğrinin grafiğine benzer. Müzikal seslerin niteliğinin incelenmesi 19. yy.da matematikçi J. Fourier tarafından yapılmıştır. Fourier, müzik aleti ve insandan çıkan bütün müzikal seslerin matematiksel ifadelerle tanımlanabileceğini ve bunun da periyodik sinüs fonksiyonları ile olabileceğini ispatlamıştır (Orhan, 1995).

Piyano tuşları İtalyan matematikçi L. Fibonacci'nin oluşturduğu Fibonacci dizisi (1,1,2,3,5,8,13,21,34,…) ile müzik arasındaki bağlantının görsel açıklamasına olanak sağlar. Klavyedeki bir oktav, biri diğerinden daha yüksek olan iki nota arasındaki müziksel aralığı temsil eder. Yüksek olan notanın frekansı, düşük olanın iki katıdır. Klavyede bir oktav, 5 siyah ve 8 beyaz tuş olacak şekilde bölünür, toplamda 13 tuş vardır. Beş siyah tuş biri ikili biri üçlü olmak üzere iki gruba ayrılır. 2, 3, 5, 8 ve 13 birer Fibonacci Sayısıdır. Oktav formundaki on üç nota Batı müziğindeki en popüler aralıklar olan kromatik diziyi oluşturur. Kromatik dizi, 5 notalı pentatonik dizi ve 8 notalı diyatonik diziden önce gelir. Örneğin, büyük altılı, sırasıyla *do* ve *la* notalarından oluşur, saniyede 264 ve 440 titreşim yaparlar, 264/440 = 3/5 bir Fibonacci oranıdır. Bir küçük altılı aralığı, *mi* ve *do* notalarından oluşur ve saniyede 330 ve 528 titreşim yaparlar 330/528= 5/8 Fibonacci oranıdır (Koshy, 2001).

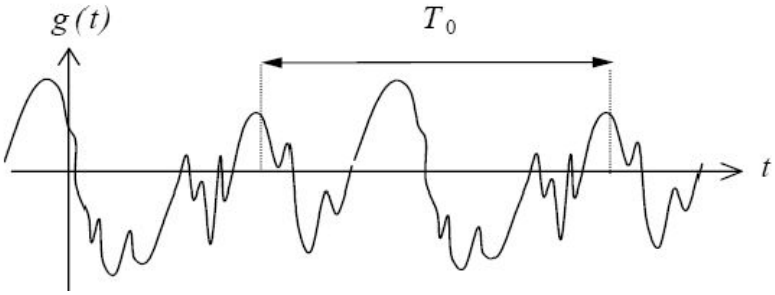
Fibonacci dizisinde ardışık iki sayının oranı yaklaşık olarak ϕ=1,61804 değerine altın oran denilir. Altın oran uyum ve güzellik ölçütü olarak sanat ve estetiğin bir sınıflandırılmasıdır. Altın oran insan tasarımından kaynaklanmadan, doğada var olan biyolojik bir gerçektir

ve müzikte kullanıldığı bilinmektedir. Müzik aletleri de çoğunlukla ϕ sayısı temel alınarak yapılır. Keman tasarımında olduğu gibi yüksek kalitedeki ses telinin tasarımında da Fibonacci Sayıları ve ϕ kullanılmıştır. Ayrıca birçok ünlü bestecinin (Mozart, Beethoven, Bach, Chopin, Béla Bartók, ...) eserlerinde Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ı kullandığı varsayılmış ve ispat edilmeye çalışılmıştır. Örneğin Mozart'ın sonatlarında No1.K.279, No2.K.280, No7.K.309, No10.K.330, No15.K.545, No16.K.570 eserlerinde *altın oran*'ı kullandığı ispatlanmıştır. Bunun yanında, Fibonacci dizisini bilinçli olarak kullanan ve bunu belirten besteciler de bulunmaktadır (Lehmann ve Posamentier, 2007).

Fransız filozof, matematikçi ve müzik kuramcısı olan M. Mersenne, sesin armoniklerini keşfetmiş ve altı armonik oranı açıklamıştır. Ayrıca armonik ve armonik olmayan sesler arasındaki ilişkiyi tanımlamış ve 1720 yılında "Treatise on Harmony" adlı makalesinde uyum teorisini yayınlamıştır. 18. Yüzyılın başlarında B. Taylor titreşim dizilerini araştırmaya başlamıştır. Taylor, başlangıç koşullarını sağlayan bir dizi titreşimi temsil eden bir diferansiyel denklem bulmuş ve bu denklemin çözümünün bir sinüs eğrisi olduğunu göstermiştir (Devlin, 2000). Aynı dönemin matematik bilim insanları olan D. Bernoulli ve L. L. Euler müzik ve matematik hakkında birçok çalışmalar yapmışlardır (Bilal v.d. 2015). D'Alembert ve L. Euler gibi matematikçiler titreşim dizisini bir diferansiyel denklem olarak ifade etmişler ve J. B. Fourier, titreşim dalgalarını trigonometrik fonksiyonları kullanarak tanımlamıştır (Eberhard, 2008).

1869 da, müzik teorisyeni A.V. Oettingen, 20. Yüzyılın müzik dünyasında, çığır açtığı harmoniklik teorisini kurmuştur (Rehding, 2003). 1983' de Mandelbrot geometride çığır açan fraktal geometrisini tanımlamıştır. Birçok bilim dalında kullanılan fraktal geometri, müzikte ilk olarak Voss & Clarke, 1975, Campbell, 1986, Schroeder, 1987, kullanmışlardır (Stolzenburg, 2009). 1854 yıllarında Eduard Hanslick ünlü eserini "Von Musikalish Schönen" yayınlayarak matematiksel ve müzikoloji kavramlarında tarihi bir başlangıç yapmıştır. Bu eserin formunu bir manifold oluşturacak biçimde tanımlamıştır (Bigerelle ve Iost, 2000).

Müziksel sesleri gürültüden ayıran özellik, müziksel seslerin ayırt edilebilir bir perde verebilme özelliğinin olmasıdır. Perde, sesin tizlik derecesine ilişkin durumunu gösteren parametredir. Bir sese ilişkin bir perdenin algılanabilmesinin ölçütü ise, o sesin periyodik (süreli) olma derecesidir. Müziksel bir ses, zamana bağlı bir periyodik fonksiyon olarak düşünülebilir. Yani, $-\infty < t < \infty$ ve $m \in Z$ için formül $g(t \mp mT_0) = g(t)$ dir. Şekil 1 periyodu T_0 olan periyodik bir sesi, dikey eksen de şiddetini göstermektedir (Bora, 2002).



Grafik 1. Periyodik bir g(t) fonksiyonu

İnsanoğlunun duyma ve duyduğu sesi taklit edebilme yeteneği ile kulağa melodik, güzel gelen işitsel dizilimlerden elde edilen müzik belli temel kavramlara dayanmaktadır. Bu temel kavramlar ise, ilk aşamada klasik müzik teorisi ve terminolojisi ile açıklanabilmektedir. Fakat insan kulağının algılayabileceği şekilde oluşturulan daha karmaşık melodi ve armonilerin oluşturduğu müzik türü olan caz, karmaşık yapıya sahiptir ve analiz edilebilmesi kolay değildir. Aynı görsel olarak doğadaki karmaşık formlar gibi caz da işitsel algının estetik olan müzik formudur. Fraktal belirli bir matematiksel formül içerisinde kendini tekrarlayan form olarak tanımlanmaktadır. Fraktal geometrisi ise, doğada var olan biçimlerin karmaşık formlarına karşılık matematiksel bir açıklama getirmektir. Beytekin, 2015'de Fraktal Geometri algoritması mantığını modern caz teorisine uygulayarak ritim olgusunu karıştırmadan armoniler üzerinden analiz yapmış ve caz akorlarının görsel modellerini oluşturmuştur. Oluşturulan modeller arasında tasarım süreçleri, psikolojik algılanma süreçleri arasında bağlantı kurmuştur.

Günümüzde dünyada müzik matematik ilişkisini geometrik modelleme yoluyla inceleyen çalışmalara rastlanmakla birlikte, henüz ülkemizde bu tür çalışmaların küçük ölçeklerde yapıldığı görülmektedir. Yazarların Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi'nde (UNESAK) sundukları çalışmada, A. Adnan Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesinin oluşturulması amaçlanmıştır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, kodlamalar SPSS programında regresyon analizi yapılarak üç boyutlu birçok regresyon modeli araştırılmıştır. Bu regresyon modelleri içerisinde sağ el ve sol el partileri için müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin sinüs fonksiyonuna bağlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın uzantısı olarak Saygun'un farklı eserleri için de geometrik modelleme çalışması yapılabileceği ve böylelikle bestecinin eserleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların geometrik modelleme yoluyla da karşılaştırılabileceği düşünülmüştür (Demirbatır, v.d., 2018).

Türk beşleri içinde yer alan, ülkemizde Cumhuriyet Dönemi çoksesli müziğinin önemli isimlerinden biri olan Ahmet Adnan Saygun (1907-1991), çağdaş Türk müziğinin öncü

bestecisi ve Devlet Sanatçısı unvanını almış ilk sanatçısıdır (www.wikipedia.com). Bir öğretmen çocuğu olarak 7 Eylül 1907'de İzmir'de dünyaya gelen Saygun, ülkemizde çoksesli müziğin öncüsü, etnomüzikolog ve müzik eğitimcisi olarak Türk müzik yaşamının temel taşlarından biridir. Kırk yıl, ara vermeden ve aynı üretkenlikle her çeşit müzik biçiminde örnekler vermiştir. Ayrıca folklor ve etnomüzikoloji alanında müzikbilimsel araştırmaları, Bela Bartok ile birlikte yazdığı Folk Music Research in Turkey adlı bir kitabı da bulunmaktadır (www.turkcebilgi.com). Saygun'un 1955 yılında tamamladığı ve bestecilik çizgisinin ikinci dönemine yerleşen Op. 31 "*Solo Viyolonsel için Partita*" adlı yapıtı, bir birinci dönem yapıtı olan "Viyolonsel Sonatı" ve son dönemi içindeki "Viyolonsel Konçertosu" arasında en çok icra edilen eserlerinden biridir. İlk çalınışı aynı yıl Ankara Devlet Konservatuvarı viyolonsel hocası Martin Bochmann tarafından gerçekleştirilen bu eser, hem icracısını, hem de bestecisini "Schiller Hatıra Madalyası"na taşımıştır. Eser, günümüze kadar viyolonsel eğitimi verilen akademik müzik kurumlarında viyolonsel eğitim müfredatına giren sayılı Türk bestecisi eserlerinden biri olarak yer edinmiş, bunun yanında 20. yy. solo viyolonsel yapıtları arasında uluslararası tanınırlığa ulaşmıştır (Doğangün, 2015).

İlk albüm kaydı çellist Eldar İskenderov tarafından yapılan Partita, Şölen Dikener'in "Viyolonsel için Türk Partitaları" albümünde çalınmış, Yo-Yo Ma'nın, "İpek Yolu Projesi" kapsamında 2001'de tekrar hayat bulmuştur. Eser, 2006'da, Yo-Yo Ma tarafından Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri Kofi Annan'ın göreve veda ettiği törende çalındığında Ban Ki-moon öylesine etkilenmiş ki, Saygun'u ve eseri sormakla kalmamış, sanatçıdan "Vefat ettiğinde, arkasından bu eseri çalmasını rica etmiştir". Yo-Yo Ma, Saygun'un Partita'sını "Dinleyicisiyle iletişim kuran bir üslupla bestelenmiş, öylesine güçlü bir ifadeyle yazılmış ki, hasret, özlem gibi insanoğlunun ortak evrensel duygularını harekete geçiriyor" demiştir (Kıratlı Soyberk, 2016).

Saygun'un Op. 31 "Solo Viyolonsel için Partita"sı 1. Bölüm: *Lento* 2. Bölüm: *Vivo* 3. Bölüm: *Adagio* 4. Bölüm: *Allegretto* 5. Bölüm: *Allegro Moderato* bölümlerinden oluşmaktadır. Saygun, beş bölümlü, kimi bölümlerindeki ritmik unsur sayesinde dans karakteri gösteren fakat yine de makamsal ve modal dizilerin fazla soyutlamaya gitmeden kendini gösterdiği bu müziği için önceleri, "(Requiem) Çello Suiti" adını kullanmış, daha sonra eser 'Partita' olarak isimlendirilmiştir (Doğangün,2015).

Literatür incelendiğinde, müzik eserlerinin geometrik modellemesi ile ilgili çalışmaların çok fazla olmadığı, incelenen çalışmaların da genellikle piyano eserlerinden oluştuğu görülmektedir. Bu çalışmada bir Türk bestecisinin uluslararası viyolonsel literatürüne girmiş eseri özellikle seçilmiştir. Beş bölümlü eserin dördüncü bölümü diğer bölümlerden farklı olarak monofonik tarzda yazılmıştır. 'Partita'nın tüm bölümleri içerisinden dördüncü bölüm ilahi müziği ile farklılık göstermektedir. Ruhani bir melodi ile başlayan dördüncü bölüm tekrarlardan oluşmaktadır. Bölümde ilk motifin sık sık tekrarlandığı duyulmaktadır. İlk tema bittikten sonra aradaki gelişim bölümünde yine ilk motif seslendirilmektedir. Başlangıçtaki

sakinliğe nazaran devinim göze çarpmaktadır. Noktalı onaltılık notalar ile verilen motif, bölümün tamamında karşımıza çıkmaktadır. Gelişim bölümünde de noktalı onaltılıklarla verilen benzer tema, gelişimi hareketli kılmaktadır (Kıratlı Soyberk, 2016). Monofonik olmasından ötürü tek katmanlı analiz için eserin bu bölümü tercih edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla A. Adnan Saygun'un "Op.31 Partita" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır.

YÖNTEM

Bu çalışmada A. Adnan Saygun'un Op.31 "Partita" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) nota ses yükseklikleri ve nota ses sürelerinin matematiksel kodlamalarının regresyon analizi yapılarak buna en uygun geometrik modellemesi yapılmıştır. Regresyon analizleri, bağımlı bir değişken ile bağımlı bir değişken üzerinde etkisi olduğu varsayılan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel bir model ile açıklamakta kullanılır. Regresyon analizlerinde bir ya da daha fazla değişkenin (çoklu regresyon) başka bir değişken üzerindeki etkisi ve yönü incelenmektedir. Regresyon analizlerinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi önemlidir. Bağımlı değişkendeki toplam değişmenin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını bulmak için regresyon analizinde R^2 değerinden yararlanılır. Bu değer tüm değişkenlerin birlikte açıkladıkları varyans oranını verir. R^2 değeri 0 ile 1 arasında değer alır. Değer 0' a yaklaşırsa, modelin veriye uyum göstermediği veya bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişmeyi açıklayamadığı, "1" e yaklaşırsa bağımlı değişkendeki değişmenin, bağımlı değişkenler tarafından iyi açıklandığını gösterir. Ayrıca kurulan regresyon modelinin anlamlılığını sınamak için F (ANOVA) testinden yararlanılır (Bayram, 2004).

Çoklu doğrusal regresyon analizinde, farklı ölçme birimleri ve varyanslara sahip bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkene ait göreli önemlerini belirlemede standardize edilmiş regresyon kat sayıları olan beta değerleri kullanılır. Standardize Beta değeri, söz konusu değişkenler arsındaki korelasyonu ifade etmektedir. F ve p değerleri kurulan regresyon modelinin anlamlılık düzeyini ortaya koymaktadır (Bayram, 2004). Çoklu regresyon analizi, bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yordanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel olarak anlamlılığına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüyle ilgili olarak yorum yapabilmeyi mümkün kılar (Büyüköztürk, 2002).

Bu çalışmanın verileri, belirlenen eserin nota ses yükseklikleri ve nota ses değerlerinin kodlanmasıyla elde edilmiştir.

Eseri oluşturan ses yükseklik değerlerinin dağılım tablosu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Eseri Oluşturan Ses Yükseklik Değerlerinin Dağılımı

Ses Yükseklik Değerleri	Frekans	Yüzde
-17	4	1,4
-12	2	0,7
-10	7	2,4
-9	4	1,4
-7	3	1,0
-6	10	3,5
-5	45	15,6
-4	12	4,2
-3	16	5,5
-2	24	8,3
-1	14	4,8
0	30	10,4
1	10	3,5
2	30	10,4
4	13	4,5
5	18	6,2
6	1	0,3
7	8	2,8
9	2	0,7
10	5	1,7
11	1	0,3
12	7	2,4
13	3	1,0
14	3	1,0
15	1	0,3
16	8	2,8
18	5	1,7
19	2	0,7
21	1	0,3
Toplam	289	100

Tablo 1 incelendiğinde eserin ses yüksekliklerinin tanım aralığı [-17, 21] ve en cok kullanılan seslerin – 5 (%15,6), 0 ve 2 (%10,4) iken, en az kullanılan seslerin 6, 11, 15 ve 21 (%.0,3) olduğu görülmüştür. Eserde toplam 21 adet ses kombinasyonu oluşturularak toplam 289 nota kullanılmıştır. Tabloda aynı zamanda seslerin tekrar etme yüzdeleri yer almaktadır.

Eserin ses süre değerlerinin frekans tablosu ise Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Eseri Oluşturan Ses Süre Değerlerinin Frekans Tablosu

Nota Ses Değerleri	Frekans	Yüzde
4	104	36,0

Nota Ses Değerleri	Frekans	Yüzde
8	98	33,9
12	41	14,2
16	22	7,6
24	20	6,9
48	4	1,4
Toplam	289	100

Tablo 2 incelendiğinde eserin ses sürelerinin tanım aralığı [4, 32] ve en çok kullanılan ses süre değerleri 4 (%36), 8 (%33,9) iken, en az kullanılan ses süre değeri ise 48 (%1,4) olduğu görülmüştür. Müziksel ifadeyle eserde en çok sekizlik ve onaltılık nota değerleri kullanılmıştır. Noktalı sekizlik, dörtlük, noktalı dörtlük ve noktalı ikilik değerlerine de yer verilmiştir.

BULGULAR

Bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yordanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel olarak anlamlılığına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüyle ilgili olarak yorum yapabilmeyi mümkün kılan çoklu regresyon analizidir (Büyüköztürk, 2002). Tablo 3 ve 4 de verilen eserin nota ses yükseklikleri (x) ve nota ses değerleri (y) bağımsız değişkenler olarak alındığında bağımlı değişkeni ilişkilendirmek amacıyla bazı fonksiyonlar (cebirsel, üstel, logaritmik, trigonometrik, hiperbolik, ters trigonometrik) ile istatistiksel olarak anlamlılığını bulmak için regresyon analizi yapılmıştır. Eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri ile ilgili regresyon analiz tabloları aşağıda verilmiştir.

Bağımlı değişkendeki toplam değişmenin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını bulmak için regresyon analizinde R^2 değerine Tablo 5' de bakılmıştır.

Tablo 3. Regresyon Modelleri

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Std. Tahmini Hata
1	0,454	0,206	0,204	670,654
2	0,511	0,262	0,256	648,008
3	0,544	0,296	0,289	633,750

Tablo 3'de regresyon analizi sonucunda 3 model oluşturulmuştur. 3. modelin R^2 değeri 0,296 olduğundan tercih edilmiştir. Buna göre solo viyolonsel eseri partita'nın ses yükseklikleri (x) ve ses değerleri (y) bağımsız değişkenler olmak üzere arctan(x), tan(2y), cos(2x) fonksiyonların kombinasyonu olan bağımlı değişkenlerinin değişimin % 30 modele giren bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını ifade etmektedir. Bu verilere göre oluşturulan ANOVA tablosu Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Eserin Ses Yükseklikleri ve Ses Süre Değerleri: ANOVA Tablosu.

Varyansın Kaynağı	s.s	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	3	48182597,4	16060865,8	39,988	0,000
Resudial	285	114467234,2	401639,418		
Total	288	162649831			

ANOVA tablosu kurulan regresyonun modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir [F/1,288)=39,988, p=0,000<0,05].

Seçilen modelin yordayıp yordamadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu regresyon analizi Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Modelin Yordanmasına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi

Model	B	Std. Hata	Beta	t	p
Sabit	1344,460	47,762		28,149	0,000
arctanx	269,338	30,499	0,439	8,831	0,000
tan2y	-51,425	11,095	-0,219	-4,432	0,000
cos2x	198,342	52,984	0,186	3,743	0,000
R=0,544 R^2=0,296 F=31,340 p=0,000					

Tablo 5'de modelin yordanmasına ilişkin çoklu regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, arctan(x), tan(2y), cos(2x) fonksiyonlar ile model arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu anlaşılmaktadır (R=0,544, R^2 =0,296, p=0,000<0,05). Bu fonksiyonların oluşturulan modelin yaklaşık %30'unu açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayısına betaya göre yordayıcı değişkenlerin model üzerindeki göreli önem sırası; arctan(x) (β=0,439), tan(2y) (β=-0,219) ve cos2x (β=0,186)'dır. Regresyon kat sayısının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarına bakıldığında, arctanx, tan2y, cos2x fonksiyonlarının model üzerinde önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Oluşturulan bağımsız faktörler arasında Varyans Artış Faktörü (VIP) degerleri arctanx (1,003<3), tan2y (1,002<3) ve cos2x (1,003<3) oldukları için çoklu doğrusal bağlantı olmadığı saptanmıştır.

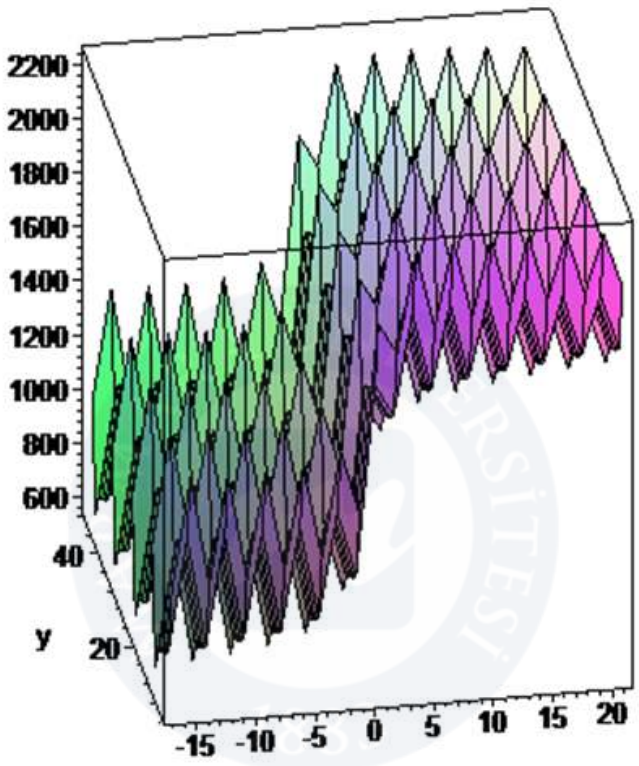
Bu analiz sonucunda nota ses yükseklikleri=x ve nota ses değerleri=y bağımsız değişkenlerine karşılık gelen z=f(x,y) bağımlı değişkeni

$$z = a + b\arctan(x) + c\tan(2y) + d\cos(2x)$$

şeklinde ilişkilendirilmiştir. Bulgulara göre eserin melodik çizgileri arctan(x), tan(2y), cos(2x) eğrileri ile temsil edilmiştir. Bu verilere göre regresyon modeli

$$z = 1344{,}460 + 269{,}338\arctan(x) - -51{,}425\tan(2y) + 198{,}342\cos(2x)$$

şeklinde elde edilmiştir. Bu 3 boyutlu regresyon modelinin geometrik gösterimi Maple yazılımı kullanılarak çizdirilmiş ve Grafik 2'deki yüzey elde edilmiştir.



Grafik 2. Geometrik model

Grafik 2'de çizilen geometrik modelde, eserin ses yükseklikleri ve ses değerlerine bağlı, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların bir kombinasyonu olarak elde edilen yüzey denklemi görüldüğü gibi ilginç bir model oluşturmaktadır. Eserin notasyonu incelendiğinde temanın orta pestlikte bir rejisterden başladığı, giderek hacmin genişlediği ve ikinci röprizden itibaren tiz registerlerin kullanımıyla geniş bir sonoriteye ulaşıldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, işitsel ve görsel boyutta eser ile geometrik modelinin uyumunu ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde cumhuriyet dönemi çoksesli müziğinin öncü isimlerinden biri olan A. Adnan Saygun'un Op.31 "*Partita*" adlı solo viyolonsel eserinin (IV. Bölüm) geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, kodlamaların SPSS programında analizi yapılarak üç

boyutlu birçok regresyon modeli ortaya çıkarılmıştır. Bu regresyon modelleri içerisinde müzik eserinin melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin arctan(x), tan(2y), cos(2x) eğrileri ile temsil edildiği görülmüştür. Bu geometrik model eserin nota ses yükseklikleri ve ses değerlerine bağlı olarak trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların bir kombinasyonudur. Buna benzer olarak daha önce yapılan çift katmanlı bir çalışmada ise A. Adnan Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesinde ise regresyon modelleri içerisinde sağ el ve sol el partileri için müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin sadece trigonometrik fonksiyona bağlı çıkmıştır. Müzik ve matematik ilişkisi kapsamında, bestecinin eserleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların geometrik modelleme yoluyla da karşılaştırılabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan farklı Türk bestecilerinin eserlerinin geometrik modelleme çalışmaları yapılabilir ve bestecilerin besteleme anlayışlarındaki yaklaşımlar bu yolla da incelenebilir. Aynı zamanda bu alanda yapılmış farklı geometrik modelleme yöntem ve teknikleri karşılaştırılarak geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Alexander, R. (2003), *Hugo Riemann and the birth of Modern Musical Thought,* Cambridge University Press, Great Britain.

Atalay, B. (2006). *Matematik ve Mona Lisa*. Albatros kitabevi, İstanbul.

Bakım, S. (2014), Fibonacci dizisi ve altın oranın müzik kullanımının incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi*.

Bayram, N. (2004), *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*. Ezgi Kitabevi, Bursa.

Beytekin, S. (2015), Cazın Piyano Üzerinden Matematiksel Analiz ile Fraktal Geometri ile İlişkisinin Analizi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi.*

Bigerelle, M., Iost, A. (2000), Fractal dimension and classification of music. *Chaos Solitons & Fractals*, 11, 2179 – 2192, .

Bilal A.B., Muhammad A.W., Nusrat, Sidrat U.M.A. (2015), A Study On Relatıonshıp Between Mathematıcs And Musıc, *International Journal of Multidisciplinary Research and Modern Education* ISSN (Online): 2454 – 6119.

Büyüköztürk, Ş. (2002), *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Campbell P. (1986) The music of digital computers. Nature 324:523–528.

Carmıne C. (2018), Towards a Music Algebra: Fundamental Harmonic Substitutions in Jazz, *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(1).

Demirbatır R.E., Yağcı F., Ezentaş R. (2018), *Matematiksel Kodlama Yoluyla A. Adnan Saygun'un "İnci" Adlı Piyano Parçasının Geometrik Modellemesi*. Uluslararası Necatibey Egitim Ve Sosyal Bilimler Arastırmaları Kongresi, 26-28 Ekim 2018, Balıkesir. 483-492.

Doğangün D. (2015). *Ahmed Adnan Saygun'un Op.31 'Viyolonsel İçin Solo Partita'sı Ve Eserin 1955 Türkiye'si Sanat Hayatındaki Yeri*, İnönü University Journal of Culture and Art 1(1), 61-69.

Devlin, K. (2000), *The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip*, Basic Books, Great Britain.

Eberhard K. (2008), Euler Transgressıng Lımıts: The Infınıte And Musıc Theory", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* – volume ix – 9.

Eftekhari A. (2011), Fractal geometry of texts: An initial application to the works of Shakespeare, *Journal of Quantitative Linguistics*, 13(2-3), 177.

Guerino M. (2002), *The Topos of Music: Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance*, Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin,.

Gülsoy F., Güney İ., Özdamar E. (2013), Mathematical and Statistical Modeling of the Musical Compositions, *Balkan Journal Of Mathematıcs*, 1, 35-43.

Hsu, K.J., Hsu, A. (1990), Fractal geometry of music. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 87, 938 – 941.

Kıratlı Soyberk, D. Ahmet Adnan Saygun'un 'Viyolonsel İçin Partita' Adlı Eserinin Teknik İncelenmesi Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Sivas Şubat 2016

Koshy, T., (2001), Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, Wiley-Interscience Publication, Canada, 6-38.

Köhler, R. (1997), Are there fractal structures in language? Units of measurement and dimensions in linguistics. *Journal of Quantitative Linguistics*, 4, 1–3.

Lehmann, I., Posamentier, A.S., 2007, The (Fabulous) Fibonacci Numbers, , Prometheus Books, 2007, 271-291.

Mann, A., Newsom. (2000). *Music History from Primary Sources*, Library of Congress, Washington.

Marcus, D.S. (2004), *The Music of the Primes: Why an Unsolved Problem in Mathematics Matters*, Harper Perrenial

Marta A.G. (1993), *Solfege, Ear Training, Rhythm, Dictation, and Musiz Theory: Comprehensive Course. Front Cover*, University of Alabama Press,.

Orhan, C. (1995). Matematik ve Müzik. Matematik Dünyası. 6-7.

Paraşkev H. (1996), *Temel Müzik Yeorisi*, Ceviri: Atilla Sağlam &Bedri Koçancı, Pan Yayıncılık.

Riedweg C. (2005), *Pythagoras: His Life, Teaching and Influence*, Cornell University Press, .

Rehding A. (2003), *Hugo Riemann and the birth of Modern Musical Thought,* Cambridge University Press.

Robert M. (2016), *The Handbook of Fourier Analysis and Its Applications*,

Schroeder MR. (1987), Is there such a thing as fractal music? Nature 325:765–766.

Stolzenburg, F. (2009). A Periodicity-Based Theory for Harmony Perception and Scales. *In Proceedings of the 10th International Society for Music Information Retrieval Conference*.

Uçan, A. (1994). Müzik Eğitimi. Temel Kavramlar – İlkeler – Yaklaşımlar. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.

Voss RF and Clarke J. (1975), 1/f noise in music and speech. Nature 258:317–318,

Wright, D., (2009), *Mathematics and Music*, Department of Mathematics, Washington University, St. Louis, 6-13.

www.wikipedia.com, erişim tarihi 11.06.2019.

www.turkcebilgi.com, erişim tarihi 11.06.2019.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİK DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMININ DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLA MATEMATİK-MÜZİK İLİŞKİSİ BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

EXAMINATION OF THE MUSIC CURRICULUM IN THE CONTEXT OF MATHEMATICS AND MUSIC RELATIONS WITH INTERDISCIPLINARY APPROACH

Ferda ÖZTÜRK KÖMLEKSİZ*

Öz

Tarihsel süreç göz önüne alındığında eski çağlardan başlayarak müziğin farklı disiplinlerle yan yana ele alındığı görülmektedir. Eski çağlarda astronomi ve matematikle eş değer tutulan müzik, günümüzde bilgisayar teknolojisinin de verdiği olanaklarla farklı arayışlarını sürdürmektedir. Disiplinlerarasılık bağlamında TC Milli Eğitim Bakanlığı ilkokul birinci kademe (1-4) Müzik Dersi Öğretim Programı (2018) incelendiğinde matematik de olmak üzere pek çok dersin öğretim program kazanımlarıyla bağlantı kurularak farklı disiplinlerle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmayla disiplinlerarası yaklaşımla müzik dersi öğretim programının matematik dersiyle olan ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Müzik ders öğretim programı; Matematik ders öğretim programı; Disiplinler arası yaklaşım; Matematik-müzik ilişkisi.

Abstract

When the historical process is considered, it is seen that music is handled side by side with different disciplines starting from ancient times. Music, which was considered to be equivalent to astronomy and mathematics in ancient times, continues to search for different phenomena with the opportunities given by computer technology. In the context of interdisciplinarity, it is seen that many courses, including mathematics, can be linked to different disciplines by

* Dr. Öğr. Üyesi, Lefke Avrupa Üniversitesi Dr. Fazıl Küçük Eğitim Fakültesi, fozturk@eul.edu.tr

establishing links with the curricula of the Turkish Republic Ministry of National Education (1-4) Music Course Curriculum (2018). In this context, this study attempts to reveal the relationship between music curriculum and mathematics course with an interdisciplinary approach.

Keywords: Music curriculum; Mathematics curriculum; Interdisciplinary approach; The relationship between mathematics and music.

Giriş

İlk çağlarda bir disiplin olarak kabul edilerek, astronomi ve matematikle eş değer tutulan müzik, günümüzde bilgisayar teknolojisinin de verdiği olanaklarla disiplinlerarası arayışlarını sürdürmektedir. Toplumlar bu arayışları sürecinde birbirlerine kültür aktarımında bulunmuşlardır. İnsanlığın var olma sürecinde doğada bulduğu nesnelerin seslerini ve kendi sesini kullandığını ve daha sonraları da bu sesleri ritüellerine (törenlerine) taşıyıp müziğe dönüştürdüklerini bilmekteyiz. "İnsan zamanla anlatım aracı olarak kullandığı sesleri müziğe dönüştürmüş ve müzik her kültürde var olmuştur" (Öztürk; 2011). Müziğin insan yaşamındaki önemi ve kullanımı kültürlere göre farklılık gösterse de toplumlar müziği ve sesleri bir iletişim aracı olarak görmüşlerdir. Orhan (1995) da müziği belli kurallara uygun olarak oluşturulmuş basit birtakım seslerin birbirini izlemesinden oluşan cümleler topluluğu olarak görmekte ve müzikteki bu kuralların matematikteki mantık kurallarına karşılık geldiğini belirtmektedir. Farklı disiplinlerin birbirleri ile ilişkilendirilmeleri kolay olmasada "müziğin mantığa ve hesaplamaya dayalı olan yapısı, bilim ve teknoloji ile birlikteliğini kaçınılmaz kılarak günümüzde özellikle bilgisayar teknolojisinin müziğin üretiminden analizine kadar çok çeşitli işlemlerinde kullanılabilmesini sağlamıştır (Bora; 2002).

Matematik ve müzik arasında kurulmaya çalışılan bağlantı tarih öncesi çağlardan başlayarak insanlığın ilgisini çekmiştir. Bu konuda çalıştığı bilinen kişilerden biri de ünlü filozof ve matematikçi Pisagor'dur. Ses uyumu ve uyumsuzluğu üzerine sürdürdüğü çalışmaları sonucunda müzik ve matematik arasındaki gizli bağlantıyı keşfedip müzikteki armoni teorisini ortaya koymaya çalıştığı söylenir. "Pisagor'un müzik alanına yaptığı en büyük katkılardan biri, sayıları temel alan bakış açısından yararlanarak oluşturmuş olduğu, kendi adıyla anılan ses sistemidir (Yerlikaya; 2019). O zamanlar tam anlaşılamayan bu ses sistemi günümüzde Pisagor'un bulduğu düşünülen beş notayı da eklediğimizde, ses dizisi simetrik hale gelip notaların arasındaki sayısal mesafe ve oranlar birbirinin aynı olmaktadır. Bu da uzun yıllar çözülemeyen müziksel bir problemi ortadan kaldırmakta ve müzisyenlere transpoze yapma olanağı vermektedir. Pisogor'dan kalan hiç bir yazılı belgeye rastlanmadığı, öğretilerinin daha sonraki takipçileri tarafından yayıldığı bilinmekle birlikte Baysal (2014); içinde 'kozmik' güçleri barındıran Pisagor diyatoniği, beraberinde getireceği nice müzikal efsane ve keşif hikayesi ile birlikte, Pisagorcular arasında müzik kuramının Antikite'den Helenistik

döneme ve daha sonra da Ortaçağ Avrupası'na aktarım sürecinin galibi olacağını dile getirmektedir.

Günümüzde ise disiplinlerarası bağlamda matematik ve müzik arasında kurulmaya çalışılan bağ, farklı çalışmalarla arayışlarını sürdürmeye devam etmektedir. "Bunlar genellikle matematikle ilgili kavramların öğrenilmesi ve matematiksel düşünmenin, muhakemenin geliştirilmesi üzerine müziğin etkisini konu almaktadır" (Göğüş; 2009). Matematik ve müzik arasındaki bağlantı ile ilgi yapılan araştırmaların artması, disiplinlerarası ilişkilendirmeler yapan, matematiksel ve müziksel düşünebilen bir neslin yetişmesi için önem taşımaktadır. Uçan (2018); müziksel gelişimde genellikle müziksel yeteneğin gelişimine odaklanıldığını söylemektedir. Bu nedenle müziksel düşünebilen çocukların müzik yeteneği doğru anlaşılıp değerlendirilmelidir. Tarman (2016) müziksel davranışın insanın önemli bir parçasını oluşturduğunu; müziksel performans, müziksel okuma yazma, doğaçlama ve besteleme, müziği analiz etme gibi davranışlarla oluştuğunu söylemektedir. Bu nedenle müziksel düşünme yaklaşımlarını bilen, bu bilgilerini disiplinlerarası bağlamda kullanabilen,müziksel, matematiksel düşünceyi içselleştirmiş bireylere gereksinim duyulmaktadır.

Matematiksel düşünme ise her ne kadar matematiksel problemleri çözmede ve hayatın her alanında gereksinim duyulan bir süreç olsa da günlük yaşamda karşılaşılacak her problemde kullanılabilir (Demirtaş; 2018). Bu düşünce biçimini eğitim sistemine uyguladığımızda ise matematiği günlük yaşama uyarlayan bir nesil yetiştirebiliriz. Matematiksel düşünmede olduğu gibi mantıksal düşünme de; "problem çözebilmeyi, kavramsal analizlerde bulunabilmeyi, akıl yürütmeyi gerçekleştiren yolları kullanabilmeyi, soyut yapıları tanıyabilmeyi, iki durum arasındaki ilişkiyi ayırt edebilmeyi ve çeşitli çıkarımlar yaparak mantıklı kararlar verebilmeyi sağlayan bir düşünme biçimidir (Başarer; 2017). Farklı düşünme biçimlerini kesin çizgilerle birbirinden ayırmak, öğrencileri tek bir düşünce biçimine göre eğitmek ise çağdaş eğitim biçimine uymamaktadır.

Bilgi çağını yaşayan dünyamızda birey ve toplumun geleceği, bilgiye ulaşma, bilgiyi kullanma ve üretme becerilerine bağlı olduğunu söyleyen Yangın (2013) bu becerilerin kullanılması ve hayat boyu sürdürülmesinin çağdaş bir eğitim sistemini gerektirdiğinin altını çizmektedir. Çağdaş bir eğitim sisteminin uygulayıcıları olan öğretmenlerin bir neslin yetişmesindeki görevlerini doğru olarak yerine getirmeleri ve donanımlarını çağa uygun olarak yenilemeleri önem taşımaktadır. "Bilgi toplumunda öğretmen olmak özel yetkinlikler gerektirmektedir; öğretmen sürekli olarak edindiği yeni bilgiyle, bilgiye ulaşmanın yeni yollarıyla, yeni teknolojiyle, yeni işbirliği ve dayanışmalarla, bilginin ve teknolojinin etkilediği ve değiştirdiği toplumla, yaşam boyu öğrenmeyle başetmek zorundadır" (Aynal,Kilimci; 2011). Öğretmen kendi rolünü nasıl algılarsa öyle öğretir diyen Olkun ve Toluk, Uçar (2017); bir öğretmenin öğrenmeye bakış açısının, sınıftaki tutum ve takındığı bakış açısıyla sıkı bir ilişki içinde olduğunu söylemektedir. "Matematik eğitimi, bireylere fiziksel dünyayı ve sosyal etkileşimleri anlamaya yardımcı olacak geniş bir bilgi ve beceri sağlarken aynı zamanda çeşitli

deneyimleri analiz edebilecekleri ve problem çözebilecekleri bir dil ve sistematik kazandırır" (Gürsel; 2017). Müzik eğitimi ise duyguları seslerle aktarır. Müzik eğitimi doğru şekilde verilebilirse bilişsel, duyuşsal ve devinişsel olarak çocuğun gelişimini desteklemektedir. Çağdaş eğitim sisteminde Matematik ve Müzik dersi veren öğretmenlerin de öğrencilerini doğru tanıyıp bireysel özelliklerini bilmeleri, disiplinlerarası bir bakış açısıyla öğrencilerini yönlendirmeleri gerekmektedir.

Yarımca (2011); disiplinlerarasıkla ilgili çalışmasında disiplinlerarası yaklaşımın yapılandırmacı kuram ve çoklu zeka kuramından beslendiğini belirtmektedir. Çocukluk döneminde çağdaş yaklaşım ve çoklu bakış açılarıyla tanışan bir çocuk, geleneksel eğitim anlayışından uzak disiplinlerarasılığı savunan bir eğitim anlayışıyla özgün bir birey olma yolunda ilerleyebilir. Oktay (2010); yapılandırmacı yaklaşımın geleneksel eğitim anlayışını temelden eleştiren ve bunlara karşı alternatifler ortaya koyan ve insanlar nasıl öğrenir? Sorusuna odaklanan bir bilgi ve öğrenme kuramı olduğunu belirtmektedir. Eleştirinin olumsuz olarak algılandığı toplumlarda eğitim sistemi de bundan etkilenmekte ve soru sormayan, eleştirmeyen bir sistem haline gelebilmektedir. Kutluca (2013): yapılandırmacı eğitimin en önemli özelliğinin bilgiyi yapılandırması, oluşturması, yorumlaması ve geliştirilmesine olanak verdiğini söylemektedir. Bu özelliklerin içselleştirilmesi, bilginin günlük yaşamda da kullanılabilme oranını doğal olarak artırabilmektedir. "Günümüzde gereksinim duyulan; ezberci, pasif bireylerden çok, aktif olarak yapılandırıp pratiğe geçirebilen bireylerdir" (Yıldız; 2011). Öğrendiklerimizi günlük yaşam içinde kullanabildiğimizde öğrenme daha anlamlı hale gelmektedir. "Uygar yaşamda bilim, teknik, sanat, spor, felsefe modern insanın beş ana çalışma, yetişme, gelişme alanını oluşturur; bu oluşum içinde birbirlerini destekleyip güçlendirir, çeşitlendirip zenginleştirir ve tamamlayıp bütünler (Uçan; 2018)". Bu alanları bir arada kullanabilmek ve bu alanlardan yeterince yararlanabilmek için disiplinlerarasılığı içselleştirmek ve her insanın farklı bir birey olduğunu, farklı biçimlerde öğrendiğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

Güllü ve Tekin (2009); Zekânın birçok tanımı yapılmış olsa da bilim insanlarının ortak bir tanım konusunda uzlaşamadıklarını, zekânın soyut olması ve bilim insanlarının zekâ kavramına farklı yaklaşımlarının da bunda önemli bir rol oynadığını belirtmektedirler. "Howard Gardner zekanın özelliklerini sıralarken her insanın zeka alanlarının tümüne sahip olduğunu ve bu zeka alanlarından her birinin belirli bir düzeyde geliştirilebileceğini ve her insanın zekasını artırma ve geliştirme yetisine sahip olduğunu söylemektedir (Selçuk, Z. Kayılı, H. Okut, L; 2004). Çocukların hangi zeka alanlarına sahip olduğunun farkında olan ve bu konu ile ilgili bilgi sahibi olan eğitimciler ve anne-babalar, çocuklarını akademik olarak yönlendirirken bu bilgilerinden yararlanabilmelidirler. Bir eğitimci ya da anne-baba; " zihinden işlemleri kolayca yapabilen, güçlü bir muhakemeye sahip, bilgiler arasında ilişkilendirmeleri kolayca yapabilen, rakamlarla ilgili işlemlerden hoşlanan, matematiksel oyunları seven, soyut ve kavramsal düşünebilen, sebep-sonuç ilişkilendirmeleri yapabilen" (Selçuk,

Kayılı, Okut; 2004) bir çocukla karşılaştığında onun mantıksal-matematiksel zekaya sahip olduğunu görebiliyorsa bu o çocuk için büyük bir şanstır. Bir çocuk "şarkıların ezgilerini aklında kolaylıkla tutabiliyorsa, ritmik konuşup ona göre hareket edebiliyorsa, kendi kendine ritmler oluşturuyor, çalışırken farkında olmadan ritm tutuyor ve ezgi mırıldanıyor ve güzel bir ses tonuyla bu ezgiyi söylüyorsa" (Selçuk, Z. Kayılı, H. Okut, L; 2004) böyle bir çocuğun müziksel-ritmik zekaya sahip olabileceğinin bilincinde olmak gerekir. Bu bağlantıyı göremediği için, çocuğu farklı tanıma tekniklerini bilemediği için bir çok aile ve öğretmenin çocukları yetiştirirken ne çok hata yaptığını unutmamamız gerekmektedir. Beyin temelli öğrenme ve öğretme ortamları da buna göre şekillenmelidir. "Sınıflarda gerçek eşya ve modeller, nesneler, grafikler, şekiller, resimler, afişler, panolar, işaretler, renkler, ses ileten araçlar, kaynak kişiler, müzik materyalleri v.b gibi araçlar kullanılabilir (Duman; 2013). Eğitim programları da bu bilinçle ele alınmalıdır. Gültekin (2014); İlköğretimde öğrencilerin sahip olmaları gereken bilgi, beceri, tutum ve davranışlar, ilköğretim programları yoluyla kazandırıldığına vurgu yaparak İlköğretim programlarının kendisinden beklenen işlevleri yerine getirebilmesi için gerek toplumun gerek öğrencilerin beklentilerini karşılayacak biçimde sürekli geliştirilmesi gerektiğini söylemektedir.

Yapılan araştırmalarda ilkokul döneminde olan çocukların yüzde beşinin, okul korkusu yüzünden okula karşı olumsuz duygular geliştirdiği görülmektedir (Altınkaynak ve Akman; 2013). Bu korku, farklı disiplinleri yeni tanıyan ve klasik sistem içerisindeki dersleri önemli önemsiz dersler olarak ayrımlaştıran bir eğitim sistemi içerisinde ders odaklı korkuya dönmektedir. Bu korkuların pekiştirilmesinde o dersi veren öğretmenlerin payını da yadsımamak gerekmektedir. Öğretmenlerin alan bilgisi, öğrencinin seviyesinde farklı yöntem ve teknikleri disiplinlerarası bağlamada kullanabilmesi, bu korkuların ortadan kalkmasında en önemli çözümlerden biri olarak görülebilir. "Öğretmenin her öğrencinin ayrı bir kişiliği olduğu bilmesi gerekmektedir. Bireysel farklılıklar; zihinsel, fiziksel, kültürel ve duygusal olmak üzere 5 ana grupta toplamak mümkündür. Öğretmenin bu farklılıkları göz önünde bulundurması gerekmektedir" (Küçükahmet; 2002). Öğretmen ve ailelerin bu konuda duyarlı olmaları gerekmektedir. Tekin, Gülgen ve Bilen (2005)'de müzik öğretmenlerinin derslerinde öğrenci merkezli, yaparak yaşayarak yaratıcı potansiyeli ortaya çıkaran çağdaş yaklaşımları benimsemelerinin önemine değinmektedirler. Müzik öğretmenlerinin doğru öğrenme ortamlarını yaratmaları, çağdaş müzik eğitimi yaklaşımlarına uygun yöntem ve tekniklerle derslerini uygulayabilmelerine bağlıdır. Bunu gerçekleştirmek için ise öğretmenin kendisinin de yaratıcı süreçlerden oluşan eğitim ortamlarında yetişmesi gerekmektedir.

Yavuz (2004); yıllarca gerek eğitimciler ve aileler çocuklarını zeki kategorisine dahil etmenin yollarını bulabilmek ve çocuklarına daha çok matematiksel ve sözel bilgi yüklemek için inanılmaz çaba harcadıklarını söylemektedir. Eğitimciler ve ailelerin, çocukları çok zorlayan bu düşünce biçiminden bir an önce kurtulmaları gerekmektedir. Bunun yerine bireysel

farklılıklara önem veren, her öğrencinin aynı olmadığını kabul eden bir eğitim sistemi ve bunu tarafsız olarak uygulayacak öğretmenlere gereksinim duyulmaktadır. Eğitim programları da bu düşünceyle ele alınmalıdır. Yavuz (2004); yıllarca gerek eğitimciler ve gerek ailelerin, çocuklarını zeki kategorisine dahil etmenin yollarını bulabilmek ve çocuklarına daha çok matematiksel ve sözel bilgi yüklemek için inanılmaz çaba harcadıklarına dikkat çekmektedir. Eğitimciler ve ailelerin, çocukları psikolojik ve sosyal açıdan çok zorlayan bu bakış açısı ve yaptırımlardan ivedilikle kurtulmaları gerekmektedir.

Çocukların yeteneklerini ortaya çıkarmak, bu yeteneklerin gelişimine yardımcı olabilecek farklı disiplinleri bir arada kullanmak ve onlara yaşam boyu öğrenme becerileri kazandırmak gerekmektedir (Şimşek ve Adıgüzel; 2012). Günümüz eğitim anlayışı, araştıran sorgulayan ve öğrenirken eğlenen bir nesle doğru evrilmek durumundadır. Disiplinlerarasılık bağlamında TC Milli Eğitim Bakanlığı ilkokul birinci kademe (1-4) Müzik Dersi Öğretim Programı (2018) incelendiğinde matematik de olmak üzere pek çok dersin öğretim program kazanımlarıyla bağlantı kurularak farklı disiplinlerle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Bu kazanımlar müzik öğretiminde öğrencilerin, müzik ve matematik arasındaki bağı içselleştirmeleri açısından önem taşımaktadır. Öğrenci matematiği yalnızca ders konusu olarak düşünürse, çevrede gördüklerini ilişkilendirebilme ile ilgili bir gelişim gösteremeyebilir. Müziksel –ritmik zekanın üç öğesinden; müziğin melodisini yansıtma, müziğin ritmi ve ton kavramı işaret etmektedir. "Örneğin ritmik sayılar ya da elementler işlenirken el çırpa, öğrencilerin bilişsel içeriği beyne ritmik bir yolla almalarına olanak sağlar" (Selçuk, Z. Kayılı, H. Okut, L; 2004). Bu çalışmaya ek olarak bir ritm aleti ya da bir müzik aleti çalan bir öğrenci çalışına doğru ayak vuruşunu da eklediğimizde yukarıda verilen örnekteki bilişsel içeriği beyne ritmik bir yolla alma durumu çok daha arttığı söylenebilir. Bilindiği üzere ritm, armoni ve akorlar da matematiksel bir prensiple işlemektedir. Örnek olarak öğretmen sınıfta bir şarkı söyler. Öğrencilerden şarkıda duydukları ses ve vuruşları istedikleri şekilde işaret ve sembollerle (renk de kullanarak) yazmalarını ister. Müziğin görsel bir dile çevrildiği bu çalışma ile öğrenciler kendilerine uygun matematiksel bir yol ya da bir dil bulmaya çalışmaktadırlar. Kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebilmek için ilköğretimle birlikte gelişen "ciddi" işlerle ilgilenme ve sayısal derslere ağırlık verme mantelitesinden vaz geçmek ve öğrenmeyi daha keyifli hale getirebilmek için çaba harcamak gerekmektedir. Bu da ilköğretimde yer alan dersleri farklı disiplinlerle (oyunun eğitimsel yanını da çalışmalara katarak) verebilme cesaretine sahip olmaktır.

Beer (2005); bilimi sanatla ilişkilendirirken müzik ve matematik arasındaki bağlantı ne olursa olsun, ikisinin de farklı disiplinler olduğu unutmamak gerektiği ve insanlara matematiğin bir sanat olduğunu göstermenin önemli olduğunun altını çizmektedir. Giderer (2005) ise bu durumu sanat eğitimi bakış açısıyla değerlendirmekte, sanat biliminin üretim alanının sanat pratiği dışında kalan, sanatla ilişkili her tür bilgiyi kapsadığını ve sanatın da bilim olduğunun altını çizmektedir. Matematik ve müzik arasında ilkçağlardan beri kurulmaya

çalışılan bağlantı günümüzde yerini eğitim alanında kurulacak disiplinlerarası benzerlik ve bağlantılara bırakacak gibi görülmektedir.

Amaç

Disiplinlerarasılık bağlamında TC Milli Eğitim Bakanlığı ilkokul Birinci Kademe (1-4) Müzik Dersi Öğretim Programı (2018) incelendiğinde matematik de olmak üzere pek çok dersin öğretim program kazanımlarıyla bağlantı kurularak farklı disiplinlerle ilişkilendirebildiği görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmayla disiplinlerarası yaklaşımla müzik dersi öğretim programının matematik dersiyle olan ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yöntem

Çalışmada belgesel tarama (doküman incelemesi) yönteminden yararlanılmıştır. Yıldırım, A. Şimşek, H. (2016); döküman incelemesinin araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsadığını söylemektedir. Bu çerçevede müzik dersi öğretim programının kazanımları tek tek incelenmiş ve bu kazanımların matematik dersi ile olan bağlantıları kurularak örneklendirilmiştir.

Bulgular ve Yorum

Müzik dersi öğretim programında öğrenme alanı temelli yaklaşım esas alınmaktadır. Programda her sınıf düzeyinde dört öğrenme alanı yer almaktadır. Bunlar; "Dinleme-Söyleme", "Müziksel Algı ve Bilgilenme", "Müziksel Yaratıcılık" ve "Müzik Kültürü" öğrenme alanlarıdır. Müzik dersi öğretim programında alana özgü becerilerden söz ederken müziğin bir bilim dalı olarak farklı bilimlerle ilişkisini kurabilme de programdaki beceriler arasındadır.

"Müziksel algı ve bilgilenme" öğrenme alanı ile ilgili kazanım ve açıklamalar ilkokul (1-4) kademesinde incelendiğinde çarpıcı bir biçimde disiplinlerarasılığın neredeyse altının çizildiği görülmektedir. MEB "müzik dersi öğretim programında" disiplinlerarası yaklaşımın ilköğretim programlarındaki önemi vurgulanmakta ve öğrencilerin müzik dersi işlenirken diğer dersler ile ilişkilendirmeleri göz önünde bulundurmaları ifadesi yer almaktadır. Müzik-Matematik ilişkilendirilmesine örnek olarak da; Matematik dersinde nota süreleri ve değerleriyle ilgili konularla ilişkilendirmelerin yapılabileceği ve kesin olarak yapılmasının gerekliliği de özellikle vurgulanmaktadır. Örneğin 1.sınıflarda "Çevresindeki varlıkları hareket hızlarıyla ayırt eder", 2. sınıfta "Konuşmalarında uzun ve kısa heceleri ayırt eder", 3. sınıfta "Müzikteki ses yüksekliklerini grafikle gösterir", 4. sınıfta "Temel müzik yazı ve ögelerini (yükseklik, süre, hız, gürlük) bilişim destekli müzik teknolojilerini kullanarak ayırt eder",

"Öğrendiği seslerin uzunluk ve kısalık özelliklerini ayırt eder" kazanımına farklı disiplinlerden yararlanmayla ilgili örnekler verilmektedir. Bu örneklerde nota değerleri uygulamalı olarak kavratılmaya çalışılırken matematik dersi ile bağlantı kurulabileceği, konunun farklı malzemelerle matematiksel oyunlara dönüştürülebileceği ve disiplinlerarasılığın önemi vurgulanmaktadır.

Müzik dersi öğretim programı (1-4) genel olarak incelendiğinde bir çok kazanımda matematik-müzik ilişkisi kurulabilmektedir. Bu kazanımlardan bazıları ise;

1. **sınıf;** "Çevresindeki ses kaynaklarını ayırt eder", "Düzenli ve düzensiz sesleri birbirinden ayırt eder", "Vücudunu ritm çalgısı gibi kullanır", "Çevresindeki varlıkları hareket hızlarıyla ayırt eder", "Basit ritmik yapıdaki ezgileri harekete dönüştürür".

2. **sınıf;** "Vücudunu ritm çalgısı gibi kullanır", "Doğada duyduğu sesleri, gürlük özelliklerine göre farklı ses kaynakları kullanarak canlandırır", "Dağarcığındaki müzikleri anlamlarına uygun hız ve gürlükte söyler".

3. **sınıf** "Konuşurken ve şarkı söylerken sesini doğru kullanır", "Oluşturduğu ritm çalgısıyla dinlediği ve söylediği müziğe eşlik eder", "Müzikteki uzun ve kısa ses sürelerini fark eder", "Müzikleri uygun hız ve gürlükte seslendirir", "Müziklerdeki aynı ve farklı söz kümelerini harekete dönüştürür", "Notalar ile renkleri eşleştirir", "Seslerin yüksekliklerini seslerin uzunluk ve kısalıklarını ayırt eder", "Müziklerde yer alan farklı ezgi cümlelerini dansa ve oyuna dönüştürür", "Farklı ritmik yapılardaki ezgilere uygun hareket eder", "Bildiği ritmik yapılardaki ezgilere uygun hareket eder", "Bildiği çalgıları özelliklerine göre sınıflandırır".

4. **sınıf** "Farklı ritmik yapıdaki ezgileri seslendirir", "Temel müzik yazı ve ögelerini tanır", "Müzikte ses yükseklikleri grafikle gösterir", "Öğrendiği seslerin temel özelliklerini ayırt eder", "Dinlediği müziklerdeki gürlük değişikliklerini fark eder", Müziklere kendi oluşturduğu ritm kalıplarıyla eşlik eder", "Müziklerde aynı ve farklı ezgi cümlelerini dansa dönüştürür" şeklindedir.

Bu kazanımlar müzik öğretiminde öğrencilerin, müzik ve matematik arasındaki bağı içselleştirmeleri açısından önem taşımaktadır. Öğrenci müzik ve matematiği ya da diğer disiplinleri yalnızca ders konusu olarak düşünürse, çevrede gördüklerini ilişkilendirebilme ile ilgili bir gelişim gösteremeyebilir. Bu nedenle öğrencileri bir problem üzerinde farklı şekillerde çözüm yolları bulabilmeleri için ezberci sistemin dayattığı tektiplilikten uzaklaştırmak gerekmektedir.

Örnek olarak yukarıdaki kazanımlardan "çevresindeki ses kaynaklarını ayırt eder" kazanımını ele alalım. Bu kazanım için müzik dersinde yapılabileceklere baktığımızda; sesleri doğal ve yapay sesler olarak sınıflandırabilen bir öğrencinin bu sınıflandırmayı yaparken aynı zamanda matematiksel olarak düşünmesi gerektiğini göz ardı edemeyiz. Yine

"vücudunu ritm çalgısı gibi kullanır" ve "basit ritmik yapıdaki ezgileri harekete dönüştürür" kazanımlarında yapılabilecek çalışmalara baktığımızda, öğretmen bire bir taklit çalışmalarının yanında açık uçlu sorularla öğrenciyi yönlendirebilirse, örneğin öğrenciye; "Sen vücudunu farklı ritimler bularak nasıl çalardın? Bir düşün bakalım!", diye sorabilirse öğrencilerin farklı çözüm yolları bulmalarını, kopyalamak yerine kendi ritimlerini oluşturmalarına olanak sağlayabilir. Bu da öğrencinin sezgisel ve yaratıcı düşünmesini geliştirebilir. Hız kavramı ile ilgili kazanımlardan "müziklere uygun hızda hareket eder", "basit ritmik yapıdaki ezgileri harekete dönüştürür" "temel müzik yazı ve ögelerini (yükseklik, süre, hız, gürlük) bilişim destekli müzik teknolojilerini kullanarak ayırt eder", "öğrendiği seslerin uzunluk ve kısalık özelliklerini ayırt eder" kazanımlarında öğrencinin hız kavramını ayırt ederken uzunluk ve zaman değişkenlerini kullanmadığını söyleyebilir miyiz? Bu konu müzik ve matematik arasında bir bağın kurulup kurulamayacağından daha çok düşünce biçimlerinin birbirinden soyutlanamayacağı ile ilgilidir. Bu da eğitim programındaki dersleri keskin çizgilerle birbirinden ayırmanın mümkün olmadığını bizlere gösterebilir. Bu keskin çizgiyi yumuşatmak ise öğretmenlere düşmektedir. Öğretmenlerin farklı disiplinlerle yoğrulmuş olmaları, eğitim hayatları boyunca disiplinlerarası ayrımcılık yapmadan kendilerini öğretmenlik mesleğine hazırlamaları onlara farklı bakış açıları kazanmaları konusunda önemli bir zenginlik sağlayabilir.

Bilindiği üzere ritm, armoni ve akorlar matematiksel bir prensiple işlemektedir. Bu prensibi öğrenciye kazandırmak ise öğretmenin işlediği dersteki örneklerde gizlidir. Örneğin öğretmen sınıfta bir şarkı söyler. Öğrencilerden şarkıda duydukları ses ve vuruşları istedikleri şekilde işaret ve sembollerle (renkleri de kullanarak) yazıya geçirmelerini ister. Bu yazı biçimi öğrencilerin o güne kadar alıştıkları bir yazı biçimi değildir. Müziğin görsel bir dile çevrildiği bu çalışma ile öğrenciler kendilerine uygun bir matematiksel bir yol bulmaya çalışmaktadırlar.

Öğrencilerin kendi ifade biçimlerini bulmalarını sağlamak zor değildir. Bir şeyler yapmak için merak uyandırabilmek önemlidir. Matematiğin sadece sayılardan ve formüllerden oluşmadığı, matematiğin yaşamımızın her alanında karşımıza çıkabileceği öğrencilere uygulamalı olarak verilmelidir.

Yukarıda ele alınan müzik dersi öğretim programı ile ilgili kazanımların disiplinlerarası yaklaşımla matematik ve müzik ilişkisi bağlamında uygulamalı olarak verilirken aşağıdaki oyunsu süreçlerden yararlanılabilir:

Öğretmen sınıftaki öğrencileri rastlantısal olarak iki gruba ayırır. Davulun vuruş sayısına uygun olarak eşlerin birbirleriyle ortak ritmlerle yürümelerini söyler. Davul 1 kere vurduğunda tüm grup çember olur. Davul 2 kere vurduğunda tüm grup kare olur. Davul 3 kere vurduğunda tüm grup üçgen olur. Öğretmen daha sonra kare, üçgen ve çember şekillerini tebeşir ya da renkli bant kullanarak geniş bir alanda tüm çocukların içine sığacağı şekilde

yerde belirler. Öğretmen içinde kare üçgen ve çember geçen bir şarkı söyler. Şarkıda geçen geometrik şekillere göre öğrenciler yerde yer alan şekillere doğru şekilde basmaya çalışır (şarkının hızı ağırdan ve hızlıya doğru artırılır).

Öğretmen sınıfı iki gruba ayırır ve sesler ve sayıları birleştirerek bir etkinlik yaptırabilir: Sınıfın her iki ucunda birer eş bırakır. Öğrencilere çalınan davulun ritmine göre adım atarak eşlerini bulmalarını söyler. Davul 4 kere vurduğunda 4 adımda eşleşilir ve bulunan eşle çember olunur. Davul 5 kere vurduğunda 5 adımda eşleşilir ve kare şekli oluşturulur. Davul 6 kere vurduğunda 6 adımda eşini bulup ve üçgen ol!Yönergeleri verilir. Daha sonra tüm grup davul eşliğinde vücudunu ritm çalgısı gibi kullanır: Dört kez dize vurma, dört kez el çırpma, dört kez göğse vurma, dört kez parmak şıklatma v.b. hareketler sonrasında, ismi söylenen öğrenciden isminin ritmini vurması ve diğer arkadaşlarının da bu ritmi tekrar etmesi istenebilir.

Öğretmen öğrencilerin ritm çalgılarını kullanabilmeleri, dikkatlerini geliştirebilmeleri, çalgı hakimiyeti, beş ve yedinin katlarının öğretimi için bu sayılarla ilgili oyunu oynatabilir: Öğrenciler 8-10 kişilik gruplar halinde çember olarak oturtulur. Her öğrencinin eline bir ritim aleti verilir. Gruplardan 1'den 30'a kadar saat yönünde saymaları istenir. Beş ve yedinin katlarına gelindiğinde öğrenciler ellerindeki çalgıya bir kere vurur. Eğer katlarda çalgı çalma unutulmuşsa oyun tekrar birden başlayarak oynanır. Öğretmen, oyunu tamamlayan öğrencilere oyunda bir kural daha koyar. 5 ve 7'nin katlarında öğrenciler hem ellerindeki çalgıyı çalacak hem de oyun saat yönünün tersine devam edecektir. Çalgı çalmayan ve saat yönünün tersine dönmeyi unutan gruplar oyuna tekrar başlar.

Öğretmen müziğin ABC'sini öğretebilmek için sınıftaki öğrencileri 7'şerli sayarak öğrencilerden her birine bir nota adı verir. Yere tüm öğrencileri alacak kadar büyük bir dizek çizer (Bu oyun ip kullanarak ya da bantlarla da yapılabilir). Hareketli bir müzik açılır. Müzik durduğunda tüm notaların (yani nota rolündeki öğrencilerin) dizek üzerinde kendi yerlerini bulmalarını ister. Bu oyun müzik yerine notalar şarkısı ile de oynanabilir. Aynı zamanda şarkının da pekişmesi sağlanabilir.

Daha sonra Öğrencilere 7 nota, herhangi bir müzik aleti eşliğinde notaların kendi sesleriyle dinletilir. Öğretmen her öğrencinin eline notaların grafiğini çıkarabilmeleri için kağıt kalem verir. Tek tek çalınan notalar grafik şeklinde kağıt üzerinde gösterilir ve incelik ve kalınlıkları da bu şekilde verilmeye çalışılır.

Öğretmen matematik ve müzik dersi ilişkilendirmesini ister müzik dersi kapsamında, ister matematik dersi kapsamında versin burada önemli olan öğrencilerin ufkunu farklı disiplinlerle doğru şekilde ilişkilendirmektir. Farklı derslerdeki disiplinlerarası ilişkilendirmeler çocukların bu derslerden keyif almalarını sağlamak üzerine kurulmalıdır. Disiplinlerarasılık kavramına öğretmenin nasıl baktığı da önemlidir. Öğretmenin farklı disiplinlerle ilişkilendirmeler kurabilmesi, farklı disiplinlerle ilgili yaptığı çalışmalarla mümkündür.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada disiplinlerarası yaklaşımla müzik dersi öğretim programının matematik dersiyle olan ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Disiplinlerarası bir bakış açısıyla incelenen müzik dersi öğretim programının matematik dersiyle olan ilişkisi ortaya konulmaya çalışılırken disiplinlerarasılığı anlamlandırabilen bireylere gereksinim duyulmaktadır. Müzik disipliniyle ilişkilendirmeleri daha anlaşılır kılmak için farklı alanların müzikle bağlantılarını doğru kurmak gerekmektedir. Zeren (1997); bu bağlantıyı müzik ve diğer disiplinler üzerinden şu şekilde açıklamaktadır:

"Müzikteki kaynak ister bir çalgı, ister bir insan sesi ya da bir müzikçalar v.b olsun ses daima temel titreşim elementinin hareketi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Temel titreşim elementi, gerilmiş bir tel, bir borunun içindeki hava sütunu, gırtlaktaki ses teli denilen kısımlar, bir karton levha v.b olabilir. Müziği oluşturan bu ses kaynaklarının her yönüyle (uyarma mekanizması, temel titreşim elementi, yakın çevrenin etkileri) incelenmesi ve daha iyi ses koşulları sağlayabilmek için neler yapılabileceğinin araştırılması, yalnızca fiziğin konusu gibi görünürken, bilinçli bir müzikçinin de, fiziğin bu konularda neler söylediğini hiç olmazsa ana çizgileriyle bilmesinde büyük yararlar olduğunu dile getirmektedir".

Müzik Dersi Öğretim Programı (2018) bu bağlamda incelendiğinde içinde matematik de olmak üzere pek çok dersin öğretim program kazanımlarıyla bağlantı kurularak farklı disiplinlerle ilişkilendirilebilir. Bu ilişkilendirme ile ilgili "MEB Müzik Bersi Öğretim Pogramında" ; "Bir konu işlenişinde aynı sınıf seviyesindeki tüm öğrenme alanlarından kazanımlar bir arada kullanılabilir. Kazanımlar yeri geldikçe farklı kazanımlarla ilişkilendirme yapılarak tekrar verilebilir. Ayrıca aynı sınıf seviyesindeki diğer derslerle de uygun kazanımlarda disiplinlerarası ilişkilendirmeler yapılmalıdır" şeklinde ifadeler yer almaktadır. Bu ilişki çerçevesinde örnek etkinlikler oluşturulabilir. Örnek etkinlikler oluşturulurken günlük yaşamla ilgili ilişkilendirmelere de dikkat edilmelidir. Öğrenci öğrendiği konuyu nerede kullanacağını merak etmelidir. Uçan (2018)'ın da belirttiği gibi "eğitim; yaşam, bilim, teknik, sanat, spor ve felsefenin altısını da kapsayan bir içerikle düzenlenerek, bireyleri ve toplumları biçimlendirme, yönlendirme, değiştirme, geliştirme ve yetkinleştirmede en etkili süreç niteliği kazanır" demektedir. Bu konuda oluşturulan örnek etkinlikler doğrultusunda kitaplar hazırlanabilir. Bu bakış açısıyla yetişen ezbercilikten uzak bir nesil yetiştirilebilir. Müzik aleti çalmayı öğreten bir öğretmen öğrettiği çalgıyı doğru çaldırmanın yanı sıra ezbere öğretme sistemi bırakıp müziğin diğer disiplinlerle olan bağlantısını kurarak yaparak ve yaşayarak, oyunlaştırarak, öğretimini zevkli hale getirebilmelidir. Müzik dersinde öğretmenlerin yaptıkları etkinliklerde matematiği günlük yaşamda, derslerde nasıl kullanılacağını örneklendirmeleri öğrencilerin genellikle korktukları matematik dersine olan ilgilerini artırabilir. T.C Milli Eğitim Bakanlığı ve KKTC Milli Eğitim ve Kültür Bakanlığı Müzik Dersi Öğretim Programları incelendiğinde disiplinlerarasılıkla ilgi şu vurgulara rastlanmaktadır:

T.C Milli Eğitim Bakanlığı Müzik Dersi Öğretim Programında (2018); "Öğrencilerin eğitim öğretim sürecini bir bütün olarak tamamlamaları için Müzik dersi işlenirken diğer dersler ile ilişkilendirmeler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin sağlık ile ilgili şarkılarda Hayat Bilgisi, millî ve manevi değerleri yansıtan marşlarda Sosyal Bilgiler, nota süreleri ve değerleriyle ilgili konularda Matematik, ritimle hareketlerde Beden Eğitimi ve Spor dersi vb. ilişkilendirmeler yapılabilir. Ve kesinlikle yapılmalıdır". Denilmektedir.

KKTC Milli Eğitim ve Kültür Bakanlığı Müzik Dersi Öğretim Programında (2018); "Müzik alanının yabancı dil, matematik, beden eğitimi, resim, anadil eğitiminde bir araç olarak kullanılması günümüzde yaygın olan bir yaklaşım olduğu vurgulanarak müzik eğitiminin diğer derslerdeki (matematik, türkçe, tarih) başarıyı olumlu etkilediği, bu nedenle müziksel yönü gelişmiş olan bireylerin sahip oldukları özelliklerin onların birçok farklı alanda da başarılı olmalarını destekler" ifadesi yer almaktadır.

Bu bağlamda müzik dersi öğretim programları incelenerek disiplinlerarası çalışmaların yapılması desteklenmelidir. Müzik ders öğretim programını matematikle ilişkilendiren deneysel araştırmaların yapılması müzik ve matematik arasındaki bağlantıları ortaya koymak açısından önemli veriler sağlayabilir. Öğretmenlere yönelik olarak MEB hizmetiçi eğitim programlarında disiplinlerarasılıkla ilgili, alanında yetkin kişiler tarafından kurslar düzenlenebilir.

Kaynakça

Altınkaynak, Güçhan, Ş. ve Akman, B. (2013). İlkokula Hazırlık ve İlkokul Programları (Ed. Erdoğan, T.). *İlkokula Hazırlık Sürecinde Öğretmenin, Ailenin Rolü ve Sorumlulukları*. Eğiten Kitap Yayınları.

Aynal, Kilimci, S. (2011). *Türkiye'de Öğretmen Yetiştirme. Türkiye'de Öğretmen Olmak*. (Ed. Songül Aynal Kilimci). Pegem Yayınevi. Ankara.

Baysal, O. (2014). Erken Dönem Pisagorcularda Harmonia Düşüncesi ve Müzik Kuramı. Porte Akademik Müzik ve Dans Araştırmaları Dergisi.

Bora,U. (2002). Bilim ve Sanatın Kesiştiği Temel Bir Nokta: Matematik ve Müzik İlişkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt XV, Sayı: 1.

Beer, M. *Mathematics And Music: Relating Science To Arts.* http://perso.unifr.ch/michael.beer/mathandmusic.pdf

Başarer, D. (2017). Bir Düşünme Türü Olarak Mantıksal Düşünme. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 5, Sayı: 41, Mart 2017, S. 433-442

Demirtaş, B. (2018). *Sınıf Öğretmenlerinin Yaratıcılık Fenomenine Duyarlılığı İle Matematiksel Düşünme Becerileri Arasındaki İlişki.* İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Eğitimi Programı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Duru, A ve İşleyen, T. (2005). Matematik ve Sanat. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* Sayı: 111

Ekici, G. ve Güven, M. (2013). *Öğrenme-Öğretme Yaklaşımları ve Uygulama Örnekleri* (Duman, B. Beyin Temelli Öğrenme Platformu/Kutluca, T. Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı). Pegem Akademi Yayınları. Ankara.

Göğüş, G. (2009). Müzik Yeteneğinin Geliştirilmesinde Küçük Yaşlarda Eğitime Başlamanın Önemi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. XXII (1), 2009, 89-102.

Güllü, M. ve Tekin, M. (2009). Spor Lisesi Öğrencileri İle Genel Lise Öğrencilerinin Çoklu Zekâ Alanlarının Karşılaştırılması. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* Cilt 3, Sayı 3.

Gültekin, M. (2014). Dünyada ve Türkiye'de İlköğretim Programlarındaki Yönelimler. *İlköğretim Online*, 13(3), 726-745.

Gürsel, O. (2017). *Özel Gereksinimli Öğrencilere Matematik Beceri ve Kavramlarının Öğretimini Planlama ve Uygulama*. Vize Yayıncılık. Ankara.

KKTC Milli Eğitim ve Kültür Bakanlığı (2018). *Müzik Dersi Öğretim Programı*. KKTC Lefkoşa.

T.C Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Müzik Dersi Öğretim Programı* (İlkokul ve Ortaokul 1.2.3.4.5.6.7. ve 8. Sınıflar). Ankara.

Küçükahmet, L.(2002). *Öğretimde Planlama ve Değerlendirme*. NOBEL Yayınevi.

Oktay, A. (2010). *İlköğretime Hazırlık ve İlköğretim Programları*. Pegem Yayınları. Ankara.

Olkun, S. ve Toluk, Uçar, Z. (2014). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Eğiten Kitap.

Orhan, C. (1995). *Matematik ve Müzik*. Matematik Dünyası Dergisi. Sayı.1

Tarman, S (2016). *Müzik Eğitiminin Temelleri*. Müzik Eğitim yayınları. Ankara.

Tekin, Gülgen, D. ve Bilen, S. (2005). *Müzik Alan Derslerinin Müzik Öğretmeni Adaylarının Yaratıcı Düşünme Becerileri Üzerindeki Etkileri*. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 3 (2005) 325-338.

Öztürk, F. (2011*). Türkiye'deki Arkeoloji Müzelerinde Bulunan Müzik Nesnelerinin Kültür, Sanat ve Müzik Eğitimi Bağlamında İncelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Giderer, E. H. (2006). *Sanat Bilimi ile Sanat Eleştirisinin İlişkisi.* Sanat Eğitiminde Sanat Biliminin Rolü. (Yay hazırlayanlar: San, İ ve Çakır, İlhan, A.). Naturel Yayınları.

Selçuk, Z. Kayılı, H. ve Levent, O. (2004). *Çoklu Zeka Uygulamaları*. Nobel Yayınları. Ankara.

Şimşek, H ve Adıgüzel,T (2012). Yükseköğretimde Yeni Bir Üniversite Paradigmasına Doğru. *Eğitim ve Bilim.* Cilt 37, Sayı 166.

T.C Milli Eğitim Bakanlığı (2018*). Müzik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1.2.3.4.5.6.7. ve 8. Sınıflar)*. Ankara.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara.

Uçan, A. (2018). *Müzik Eğitimi. Temel Kavramlar-İlkeler-Yaklaşımlar ve Türkiyedeki Durum.* Arkadaş Yayınları. Ankara.

Yarımca, Ö. (2011). Disiplinler Arası Yaklaşıma Dayalı Bir Durum Çalışması. *Akademik Bakış Dergisi.* İktisat Ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – Kırgızistan Sayı: 25

Yangın, B. (2013). *İlköğretime Hazırlık ve İlköğretim Programları* (Ed. Erdoğan,T). İlkokul Programlarının Özellikleri. Eğiten Kitap Yayınları. Ankara.

Yavuz, Eren. K. (2004). *Çoklu Zeka Teorisi ve Uygulamaları*. Ceceli Yayınları. Ankara.

Yerlikaya, G. (2019). *Pisagor, Just ve Tampere Sistemlerinin Keman Eğitimcileri Tarafından Kullanımı Üzerine Bir Araştırma*. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Afyonkarahisar.

Yıldız, E. (2011). *Yaratıcı Dramayı Matematik Öğretiminde Yöntem Olarak Kullanan Öğretmenlerin ve Öğretim Elemanlarının Yönteme İlişkin Görüşlerinin Değerlendirilmesi*. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilimdalı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık. İstanbul.

Zeren, A. (1997). *Müzik Fiziği*. Pan Yayınları. İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MATEMATİKSEL KODLAMA YOLUYLA J.S. BACH II. VİYOLONSEL SUITI PRELUD BÖLÜMÜNÜN GEOMETRİK MODELLEMESİ

GEOMETRIC MODELING OF THE PRELUD PART OF J.S. BACH'S II. VIOLONCELLO SUIT BY MATHEMATICAL CODING

Filiz YAĞCI[*]
R. Erol DEMİRBATIR[**]
Rıdvan EZENTAŞ[***]
Hülya BOZYOKUŞ[****]

Öz

Müzik ve matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Alman besteci Johann Sebastian Bach, Barok Dönem klasik batı müziğinin en büyük bestecilerinden biri ve bir matematik dâhisi olarak bilinir. Eserlerinde viyolonsel müziğini sık kullanmıştır. Viyolonsel müziği denildiğinde onun en önemli eseri solo viyolonsel (Çello) için bestelemiş olduğu süitlerdir. Bu eserler, viyolonsel literatüründe sıklıkla seslendirilen ve en tanınmış eserler arasındadır. Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) *Prelude* bölümünün geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerleri matematiksel olarak kodlanmış ve daha sonra kodlamaların çoklu regresyon analizi yapılarak uygun model bulunmuştur. Bu analizin sonucunda elde edilen regresyon denklemi ile eserin geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Elde edilen geometrik modele ilişkin denklemin, cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan meydana geldiği görülmüştür.

* Öğr. Gör. Dr. Uludağ Üniversitesi, gfiliz@uludag.edu.tr
** Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi, redemir@uludag.edu.tr
*** Prof. Dr. Uludağ Üniversitesi, rezentas@uludag.edu.tr
**** Öğr. Gör. Uludağ Üniversitesi, hulya@uludag.edu.tr

Anahtar kelimeler: J.S. Bach; Müzik ve matematik; Matematiksel kodlama; Geometrik modelleme.

Abstract

Music and mathematics are two related disciplines in many respects. German composer Johann Sebastian Bach is one of the greatest composers of classical western music in the Baroque Period and is known as a mathematical genius. He used cello music frequently in his works. When it comes to cello music, his most important work is the suites he composed for solo cello (Cello). These works are among the most well known and often performed works in the cello literature. The aim of this study is to construct a geometric modeling of the prelud part of J.S. Bach's II.violontial suit by mathematical coding. The sound heights and time values of the selected artwork were mathematically coded and then a regression analysis was performed to find the suitable model. As a result of this analysis, the geometry modeling of the regression equation was created. The resulting geometric model equation is composed of a combination of algebraic, trigonometric and inverse trigonometric functions.
Keywords: J.S. Bach; Music and mathematics; Mathematical coding; Geometric modeling.

GİRİŞ

Müzik, belli bir amaç ve yöntemle, belirli bir güzellik anlayışına göre işlenerek birleştirilmiş seslerden oluşan estetik bir bütündür (Uçan, 1994). Müzik; hem bir sanat, hem de bir bilimdir. Sesin en güzel şekli müzik ile ifade bulmaktadır. Müzik sesler yoluyla, duygu, düşünce ve izlenimlerin anlatılması üzerine, belli bir estetik anlayışa göre seçilip işlenmesinden oluşmaktadır. Matematik ise, düşünsel bilginin yetkinliğini ve doğruluğunu araştırmasına paralel olarak, estetik olarak da duyusal bilginin doğruluğunu, yani güzelliği araştırmaktadır. Matematikçiler için matematiğin doğasında bulunan güzellik çok önemlidir ve buna 'matematiğin estetiği' denilir. Perspektif, oran, simetri, düzen, harmoni her koşulda ölçülebilirdir. Sanatın da ölçülebilir yanları vardır ve matematiksel olarak ifade edilen simetriyle '*doğanın sayıları*' nı barındırır. Bu kavramlar matematiğin estetiğini oluşturmaktadır. Bu kavramlarla ilgili ölçümler matematiğin çeşitli uzmanlık alanlarında formüle edilebilir. Sanatın ve bilimin temeli olan perspektif, oran, şekiller ve simetrilerin incelenmesinde matematiğin ilkeleri kullanılmaktadır. Sanatçı her zaman eserini sezgisel olarak doğada görüp bilinçaltının algıladığı bu teknikleri kullanarak resmeder. Bu nedenledir ki, matematik kurallarının kullanılması sadece yararlı değil, aynı zamanda bir zorunluluktur (Atalay, 2006).

Müzikle ilgili ilk kuramları geliştirenlerin Eski Yunanlılar olduğu sanılmaktadır. Müzik ve dansın insanların yaşamında önemli bir yer tuttuğu Eski Yunan'da, şairler lir eşliğinde destanlar söylemektedir. Müzik sözcüğü Eski Yunan'da sanatın esin tanrıçaları olduğuna inanılan Muse'ların adından türetilmiştir. Bununla birlikte o dönemde mousike sözcüğü,

Muse'ların koruması altındaki her sanat ya da bilim dalı için kullanılan genel bir terim olarak tanımlanmaktadır (Mann & Newsom, 2000).

Müzik, en temel ögesinden en karmaşık ögesine kadar, çeşitli matematiksel yapıları içermekte olup, müzik ile matematik pek çok açıdan birbiriyle ilişkili iki disiplindir. Bu iki disiplin üzerine ilk akademik çalışmaların MÖ 6. yüzyılda Yunan filozof ve matematikçi Pisagor ile başladığı düşünülmektedir. Pisagor'un seslerin frekansları arasındaki çeşitli sayısal oranları keşfiyle ortaya koyduğu sesler arasındaki ilişkilerin sistematik yapısı, müzik kuramının temelini oluşturmaktadır (Riedweg, 2005). Pisagor sesin, çekilen telin uzunluğuna bağlı olduğunu fark ederek, müzikte armoni ile tamsayılar arasındaki ilişkiyi kurmuştur. Gerçekten çekilen tellerin her armonik bileşimi tamsayıların oranı olarak gösterilebilmektedir. Örneğin, *do* sesini çıkaran bir telin uzunluğunun 16/15'i *si* sesini verirken 6/5'i *la* sesini, 4/3'ü *sol* sesini, 3/2'si *fa* sesini, 8/5'i *mi* sesini, 16/9'u ise *re* sesini verir. Bu da müzik, gizli bir aritmetik alıştırmadır diyen Leibniz'in haklılığını ortaya çıkarmaktadır (Orhan, 1995).

Günümüze kadar birçok filozof, matematik ve müzik insanı tarafından bu iki disiplin arasındaki ilişki üzerine araştırmalar yapılmış, müziğin matematiksel yapısı anlaşılmaya çalışılmıştır. Genellikle, diyatonik ve kromatik dizi, aralıklar, ritim, ölçü, form, melodi, akorlar, dizi, oktav eşdeğerliği, doğuşkanlar, tını, akustik, eşit aralıklı ses sistemi ve akordun alternatif yöntemleri gibi bazı müziksel kavramların matematiksel olarak izahı yapılmıştır (Wright, 2009).

Birçok müzik aletinin biçiminin de matematiksel kavramlarla ilgili olduğu bilinmektedir. Örneğin; telli ya da üflemeli çalgıların biçimleri $x \geq 0$ ve $y = 2^x$ üstel eğrinin grafiğine benzer. Müzikal seslerin niteliğinin incelenmesi 19. yy. da matematikçi J. Fourier tarafından yapılmıştır. Fourier müzik aleti ve insandan çıkan bütün müzikal seslerin matematiksel ifadelerle tanımlanabileceğini ve bunun da periyodik sinüs fonksiyonları ile olabileceğini ispatlamıştır (Orhan, 1995).

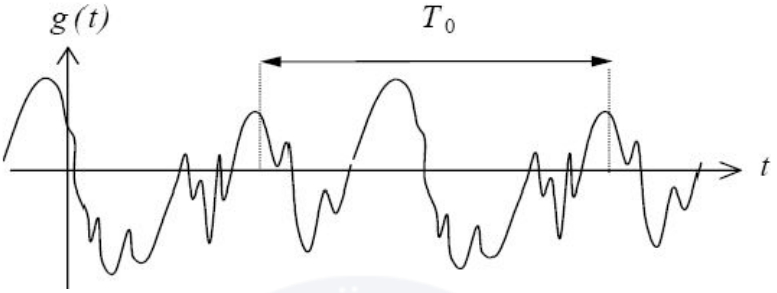
Piyano tuşları İtalyan matematikçi L. Fibonacci'nin oluşturduğu Fibonacci dizisi (1,1,2,3,5,8,13,21,34,…) ile müzik arasındaki bağlantının görsel açıklamasına olanak sağlar. Klavyedeki bir oktav, biri diğerinden daha yüksek olan iki nota arasındaki müziksel aralığı temsil eder. Yüksek olan notanın frekansı, düşük olanın iki katıdır. Klavyede bir oktav, 5 siyah ve 8 beyaz tuş olacak şekilde bölünür, toplamda 13 tuş vardır. Beş siyah tuş biri ikili biri üçlü olmak üzere iki gruba ayrılır. 2, 3, 5, 8 ve 13 birer Fibonacci Sayısıdır. Oktav formundaki on üç nota Batı müziğindeki en popüler aralıklar olan kromatik diziyi oluşturur. Kromatik dizi, 5 notalı pentatonik dizi ve 8 notalı diyatonik diziden önce gelir. Örneğin, büyük altılı, sırasıyla *do* ve *la* notalarından oluşur, saniyede 264 ve 440 titreşim yaparlar, 264/440 = 3/5 bir Fibonacci oranıdır. Bir küçük altılı aralığı, *mi* ve *do* notalarından oluşur ve saniyede 330 ve 528 titreşim yaparlar 330/528= 5/8 Fibonacci oranıdır (Koshy, 2001).

Fibonacci dizisinde ardışık iki sayının oranı yaklaşık olarak ϕ=1,61804 değerine altın oran denilir. Altın oran uyum ve güzellik ölçütü olarak sanat ve estetiğin bir sınıflandırılmasıdır. Altın oran insan tasarımından kaynaklanmadan, doğada var olan biyolojik bir gerçektir ve müzikte kullanıldığı bilinmektedir. Müzik aletleri de çoğunlukla ϕ sayısı temel alınarak yapılır. Keman tasarımında olduğu gibi yüksek kalitedeki ses telinin tasarımında da Fibonacci Sayıları ve ϕ kullanılmıştır. Ayrıca birçok ünlü bestecinin (Mozart, Beethoven, Bach, Chopin, Béla Bartók, ...) eserlerinde Fibonacci Dizisi ve Altın Oran'ı kullandığı varsayılmış ve ispat edilmeye çalışılmıştır. Örneğin Mozart'ın sonatlarında No1.K.279, No2.K.280, No7.K.309, No10.K.330, No15.K.545, No16.K.570 eserlerinde *altın oran*'ı kullandığı ispatlanmıştır. Bunun yanında, Fibonacci dizisini bilinçli olarak kullanan ve bunu belirten besteciler de bulunmaktadır (Lehmann ve Posamentier, 2007).

Fransız filozof, matematikçi ve müzik kuramcısı olan M. Mersenne, sesin armoniklerini keşfetmiş ve altı armonik oranı açıklamıştır. Ayrıca armonik ve armonik olmayan sesler arasındaki ilişkiyi tanımlamış ve 1720 yılında "Treatise on Harmony" adlı makalesinde uyum teorisini yayınlamıştır. 18. Yüzyılın başlarında B. Taylor titreşim dizilerini araştırmaya başlamıştır. Taylor, başlangıç koşullarını sağlayan bir dizi titreşimi temsil eden bir diferansiyel denklem bulmuş ve bu denklemin çözümünün bir sinüs eğrisi olduğunu göstermiştir (Devlin, 2000). Aynı dönemin matematik bilim insanları olan D. Bernoulli ve L. L. Euler müzik ve matematik hakkında bir çok çalışmalar yapmışlardır (Bilal v.d. 2015). D'Alembert ve L. Euler gibi matematikçiler titreşim dizisini bir diferansiyel denklem olarak ifade etmişler ve J. B. Fourier, titreşim dalgalarını trigonometrik fonksiyonları kullanarak tanımlamıştır (Eberhard, 2008).

1869 da, müzik teorisyeni A.V. Oettingen, 20. Yüzyılın müzik dünyasında, çığır açtığı harmoniklik teorisini kurmuştur (Rehding, 2003). 1983' de Mandelbrot geometride çığır açan fraktal geometrisini tanımlamıştır. Birçok bilim dalında kullanılan fraktal geometri, müzikte ilk olarak Voss & Clarke, 1975, Campbell, 1986, Schroeder, 1987, kullanmışlardır (Stolzenburg, 2009). 1854 yıllarında Eduard Hanslick ünlü eserini "Von Musikalish Schönen" yayınlayarak matematiksel ve müzikoloji kavramlarında tarihi bir başlangıç yapmıştır. Bu eserin formunu bir manifold oluşturacak biçimde tanımlamıştır (Bigerelle ve Iost, 2000).

Müziksel sesleri gürültüden ayıran özellik, müziksel seslerin ayırt edilebilir bir perde verebilme özelliğinin olmasıdır. Perde, sesin tizlik derecesine ilişkin bilgiyi taşıyan parametresidir. Bir sese ilişkin bir perdenin algılanabilmesinin ölçütü ise, o sesin periyodik (süreli) olma derecesidir. Müziksel bir ses, zamana bağlı bir periyodik fonksiyon olarak düşünülebilir. Yani, $-\infty < t < \infty$ ve $m \in Z$ için formül $g(t \mp mT_0) = g(t)$ dir. Şekil 1'de periyodu T_0 olan periyodik bir sesi, dikey eksen de şiddetini gösterilmiştir (Bora, 2002).



Grafik 1. Periyodik bir g(t) fonksiyonu

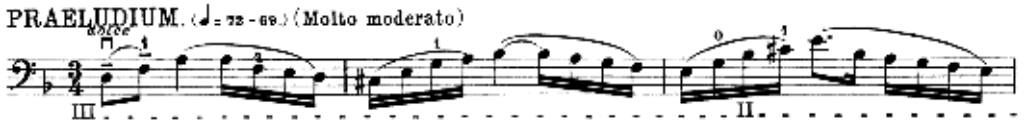
İnsanoğlunun duyma ve duyduğu sesi taklit edebilme yeteneği ile kulağa melodik, güzel gelen işitsel dizilimlerden elde edilen müzik belli temel kavramlara dayanmaktadır. Bu temel kavramlar ise ilk aşamada klasik müzik teorisi ve terminolojisi ile açıklanabilmektedir. Fakat insan kulağının algılayabileceği şekilde oluşturulan daha karmaşık melodi ve armonilerin oluşturduğu müzik türü olan caz karmaşık yapıya sahiptir ve analiz edilebilmesi kolay değildir. Aynı görsel olarak doğadaki karmaşık formlar gibi caz da işitsel algının estetik olan müzik formudur. Fraktal belirli bir matematiksel formül içerisinde kendini tekrarlayan form olarak tanımlanmaktadır. Fraktal geometrisi ise, doğada var olan biçimlerin karmaşık formlarına karşılık matematiksel bir açıklama getirmektir. Beytekin, 2015'de Fraktal Geometri algoritması mantığını modern caz teorisine uygulayarak ritim olgusunu karıştırmadan armoniler üzerinden analiz yapmış ve caz akorlarının görsel modellerini oluşturmuştur. Oluşturulan modeller arasında tasarım süreçleri, psikolojik algılanma süreçleri arasında bağlantı kurmuştur.

Günümüzde dünyada müzik matematik ilişkisini geometrik modelleme yoluyla inceleyen çalışmalara rastlanmakla birlikte, henüz ülkemizde bu tür çalışmaların küçük ölçeklerde yapıldığı görülmektedir. Yazarların Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi'nde (UNESAK) sundukları çalışmada, A. Adnan Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesinin oluşturulması amaçlanmıştır. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, kodlamalar SPSS programında regresyon analizi yapılarak üç boyutlu birçok regresyon modeli araştırılmıştır. Bu regresyon modelleri içerisinde sağ el ve sol el partileri için müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin Sinüs fonksiyonuna bağlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın uzantısı olarak Saygun'un farklı eserleri için de geometrik modelleme çalışması yapılabileceği ve böylelikle bestecinin eserleri arasındaki benzerlik ve farklılıkların geometrik modelleme yoluyla da karşılaştırılabileceği düşünülmüştür(Demirbatır, v.d., 2018).

Johann Sebastian Bach(1685-1750), dünyaca ünlü Alman Barok müzik bestecisi ve orgcudur. J.S. Bach köklü Alman stillerini özellikle İtalya ve Fransa gibi dış ülkelerden aldığı ritimlerin, formların ve yapıların adaptasyonu ve kontrpuan, armoni, müzikal motiflerin organizasyonundaki ustalığıyla geliştirmiştir. J.S.Bach'ın besteleri Brandenburg Konçertoları, Goldberg Varyasyonları, Si minor Missa, 2 Chile ve 200 tanesi günümüze kadar ulaşmış 300'den fazla kantatayı kapsamaktadır. Bach'ın müziğine teknik hakimiyeti, artistik güzelliği, entelektüel derinliği sayesindze büyük saygı duyulmuştur. J.S. Bach 19. yy.da müziğinin tekrar çalınmaya başlaması ve ilginin tekrar canlanmasına kadar kendi döneminde büyük bir besteci olarak bilinmemiş ancak kendisine bir orgcu olarak büyük saygı duyulmuştur. Bugün en büyük bestecilerden biri olarak kabul edilir (www.wikipedia.org). Gelmiş geçmiş en büyük bestecilerden biri olan J.S. Bach, müziğin matematikçisi olarak da bilinir. Barok olduğu kadar, Rönesans döneminden de izler taşır. Armoni ve melodi mükemmel olarak dengelenmiştir. Bach'ın eserlerinde Fransız ve İtalyan müziğinin sentezini bulmak mümkündür. Hayatı boyunca Almanya dışına çıkmamış biri için yakaladığı kozmopolitlik ilginç bir durumdur. İtalyan yanını Vivaldi'nin Almanya'da yayınlanan eserlerini inceleyerek, Fransız yanını ise Almanya'da yaşayan Fransız klavsenci Froberger'den almıştır. Wagner'e göre o, tüm müzik tarihindeki en büyük bestecidir (www.ensonhaber.com). J.S. Bach'ın solo viyolonsel süitlerini 1717-1723 yılları arasında, Kapellmeister olarak görev yaptığı Köthen'de yazdığı düşünülmektedir. Karakelle 2006, süitlerin viyolonsel edebiyatı için olan önemini şu şekilde açıklamıştır: "Solo viyolonsel için bu süitler Bach'ın mimari yapısındaki kesin ustalığı ortaya koyar. Süitlerin açıkça ahenklendirilmiş melodileri, ancak büyük bir ustanın zengin renklerle bezenmiş bir tablosunun etkileyiciliğiyle karşılaştırılabilir. Johann Sebastian Bach viyolonsel süitlerinin solo viyolonsel literatürüne olan yoğun ve eşsiz katkısının ayrıcalıklı konumda olduğundan şüphe edilemez."

Altı süitin her biri Prelüd ve beş dans parçasından oluşmaktadır(Çelebioğlu, 1986: 32) Prelude her şeyden önce bir çalgı müziği türüdür. Başka parçaların başında onlara bir giriş olarak kullanılan kısımdır. Bu türün kaynağı 16. yüzyılın lavta müziğinden gelir. J. S. Bach bu türe geniş boyutlar kazandırmayı düşünüp yapısını daha da sağlamlaştıran ilk bestecilerden biri olarak bilinmektedir (Hodeir, 2002).

II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) *Prelude* bölümü 3/4'lük ölçü sayısıyla ve re minör tonalitesinde yazılmıştır. Viyolonselin karakteristik ses ve ifade özelliklerinin ön plana çıkmasında oldukça önemli bir yere sahiptir.



(Edition Peters, 1911)

Pré-lude "çalmadan önce" anlamına gelmektedir. Prelüd giriş niteliğiyle, kendinden sonraki parçanın tonalitesini kabul ettirmeyi amaçlar. Bu nedenle esas olarak tonal olmalıdır. Belirli bir planı olmayan prelüdün, genellikle bütün parça boyunca tekrar eden kısa ve ritmik bir öğe üzerine kurulduğu gözlemlenir. (Dandelot, 2001)

Bu çalışmanın amacı, matematiksel kodlama yoluyla J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) *Prelude* bölümünün geometrik modellemesinin oluşturulmasıdır.

YÖNTEM

Bu çalışmada J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. viyolonsel süiti (BWV 1008) *Prelude* bölümünün nota ses yükseklikleri ve nota ses sürelerinin matematiksel kodlamalarının regresyon analizi yapılarak buna en uygun geometrik modellemesi yapılmıştır. Regresyon analizleri, bağımlı bir değişken ile bağımlı bir değişken üzerinde etkisi olduğu varsayılan bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel bir model ile açıklamakta kullanılır. Regresyon analizlerinde bir ya da daha fazla değişkenin (çoklu regresyon) başka bir değişken üzerindeki etkisi ve yönü incelenmektedir. Regresyon analizlerinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi önemlidir. Bağımlı değişkendeki toplam değişmenin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını bulmak için regresyon analizinde R^2 değerinden yararlanılır. Bu değer tüm değişkenlerin birlikte açıkladıkları varyans oranını verir. R^2 değeri 0 ile 1 arasında değer alır. Değer 0' a yaklaşırsa, modelin veriye uyum göstermediği veya bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkendeki değişmeyi açıklayamadığı, "1" e yaklaşırsa bağımlı değişkendeki değişmenin, bağımlı değişkenler tarafından iyi açıklandığını gösterir. Ayrıca kurulan regresyon modelinin anlamlılığını sınamak için F (ANOVA) testinden yararlanılır (Bayram, 2004).

Çoklu doğrusal regresyon analizinde, farklı ölçme birimleri ve varyanslara sahip bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkene ait göreli önemlerini belirlemede standardize edilmiş regresyon kat sayıları olan beta değerleri kullanılır. Standardize Beta değeri, söz konusu değişkenler arsındaki korelasyonu ifade etmektedir. F ve p değerleri kurulan regresyon modelinin anlamlılık düzeyini ortaya koymaktadır (Bayram, 2004). Çoklu regresyon analizi, bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yordanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel olarak anlamlılığına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüyle ilgili olarak yorum yapabilmeyi mümkün kılar (Büyüköztürk, 2002).

Bu çalışmanın verileri, belirlenen eserin nota ses yükseklikleri ve nota ses değerlerinin kodlanmasıyla elde edilmiştir.

Eseri oluşturan ses yükseklik değerlerinin dağılım tablosu Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Eseri Oluşturan Ses Yükseklik Değerlerinin Dağılımı

Ses Yükseklik Değerleri	Frekans	Yüzde
-23	1	0,1
-22	5	0,7
-21	2	0,3
-20	3	0,4
-19	4	0,6
-18	4	0,6
-17	17	2,5
-16	4	0,6
-15	39	5,7
-14	26	3,8
-13	9	1,3
-12	30	3,8
-11	11	1,6
-10	55	8,1
-9	5	0,7
-8	59	8,6
-7	70	10,2
-6	4	0,6
-5	69	10,1
-4	12	1,8
-3	89	13,0
-2	29	4,2
-1	16	2,3
0	19	2,8
1	24	3,5
2	38	5,6
3	2	0,3
4	21	3,1
5	12	1,8
7	4	0,6
Toplam	683	100

Tablo 1 incelendiğinde eserin ses yüksekliklerinin tanım aralığı [-23, 7] ve en cok kullanılan seslerin – 3 (%13,0), – 7 (%10,2) ve – 5 (%10,1) iken en az kullanılan seslerin – 23

(%0,1), – 21, 2 (%.0,3) ve – 20 (%0,4) olduğu görülmüştür. Eserde toplam 30 adet ses kombinasyonu oluşturularak toplam 683 nota kullanılmıştır. Tabloda aynı zamanda seslerin tekrar etme yüzdeleri de yer almaktadır.

Tablo 2. Eseri Oluşturan Ses Süre Değerlerinin Frekans Tablosu

Nota Ses Değerleri	Frekans	Yüzde
4	683	95,6
8	12	1,8
12	10	1,5
16	6	0,9
32	2	0,3
Toplam	683	100

Tablo 2 incelendiğinde eserin ses sürelerinin tanım aralığı [4, 32] ve en cok kullanılan nota ses süre değerleri onaltılık nota değeri (%95,6) iken en az kullanılan ses süre değeri ise ikilik nota değeri (%0,3) olduğu görülmüştür. Eserin tamamında beş farklı ses süre değeri kullanılmıştır.

BULGULAR

Bağımsız değişkenler tarafından bağımlı değişkende açıklanan toplam varyansın yordanmasına, açıklanan varyansın istatistiksel olarak anlamlılığına ve bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönüyle ilgili olarak yorum yapabilmeyi mümkün kılan çoklu regresyon analizidir (Büyüköztürk, 2002). Tablo 3 ve 4 de verilen eserin nota ses yükseklikleri (x) ve nota ses değerleri (y) bağımsız değişkenler olarak alındığında bağımlı değişkeni ilişkilendirmek amacıyla bazı fonksiyonlar (cebirsel, üstel, logaritmik, trigonometrik, hiperbolik, ters trigonometrik) ile istatistiksel olarak anlamlılığını bulmak için regresyon analizi yapılmıştır. Eserin ses yükseklikleri ve nota süre değerleri ilgili regresyon analiz tabloları aşağıda verilmiştir.

Bağımlı değişkendeki toplam değişmenin yüzde kaçının bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını bulmak için regresyon analizinde R^2 değerine Tablo 5' de bakılmıştır.

Tablo 3. Regresyon Modelleri

Model	R	R^2	Düzeltilmiş R^2	Std. Tahmini Hata
1	0,162	0,026	0,025	833,510
2	0,230	0,053	0,050	822,595
3	0,251	0,063	0,059	818,753
4	0,262	0,069	0,063	816,813

Tablo 3'de regresyon analizi sonucunda 4 model oluşturulmuştur. 4. modelin R^2 değeri 0,069 olduğundan tercih edilmiştir. Buna göre J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) Prelude bölümünün nota ses yükseklikleri (x) ve nota ses değerleri (y) bağımsız değişkenler olmak üzere arctan(x), sin(3y), cos(x) ve (1/y) fonksiyonların kombinasyonu olan bağımlı değişkenlerinin değişimin %7 modele giren bağımsız değişkenler tarafından açıklandığını ifade etmektedir. Bu verilere göre oluşturulan ANOVA tablosu Tablo 6 de verilmiştir.

Tablo 4: Nota Ses Yükseklikleri ve Nota Ses Değerleri: ANOVA Tablosu.

Varyansın Kaynağı	s.s	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	p
Regresyon	4	33463200,4	8365800,1	12,539	0,000
Resudial	678	452350531,9	667183,675		
Total	682	485813732,3			

ANOVA tablosu kurulan regresyonun modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir [F/1,682)=12,539, p=0,000<0,05].

Seçilen modelin yordayıp yordamadığını belirlemek amacıyla yapılan çoklu regresyon analizi Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Modelin Yordanmasına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi

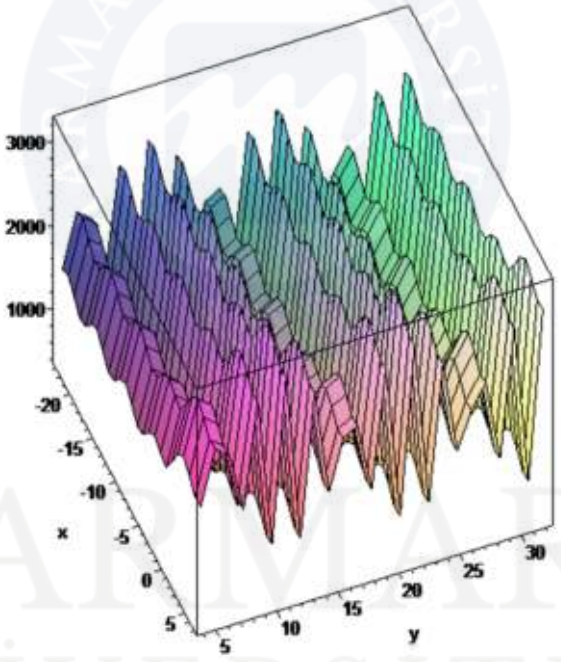
Model	B	Std. Hata	Beta	t	p	VIF
Sabit	1712,051	347,430		5,013	0,000	
Arctan(x)	163,035	34,201	0,177	4,497	0,000	1,006
Sin(3y)	1018,118	297,245	0,135	3,425	0,001	1,135
Cos(x)	-133,299	47,069	-0,105	-2,832	0,005	1,004
1/y	2081,154	1012,092	0,081	2,056	0,040	1,135
$R=0,262$ $R^2=0,069$ F=12,539 p=0,000						

Bu tabloya göre modelin yordanmasına ilişkin çoklu regresyon analizi sonuçları incelendiğinde, arctan(x), sin(3y), cos(x) ve (1/y) fonksiyonları ile model arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu anlaşılmaktadır ($R=0,262$, $R^2=0,069$, $p=0,000<0,05$). Bu fonksiyonların oluşturulan modelin yaklaşık %7'sini açıklamaktadır. Standardize edilmiş regresyon katsayısına betaya göre yordayıcı değişkenlerin model üzerindeki göreli önem sırası; arctan(x) ($\beta=0,177$), sin(3y) ($\beta=0,135$), cosx ($\beta=-0,105$) ve (1/y) ($\beta=-0,081$)'dır. Regresyon kat sayısının anlamlılığına ilişkin t testi sonuçlarına bakıldığında, arctan(x), sin(3y), cos(x) ve (1/y) fonksiyonlarının model üzerinde önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Oluştutulan bağımsız faktörler arasında Varyans Artış Faktörü(VIP) degerleri arctan(x) (1,006<3), sin(3y) (1,135<3), cos(x) (1,004<3) ve (1/y) (1,135) oldukları için çoklu doğrusal bağlantı olmadığı saptanmıştır.

Bu analiz sonucunda nota ses yükseklikleri=x ve nota ses değerleri=y bağımsız değişkenlerine karşılık gelen z=f(x,y) bağımlı değişkeni z=a + b*arctan(x) + c*sin(3y) +d*cos(x)+e*(1/y) şeklinde ilişkilendirilmiştir. Bulgulara göre eserin melodik çizgileri arctan(x), sin(3y), cos(x) ve (1/y) eğrileri ile temsil edilmiştir. Bu verilere göre regresyon model

$$z = 1712{,}051 + 163{,}035\arctan(x) + 1018{,}118\sin(sy) - 133{,}299\cos(x) + 081{,}154\left(\frac{1}{y}\right)$$

şeklinde elde edilmiştir. Bu 3 boyutlu regresyon modelin geometrik gösterimi Maple programlama kullanılarak çizdirilerek Grafik 2'deki yüzey elde edilmiştir.



Grafik 2. Geometrik model

Grafik 2'de çizilen geometrik model eserin nota ses yükseklikleri ve ses değerlerine bağlı, cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların bir kombinasyonu olarak elde edilen yüzey denklemi ilginç bir model oluşturmaktadır. Eserin notasyonu incelendiğinde temanın orta pestlikte bir rejisterden başladığı, giderek hacmin genişlediği ve sona doğru hem pest ve hem tiz registerlerin kullanımıyla geniş bir sonoriteye ulaşıldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, işitsel ve görsel boyutta eser ve geometrik modellemesinin paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonucunda J.S. Bach'ın solo viyolonsel için yazdığı II. Viyolonsel süiti (BWV 1008) Prelude bölümünün geometrik modellemesi oluşturulmuştur. Seçilen eserin ses yükseklikleri ve süre değerlerine göre matematiksel kodlaması yapılmış, kodlamalar SPSS programında regresyon analizi yapılarak üç boyutlu birçok regresyon modeli araştırılmıştır. Bu regresyon modelleri içerisinde müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin eserin melodik çizgileri arctan(x), sin(3y), cos(x) ve (1/y) eğrileri ile temsil edildiği görülmüştür. Bu geometrik model eserin nota ses yükseklikleri ve ses değerlerine bağlı olarak cebirsel, trigonometrik ve ters trigonometrik fonksiyonların bir kombinasyonudur. Buna benzer olarak yapılan çalışmada ise A. Adnan Saygun'un "İnci" adlı piyano eserinin geometrik modellemesinde ise regresyon modelleri içerisinde sağ el ve sol el partileri için müzik parçasının melodik çizgilerini oluşturan 3 boyutlu geometrik modelin denklemlerinin sadece trigonometrik fonksiyona bağlı olduğu görülmüştür.

Gülsoy F., Güney İ. ve Özdamar E. (2013) yapılan çalışmada 1807 yıllarında Beethoven nın fırtınalı, acılı yaşamında mutlu bir çağın ürünü olan "Vierte Symphony, Op60"; senfonisi çalışmasında yüzey denklemi Minkowski uzayında bir hiperyüzey olarak bulunmuştur. Bu çalışmadaki Viyolonsel süitin (BWV 1008) Prelude bölümünün yüzey denklemi 3 boyutlu Öklid uzayında oluşturulmuştur. Ayrıca yine Beethoven tarafından Alman soprano Elisabeth Röckel için yazılmış olan Fur Elise eseri aynı matematik kodlama sistemi ile kodlanarak stepwise regresyon yöntemiyle regresyon manifoldu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda Vierte Symphony, Op. 60 müzik kompoziyonu ile Fur Elise müzik eserlerinin benzer regresyon grafiklerine sahip olduğu görülmüştür.

Daha sonraki çalışmalarımızda beş bölümden oluşan Viyolonsel süiti (BWV 1008) her bir bölümünü için yüzey yamaları bulunarak, bu yüzey yamalarının birleşiminden oluşan BWV 1008 suitinin geometrik modellemesi yapılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Alexander, R. (2003), *Hugo Riemann and the birth of Modern Musical Thought,* Cambridge University Press, Great Britain.

Atalay, B. (2006). *Matematik ve Mona Lisa*. Albatros kitabevi, İstanbul.

Bakım, S. (2014), Fibonacci dizisi ve altın oranın müzik kullanımının incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi*.

Bayram, N. (2004), *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*. Ezgi Kitabevi, Bursa.

Beytekin, S. (2015), Cazın Piyano Üzerinden Matematiksel Analiz ile Fraktal Geometri ile İlişkisinin Analizi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi.*

Bigerelle, M., Iost, A. (2000), Fractal dimension and classification of music. *Chaos Solitons & Fractals*, 11, 2179 – 2192, .

Bilal A.B., Muhammad A.W., Nusrat, Sidrat U.M.A. (2015), A Study On Relatıonshıp Between Mathematıcs And Musıc, *International Journal of Multidisciplinary Research and Modern Education* ISSN (Online): 2454 – 6119.

Büyüköztürk, Ş. (2002), *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Campbell P. (1986) The music of digital computers. Nature 324:523–528.

Carmıne C. (2018), Towards a Music Algebra: Fundamental Harmonic Substitutions in Jazz, *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(1).

Çelebioğlu, E. (1986). Tarihsel Açıdan Evrensel Müziğe Giriş. Tasvir Matbaa, İstanbul.

Demirbatır R.E., Yağcı F., Ezentaş R. (2018), *Matematiksel Kodlama Yoluyla A. Adnan Saygun'un "İnci" Adlı Piyano Parçasının Geometrik Modellemesi.* Uluslararası Necatibey Egitim Ve Sosyal Bilimler Arastırmaları Kongresi, 26-28 Ekim 2018, Balıkesir. 483-492.

Dandelot, G. (2001). Müzikal Kuruluş Derslerinin Özeti, (M. Özdemir çev.). İzmir.

Doğangün D. (2015). *Ahmed Adnan Saygun'un Op.31 'Viyolonsel İçin Solo Partita'sı Ve Eserin 1955 Türkiye'si Sanat Hayatındaki Yeri*, İnönü University Journal of Culture and Art 1(1), 61-69.

Devlin, K. (2000), *The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip*, Basic Books, Great Britain.

Eberhard K. (2008), Euler Transgressıng Lımıts: The Infınıte And Musıc Theory", *Quaderns d'Història de l'Enginyeria* – volume ix – 9.

Eftekhari A. (2011), Fractal geometry of texts: An initial application to the works of Shakespeare, *Journal of Quantitative Linguistics*, 13(2-3), 177.

Guerino M. (2002), *The Topos of Music: Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance*, Birkhauser Verlag, Basel, Boston, Berlin,.

Gülsoy F., Güney İ., Özdamar E. (2013), Mathematical and Statistical Modeling of the Musical Compositions, *Balkan Journal Of Mathematıcs*, 1, 35-43.

Hodeir, A. (2002). Müzikte Türler ve Biçimler. Çeviren: İlhan Usmanbaş Pan Yayıncılık. İstanbul.

Hsu, K.J., Hsu, A. (1990), Fractal geometry of music. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 87, 938 – 941.

Karakelle, T. (2006). *Johann Sebastian Bach Viyolonsel Süitlerinin İncelenmesi*. Gazi Üniversitesi, Ankara (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

Kıran, S.S., J. S. Bach'ın Viyolonsel Süitlerinin Yorumlarında Farklı Edisyonların Etkileri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anasanat Dalı Sanatta Yeterlik Tezi, Afyonkarahisar, 2012.

Kıratlı Soyberk, D. Ahmet Adnan Saygun'un 'Viyolonsel İçin Partita' Adlı Eserinin Teknik İncelenmesi Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Sivas Şubat 2016

Koshy, T., (2001), Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, Wiley-Interscience Publication, Canada, 6-38.

Köhler, R. (1997), Are there fractal structures in language? Units of measurement and dimensions in linguistics. *Journal of Quantitative Linguistics*, 4, 1–3.

Lehmann, I., Posamentier, A.S., 2007, The (Fabulous) Fibonacci Numbers, , Prometheus Books, 2007, 271-291.

Mann, A., Newsom. (2000). *Music History from Primary Sources*, Library of Congress, Washington.

Marcus, D.S. (2004), *The Music of the Primes: Why an Unsolved Problem in Mathematics Matters*, Harper Perrenial

Marta A.G. (1993), *Solfege, Ear Training, Rhythm, Dictation, and Musiz Theory: Comprehensive Course. Front Cover*, University of Alabama Press,.

Orhan, C. (1995). Matematik ve Müzik. Matematik Dünyası. 6-7.

Paraşkev H. (1996), *Temel Müzik Teorisi*, Ceviri: Atilla Sağlam &Bedri Koçancı, Pan Yayıncılık.

Riedweg C. (2005), *Pythagoras: His Life, Teaching and Influence*, Cornell University Press, .

Rehding A. (2003), *Hugo Riemann and the birth of Modern Musical Thought,* Cambridge University Press.

Robert M. (2016), *The Handbook of Fourier Analysis and Its Applications*,

Schroeder MR. (1987), Is there such a thing as fractal music? Nature 325:765–766.

Stolzenburg, F. (2009). A Periodicity-Based Theory for Harmony Perception and Scales. *In Proceedings of the 10th International Society for Music Information Retrieval Conference*.

Uçan, A. (1994). Müzik Eğitimi. Temel Kavramlar – İlkeler – Yaklaşımlar. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.

Voss RF and Clarke J. (1975), 1/f noise in music and speech. Nature 258:317–318,

Wright, D., (2009), *Mathematics and Music*, Department of Mathematics, Washington University, St. Louis, 6-13.

www.wikipedia.com, erişim tarihi 11.06.2019.

www.turkcebilgi.com, erişim tarihi 11.06.2019.

MATEMATİK VE MÜZİK-OYUN-DRAMA İLİŞKİSİNDE YAPILMIŞ TEZ VE MAKALE ÇALIŞMALARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

ANALYSIS OF THESES AND ARTICLES CONDUCTED ON THE RELATION BETWEEN MATHEMATICS AND MUSIC-GAME-DRAMA IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES

Mehmet Şahin AKINCI*

Öz

Eğitim: özel alanlara ayrılarak planlanan ve bu alanların kendi içlerinde sistemli çalışması ile ilerleyen bir süreçtir. Bu süreçte gelişen ve yenilenen uygulamalar ve öğretim teknikleri etkisi ile bilgiyi farklı yollarla edinme gereksinimi duyan bireyler farklı alanlara yönelme gereği duyabilmektedirler. Bu alanlardan edindikleri kazanımlarını kayıt ederek bilgilerinin daha sağlam ve çok yönlü biçimde şekillenmesi için arayışlara girebilmektedirler. Belirli bir eğitim alanındaki bilgileri yakın veya ilgili başka bir eğitim alanı ile ilişkilendirmek ve işbirliği kurarak temellendirmek klasik eğitimin dışında kalan bir anlayıştır. Bu durum güncelliğini sağlamış eğitim ortamlarında kabul edilmiş gerçektir. Ayrıca öğrencilerin ufuklarını açabilen bir uygulama olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda araştırmada birbirlerine destek olabilecek disiplinler olan matematik, müzik, oyun ve drama alanlarının eğitim ortamlarındaki ilişkisini konu edinen araştırmaları ulaşılabilirliği çerçevesinde tespit etmek, amaçları, yöntemleri, sonuç ve önerileri bakımından gereken sınırlılıkta ilgililere sunmak amaç edinilmiştir.

Nitel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmış olan araştırmada matematik, müzik, drama, oyun başlıklı ve konulu literatür Yüksek Öğretim Kurumu Yök Tez veri tabanında taranmıştır. Erişime açık olan tezler incelenmiş ve veriler elde edilmiştir. Ayrıca çeşitli akademik yayınlar sunabilen internet taraması aracılığı ile araştırılan konuda sınırlı sayıda da olsa akademik nitelikli makale çalışmalarına ulaşılmıştır. Elde edilmiş olan tez ve makaleler amaçları, yöntemleri, sonuç ve önerileri bakımından incelenmiştir. Bu veriler

* Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Devlet Konservatuvarı, mehmetsahinakinci@hotmail.com

araştırılan konuya ve amaca hizmet etmesi bakımından değerlendirilmiş ve araştırmada yer alma sınırlılığı dahilinde sunulmaya çalışılmıştır. Bulunmuş olan tez ve makalelerin araştırma konusu ile ilgili olan ve okuyucularına bilgi verebilecek özellikte olan bölümleri makale içinde yer almıştır.

Birbirlerinden farklı disiplinlerin eğitim ortamlarında birbirleri ile ilişkilendirilmesi sayesinde yeni eğitim öğretim etkileşimleri oluşabilmektedir. Ayrıca öğrenenler kendi alanları ile diğer alanlardaki bilgileri ilişkilendirme sayesinde kazanımlarını yenileyerek yeni araştırma ve çalışmalara imkan sunabilmektedirler. Hatta bu ilişkili çalışmalar yeni kuram ve eğitim anlayışlarının oluşmasında yardımcı olabilecek önemli bir etken de olabilir. Bu araştırmanın sunduğu bilgiler sayesinde konuya ilgisi olan ve bu alanda çalışmalar yapacak olan araştırmacıların yeni kazanımlar ve fikirler edinebilecekleri, benzer veya farklı alanlarda disiplinler arası araştırma ve çalışmalara yöneltilebilecekleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik; Müzik; Oyun; Drama

Abstract

Education is a process planned by its division into specific areas, and the systematic operation of these areas within each other. During this process, under the influence of changing and renewing applications and teaching techniques, those who feel the necessity of obtaining information from different ways may steer for different areas. By recording the information they obtain, they may embark on a quest so as to turn their knowledge into something more firm and multidimensional. Associating a knowledge that is specific to an educational area with something different, and its foundation through collaboration is something that stays out of classic education. This is something accepted in educational environments that proved their actualities. It is also regarded as an application which enables the students to broaden their visions. Within this context, identifying researches focusing on the relation between mathematics, music, game, and drama in educational environments, in accordance with their accessibility; and its presentation in terms of their purposes, methods, results and suggestions, to those concerned has become the purpose of this study.

Being one of the qualitative research methods, the study is based on descriptive survey model, where the related literature with the title of mathematics, music, drama, and game were reviewed in Higher Education Council Thesis Database. Theses open for access were analyzed and necessary data was obtained. Besides, with the help of internet browsing, which may offer various academic studies, certain academic articles were also accessed despite the limited amount. Theses and articles obtained were analyzed in terms of purpose, method, results, and suggestions. These texts were examined and presented in this study, based on the light they shed on the subject being researched and their purposes, in line with the limitations. Chapters of the theses and articles that are related to the subject and inform the reader are provided in this article.

Association of different disciplines between each other may lead to new education and teaching interactions. Besides, learners may refresh their acquisitions they gained through associating their own and other fields may enable new researches and understandings. Moreover, these

associated studies can become significant factors paving the way for the emergence of new theories and educational understandings. With the help of the information provided in this study, researchers who are interested and will conduct studies in the related field may gain new acquisitions and ideas, and that they may canalize to similar or different fields where they can conduct interdisciplinary studies.
Keywords: Mathematics; Music; Game; Drama

Giriş

Kültür ve sanat ana öğelerinin önemli ürünü ve birikimi olan müzik, yüzyıllardır gelişimini sürdürmeye devam eden varlıklardandır. Tarihsel seyri içinde bulunduğu toprakların özelliklerini iyice yansıtmaya başlamış olan müzik, bilim alanı olarak güçlenmiş, öğreti haline gelmiş ve insan psikolojisindeki önemi kabul edilerek sahiplenilmiş, kayıt altına alınarak ölümsüzleştirilmiştir. Eğitim alanı içindeki varlığından itibaren müzik farklı alanlara ayrılmış, farklı amaç ve programlar çerçevesinde incelenerek insanlığa ve eğitime hizmet etmeye devam etmiş ve etmektedir.

Çalgı eğitimi, ses eğitimi ve teorik-işitsel eğitim, müzik araştırmacılığı eğitimi, müzik teknolojileri eğitimi müzik eğitiminin alt basamaklarındandır. Müzik ve müzik eğitimi bir kurallar bütünü ve sistemi içinde varlığını sürdürmektedir. Bu bakımdan düzen ve sistemlilik-sistematiklik gerektirmektedir. Çeşitli rakamlar, harfler ve sembolik işaretler kullanılarak bu sistem kesinleştirilmiş, öğretilmesi bakımından genel kurallaştırılmıştır.

Evrensel olarak kabul edilmiş hesaplamaları ve sayısal göstergeleri vardır. Bu kullanım ve sistemler sayesinde beste yapma ve yorumlama düzen içine alınmış, teorileştirilmiştir. Bu sayede yaratılması ve performansları kolaylaştırılmıştır. Bu bakımdan matematik ile ciddi bir iletişim ve ilişki içinde olduğunun düşünülmesi doğru bir saptama olabilmektedir.

Matematik ve müzik alanları birbirleri ile çeşitli açılardan ilişkiler kurulabilecek alanlardandır. Matematiğin en temel en küçük alt birimi rakamlardır. Müziğin ise notalardır. Notalar insan sesi veya çalgı aracılığıyla çeşitli kurallarla birleşerek besteleri-eserleri oluşturmaktadır. Rakamlar ise çeşitli sembollerle birleşerek formülleri ve matematiksel işlemleri oluşturmaktadır.

Müzikte evrensel kurallara göre baştan beri kabul edilmiş olan rakamlar ve hesaplamalar kullanılmaktadır. Şarkıların ve tüm müzik eserlerinin ölçüleri vardır. Eserlerin oluşturulması aşamasında müzik formu ve biçimi kuralları gereği ölçüler belirlenmiş toplam sayılardan oluşturulmaktadır. Bu ölçüler çalgı ve şarkı çeşidine göre önceden belirlenmiş sayılar ile kurallaştırılmıştır.

Müzikte en küçük birim olan notalar çeşitli sayısal değerler göze alınarak eserlerdeki ölçü sistemlerinin üyesi olmuşlardır. Eserlerin çalınma ve seslendirilme aşamasından öncesi ve sırasında nota şekillerinin kendi değerlerine dikkat edilerek sayısal hesaplamalar yoluyla

yapılan vuruşları tespit etme, vuruş sayılarını belirleme ve bu vuruş sürelerine dikkat ederek seslendirme aşamaları gerçekleştirilmektedir.

Müzikte tek seslilik ve çokseslilik kuralları çeşitli basit matematiksel hesaplamalar ile kurallaştırılmış ve sürdürülmektedir. Müzik teorik yazısında şifreleme ve çeşitli belirteçler için rakamlar kullanılmaktadır. Bu örnekler müzik alanında matematiğin önemli bir etken-kontrol öğesi olduğu görülebilmektedir. Matematik ve müzik alanlarının birbirleri ile ilişkisi daha birçok örnekle anlatılabilir.

Müzik ve müzik eserleri ile her şeyi anlatmak, birleştirmek veya yapmak mümkündür. Eğitimin hangi alanı olursa olsun müzik ve müziksel kurallar, bu alanlarla ilişkiler kurabilecek ve bu alanları destekleyici, anlatıcı, öğretici özelliklerde eserler sunarak onlara yardımcı olabilecek hassasiyet ve esnekliktedir. Başlı başına kendisi bir disiplin-bilim olan müzik ve ürünleri olan müzik eserleri diğer alanlar için materyal-araç-gereç de olabilir. Bu açılardan düşünüldüğünde müzik ve müzik eserlerinin kendisinden başka alanlarla-disiplinlerle yeterli ilişki sağlanabilmesi, ortaklıklar kurulabilmesi açısından kolaylıklar gösterdiği fark edilebilecek bir özellik olmaktadır.

Birbirlerinden farklı alan, eğitim-öğretim tekniği, kitlesi ve bilgi üretim amaçları olan bu farklı disiplinler birleşerek birbirlerinden destek aldıklarında başarı açısından elde edilebilecek sonuçlar olumlu anlamda yüksek olabilecektir. Özellikle eğitim ortamlarında öğrenenlerin sayısal bir alan eğitimi olan matematik dersine ilişkin olumlu tutum ve yaklaşımlarda bulunmalarında müzik, drama ve oyunun büyük katkı ve başarıya ulaşmada kolaylık sağlayabileceği dikkat edilecek ve incelenebilecek bir gerçeklik olabilmektedir.

Eğitim ortamlarında disiplinlerarası iletişimin kurulması bakımından bilgi paylaşımlarının sağlanması kazanımların farklı alanlarda da olsa birbirlerini desteklemelerine yardımcı olabilecektir. Bu sayede öğrenenler kazandıkları bilgileri başka alanlarla birleştirebilecek ve öğrenilenleri pekiştirebilecektir. Bu bağlamda bu araştırmada matematik, müzik, oyun ve drama alanlarının birbirleri ile ilişkilendirilerek oluşturulmuş araştırmaların tespit edilmesi; bu araştırmaların amaç-yöntem-sonuç ve önerileri açılarından özet bilgilerle ilgililere sunulması; sunulan bilgiler sayesinde matematik-müzik-drama ve oyun disiplinlerinin birbirlerini etkileme ilişki ve durumlarının açıklanması amaçlanmıştır. Ulaşılmış olan saptamalar sayesinde ilgilere ve araştırmacılara öneriler sunulmuştur.

2. Yöntem

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2009)' a göre betimsel araştırma, araştırılan durumun olabildiğince ayrıntılı yani tam olarak tanımlandığı ve eğitim alanında en yaygın kullanıldığı bilinen araştırma çeşididir. Karasar (2009: 77)'a göre tarama araştırmalarında geçmişte var olan veya halen varlığı devam eden bir durum olduğu şekliyle

betimleyerek sunma amaç edinilir. Araştırmaya konu olan nesne, olay ya da birey kendi koşulları içinde olduğu gibi tanımlanır.

Matematik, müzik, drama, oyun başlıklı ve konulu literatür Yüksek Öğretim Kurumu Yök Tez veri tabanında taranmıştır. Erişime açık olan tezler incelenebilmiş ve gerekli veriler elde edilmiştir. Çeşitli zaman aralıkları ile yayınlar yapmakta olan süreli yayınlar taranmış ve incelenmiştir. Bu taramalar aracılığı ile araştırılan konuda sınırlı sayıda da olsa makale çalışmasına ulaşılmıştır.

Bilimin, insan ve iletişim odaklı nitel araştırmanın internet teknolojisine ilgisiz kalması beklenemeyecek bir durumdur. İnternet deyince sadece teknolojik bir sanal ortamdan bahsedilmemektedir, kendisini yenileyen bir ortam olarak dikkate alınmalıdır. Bu özelliği nedeniyle internet sosyal bilimci araştırmacıların etkili kullanım alanlarına girmektedir. Zaman ve veri elde etmede kolaylık sağlaması da önemli bir pratiklik kazandırmaktadır. Bu nedenlerle internet ne bilimin ne de sosyal bilimlerin kapsamı dışında kalmamalıdır, kalamaz (Yıldırım ve Şimşek, 2016: 220-223).

Tez tarama aşamaları sistemli biçimde şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Yök Tez veri tabanında arama sayfasında Anabilim Dalına Bölümüne: Matematik Eğitimi Anabilim Dalı işaretlenmiş, 124 tez bulunmuş, bu tezlerin 1992 ile 2018 arasında yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Anabilim Dalına Bölümüne: Matematik Mühendisliği Anabilim Dalı işaretlenmiş, 209 tez bulunmuş, bu tezlerin 1996 ile 2018 arasında yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Anabilim Dalına Bölümüne: İlköğretim Anabilim Dalı işaretlenmiş, 5620 tez bulunmuştur. Fakat 2000 tanesi yök tez veri tabanında görüntülenebilmektedir. Bu tezler net bir yıl aralığında değildir, sistemde karışık verilmiştir. Anabilim Dalına Bölümüne: Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Anabilim Dalı işaretlenmiş ve 376 tez bulunmuştur. Bu tezler sistemde 1990 ile 2018 arasında kayıtlı olarak çıkmıştır. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Ana Sanat Dalı yazılmış, 574 tez bulunmuş, bu tezlerin 1994 ile 2018 arasında olduğu saptanmıştır. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Eğitimi Anabilim Dalı yazılmış,154 tez bulunmuştur. Bu tezlerin 1988 ile 2018 arasında olduğu tespit edilmiştir. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik ve Sahne Sanatları Anabilim Dalı yazılmıştır. Bulunan 14 tezin 2011 ile 2018 arasında yapılmış olduğu belirlenmiştir. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Ana Sanat Dalı yazılmış ve Bilim Dalına Müzik Bilim Dalı yazılarak 1 tez bulunmuştur. Anabilim Dalı bölümüne Müzik Ana Sanat Dalı yazılmış ve Bilim Dalına Müzik Öğretmenliği Bilim Dalı yazılmış fakat tez bulunamamıştır. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Ana Sanat Dalı yazılmış ve Bilim Dalına Müzikoloji Bilim Dalı yazılmış, 3 tez bulunmuştur. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Eğitimi Anabilim Dalı yazılmış Bilim Dalına Müzik Öğretmenliği Bilim Dalı yazılmış ve12 tez bulunmuştur. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik Eğitimi Anabilim Dalı yazılmış Bilim Dalına Müzikoloji Bilim Dalı yazılmış ve tez bulunamamıştır. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik ve Sahne Sanatları Anabilim Dalı yazılmış Bilim Dalına Müzik Bilim Dalı yazılmış ve 6 tez bulunmuştur. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik ve Sahne Sanatları Anabilim Dalı yazılmış Bilim Dalına Müzik Öğretmenliği

Bilim Dalı yazılmış ve tez bulunamamıştır. Anabilim Dalı bölümüne: Müzik ve Sahne Sanatları Anabilim Dalı yazılmış, Bilim Dalına Müzikoloji yazılmış 1 tez bulunmuştur.

Elde edilmiş olan tez ve makaleler amaçları, yöntemleri, sonuç ve önerileri bakımından incelenmiştir. Bu veriler araştırılan konuya ve amaca hizmet etmesi ihtiyacı ile değerlendirilmiş ve bu araştırmada yer alma sınırlılığı dahilinde sunulmaya çalışılmıştır. Bulunmuş olan tez ve makalelerin konuya ilgili ve okuyucularına bilgi verebilecek özellikte olan bölümleri makale içinde yer almıştır.

3. Bulgular ve Sonuçlar

3.1. Tez Çalışmaları

Taş (2008) tarafından "İlköğretim 1.-5. Sınıflar Matematik Dersi Temel Becerilerine Drama Tekniğinin Katkısına İlişkin Öğretmen Görüşleri" isimli yüksek lisans çalışmasında 2006-2007 eğitim öğretim yılında Düzce ilinde görev yapmakta olan 298 sınıf öğretmeninden oluşan bir çalışma grubundan veriler elde edilmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilmiş dört boyut (problem çözme, iletişim, akıl yürütme, ilişkilendirme) ve 54 maddeden oluşturulmuş olan anket aracılığı ile veriler elde edilmiş ve sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırma da ulaşılan sonuçlar şöyle özetlenebilir; sınıf öğretmenlerinin problem çözme, iletişim, ilişkilendirme ve akıl yürütme becerilerine drama tekniğinin katkısına"-katıldıkları", matematik dersinde drama tekniğinin kullanılmasının öğrencilerin problem çözme becerisine katkısına "kesinlikle katıldıkları", matematik dersinde drama tekniğinin kullanılmasının öğrencilerin iletişim becerisine katkısına katıldıkları, matematik dersinde drama tekniğinin kullanılmasının öğrencilerin ilişkilendirme becerisine katkısına"katıldıkları", matematik dersinde drama tekniğinin kullanılmasının öğrencilerin akıl yürütme becerisine katkısına 'Kesinlikle Katıldıkları"ortaya çıkmıştır. Bu araştırmanın öneriler bölümünde ise eğitim fakültesi dışındaki fakültelerden mezun olup atanan sınıf öğretmenlerinin drama tekniğini daha etkili kullanabilmeleri ve matematik öğretimi ile ilgili bilgi ve becerilerini artırmaları için üniversitelerle ve uzmanlarla işbirliği içinde hizmet içi eğitim seminerlerinin düzenlenmesi gerektiği, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmakta olan öğretmen kılavuz kitaplarında öğrencinin problem çözme, iletişim, ilişkilendirme ve akıl yürütme becerilerini geliştirmelerine yönelik drama tekniğinin kullanıldığı etkinliklere daha çok yer verilmesi gerektiği, ilköğretimde matematik dersi dışında diğer derslerde drama tekniğinin kullanılmasının derslerin temel becerilerine katkısının, matematik dersinde drama tekniğinin kullanılmasının, öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin, öğretmenlerin; problem çözme, iletişim, ilişkilendirme, akıl yürütme boyutlarına katılma derecelerinin farklılığının, öğretmenlerin drama tekniğini kullanma yeterliliklerinin, farklı alanlardan gelen sınıf öğretmenlerinin drama tekniği ile ilgili bilgi ve

becerilerinin, farklı alanlardan gelen sınıf öğretmenlerinin matematik öğretimi temel becerilerine ilişkin yeterliliklerinin araştırılması gerektiği önerilerine yer verilmiştir.

Bütüner (2010)'in yapmış olduğu "İlköğretim Matematik Öğretiminde Şarkı Kullanımının Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisi" isimli yüksek lisans tezi, ilköğretim 3.sınıf matematik dersinde şarkı kullanımının ilköğretim öğrencilerinin tutum, erişi, çoklu zeka alanları ve hatırda tutma düzeyi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla çalışılmıştır. Araştırmanın evreni merkeze bağlı Bozüyük ve Kafaca köyü alt-orta sosyoekonomik düzeylerdeki iki farklı ilköğretim okulundan 72 üçüncü sınıf öğrencisi oluşmuştur. Araştırmada veriler Matematiğe İlişkin Tutum Ölçeği, Müziğe İlişkin Tutum Ölçeği, ilköğretim öğrencilerinin çoklu zekâ alanlarına ilişkin ilgileri, yetenekleri, Öğrenciler İçin Geliştirilmiş Çoklu Zeka Ölçeği, Başarı Testi ve Ünite Başarı Testleri ve nitel veri toplama aracı olarak öğrenciler için geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır.

Çeşitli istatistiki çalışmalar sonrasında edinilen bulgular sonucunda müzik etkinlikleriyle desteklenmiş matematik öğretiminin öğrencilerin müzik ve matematiğe ilişkin tutumlarında, erişi puanları arasında, çoklu zeka alanları üzerinde ve hatırda tutma düzeyleri üzerinde deney grubu lehine anlamlı farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Cinsiyetin, öğrencilerin müzik ve matematik tutumlarında, bazı ünite testleri üzerinde, hatırda tutma üzerinde bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sosyo-ekonomik düzeye göre, öğrencilerin erişi puanlarında ve matematik tutumlarında deney grubu lehine bazı anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Matematik öğretiminde şarkı kullanımının öğrencilerin matematik dersine ilişkin düşünce ve görüşlerinde olumlu yönde farklılıklar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonrasında sınıf öğretmenlerinin, öğrencilerin matematik dersine ilişkin başarı ve tutumlarındaki artışı sağlayan, dersi monotonluktan kurtaran, matematiğe ilişkin kaygıları ortadan kaldıran, öğrenciler için dersi daha zevkli ve eğlendirici hale getiren ve hatırda tutmayı kolaylaştıran, öğrenci katılımına yer veren, matematik öğretiminde şarkı kullanımı konusunda hizmet içi eğitimden geçirilmeleri gerektiği; matematik öğretiminde şarkı kullanımı ile ilgili olarak matematik öğretmenleri ve okul yöneticilerine yönelik çalışma ve seminerlerin düzenlenmesi gerektiği; eğitim fakültelerinin sınıf öğretmeni yetiştiren bölümlerinde matematiğe ilişkin şarkıların öğretmenler tarafından daha kolay öğrenilip öğretilebilmesi için müzik öğretimi ve matematik öğretimi derslerinde bu araştırma için geliştirilen şarkılar öğretmen adaylarına öğretilerek bu konuda uygulama yapabilecek düzeyde yetiştirilmeleri gerektiği; bu çalışmadan yola çıkarak matematik öğretiminde şarkı kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırması nedeniyle sadece 3.sınıfta matematik dersinde değil, ilköğretim birinci kademe diğer sınıflarda da uygulanması gerektiği; matematik öğretiminde şarkı kullanımının sözel zekâ alanını olumlu etkilemesi nedeniyle diğer zekâ alanlarını da harekete geçirecek tematik bağlantılar başka derslerde de kurulması gerektiği; yaratıcı drama, eğitsel oyunlar gibi diğer aktif yöntemlerle kullanılarak matematiksel zekâ, müziksel zekâ gibi alanların harekete geçirilmesi gerektiği; matematik derslerinde

öğrenmiş oldukları matematik kazanımlarını içeren şarkıları müzik derslerine de taşıyarak öğrenmiş oldukları şarkıları öğretmenleri blok flüt, gitar ya da Orff aleti gibi bir müzik aleti yardımıyla seslendirirken öğrenciler de söyleyerek eşlik edip öğretmenlerinin yardımıyla notalarını dikkate alarak çalabilmelerinin sağlanması gerektiği; öğrencilerin matematik derslerinde öğrenmiş oldukları matematik kazanımlarını içeren şarkıları daha çok birbirlerinden öğrendikleri için akran öğretimi ve işbirlikli öğrenme teknikleriyle matematik öğretiminde şarkı kullanımı birlikte uygulanmasının sağlanması gerektiği; öğrencilerin matematik derslerinde öğrenmiş oldukları matematik kazanımlarını içeren şarkıları okul bahçesinde, evlerinin bahçesinde oyun oynarken söylemeleri teşvik edilip desteklenerek öğrendiklerini okul dışına taşımalarının sağlanması gerektiği; matematik öğretiminde şarkı kullanımının mutlaka "Müzik Materyali Kullanma Yönergesi" dikkate alınarak uygulanması gerektiği; matematik öğretiminde şarkı kullanımında şarkılar sık sık uygun zaman ve ortamlarda, öğrenme koşullarında, ön öğrenmeleri harekete geçirmede pekiştirme amacı ile tekrar etmelerinin sağlanması gerektiği önerileri sunulmuştur.

Aksoy (2010) tarafından yapılmış olan "Oyun Destekli Matematik Öğretimin İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerin Kesirler Konusundaki Başarı, Başarı Güdüsü, Öz-Yeterlik ve Tutumlarının Gelişimlerine Etkisi" isimli yüksek lisans tezinde ilköğretim 6. sınıf matematik dersi kesirler ünitesinin oyun destekli öğrenme yaklaşımı ile öğretiminin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın yöntem çalışmalarına ilişkin deney grubundaki derslerin oyun destekli öğrenme yaklaşımı ile kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi ile yürütüldüğü; veri toplama aracı olarak, matematik başarı testi, matematik başarı güdüsü ölçeği, matematik dersine yönelik tutum ölçeği ve matematiğe ilişkin öz-yeterlik ölçeği kullanıldığı; başarı testinin araştırmacı tarafından hazırlandığı; diğer ölçeklerin ise hazır olarak kullanıldığı; ölçme araçlarının deneysel süreç öncesinde, süreç bitiminde ve bitimden 3 hafta sonra olmak üzere üç kez uygulandığı incelenmiştir.

Araştırma sonuçları olarak: İlköğretim 6. sınıf matematik dersindeki kesirler ünitesinin oyun materyalleri ile desteklenmiş öğrenme yaşantısı geçiren öğrenciler (deney grubu) ile geleneksel öğretim materyalleri ile bu yaşantıları geçiren öğrencilerde (kontrol grubu) başarı yönünden gelişimleri anlamlı bulunmuştur. Deney grubundaki başarı gelişiminin daha yüksek olduğu görülmüştür. Oyun destekli öğretim materyali ve geleneksel öğretim materyali ile öğrenme yaşantısı geçiren öğrencilerin her iki grubunda da süreç boyunca tutumda gelişim gözlenmiş ve gelişim düzeyinin oyun destekli öğrenimde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırma başında matematik dersine yönelik tutumları düşük olan öğrencilerin oyun destekli öğrenme sonucunda diğer öğrencilere göre daha yüksek tutuma ulaştıkları tespit edilmiştir. Geleneksel öğretim materyalleri ile öğrenme yaşantısı geçiren öğrencilerde araştırma süreci boyunca öz-yeterlik açısından bir gelişim gözlenmemiştir. Oyun destekli öğretim materyalleri ile bir öğrenme sürecine tabi tutulan öğrencilerde ise matematiğe ilişkin öz-yeterlik algılarındaki anlamlı bir gelişimin olduğu saptanmıştır. Öğrenme yaşantısını

oyun destekli materyaller ile gerçekleştiren öğrencilerde kesirler ünitesindeki kazanımlara ilişkin başarı gelişimlerini ve araştırma süreci boyunca öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarındaki gelişimi olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Öğrenme yaşantısını oyun destekli materyaller ile gerçekleştiren öğrencilerde kesirler ünitesindeki kazanımlara ilişkin başarı gelişimlerinin aynı zamanda öğrenim süreci boyunca öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarındaki gelişimi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Araştırmanın öneriler bölümünde ise: Öğretmenlerin oyun materyallerine dayalı öğrenme etkinliklerinden yararlanmaları; öğrenme yaşantıları ile öğrenmenin önemli olduğu ilkesinden dolayı oyunların öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı olması için öğretmenler oyun ağırlıklı bir süreci tercih etmeleri; matematik öğretiminde oyunların kesirler konusunda etkili olduğu sonucundan dolayı öğretim sürecinde oyun çeşitlerinden daha fazla yararlanmaları, öğretmenlerin bu süreçte etkinlikler ve kitapçıkları kullanmaları; araştırmacıların matematik öğretim programında yer alan diğer alt öğrenme alanlarında da oyun destekli öğretimin etkisini araştırmaları; ayrıca başka araştırmalarda ilköğretimde görev yapmakta olan öğretmenlerden oyun destekli matematik öğretimine ilişkin görüşlerinin alınması önerilmiştir.

Akkuş Sevigen (2013) de "Oyun Temelli Matematik Eğitim Programı'nın Çocuğun Matematik Gelişimine Etkisinin İncelenmesi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında oyun temelli matematik eğitim programı' nın çocuğun matematik gelişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada 2011-2012 eğitim-öğretim yılında Osmaniye İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı ilköğretim okullarındaki anasınıflarına devam eden daha önce matematik eğitimi almamış 69 çocuk ile çalışılmıştır. Deney I grubundaki çocuklara 10 hafta süre ile haftada 5 iş günü 'Oyun Temelli Matematik Eğitimi Programı' ve 10 hafta boyunca her haftanın son iş günü 'Oyun Temelli Matematik Eğitimi Programı'nı Destekleyen Aile Katılımı Çalışmaları', deney II grubundaki çocuklara 10 hafta süre ile haftada 5 iş günü 'Oyun Temelli Matematik Eğitimi Programı' uygulanmıştır. Kontrol grubundaki çocuklara ise sınıf öğretmenleri tarafından Milli Eğitim Bakanlığı 36-72 Aylık Çocuklar İçin Okul Öncesi Eğitim Programı uygulanmıştır. Araştırma sonucunda deney I, deney II ve kontrol gruplarının ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamışken Deney I, deney II ve kontrol gruplarının son-test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Bu farkın deney I ve deney II grubuna ait son test puanları lehine olduğu belirlenmiştir. Deney I grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu, Deney II grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Deney I ve deney II gruplarının son test puan ortalamaları arasında ve kontrol grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Deney I ve deney II gruplarının son test ve kalıcılık testi test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Bu bulgulara dayalı olarak 'Oyun Temelli

Matematik Eğitimi Programı'nın çocukların matematik gelişiminde etkili olduğu ve etkisinin de kalıcı olduğu belirlenmiştir

Araştırmanın sonuçlarına ilişkin olarak: Oyun temelli matematik eğitimi programı ile birlikte oyun temelli matematik eğitimi programını destekleyen aile katılımı çalışmaları' nın etkisi yaş, cinsiyet, anne-baba öğrenim durumu, sosyo-ekonomik düzey, okul öncesi eğitim kurumlarına devam etme durumu gibi farklı değişkenler açısından incelenmesi; oyun temelli matematik eğitim programı, kurum anaokulları, özel ana okullar vb. çocukların devam ettiği farklı okul öncesi eğitim kurumlarında uygulanarak elde edilen verilerle bu araştırma verileri arasında karşılaştırmaların yapılması; oyun temelli matematik eğitimi programı'nın etkisinin akademik yıllarda devam edip etmediği araştırılması; uygulamaya katılan çocukların ilkokul birinci, ikinci sınıfa geldiklerinde matematik gelişimlerine olan etkisi incelenmesi; okul öncesi eğitmenleri, çocukların matematik gelişimlerini destekleyebilecekleri yeni programlar hazırlarken bu araştırma sonuçlarını rehber olarak kullanılması; benzer araştırmalar için daha çok sayıda katılımcı grupları ile çalışılması; okul öncesi eğitim kurumlarında 'Oyun Temelli Matematik Eğitimi Programı' ve 'Oyun Temelli Matematik Eğitimi Programı Destekleyen Aile Katılımı Çalışmaları'nın içeriğinin tanıtımı ve uygulama esaslarını tanıtan eğitim seminerleri düzenlenerek eğitimcilere sunulması; okul öncesi eğitimcilerinin matematik gelişimine ilişkin yöntem bilgilerini artırmak amacıyla hizmet içi eğitimler, seminerler, konferanslar vb düzenlenmesi önerilmiştir.

Özgenç (2010) tarafından yapılmış olan "Oyun Temelli Matematik Etkinlikleriyle Yürütülen Öğrenme Ortamlarından Yansımalar" isimli yüksek lisans tez çalışmasının amacı, ilköğretim 7.sınıf matematik dersinde tasarlanıp uygulanan oyun temelli etkinliklerle dersin organizasyonu, öğrenci katılımı ve öğretmeninin rolü bileşenlerinin araştırmacı öğretmen yöntemiyle ortaya koyulması olmuştur. 2009-2010 eğitim-öğretim yılında Trabzon-Araklı ilçesine bağlı bir köy ilköğretim okulunda, yedinci sınıfta okuyan öğrencilerden veri toplamak amacıyla, gözlem metodunun yanında öğretmen, öğrenci günlükleri ve öğretmenin alan notları kullanılmış, dersler video ile kayıt altına alınmıştır. Veriler alt problemlere ilişkin bölümlerde temalar ve alt temalar oluşturularak analiz edilmiş, oyun temelli etkinliklerin hazırlık ve uygulama sürecinin zor ve zaman alıcı olduğu, ders içerisinde öğretmen-öğrenci, öğrenci-öğrenci etkileşiminin ve öğrencilerin derse katılımının yüksek olduğu, öğretmenin süreçte rehber olma rolünün ön plana çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Grup çalışmalarına yer verilmesi ve oyun temelli etkinliklerle dersin renklendirilmesinin, öğrencilerin derse katılımı açısından etkili olduğu saptanmıştır.

Öneriler olarak: Matematiğin diğer konularının öğretiminde de oyun temelli etkinlikler kullanılması; özellikle ilköğretim düzeyinde bu tür oyunlu etkinliklere geniş yer vererek öğrencilerin matematik korkularının azalmasına yardımcı olunması; oyunlu etkinliklerin uygulanmasında öğrencilere yön gösteren çalışma yapraklarının kullanılmasının yaygınlaştırılması; oyun ve etkinliklerle öğretim ile ilgili çocukların duygu ve düşüncelerine yer veren

çalışmaların okul gazetelerinde, panolarında sergilenmesi; tüm derslerde oyun temelli etkinlikler kullanılarak öğrenme ortamındaki etkileşim artırılması; öğrencinin bilgiyi oluşturmada aktif olabilmesi için öğretmenin öğrenciye rehber olması, uygun öğretme-öğrenme modelleri geliştirmesi ve kullanması için öğretmenlerin teşvik edilmesi. Derslerde örnek uygulamalar yapılıp, kayıt altına alınarak Milli Eğitim Bakanlığı'nın sitesinde yayınlanması; öğretmenlere hizmet içi kurslarda, öğretmen adaylarına eğitim fakültelerinde oyun temelli etkinliklerin planlama ve uygulanması konusunda bilgi verilerek farklı tür oyunlar ve etkinlikler geliştirmeleri çalışmalar sunulması ve teşvik edilmesi önerilmiştir.

Altunay (2004) tarafından "Oyunla Desteklenmiş Matematik Öğretiminin Öğrenci Erişisine ve Kalıcılığa Etkisi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında oyunla desteklenmiş matematik öğretiminin öğrencilerin matematik dersindeki başarılarına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sayısı 67' dir. Deney grubuna 4. sınıf Matematik Dersi Programı VII. ve VIII. üniteleri geometri konuları öğretmen tarafından açıklandıktan sonra alıştırma ve tekrar niteliğindeki oyunlarla desteklenmiştir. Kontrol grubunda öğretmene ve öğretime müdahale edilmemiş, konuların öğretimi öğretmenin planları doğrultusunda uygulanmıştır. Araştırmaya katılan gruplara uygulama öncesi ön test, uygulama sonrası son test, uygulamanın bitiminden üç hafta sonra kalıcılık testi uygulanmıştır. Deney grubunun ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasında manidar bir fark olduğu, kontrol grubunun ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasında manidar bir fark olduğu, deney grubunda uygulanan oyunla desteklenmiş matematik dersinin öğretiminin deney grubu lehine manidar bir farklılık oluşturduğu, deney grubunda uygulanan oyunla desteklenmiş matematik dersinin öğrenilenlerin kalıcılığında deney grubu lehine manidar bir farklılık oluşturduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Bu çalışma sonunda öğretmenlerin oyunla desteklenmiş öğretime ağırlık vermeleri; oyunun sınıflarda kullanılması için bulmacalar, oyun kartları, şekiller ve benzeri materyaller geliştirilmesi; öğrenci merkezli öğretim için öğretim sürecinde oyunların kullanılması; oyunlar ve oyunların uygulanması konusunda öğretmenlerin daha çok bilgilendirilmesi önerilmiştir.

Karaosmanoğlu (2015) tarafından "Türk Musikisi Sembolik Verileri Üzerinde Hesaplamalı Ezgi Analizi" isimli doktora tez araştırmasında müziğin daha iyi anlaşılıp öğrenilmesi, öğretilmesi, sunulması, karşılaştırılması ve medyada müziğe erişim gibi alanlarda yararlı araçlar sunan bu tekniklerin Türk musikisi için nadir olarak çalışılmış olduğu belirtilmiştir. Türk Müziğinin özgün yapısının modellenmemiş ve dolayısıyla buna uygun verilerle donanmamış oluşu gibi nedenlerle bu çalışmanın yapılma gereği duyulmuştur. Bu tez çalışmasında ses fiziği alanında da sıklıkla kullanılan müziğin oluşumundan beri kullanılagelmiş olan ve müzikte rakamlarla gösterilen her kavram ve konu öğeleri açıklanmış, sistemi tanıtılmaya çalışılmıştır.

3.2. Makale Çalışmaları

Bora (2002)' nın "Bilim ve Sanatın Kesiştiği Temel Bir Nokta: Matematik ve Müzik İlişkisi" isimli makale çalışmasında müzikte ses ve ses fiziği alanı içine giren çeşitli matematiksel göstergeler olan rakamlarla müzik alanı içinde farklı konularda örnekler sunulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonunda müziğin mantık ve hesaplamaya dayalı olan yapısının bilim ve teknoloji ile sıkı ilişki içinde olduğu, bu durumun özellikle bilgisayar teknolojisinin müziğin üretiminden analizine kadar çok çeşitli işlemlerinde kullanılabildiği belirtilmiştir.

Cihan Orhan tarafından yazılmış oldukça eski bir makale olan "Matematik ve Müzik" isimli çalışmada matematik-müzik ilişkisi ele alınmıştır. Orta Çağ' da eğitim programlarında müzik, matematik ve astronomi derslerinin aynı eğitim sınıfı içinde yer aldığı, sonraları ise teknoloji ile daha yakın ilişkiler içinde olduğu belirtilmiştir. Yazar müzikteki ölçü sistemlerinde ve nota şekillerinde kullanılan rakamlar sayesinde matematiğin müzik üzerinde bir etkisi olduğunu; J. Fourier tarafından 19. yy' da seslerin niteliklerinin incelenmeye başlamış olduğunu; bir çalgı yapımcısının dikkatli ölçümlerle çalgı yapım çalışmalarını sürdürdüğünü belirtmiştir.

Feyzioğlu (2004) tarafından kaleme alınmış olan "Müzik Malzemesinin Oluşum ve Biçimlenmesinde Matematiğin Rolü" isimli makalede, matematik ve müzik ilişkisi öncelikle tarihsel boyutta incelemiş ve açıklamalar yapılmıştır. Ses fiziği ile de ilişkili olarak müzik içinde kullanılmakta olan neredeyse tüm müzik matematiği hesaplamalarını örneklerle ve açıklamalarla sunmuş olan yazar kendi öz müziğimizin de Klasik Batı Müziğinde olduğu gibi sağlam temellere oturtularak geliştirilmesinin önemi ifade edilmiştir.

Sonuçlar ve Öneriler

Matematik, müzik, oyun-drama ilişkisini konu almış tez ve makale çalışmalarının incelenmesinden sonra gerek nitel ve gerekse nicel çalışmalar sayesinde bu alanların birbirlerini eğitim faaliyetleri ve başarıları açısından genellikle olumlu anlamda etkiledikleri görülmüştür. Her ne kadar sayısal ve sözel olarak ayrılmış ve farklı alan kazanımları sunmaya çalışsalar da tüm eğitim alanlarının birbirleri ile ilişkilendirilmesinde, birbirlerinin programlarına, derslerine, etkinliklerine uyarlanarak adapte edilmesinde ve araç-gereç olarak kullanılmasında olumsuz bir sonuç veya engel olmadığı düşünülmektedir. Hatta iş birliği içinde olabilecek bu çalışmaların disiplinler arası çalışmalar bakımından öğretmen deneyimlerini, girişimlerini, öğrencilerin matematik veya müziğe karşı olabilecek olumsuz tutum ve bakış açılarını olumlu yönde etkileyerek değiştirebileceği düşünülmektedir.

Disiplinlerarası bilimsel-akademik çalışmaların devletlerin eğitim politikalarını ve kurumlarının işleyişini etkileyebilen boyutu da mevcuttur. Disiplinler arası yapılmış veya yapılmakta olan tez, makale, düşünce yazısı ve önerisi, kitap çalışmalarının varlığı ve sonuçlarının

devletlerin eğitim politikalarını, eğitim yönetimcilerini, eğitim programcılarını, eğitim alanında çalışan akademisyenleri bu tür ortak çalışmalara daha fazla yönlendirebilecek, işbirliği içindeki çalışmaların değerini ve önemini artırabilecektir. Bu tür akademik çalışmalar eğitimin alt yapı çalışmalarının ve ilişkili olarak eğitim süreçlerinin çok yönlü ve farklı alanlarla işbirliğinde olabileceğini işaret edebilecek, bu alanda düşünce ve çalışmaları yönlendirebilecektir.

Bilim ve akademi camiasında matematik, müzik, oyun-drama alanlarının birbirleri ile olan ilişkisi fark edilmiş, değer görmüş, araştırılmış ve incelenmiştir. Bu tür disiplinler arası etkileşimi sağlayabilecek çalışma ve üretimlerin artırılması sayesinde faydalar sağlanabilecektir. Bunun için müzik, matematik ve drama öğretmenlerinin birlikte çalışmaları için imkanlar sağlanmalıdır. Eğitim-öğretim dönemi başlangıçlarında öğretmenlerin toplantılar yaparak ortak çalışmalar yoluyla çeşitli planlama ve etkinlikler tasarlamaları gerekmektedir. Eğitim-öğretim dönemi sonlarında ise uygulanmış olan plan ve etkinliklerin başarı durumları gözden geçirilmeli, yenileri eklenmeli, eksiklikler tartışılarak tamamlanmalı, varsa faydasız-hatalı düşünce ve uygulamalardan vazgeçilmelidir. Bu çalışmalar ışığında öğrencilerin sayısal bilgilerini müzik ve darama bilgileriyle birleştirmesiyle her üç dersin de kazanımları birbirlerini kolaylıkla destekleyebilecektir. Ayrıca matematik ve müzik konularının oyun ve drama etkinlikleri ile birleştirilerek çalışılması öğrencilerin görsel-bilişsel algı ve kazanımlarını taze tutabilecek, bu derslere olan ilgi ve tutumu olumlu yönde geliştirmede kolaylıklar sağlayabilecektir.

Fiziksel ve zihinsel yeteneklerle, uyum ve duygusal kazanımları geliştirmek amacıyla gerçek yaşamda değişik ortamlarda kullanılmakta olan oyunlar, kurallı ve sınırlı zaman ve yer içinde süren, gönüllü katılım yoluyla toplumsal gruplar oluşturan ve katılanların hepsini etkisine alan eğlenceli bir etkinliktir. Çocukların eğitimi açısından oyun önemlidir. Çocuklar gerekli olan davranış, bilgi ve becerileri oyun içinde farkında olmadan oyun oynarken kazanırlar. Kişilik kazanımında oyunlar önemlidir. Oyunlarla yetenekleri pekiştirir, yardımlaşma, dürüstlük, kazanma ve yenilme kavramını öğrenirler (Keskin, 2009: 1).

Matematik eğitiminin temel amacı öğrencileri alıştırma, problem çözme ve keşfetme yoluyla matematiği anlamasıdır. Bu da oyunlar, günlük olaylar ve projeler ile gerçekleştirilir. Çok güç olmayan düşündürücü, sıra dışı ve şaşırtıcı oyunlar eğitim sırasında konunun anlaşılmasına ve başarıya yardımcı olur. Örneğin çocukların isimlerini ritim çalışması içinde sayı saymayı öğrenme-geliştirme etkinliği olarak görebiliriz. Bunun için çocuğun ismi Mustafa ise hece sayısına göre isim söylenirken her hecede bir alkış yapılıp sayı sayma çalışması yapılabilir (Erdoğan ve Baran, 2003: 36).

Öğretmenlerin matematik, müzik, oyun ve drama gibi alanları birbirleri ile sistemli şekilde ilişkilendirilmiş ders anlatımları ve sunumları yapabilmeleri için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından disiplinlerarası iletişim sağlama-uygulama eğitimi ve bu ilişkileri geliştirme

amaçlı seminer, kurs ve sertifika eğitimlerinin düzenlemesi gerekmektedir. Yüksek Öğretim Kurumu tarafından var olan eğitim fakülteleri eğitim-öğretim programlarına bu tür disiplinlerarası çalışma ve eğitim yapma dersleri eklenmelidir. Ayrıca konuyla ilgili süreli yayınlar sunulması da önemli derecede fayda sağlayabilecek, bu yayınlar geçmiş ve güncel öğretim anlayışlarını sunabilecek, öğretmenlerin bu öğretim ve tekniklerde kendilerini geliştirerek deneyim kazanmalarına imkan sağlayabilecektir.

Kaynakça

Akkuş Sevigen, F. (2013). "Oyun Temelli Matematik Eğitim Programı'nın Çocuğun Matematik Gelişimine Etkisinin İncelenmesi "Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aksoy, N. C. (2010). *Oyun Destekli Matematik Öğretimin İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerin Kesirler Konusundaki Başarı, Başarı Güdüsü, Öz-Yeterlik Ve Tutumlarının Gelişimlerine Etkisi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Altunay, D. (2004). *Oyunla Desteklenmiş Matematik Öğretiminin Öğrenci Erişisine Kalıcılığa Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bora, U. (2002). Bilim ve Sanatın Kesiştiği Temel Bir Nokta: Matematik ve Müzik İlişkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, XV (1), 53-68.

Bütüner, İ. (2010). *İlköğretim Matematik Öğretiminde Şarkı Kullanımının Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak Kılıç, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri.* Pegem Akademi Yayıncılık: Ankara (3. Baskı).

Erdoğan, S. Ç. ve Baran, G. (2003). Erken Çocukluk Döneminde Matematik. Eğitim ve Bilim, 28 (130), 32-40.

Feyzioğlu, N. (2004).Müzik Malzemesinin Oluşum ve Biçimlenmesinde Matematiğin Rolü. Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi. Sayı 13, 95-104.

Karaosmanoğlu, M. K. (2015). Türk Musikisi Sembolik Verileri Üzerinde Hesaplamalı Ezgi Analizi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karasar, N. (2009).*Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım (19. Baskı).

Keskin, A. (2009). Oyunların Çocukların Çoklu Zekâ Alanlarının Gelişimine Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Orhan. C. (?). Matematik ve Müzik. http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF_eskisayilar/1995_1_6_7_MATEMATIKMUZIK.pdf adresinden 23 Şubat 2019 tarihinde alınmıştır.

Özgenç, N. (2010). Oyun Temelli Matematik Etkinlikleriyle Yürütülen Öğrenme Ortamlarından Yansımalar. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Taş, F. (2008). İlköğretim 1. – 5. Sınıflar Matematik Dersi Temel Becerilerine Drama Tekniğinin Katkısına İlişkin Öğretmen Görüşleri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). İnternet Yoluyla Nitel Araştırma. *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.* Seçkin Yayıncılık: Ankara, 10. Baskı.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MABED MÜZİĞİNE YÖNELİK BİR HESAPLAMALI MÜZİKOLOJİ TECRÜBESİ*

A COMPUTATIONAL MUSICOLOGY EXPERIENCE ON TEMPLE MUSIC

Muhammed Recai ÇİFTÇİ**
Mehmet Safa YEPREM***

Öz

Mabed müziği, müzikoloji sahasında özellikle de karşılaştırmalı modellerle ele alınmayı bekleyen bakir bir uygulama alanı olarak karşımızda durmaktadır. Konuyla ilgili olarak yapılan literatür taramasının sonucuna göre, bu alanda Türkiye'de olduğu gibi Dünya çapında da çok az sayıda çalışma yapıldığı anlaşılmaktadır.

İstanbul'da yaşayan Hristiyan Ermenilerin Beyoğlu Üç Horan Ermeni Kilisesi'nde makamsal olarak gerçekleştirdikleri İncil okuyuşları ile İstanbul'da yaşayan Müslüman Türklerin Üsküdar Valide-i Atik Camii'nde makamsal olarak gerçekleştirdikleri Kuran okuyuşlarında kullandıkları müzikal dokunun Rast makamı çerçevesinde, Arel-Ezgi-Uzdilek teorik sistemi ile olan tutarlılığı bu araştırmanın konusunu teşkil etmektedir.

Bilgisayar destekli ses analiz programları ile yapılan frekans tespitleri ve bu frekansların logaritmik formüller kullanılarak sent değerine dönüştürülmesi ile söz konusu tutarlılık olgusunun ele alınması mümkün görünmektedir.

Bu araştırmada ilgili dini grupların okuyucularından Beyoğlu Üç Horan Ermeni Kilisesi muganniîlerinden Murat İçlinalça ile Üsküdar Valide-i Atik Camii imam-hatibi Kerim Öztürk'ten sesli-görüntülü olarak alınan okuyuş örneklerinin frekansları Tony adlı ses analiz

* Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı bünyesinde, Prof. Dr. M. Safa Yeprem danışmanlığında 2019 yılında tamamlanan "İstanbul'daki Hristiyan ve Müslüman Mabedlerinde Okunan Tevrat, Zebur, İncil ve Kuran-ı Kerim Ayetlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analizi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

** Doktor, Diyanet İşleri Başkanlığı, muhammedrecai@gmail.com

*** Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, syeprem@gmail.com

programı yardımı ile tespit edilmiştir. Elde edilen frekans değerleri Windows Excel programı yardımı ile logaritmik formüller kullanılarak sent değerlerine dönüştürülmüştür. Bu şekilde okuyuşlardaki ses aralıklarının Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde belirtilen değerlerle ne ölçüde tutarlı olduğu belirlenmiştir.
Tutarlılık konusunda, makamların karakterini belirleyen en küçük unsur olan 1 koma tolerans payı olarak tespit edilmiş, bu payın üzerinde pest ve tiz frekanslarda tınlayan aralıkların nazari sistem ile tutarlı olmadığı ifade edilmiştir.
Hristiyanların icrasında tespit edilen aralıklarının adet bazında yarısının Arel-Ezgi-Uzdilek sistemi ile örtüşmediği, Müslümanların icrasında tespit edilen aralıkların ise yarıdan fazlasının söz konusu sistemle örtüşmediği görülmüştür.
Mabed müziği çerçevesinde yapılan bu araştırmanın sonuçlarından hareketle, temkinli bir söylemle Arel-Ezgi-Uzdilek ses sisteminin Türk müziğini ifade etmede yetersiz kaldığı, bu noktada Türk müziğinin, kendisinin ifade gücünü temsil kabiliyetine sahip, farklı yaklaşımlarla meydana getirilebilecek yeni ses sistemlerine ihtiyaç duyduğu söylenebilir.
Anahtar kelimeler: Makamsal Okuyuş; Hesaplamalı Müzikoloji; Mabed Müziği

Abstract

Temple music stands as a virgin practice field in musicology, which is expected to be handled especially with comparative models. According to the results of the literature survey on the issue, as this area is understood to be in Turkey it made very few studies as the worldwide.
The consistency of musical tissue with Arel-Ezgi-Uzdilek theoretical system, was used in the maqamic recitations of The New Testament performed by Christian Armenians living in Istanbul, at Beyoğlu Üç Horan Armenian Church and The Quran performed by Muslim Turks living in Istanbul, at Üsküdar Valide-i Atik Mosque, in the context of Rast maqam, is the subject of this research.
It seems possible to handle the phenomenon of consistency by the frequency determinations by computer aided audio analysis programs and the conversion of these frequencies to the cents value using logarithmic formulas.
In this study, the audio frequencies of the readings taken from –Muganni – Murat İçlinalça and –Imam – Kerim Öztürk, who are the readers of the related religious groups, were determinated by computer aided audio analysis program called Tony. The obtained frequency values were converted to cents using logarithmic formulas with the help of Windows Excel program. In this way, it was determined how the intervals in the readings were consistent with the values specified in the Arel-Ezgi-Uzdilek system.
At the point of consistency, 1 coma, which is the smallest element that determining the character of the maqams, was determined as the tolerance share, and it is stated that the intervals resonating at the bass and treble frequencies over the tolerance share are not consistent with the system.
It was observed that half of the intervals determined in the performing of Christians did not coincide with Arel-Ezgi-Uzdilek system, and that more than half of the intervals determined in the performing of Muslims did not coincide with the mentioned system.

Based on the results of this research conducted within the context of the temple music, it can be said that the Arel-Ezgi-Uzdilek sound system is not sufficient to express Turkish music with a cautious discourse. Also at this point it can be said that Turkish music needs new sound systems that can be produced with different approaches that have the ability to represent its power of expression.

Keywords: Maqamic Recitation; Computational Musicology; Temple Music

Giriş

Farklı dinlere mensup insan topluluklarının beraber yaşama imkanı bulduğu İstanbul'da, Müslüman ve gayr-ı müslim toplulukların ibadethanelerinde İncil ve Kuran-ı Kerim gibi kutsal kitaplar makamsal olarak okunmaktadır. Türk müziği kodlarının kullanıldığı bu icraların müzikal niteliklerine dair herhangi bir bilimsel çalışmanın bulunmadığı ilgili literatür taraması ile tespit edilmiştir (Çiftçi, 2019: 7-11).

Problem Durumu

İstanbul'daki Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde okunan İncil ve Kuran-ı Kerim ayetlerinin makamsal okunuşlarında Rast, Hicaz ve Hüzzam gibi Türk müziği makam ve çeşnilerinin kullanıldığı bilinmekte ancak bu icraların Türk müziği nazariyatını tanımlama düşüncesiyle ortaya konulan Arel-Ezgi-Uzdilek nazari sistemi ile tutarlılığının ne düzeyde olduğu, bir başka ifadeyle teorinin pratiği mabed müziği düzeyinde ne kadar izah edebildiği araştırmaya değer bir konu olarak karşımızda durmaktadır.

Problem Sorusu

İstanbul'daki Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde makamsal olarak okunan İncil ve Kuran-ı Kerim ayetlerinin icrası ile Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminin aralıklar üzerine matematiksel tanımları ne düzeyde tutarlıdır?

Alt Problem Soruları

1. Ermenilerin Rast makamındaki İncil okuyuşunda görülen aralık değerleri nasıl analiz edilebilir?

2. Türklerin Rast makamındaki Kuran-ı Kerim okuyuşunda görülen aralık değerleri nasıl analiz edilebilir?

Hipotez

Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde okunan İncil ve Kuran-ı Kerim ayetlerinin analiz edilmesi ile ortaya çıkacak aralık değerleri, Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde ortaya konulan referanslar ve aralık değerleri ile örtüşmemektedir.

Metodoloji

Araştırmada kullanılacak veriler "alan araştırması" yöntemiyle elde edilmiş, daha sonra nitel ve nicel yöntemlerle "analiz" edilip, "karşılaştırma" yöntemleriyle işlenmiştir. Yapılan bu araştırma betimsel bir niteliktedir (Karasar, 2007: 77).

Sınırlamalar

Araştırmada elde edilen veriler ve bunlara bağlı olarak yapılacak yorumlar, ulaşılabilen kaynaklarla sınırlıdır. Araştırmamız ile ilgili farklı verilerin ortaya çıkmasıyla daha farklı sonuçlara ulaşılması mümkündür.

Ermeni okuyuculardan Murat İçlinalça İncil'den Markos 12/28-34. ayetleri Ermenice, Türk okuyuculardan ise Kerim Öztürk Kuran-ı Kerim'den Kehf Sûresi 107-110. ayetleri Arapça olarak okumuştur. Okuyucuların Rast makamındaki tek sesli okuyuşları incelenecektir.

Varsayımlar

Bilgisayar programlarının güvenilir veriler sunduğu, okuyucuların yeterli müzikal donanıma sahip olup alanı temsil ettiği varsayılmıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmamızın evrenini, Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde okunan kutsal kitap okunuşları, örneklemini ise İstanbul'daki Hristiyan Ermeni ve Müslüman Türklerin mabedlerinde makamsal olarak okudukları İncil ve Kuran-ı Kerim ayetleri teşkil etmektedir.

Veri İşleme Teknikleri

Sesli-görüntülü olarak ilgili okuyuculardan alınan okuyuşlar, her saniye için 174 adet hertz değeri oluşturan Tony adlı frekans tespit programı ile işlenmiş, elde edilen frekans değerleri Microsoft Excel programı ile logaritmik formüller kullanılarak sent değerlerine dönüştürülmüştür. Her perdeye karşılık gelen sent değerleri bilgisayar destekli ses analiz programları ile belirlenerek icrada kullanılan aralıklar arasındaki sayısal mesafelerin tespitinde kullanılmış, böylelikle teori ile pratiğin karşılaştırılması mümkün hale gelmiştir.[1]

1 Tony programının kullanımı ve sent değerlerinin elde edilmesi ile alakalı daha geniş bilgi için *bkz.* Çiftçi,

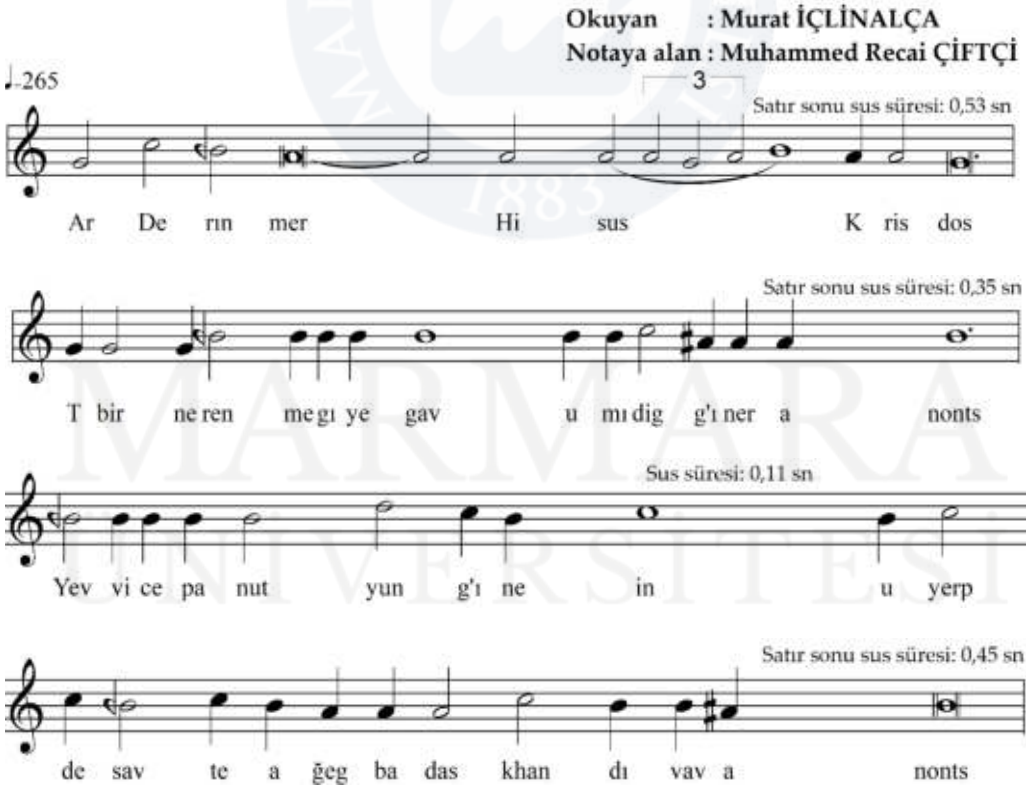
İcra içerisinde tempoda değişimler gözlendiğinden, metronom değeri sadece icraya başlama referansı olarak ilk dört vuruş için verilmiştir. Okuyuş sürecinde metin içinde en yaygın olarak görülen en küçük ses bir birim kabul edilmiş, bu birim 1 dörtlük olarak takdir edilmiştir. Bir oktavlık ses aralığı Arel sisteminde 53 koma olarak ifade edilmiştir (Özkan, 2006: 48). Aynı aralık işitsel olarak 1200 sente tekabül ettiğinden (Karaosmanoğlu, 2017: 79), bir koma 22,64 sente eşdeğerdir.

Okuyuşlarla ilgili aralık tablolarında zemini koyulaştırılan değerler, nazari sistemle örtüşmeyen aralıkları ifade etmektedir.

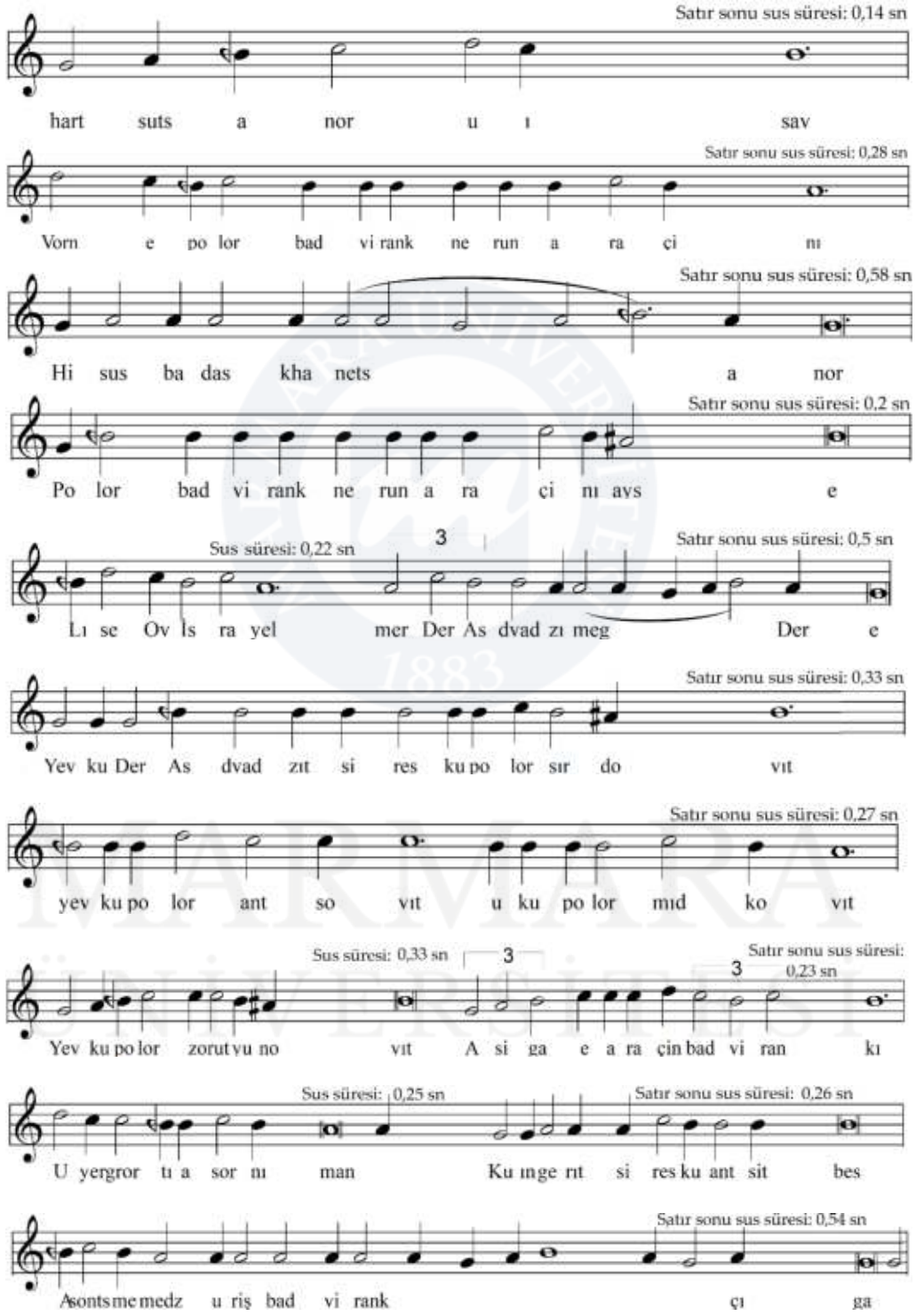
Bulguların Analizi

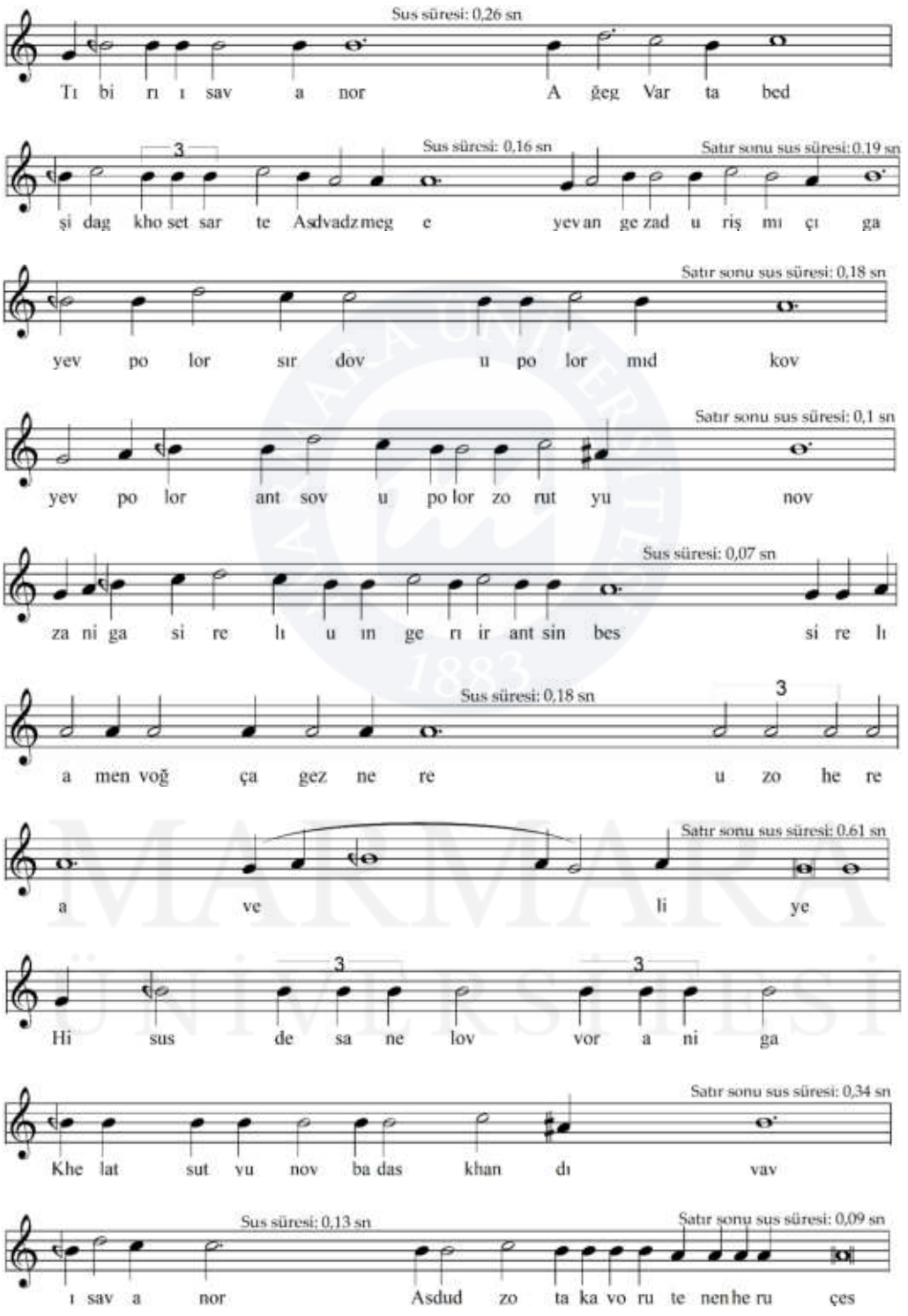
Rast Makamında Okunan İncil Ayetleri

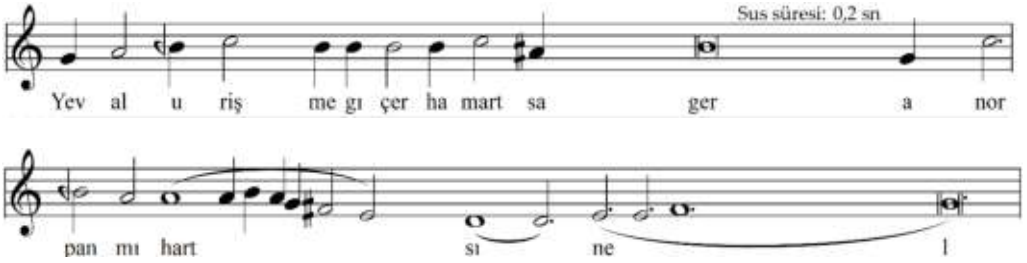
Notasyon



M. R. (2019). Kani Karaca ve Bekir Sıdkı Sezgin'in ezan tekbirleri çerçevesinde Tony adlı ses analiz yazılımının işlevselliği. *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, (43), 248-255. doi:https://doi.org/10.32547/ataunigsed.610405


Satır sonu sus süresi: 0,14 sn
hart suts a nor u ı sav
Satır sonu sus süresi: 0,28 sn
Vorn e po lor bad vi rank ne run a ra çi nı
Satır sonu sus süresi: 0,58 sn
Hi sus ba das kha nets a nor
Satır sonu sus süresi: 0,2 sn
Po lor bad vi rank ne run a ra çi nı ays e
Sus süresi: 0,22 sn
3
Satır sonu sus süresi: 0,5 sn
Lı se Ov ls ra yel mer Der As dvad zı meg Der e
Satır sonu sus süresi: 0,33 sn
Yev ku Der As dvad zıt si res ku po lor sır do vıt
Satır sonu sus süresi: 0,27 sn
yev ku po lor ant so vıt u ku po lor mıd ko vıt
Sus süresi: 0,33 sn
3
3
Satır sonu sus süresi: 0,23 sn
Yev ku po lor zorut yu no vıt A si ga e a ra çin bad vi ran kı
Sus süresi: 0,25 sn
Satır sonu sus süresi: 0,26 sn
U yergror tı a sor nı man Ku ınge rıt si res ku ant sit bes
Satır sonu sus süresi: 0,54 sn
Asonts me medz u rış bad vi rank çı ga


Sus süresi: 0,26 sn
Tı bi rı ı sav a nor A ğeg Var ta bed
3
Sus süresi: 0,16 sn
Satır sonu sus süresi: 0,19 sn
şi dag kho set sar te Asdvadz meg e yev an ge zad u riş mı çı ga
Satır sonu sus süresi: 0,18 sn
yev po lor sır dov u po lor mıd kov
Satır sonu sus süresi: 0,1 sn
yev po lor ant sov u po lor zo rut yu nov
Sus süresi: 0,07 sn
za ni ga si re lı u ın ge rı ir ant sin bes si re lı
Sus süresi: 0,18 sn
3
a men voğ ça gez ne re u zo he re
Satır sonu sus süresi: 0,61 sn
a ve li ye
3
3
Hi sus de sa ne lov vor a ni ga
Satır sonu sus süresi: 0,34 sn
Khe lat sut vu nov ba das khan dı vav
Sus süresi: 0,13 sn
Satır sonu sus süresi: 0,09 sn
ı sav a nor Asdud zo ta ka vo ru te nen he ru çes



Aralık Tutarlılığı

Ar Derın mer Hisus Krisdos

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 1

Ayet	AR	DE	RIN	MER	Hİ	SUS					K	RİS	DOS
Nota	SOL	DO	Sİ	LA	LA	LA	LA	SOL	LA	Sİ	LA	LA	LA
Sent	5.118	5.633	5.484	5.350	5.377	5.373	5.366	5.205	5.417	5.557	5.364	5.374	5.210

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 2

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-DO	499	515	16
DO-Sİ	113	148	35
Sİ-LA	181	134	47
LA-LA	*	27	*
LA-LA	*	4	*
LA-LA	*	7	*
LA-SOL	204	161	43
SOL-LA	204	211	7
LA-Sİ	181	141	40
Sİ-LA	181	193	12
LA – LA	*	9	*
LA – SOL	204	164	40

Tbirneren megı yegav u mıdig g'ıner anonts

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 3

Sent	5.180	5.207	5.186	5.585	5.596	5.604	5.602	5.595	5.548	5.585	5.727	5.522	5.534	5.528	5.597
Nota	SOL	SOL	SOL	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	LA	LA	LA	Sİ
Ayet	T	BİR	NE	REN	ME	GI	YE	GAV	U	MI	DİG	G'I	NER	A	NONTS

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 4

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-SOL	*	28	*
SOL-SOL	*	21	*
SOL-Sİ	385	399	14
Sİ-Sİ	*	10	*
Sİ-Sİ	*	8	*
Sİ-Sİ	*	2	*
Sİ-Sİ	*	6	*
Sİ-Sİ	*	48	*
Sİ-Sİ	*	37	*
Sİ-DO	113	142	29
DO-LA	204	205	1
LA-LA	*	11	*
LA-LA	*	5	*
LA-Sİ	90	69	21

Yev vicapanutyun g'ınein

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 5

Ayet	YEV	Vİ	CE	PA	NUT	YON	G'I	NE	İN
Nota	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	RE	DO	Sİ	DO
Sent	5.616	5.614	5.601	5.629	5.593	5.896	5.714	5.561	5.751

Kısmen nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 6

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-Sİ	*	2	*
Sİ-Sİ	*	13	*
Sİ-Sİ	*	28	*
Sİ-Sİ	*	37	*
Sİ-RE	317	304	13
RE-DO	204	183	21
DO-Sİ	113	152	39
Sİ-DO	113	189	76

U yerp desav te ağeg badaskhan dıvav anonts

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 7

Ayet	U	YERP	DE	SAV	TE	A	ĞEG	BA	DAS	KHAN	DI	VAV	A	NONTS
Nota	Sİ	DO	DO	Sİ	DO	Sİ	LA	LA	LA	DO	Sİ	Sİ	LA	Sİ
Sent	5.521	5.715	5.718	5.604	5.696	5.557	5.408	5.394	5.415	5.666	5.528	5.588	5.473	5.617

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 8

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-DO	113	194	81
DO-DO	*	4	*
DO-Sİ	113	114	1
Sİ-DO	113	92	21
DO-Sİ	113	139	26
Sİ-LA	181	149	32
LA-LA	*	14	*
LA-LA	*	21	*
LA-DO	294	251	43
DO-Sİ	113	138	25
Sİ-Sİ	*	60	*
Sİ-LA	90	116	26
LA-Sİ	90	144	54

Hartsuts anor u ısav

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 9

Ayet	HART	SUTS	A	NOR	U	I	SAV
Nota	SOL	LA	Sİ	DO	RE	DO	Sİ
Sent	5.214	5.406	5.531	5.702	5.896	5.710	5.585

Daha çok nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 10

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	192	12
LA-Sİ	181	125	56
Sİ-DO	113	171	58
DO-RE	204	194	10
RE-DO	204	186	18
DO-Sİ	113	125	12

Vorn e polor badviranknerun araçını?

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 11

Ayet	VORN	E	PO	LOR	BAD	Vİ	RANK	NE	RUN	A	RA	Çİ	NI
Nota	RE	DO	Sİ	DO	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA
Sent	5.894	5.717	5.585	5.732	5.542	5.557	5.574	5.578	5.584	5.561	5.711	5.557	5.403

Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 12

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-DO	204	177	27
DO-Sİ	113	132	19
Sİ-DO	113	147	34
DO-Sİ	113	190	77
Sİ-Sİ	*	15	*
Sİ-Sİ	*	17	*
Sİ-Sİ	*	4	*
Sİ-Sİ	*	7	*
Sİ-Sİ	*	23	*
Sİ-DO	113	150	37
DO-Sİ	113	154	41
Sİ-LA	181	154	27

Hisus badaskhanets anor

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 13

Ayet	Hİ	SUS	BA	DAS	KHA	NETS					A	NOR
Nota	SOL	LA	LA	LA	LA	LA	LA	SOL	LA	Sİ	LA	SOL
Sent	5.216	5.452	5.441	5.419	5.418	5.407	5.409	5.198	5.423	5.570	5.395	5.209

Daha çok nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 14

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	236	32
LA-LA	*	11	*
LA-LA	*	22	*
LA-LA	*	1	*
LA-LA	*	11	*
LA-LA	*	2	*
LA-SOL	204	211	7
SOL-LA	204	225	21
LA-Sİ	181	147	34
Sİ-LA	181	175	6
LA-SOL	204	186	18

Polor badviranknerun araçını ays e

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 15

Ayet	PO	LOR	BAD	Vİ	RANK	NE	RUN	A	RA	Çİ	NI	AYS	E
Nota	SOL	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA	Sİ
Sent	5.210	5.555	5.606	5.627	5.601	5.626	5.594	5.567	5.594	5.714	5.625	5.517	5.651

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 16

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-Sİ	385	345	40
Sİ-Sİ	*	51	*
Sİ-Sİ	*	21	*

Sİ-Sİ	*	26	*
Sİ-Sİ	*	25	*
Sİ-Sİ	*	32	*
Sİ-Sİ	*	27	*
Sİ-Sİ	*	27	*
Sİ-DO	113	120	7
DO-Sİ	113	89	24
Sİ-LA	90	108	18
LA-Sİ	90	134	44

Lıse! Ov İsrayel

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 17

Ayet	**LI**	**SE**	**OV**	**İS**	**RA**	**YEL**
Nota	Sİ	RE	DO	Sİ	DO	LA
Sent	5.556	5.907	5.704	5.559	5.696	5.414

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 18

Aralık	**AEU**	**İcra Karşılığı**	**Fark**
Sİ-RE	385	351	34
RE-DO	204	203	1
DO-Sİ	113	145	32
Sİ-DO	113	137	24
DO-LA	294	282	12

Mer Der Asdvadzı meg Der e!

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 19

Ayet	**MER**	**DER**	**AS**	**DVAD**	**ZI**	**MEG**					**DER**	**E**
Nota	LA	DO	Sİ	Sİ	LA	LA	LA	SOL	LA	Sİ	LA	SOL
Sent	5.380	5.694	5.538	5.592	5.439	5.415	5.406	5.204	5.409	5.593	5.408	5.224

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 20

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-DO	294	314	20
DO-Sİ	113	157	44
Sİ-Sİ	*	55	*
Sİ-LA	181	153	28
LA-LA	*	25	*
LA-LA	*	9	*
LA-SOL	204	202	2
SOL-LA	204	206	2
LA-Sİ	181	184	3
Sİ-LA	181	186	5
LA-SOL	204	184	20

Yev ku Der Asdvadzıt sires ku polor sırdovıt

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 21

Ayet	YEV	KU	DER	AS	DVAD	ZIT	Sİ	RES	KU	PO	LOR	SIR	DO	VIT
Nota	SOL	SOL	SOL	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA	Sİ
Sent	5.211	5.209	5.207	5.595	5.576	5.596	5.559	5.593	5.560	5.589	5.702	5.581	5.474	5.592

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 22

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-SOL	*	2	*
SOL-SOL	*	2	*
SOL-Sİ	385	388	3
Sİ-Sİ	*	19	*
Sİ-Sİ	*	20	*
Sİ-Sİ	*	37	*
Sİ-Sİ	*	34	*
Sİ-Sİ	*	33	*
Sİ-Sİ	*	29	*
Sİ-DO	113	113	0
DO-Sİ	113	120	7
Sİ-LA	90	107	17
LA-Sİ	90	118	28

Yev ku polor antsovıt u ku polor mıdkovıt

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 23

Ayet	YEV	KU	PO	LOR	ANT	SO	VIT	U	KU	PO	LOR	MID	KO	VIT
Nota	Sİ	Sİ	Sİ	RE	DO	DO	DO	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA
Sent	5.589	5.601	5.570	5.910	5.704	5.700	5.724	5.543	5.550	5.600	5.584	5.711	5.500	5.401

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 24

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-Sİ	*	12	*
Sİ-Sİ	*	31	*
Sİ-RE	385	339	46
RE-DO	204	206	2
DO-DO	*	4	*
DO-DO	*	24	*
DO-Sİ	113	181	68
Sİ-Sİ	*	7	*
Sİ-Sİ	*	50	*
Sİ-Sİ	*	16	*
Sİ-DO	113	128	15
DO-Sİ	113	212	99
Sİ – LA	181	99	82

Yev ku polor zorutyunovıt

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 25

Ayet	YEV	KU	PO	LOR	ZO	RUT	YU	NO	VIT
Nota	SOL	LA	Sİ	DO	DO	DO	Sİ	LA	Sİ
Sent	5.180	5.407	5.598	5.723	5.695	5.717	5.563	5.448	5.606

Kısmen nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 26

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	227	23
LA-Sİ	181	191	10
Sİ-DO	113	124	11
DO-DO	*	28	*
DO-DO	*	21	*
DO-Sİ	113	153	40
Sİ-LA	90	116	26
LA-Sİ	90	158	68

Asiga e araçin badvirankı!

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 27

Ayet	A	Sİ	GA	E	A	RA	ÇİN	BAD	Vİ	RAN	KI
Nota	SOL	LA	Sİ	DO	DO	DO	RE	DO	Sİ	DO	Sİ
Sent	5.174	5.446	5.635	5.696	5.691	5.692	5.923	5.728	5.584	5.705	5.605

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 28

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	272	68
LA-Sİ	181	189	8
Sİ-DO	113	61	52
DO-DO	*	5	*
DO-DO	*	1	*
DO-RE	204	231	27
RE-DO	204	195	9
DO-Sİ	113	144	31
Sİ-DO	113	121	8
DO-Sİ	113	100	13

U yergrortı asor nıman

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir

Tablo 29

Ayet	U	YER	GROR	TI	A	SOR	NI	MAN
Nota	RE	RE	DO	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA
Sent	5.924	5.895	5.713	5.591	5.551	5.734	5.613	5.412

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 30

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-RE	*	29	*
RE-DO	204	182	22
DO-Sİ	113	122	9
Sİ-Sİ	*	39	*
Sİ-DO	113	183	70
DO-Sİ	113	121	8
Sİ-LA	181	201	20

Ku ıngerıt sires ku antsit bes!

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 31

Ayet	KU	IN	GE	RIT	Sİ	RES	KU	ANT	SİT	BES
Nota	SOL	SOL	LA	LA	LA	DO	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ
Sent	5.200	5.239	5.381	5.447	5.479	5.729	5.604	5.545	5.595	5.621

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 32

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-SOL	*	40	*
SOL-LA	204	142	62
LA-LA	*	66	*
LA-LA	*	32	*
LA-DO	294	250	44
DO-Sİ	113	125	12
Sİ-Sİ	*	60	*
Sİ-Sİ	*	50	*
Sİ-Sİ	*	27	*

Asontsme medz uriş badvirank çığa

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 33

Sent		5.708	5.568	5.441	5.442	5.438	5.420	5.427	5.422	5.414	5.199	5.395	5.564	5.442	5.233	5.404	5.212
Nota	Sİ	DO	Sİ	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	SOL	LA	Sİ	LA	SOL	LA	SOL
Ayet	**A**	**SONTS**	**ME**	**MEDZ**	**U**	**RİŞ**	**BAD**	**Vİ**	**RANK**							**ÇI**	**GA**

Daha çok nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 34

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-DO	113	?	?
DO-Sİ	113	141	28
Sİ-LA	181	127	54
LA-LA	*	2	*
LA-LA	*	5	*
LA-LA	*	18	*
LA-LA	*	7	*
LA-LA	*	5	*
LA-LA	*	8	*
LA-SOL	204	214	10
SOL-LA	204	196	8
LA-Sİ	181	169	12
Sİ-LA	181	122	59
LA-SOL	204	209	5
SOL-LA	204	171	33
LA-SOL	204	192	12

Tıbırı ısav anor

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 35

Ayet	TI	Bİ	RI	I	SAV	A	NOR
Nota	SOL	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ
Sent	5.188	5.608	5.602	5.598	5.578	5.594	5.580

Tamamen nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 36

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-Sİ	385	420	35
Sİ-Sİ	*	7	*
Sİ-Sİ	*	3	*
Sİ-Sİ	*	20	*
Sİ-Sİ	*	16	*
Sİ-Sİ	*	15	*

Ağeg Vartabed şidag khosetsar te Asdvadz meg e

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 37

Sent	5.618	5.911	5.687	5.585	5.731	5.606	5.721	5.624	5.649	5.622	5.725	5.580	5.412	5.437	5.401
Nota	Sİ	RE	DO	Sİ	DO	Sİ	DO	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA	LA	LA
Ayet	A	ĞEG	VAR	TA	BED	Şİ	DAG	KHO	SET	SAR	TE	AS	DVADZ	MEG	E

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 38

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-RE	317	293	24
RE-DO	204	224	20
DO-Sİ	113	102	11
Sİ-DO	113	146	33
DO-Sİ	113	125	12
Sİ-DO	113	114	1
DO-Sİ	113	97	16
Sİ-Sİ	*	25	*
Sİ-Sİ	*	28	*
Sİ-DO	113	103	10
DO-Sİ	113	145	32
Sİ-LA	181	168	13
LA-LA	*	26	*
LA-LA	*	36	*

Yev ange zad uriş mı çığa

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 39

Ayet	YEV	AN	GE	ZAD	U	RİŞ	MI	ÇI	GA
Nota	SOL	LA	Sİ	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA	Sİ
Sent	5.201	5.440	5.562	5.564	5.578	5.741	5.597	5.428	5.584

Daha çok nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 40

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	239	35
LA-Sİ	181	121	60
Sİ-Sİ	*	3	*
Sİ-Sİ	*	13	*
Sİ-DO	113	163	50
DO-Sİ	113	144	31
Sİ-LA	181	169	12
LA-Sİ	181	156	25

Yev polor sırdov u polor mıdkov

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 41

Ayet	YEV	PO	LOR	SIR	DOV	U	PO	LOR	MID	KOV
Nota	Sİ	Sİ	RE	DO	DO	Sİ	Sİ	DO	Sİ	LA
Sent	5.595	5.609	5.901	5.722	5.730	5.651	5.593	5.724	5.544	5.431

Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 42

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-Sİ	*	13	*
Sİ-RE	317	292	25
RE-DO	204	179	25
DO-DO	*	8	*
DO-Sİ	113	79	34
Sİ-Sİ	*	58	*
Sİ-DO	113	131	18
DO-Sİ	113	180	67
Sİ-LA	181	113	68

Yev polor antsov u polor zorutyunov

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 43

Ayet	YEV	PO	LOR	ANT	SOV	U	PO	LOR	ZO	RUT	YU	NOV
Nota	LA	LA	Sİ	Sİ	RE	DO	Sİ	Sİ	Sİ	DO	LA	Sİ
Sent	5.203	5.440	5.603	5.605	5.910	5.711	5.608	5.570	5.564	5.689	5.480	5.609

Büyük oranda nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 44

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-LA	*	236	*
LA-Sİ	181	163	18
Sİ-Sİ	*	3	*
Sİ-RE	317	305	12
RE-DO	204	199	5
DO-Sİ	113	103	10
Sİ-Sİ	*	38	*
Sİ-Sİ	*	5	*
Sİ-DO	113	125	12
DO-LA	204	209	5
LA-Sİ	90	129	39

Zaniga sirelı u ıngerı ir antsin bes

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 45

Ayet	ZA	Nİ	GA	Sİ	RE	LI	U	IN	GE	RI	İR	ANT	SİN	BES
Nota	SOL	LA	Sİ	DO	RE	DO	Sİ	Sİ	DO	Sİ	DO	Sİ	Sİ	LA
Sent	5.208	5.445	5.604	5.692	5.906	5.717	5.604	5.599	5.704	5.590	5.703	5.558	5.548	5.441

Genel olarak nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 46

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	236	32
LA-Sİ	181	159	22
Sİ-DO	113	88	25

DO-RE	204	214	10
RE-DO	204	189	15
DO-Sİ	113	113	0
Sİ-Sİ	*	5	*
Sİ-DO	113	106	7
DO-Sİ	113	115	2
Sİ-DO	113	113	0
DO-Sİ	113	145	32
Sİ-Sİ	*	9	*
Sİ-LA	181	107	74

Sirelı amen voğçageznere

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 47

Ayet	**Sİ**	**RE**	**LI**	**A**	**MEN**	**VOĞ**	**ÇA**	**GEZ**	**NE**	**RE**
Nota	SOL	SOL	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA
Sent	5.229	5.202	5.445	5.424	5.429	5.419	5.446	5.426	5.437	5.442

Tamamen nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 48

Aralık	**AEU**	**İcra Karşılığı**	**Fark**
SOL-SOL	*	26	*
SOL-LA	204	243	39
LA-LA	*	22	*
LA-LA	*	5	*
LA-LA	*	10	*
LA-LA	*	28	*
LA-LA	*	20	*
LA-LA	*	11	*
LA-LA	*	5	*

U zohere aveli e

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 49

Ayet	**U**	**ZO**	**HE**	**RE**	**A**	**VE**					**Lİ**	**YE**
Nota	LA	LA	LA	LA	LA	SOL	LA	Sİ	LA	SOL	LA	SOL
Sent	5.361	5.432	5.430	5.453	5.404	5.213	5.424	5.673	5.362	5.250	5.468	5.257

Daha çok nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 50

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-LA	*	71	*
LA-LA	*	2	*
LA-LA	*	23	*
LA-LA	*	49	*
LA-SOL	204	191	13
SOL-LA	204	212	8
LA-Sİ	181	249	68
Sİ-LA	181	311	130
LA-SOL	204	112	92
SOL-LA	204	218	14
LA-SOL	204	211	7

Hisus desanelov vor aniga khelatsutyunov badaskhan dıvav

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 51

Sent	5.243	5.649	5.592	5.614	5.600	5.601	5.608	5.613	5.596	5.614	5.627	5.620	5.648	5.640	5.602	5.606	5.601	5.694	5.503	5.606
Nota	SOL	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	LA	Sİ
Ayet	Hİ	SUS	DE	SA	NE	LOV	VOR	A	Nİ	GA	KHE	LAT	SUT	YU	NOV	BA	DAS	KHAN	DI	VAV

Tamamen nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 52

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-Sİ	385	406	21
Sİ-Sİ	*	57	*
Sİ-Sİ	*	22	*
Sİ-Sİ	*	14	*
Sİ-Sİ	*	1	*
Sİ-Sİ	*	8	*
Sİ-Sİ	*	5	*
Sİ-Sİ	*	17	*
Sİ-Sİ	*	18	*
Sİ-Sİ	*	13	*

Sİ-Sİ	*	7	*
Sİ-Sİ	*	28	*
Sİ-Sİ	*	8	*
Sİ-Sİ	*	38	*
Sİ-Sİ	*	4	*
Sİ-Sİ	*	5	*
Sİ-DO	113	93	20
DO-LA	204	191	13
LA-Sİ	90	103	13

Isav anor

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 53

Ayet	**I**	**SAV**	**A**	**NOR**
Nota	Sİ	RE	DO	DO
Sent	?	5.921	5.697	5.668

Tamamen nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 54

Aralık	**AEU**	**İcra Karşılığı**	**Fark**
Sİ-RE	317	?	?
RE-DO	204	225	21
DO-DO	*	29	*

Asdudzo takavorutenen heru çes

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 55

Ayet	**AS**	**DUD**	**ZO**	**TA**	**KA**	**VO**	**RU**	**TE**	**NEN**	**HE**	**RU**	**ÇES**
Nota	Sİ	Sİ	DO	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	LA	LA	LA	LA	LA
Sent	5.596	5.552	5.723	5.566	5.558	5.586	5.589	5.396	5.476	5.449	5.460	5.420

Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 56

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-Sİ	*	44	*
Sİ-DO	113	171	58
DO-Sİ	113	156	43
Sİ-Sİ	*	9	*
Sİ-Sİ	*	28	*
Sİ-Sİ	*	3	*
Sİ-LA	181	193	12
LA-LA	*	80	*
LA-LA	*	28	*
LA-LA	*	11	*
LA-LA	*	40	*

Yev al uriş megı çer hamartsager

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 57

Ayet	YEV	AL	U	RİŞ	ME	GI	ÇER	HA	MART	SA	GER
Nota	SOL	LA	Sİ	DO	Sİ	Sİ	Sİ	Sİ	DO	LA	Sİ
Sent	5.210	5.458	5.580	5.736	5.595	5.632	5.622	5.603	5.717	5.489	5.606

Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 58

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	248	44
LA-Sİ	181	122	59
Sİ-DO	113	156	43
DO-Sİ	113	141	28
Sİ-Sİ	*	37	*
Sİ-Sİ	*	10	*
Sİ-Sİ	*	20	*
Sİ-DO	113	114	1
DO-LA	204	228	24
LA-Sİ	90	117	27

Anor pan mı hartsınel

Bu icranın notaları ve karşılığı olan sent değerleri ile ilgili tablo şu şekildedir.

Tablo 59

Sent	5.160	5.710	5.507	5.466	5.442	5.449	5.500	5.436	5.237	5.083	4.945	4.745	4.941	5.088	5.205
Nota	SOL	DO	Sİ	LA	LA	LA	Sİ	LA	SOL	FA	Mİ	RE	Mİ	FA	SOL
Ayet	**A**	**NOR**	**PAN**	**MI**	**HART**							**SI**	**NEL**		

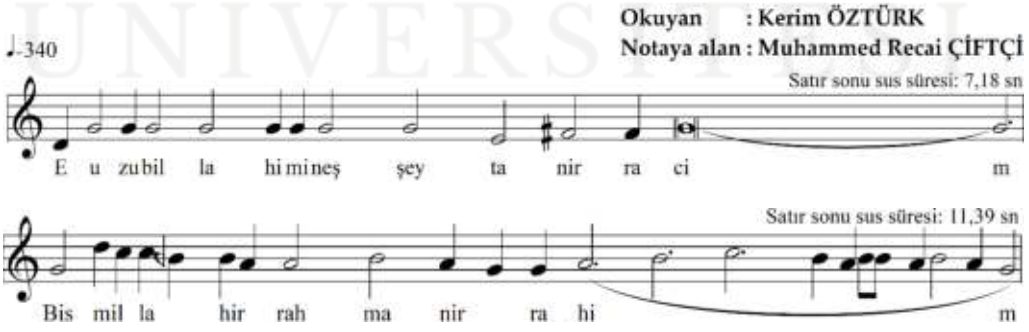
Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

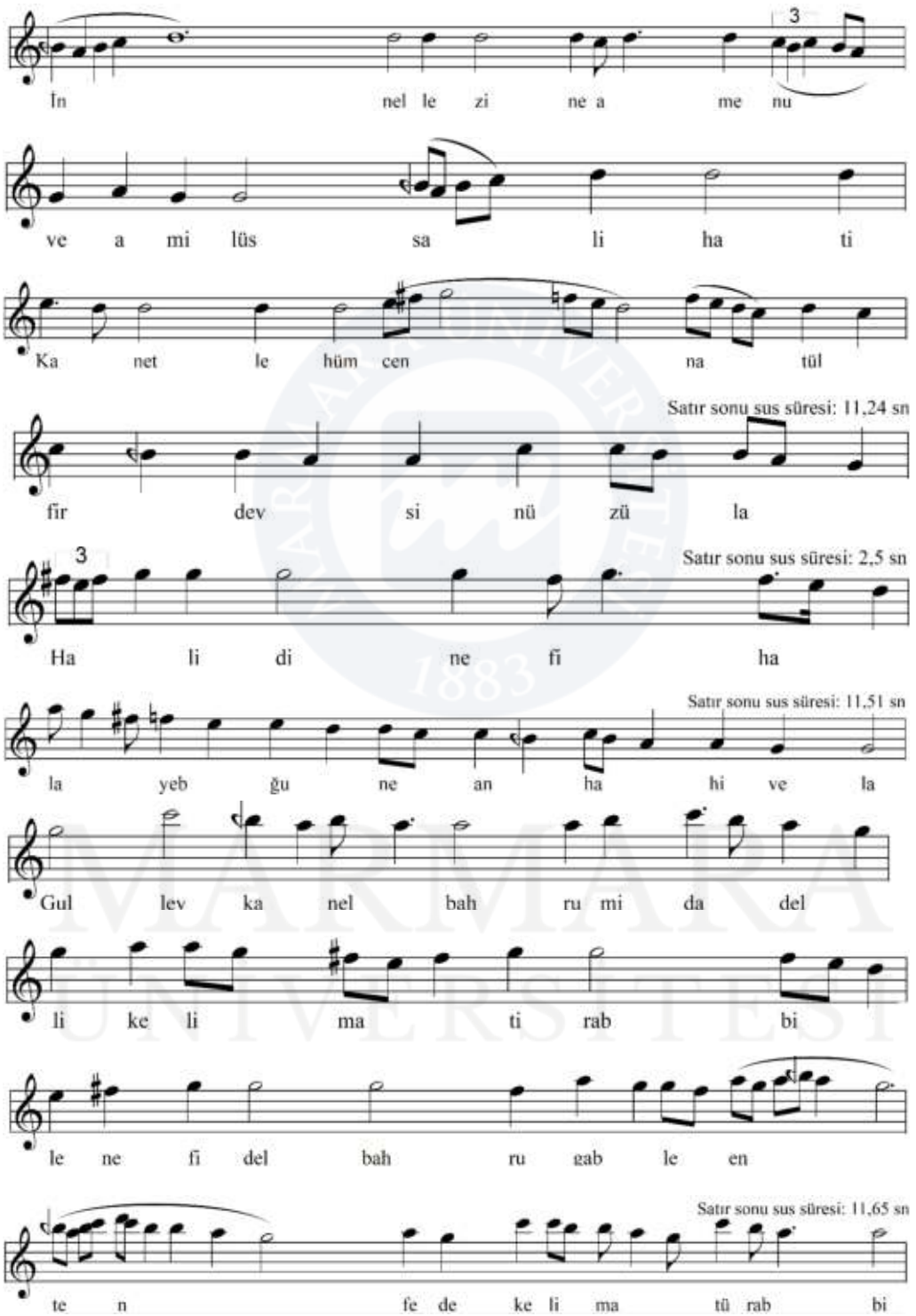
Tablo 60

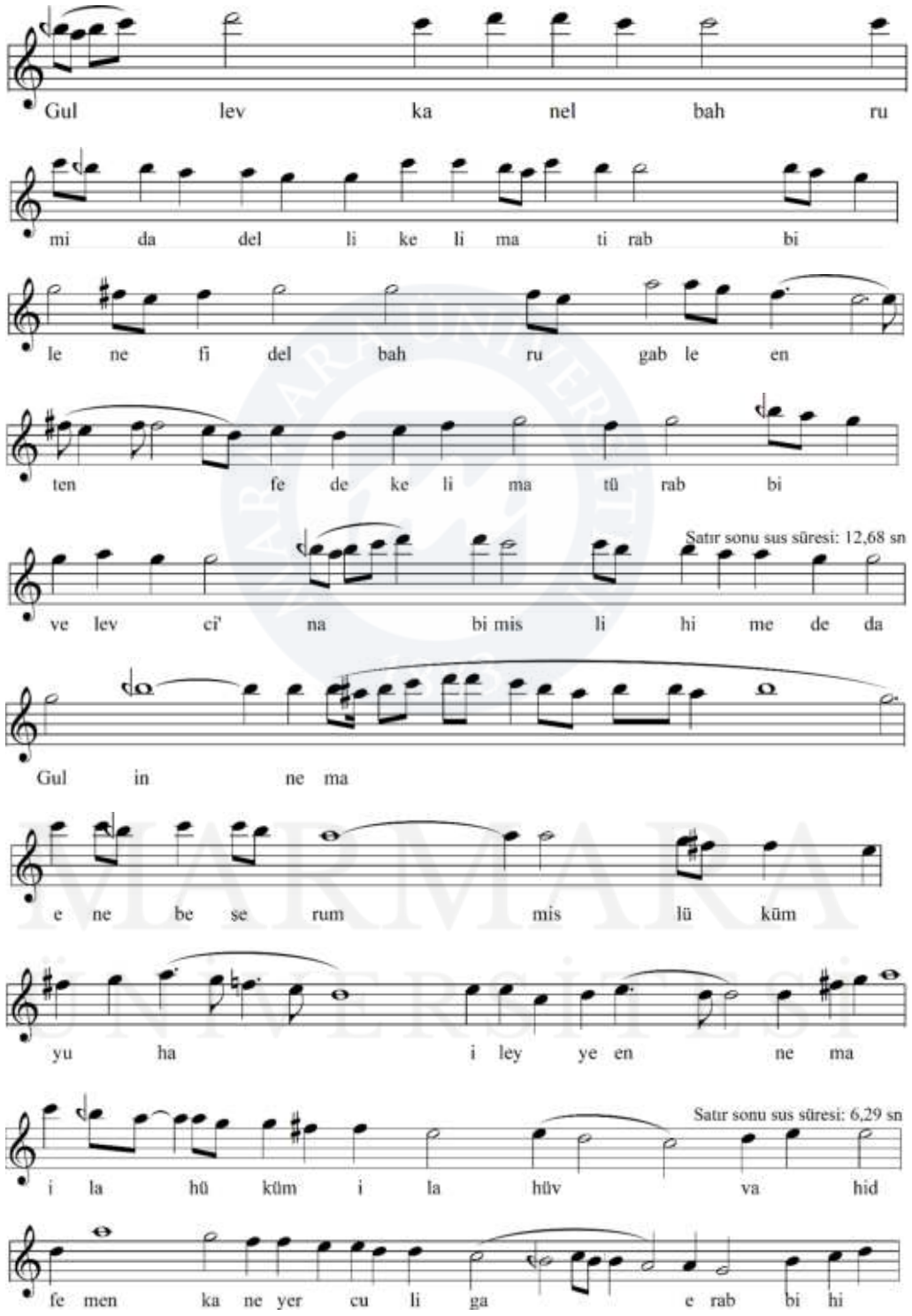
Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-DO	499	550	51
DO-Sİ	113	203	90
Sİ-LA	181	42	139
LA-LA	*	24	*
LA-LA	*	7	*
LA-Sİ	181	52	129
Sİ-LA	181	65	116
LA-SOL	204	198	6
SOL-FA	113	154	41
FA-Mİ	181	139	42
Mİ-RE	204	199	5
RE-Mİ	204	195	9
Mİ-FA	181	148	33
FA-SOL	113	117	4

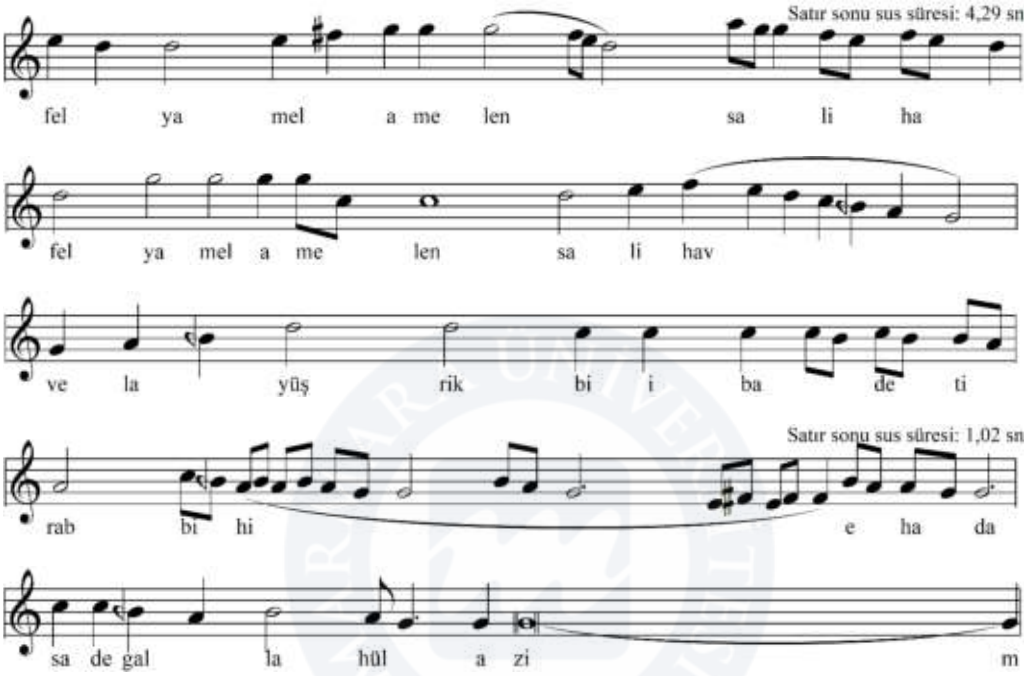
Rast Makamında Okunan Kuran-ı Kerim Ayetleri

Notasyon




3
İn nel le zi ne a me nu
ve a mi lüs sa li ha ti
Ka net le hüm cen na tül
Satır sonu sus süresi: 11,24 sn
fir dev si nü zü la
3
Satır sonu sus süresi: 2,5 sn
Ha li di ne fi ha
Satır sonu sus süresi: 11,51 sn
la yeb ğu ne an ha hi ve la
Gul lev ka nel bah ru mi da del
li ke li ma ti rab bi
le ne fi del bah ru gab le en
Satır sonu sus süresi: 11,65 sn
te n fe de ke li ma tü rab bi


Gul lev ka nel bah ru
mi da del li ke li ma ti rab bi
le ne fī del bah ru gab le en
ten fe de ke li ma tū rab bi
Satır sonu sus süresi: 12,68 sn
ve lev ci' na bi mis li hi me de da
Gul in ne ma
e ne be se rum mis lū kūm
yu ha i ley ye en ne ma
Satır sonu sus süresi: 6,29 sn
i la hū kūm i la hūv va hid
fe men ka ne yer cu li ga e rab bi hi



Aralık Tutarlılığı

اَعُوذُ بِاللهِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ

Bu icradaki perdeler ve karşılığı olan sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 61

Ayet	E	U	ZU	BİL	LA	Hİ	Mİ	NEŞ	ŞEY	TA	NİR	RA	CİM	
Nota	RE	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	Mİ	FA	FA	SOL	SOL
Sent	4.109	4.569	4.515	4.563	4.554	4.563	4.526	4.548	4.522	4.262	4.400	4.409	4.484	4.534

1 komanın üzerindeki farkların işaretlendiği, nazari sistem ile büyük oranda örtüşmediği anlaşılan bu icranın aralık değerleri ile alakalı tablo şu şekildedir.

Tablo 62

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-SOL	499	460	39
SOL-SOL	*	54	*
SOL-SOL	*	49	*
SOL-SOL	*	10	*
SOL-SOL	*	10	*
SOL-SOL	*	37	*
SOL-SOL	*	22	*
SOL-SOL	*	26	*

SOL-Mİ	294	260	34
Mİ-FA	181	138	43
FA-FA	*	9	*
FA-SOL	113	75	38
SOL-SOL	*	50	*

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bu okuyuştaki notalar ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 63

Sent		5.208	5.038	4.990	4.934	4.872	4.749	4.739	4.879	4.736	4.541	4.511	4.730	4.879	4.974	4.860	4.781	4.863	4.876	4.746	4.826	4.741	4.559
Nota	SOL[1]	RE	DO	DO	Sİ	Sİ	LA	LA	Sİ	LA	SOL	SOL	LA	Sİ	DO	Sİ	LA	Sİ	Sİ	LA	Sİ	LA	SOL
Ayet	**BİS**	**MİL**		**LA**		**HİR**		**RAH**	**MA**	**NİR**		**RA**	**HİM**										

Nazari sistem ile büyük oranda örtüşmediği anlaşılan bu icranın aralık değerleri ile alakalı tablo şu şekildedir.

Tablo 64

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-RE	702	?	**?**
RE-DO	204	170	**34**
DO-DO	*	48	*
DO-Sİ	113	56	**57**
Sİ-Sİ	*	63	*
Sİ-LA	181	122	**59**
LA-LA	*	10	*
LA-Sİ	181	140	**41**
Sİ-LA	181	143	**38**
LA-SOL	204	195	**9**
SOL-SOL	*	30	*
SOL-LA	204	219	**15**
LA-Sİ	181	149	**32**
Sİ-DO	113	95	**18**
DO-Sİ	113	114	**1**
Sİ-LA	181	79	**102**
LA-Sİ	181	82	**99**
Sİ-Sİ	*	13	*
Sİ-LA	181	130	**51**

1 Bu perdenin sent değeri tespit edilememiştir.

LA-Sİ	181	80	**101**
Sİ-LA	181	85	**96**
LA-SOL	204	182	**22**

إِنَّ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ كَانَتْ لَهُمْ جَنَّاتُ الْفِرْدَوْسِ نُزُلًا

Bu icranın notaları ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 65

Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent
İN	Sİ	4.864		DO	5.034	**KA**	Mİ	5.404	**TÜL**	RE	5.205
	LA	4.780		Sİ	4.847		RE	5.240		DO	5.042
	Sİ	4.874		LA	4.743	**NET**	RE	5.252	**FİR**	DO	5.016
	DO	5.011	**VE**	SOL	4.543	**LE**	RE	5.251		Sİ	4.880
	RE	5.237	**A**	LA	4.722	**HÜM**	RE	5.251	**DEV**	Sİ	4.870
NEL	RE	5.261	**Mİ**	SOL	4.562	**CEN**	Mİ	5.407		LA	4.755
LE	RE	5.237	**LÜS**	SOL	4.557		FA	5.584	**Sİ**	LA	4.737
Zİ	RE	5.255	**SA**	Sİ	4.822		SOL	5.720	**NÜ**	DO	5.030
NE	RE	5.237		LA	4.779		FA	5.552	**ZÜ**	DO	4.983
A	DO	5.028		Sİ	4.838		Mİ	5.423		Sİ	4.868
	RE	5.226		DO	5.044		RE	5.241	**LA**	Sİ	4.877
ME	RE	5.246	**Lİ**	RE	5.278	**NA**	Mİ	5.395		LA	4.736
NU	DO	4.978	**HA**	RE	5.241		RE	5.215		SOL	4.547
	Sİ	4.892	**Tİ**	RE	5.257		DO	5.039			

Genel olarak nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 66

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-LA	181	84	97
LA-Sİ	181	94	87
Sİ-DO	113	138	25
DO-RE	204	225	21
RE-RE	*	24	*
RE-RE	*	24	*
RE-RE	*	17	*
RE-RE	*	18	*
RE-DO	204	208	4
DO-RE	204	198	6
RE-RE	*	20	*
RE-DO	204	268	64
DO-Sİ	113	86	27
Sİ-DO	113	142	29
DO-Sİ	113	187	74
Sİ-LA	181	103	78
LA-SOL	204	200	4
SOL-LA	204	179	25
LA-SOL	204	160	44
SOL-SOL	*	5	*
SOL-Sİ	385	265	120
Sİ-LA	181	43	138
LA-Sİ	181	59	122
Sİ-DO	113	206	93
DO-RE	204	234	30
RE-RE	*	37	*
RE-RE	*	15	*

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-Mİ	204	147	57
Mİ-RE	204	164	40
RE-RE	*	13	*
RE-RE	*	2	*
RE-RE	*	1	*
RE-Mİ	204	156	48
Mİ-FA	181	177	4
FA-SOL	113	135	22
SOL-FA	204	168	36
FA-Mİ	90	129	39
Mİ-RE	204	182	22
RE-Mİ	204	154	50
Mİ-RE	204	180	24
RE-DO	204	176	28
DO-RE	204	167	37
RE-DO	204	164	40
DO-DO	*	25	*
DO-Sİ	113	136	23
Sİ-Sİ	*	11	*
Sİ-LA	181	114	67
LA-LA	*	18	*
LA-DO	294	293	1
DO-DO	*	47	*
DO-Sİ	113	115	2
Sİ-Sİ	*	8	*
Sİ-LA	181	141	40
LA-SOL	204	188	16

خَالِدِينَ فِيهَا

Bu icrada gösterilen perdeler ve karşılığı olan sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 67

Ayet	HA				Lİ	Dİ	NE	Fİ		HA		
Nota	FA	Mİ	FA	SOL	SOL	SOL	SOL	FA	SOL	FA	Mİ	RE
Sent	5.563	5.423	5.530	5.727	5.747	5.750	5.732	5.597	5.738	5.584	5.386	5.218

Genel olarak sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 68

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
FA-Mİ	181	140	41
Mİ-FA	181	107	74
FA-SOL	113	197	84
SOL-SOL	*	20	*
SOL-SOL	*	4	*
SOL-SOL	*	18	*

SOL-FA	113	135	**22**
FA-SOL	113	141	**28**
SOL-FA	113	154	**41**
FA-Mİ	181	198	**17**
Mİ-RE	204	168	**36**

لَا يَبْغُونَ عَنْهَا حِوَلًا

Bu icrada gösterilen perdeler ve karşılığı olan sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 69

Sent	6.006	5.698	5.569	5.565	5.487	5.399	5.258	5.231	5.029	5.005	4.898	5.033	4.870	4.727	4.730	4.534	4.546
Nota	LA	SOL	FA	FA	Mİ	Mİ	RE	RE	DO	DO	Sİ	DO	Sİ	LA	LA	SOL	SOL
Ayet	**LA**			**YEB**		**ĞU**		**NE**		**AN**		**HA**			**HI**	**VE**	**LA**

Kısmen sisteme uygun görünen bu icranın aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 70

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-SOL	204	308	**104**
SOL-FA	113	129	**16**
FA-FA	*	4	*
FA-Mİ	90	78	**12**
Mİ-Mİ	*	88	*
Mİ-RE	204	141	**63**
RE-RE	*	26	*
RE-DO	204	202	**2**
DO-DO	*	24	*
DO-Sİ	113	107	**6**
Sİ-DO	113	134	**21**
DO-Sİ	113	163	**50**
Sİ – LA	181	144	**37**
LA-LA	*	4	*
LA-SOL	204	196	**8**
SOL-SOL	*	12	*

قُل لَّوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لِّكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَن تَنفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي

Bu okuyuşun nota karşılığı ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 71

Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent
GUL	SOL	5.743		SOL	5.732		SOL	5.755		Sİ	6.051
LEV	DO	6.208	**MA**	FA	5.584	**LE**	SOL	5.718		LA	5.937
KA	Sİ	6.085		Mİ	5.401		FA	5.588		SOL	5.728
	LA	5.969		FA	5.577	**EN**	LA	5.917	**FE**	LA	5.930
NEL	Sİ	6.081	**Tİ**	SOL	5.722		SOL	5.744	**DE**	SOL	5.736
	LA	5.948	**RAB**	SOL	5.735		LA	5.921	**KE**	DO	6.181
BAH	LA	5.942	**Bİ**	FA	5.556		Sİ	6.072	**Lİ**	DO	6.174
RU	LA	5.944		Mİ	5.430		LA	5.931		Sİ	6.085
Mİ	Sİ	6.044		RE	5.223		SOL	5.750	**MA**	Sİ	6.099
DA	DO	6.187	**LE**	Mİ	5.430	**TEN**	Sİ	6.075		LA	5.921
	Sİ	6.080	**NE**	FA	5.581		LA	5.956		SOL	5.747
DEL	LA	5.938	**Fİ**	SOL	5.734		Sİ	6.047	**TÜ**	DO	6.176
	SOL	5.756	**DEL**	SOL	5.733		DO	6.268	**RAB**	Sİ	6.087
Lİ	SOL	5.745	**BAH**	SOL	5.724		RE	6.385		LA	5.950
KE	LA	5.946	**RU**	FA	5.596		DO	6.177	**Bİ**	LA	5.937
Lİ	LA	5.919	**GAB**	LA	5.965		DO	6.201			

Bu icranın aralık değerlerini ifade eden tablo şu şekildedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

Tablo 72

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-DO	499	464	35
DO-Sİ	113	122	9
Sİ-LA	181	116	65
LA-Sİ	181	111	70
Sİ-LA	181	133	48
LA-LA	*	6	*
LA-LA	*	2	*
LA-Sİ	181	100	81
Sİ -DO	113	143	30
DO-Sİ	113	107	6
Sİ-LA	181	142	39
LA -SOL	204	182	22
SOL-SOL	*	10	*
SOL-LA	204	201	3
LA -LA	*	27	*
LA -SOL	204	187	17
SOL-FA	113	148	35
FA-Mİ	181	183	2
Mİ-FA	181	176	5
FA-SOL	113	144	31
SOL-SOL	*	14	*
SOL -FA	113	179	66
FA-Mİ	181	126	55
Mİ-RE	204	207	3
RE-Mİ	204	208	4
Mİ-FA	181	151	30
FA-SOL	113	153	40
SOL-SOL	*	1	*
SOL-SOL	*	9	*
SOL-FA	113	128	15
FA-LA	317	369	52

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-SOL	204	210	6
SOL-SOL	*	37	*
SOL-FA	113	131	18
FA-LA	317	329	12
LA-SOL	204	173	31
SOL-LA	204	177	27
LA-Sİ	181	151	30
Sİ-LA	181	141	40
LA-SOL	204	181	23
SOL-Sİ	385	326	59
Sİ-LA	181	120	61
LA-Sİ	181	91	90
Sİ-DO	113	221	108
DO-RE	204	117	87
RE-DO	204	208	4
DO-DO	*	24	*
DO-Sİ	113	150	37
Sİ-LA	181	114	67
LA-SOL	204	209	5
SOL-LA	204	202	2
LA-SOL	204	194	10
SOL-DO	499	444	55
DO-DO	*	7	*
DO-Sİ	113	89	24
Sİ-Sİ	*	14	*
Sİ-LA	181	178	3
LA-SOL	204	173	31
SOL-DO	499	429	70
DO-Sİ	113	89	24
Sİ-LA	181	136	45
LA-LA	*	13	*

قُل لَّوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لِّكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَن تَنفَدَ كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا

Bu kısmın nota karşılığı ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 73

Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent
GUL	Sİ	6.078	Lİ	DO	6.225		SOL	5.749	LEV	LA	5.949
	LA	5.941	MA	Sİ	6.083	EN	FA	5.591		SOL	5.738
	Sİ	6.083		LA	5.997		Mİ	5.468	Cİ’	SOL	5.763
	DO	6.309		Sİ	6.082	TEN	FA	5.585	NA	Sİ	6.051
LEV	RE	6.464	Tİ	Sİ	6.082		Mİ	5.482		LA	5.968
KA	DO	6.226	RAB	Sİ	6.088		FA	5.573		Sİ	6.097
	RE	6.451	Bİ	Sİ	6.063		Mİ	5.417		DO	6.238
NEL	RE	6.451		LA	5.897		RE	5.263		RE	6.480
	DO	6.287		LA	5.770	FE	Mİ	5.488	Bİ	RE	6.457
BAH	DO	6.251	LE	SOL	5.754	DE	RE	5.244	MİS	DO	6.267
RU	DO	6.266	NE	FA	5.579	KE	Mİ	5.439	Lİ	DO	6.287
Mİ	DO	6.207		Mİ	5.433	Lİ	FA	5.597		Sİ	6.096

	Sİ	6.124	**Fİ**	FA	5.611	**MA**	SOL	5.726	**Hİ**	Sİ	6.099
DA	Sİ	6.078	**DEL**	SOL	5.753	**TÜ**	FA	5.577		LA	5.957
	LA	5.940	**BAH**	SOL	5.753	**RAB**	SOL	5.737	**ME**	LA	5.955
DEL	LA	5.947	**RU**	FA	5.553	**Bİ**	Sİ	6.069	**DE**	SOL	5.771
	SOL	5.753		Mİ	5.490		LA	5.932	**DA**	SOL	5.758
Lİ	SOL	5.755	**GAB**	LA	5.954		SOL	5.760			
KE	DO	6.247	**LE**	LA	5.965	**VE**	SOL	5.763			

Genel olarak nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 74

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
Sİ-LA	181	137	**44**
LA-Sİ	181	141	**40**
Sİ-DO	113	226	**113**
DO-RE	204	155	**49**
RE-DO	204	238	**34**
DO-RE	204	225	**21**
RE-RE	*	0	*
RE-DO	204	165	**39**
DO-DO	*	36	*
DO-DO	*	15	*
DO-DO	*	59	*
DO-Sİ	113	83	**30**
Sİ-Sİ	*	46	*
Sİ-LA	181	137	**44**
LA-LA	*	7	*
LA-SOL	204	194	**10**
SOL-SOL	*	2	*
SOL-DO	499	491	**8**
DO-DO	*	22	*
DO-Sİ	113	142	**29**
Sİ-LA	181	85	**96**
LA-Sİ	181	84	**97**
Sİ-Sİ	*	0	*
Sİ-Sİ	*	6	*
Sİ-Sİ	*	25	*
Sİ-LA	181	166	**15**
LA-LA	*	127	*
LA-SOL	204	16	**188**
SOL-FA	113	175	**62**
FA-Mİ	181	145	**36**
Mİ-FA	181	177	**4**
FA-SOL	113	142	**29**
SOL-SOL	*	0	*
SOL-FA	113	200	**87**
FA-Mİ	181	63	**118**
Mİ-LA	499	464	**35**

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
LA-LA	*	11	*
LA-SOL	204	217	**13**
SOL-FA	113	157	**44**
FA-Mİ	181	123	**58**
Mİ-FA	181	117	**64**
FA-Mİ	181	104	**77**
Mİ-FA	181	91	**90**
FA-Mİ	181	156	**25**
Mİ-RE	204	154	**50**
RE-Mİ	204	225	**21**
Mİ-RE	204	244	**40**
RE-Mİ	204	195	**9**
Mİ-FA	181	158	**23**
FA-SOL	113	129	**16**
SOL-FA	113	149	**36**
FA-SOL	113	160	**47**
SOL-Sİ	385	332	**53**
Sİ-LA	181	137	**44**
LA-SOL	204	172	**32**
SOL-SOL	*	3	*
SOL-LA	204	187	**17**
LA-SOL	204	212	**8**
SOL-SOL	*	25	*
SOL-Sİ	385	288	**97**
Sİ-LA	181	82	**99**
LA-Sİ	181	129	**52**
Sİ-DO	113	142	**29**
DO-RE	204	242	**38**
RE-DO	204	246	**42**
DO-DO	*	32	*
DO-DO	*	20	*
DO-Sİ	113	191	**78**
Sİ-Sİ	*	3	*
Sİ-LA	181	142	**39**
LA-LA	*	2	*
LA-SOL	204	184	**20**
SOL-SOL	*	13	*

قُلْ إِنَّمَا أَنَا بَشَرٌ مِّثْلُكُمْ يُوحَى إِلَيَّ أَنَّمَا إِلَٰهُكُمْ إِلَٰهٌ وَاحِدٌ

İcra edilen bu kısmın nota karşılığı ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 75

Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent	Ayet	Nota	Sent
GUL	SOL	5.736		SOL	5.718	**HA**	LA	5.927	**İ**	DO	6.201
İN	Sİ	6.132	**E**	DO	6.289		SOL	5.706	**LA**	Sİ	6.079
NE	Sİ	6.135	**NE**	DO	6.235		FA	5.496		LA	5.950
MA	Sİ	6.110		Sİ	6.077		Mİ	5.432	**HÜ**	LA	5.956
	LA	6.029	**BE**	DO	6.254		RE	5.232		SOL	5.747
	Sİ	6.090	**ŞE**	DO	6.186	**İ**	Mİ	5.427	**KÜM**	SOL	5.717
	DO	6.240		Sİ	6.117	**LEY**	Mİ	5.414		FA	5.577
	RE	6.424	**RUN**	LA	5.960		DO	5.036	**İ**	FA	5.545
	RE	6.453	**MİS**	LA	5.943	**YE**	RE	5.227	**LA**	Mİ	5.477
	DO	6.203	**LÜ**	SOL	5.730	**EN**	Mİ	5.439	**HÜV**	Mİ	5.447
	Sİ	6.104		FA	5.577		RE	5.267		RE	5.259
	LA	6.005	**KÜM**	FA	5.590	**NE**	RE	5.250		DO	5.041
	Sİ	6.098		Mİ	5.435	**MA**	FA	5.608	**VA**	RE	5.219
	Sİ	6.092	**YU**	FA	5.562		SOL	5.736		Mİ	5.433
	LA	5.974		SOL	5.716		LA	5.951	**HİD**	Mİ	5.458
	Sİ	6.099									

Genel olarak nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 76

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-Sİ	385	396	11
Sİ-Sİ	*	2	*
Sİ-Sİ	*	25	*
Sİ-LA	90	81	9
LA-Sİ	90	61	29
Sİ-DO	113	150	37
DO-RE	204	185	19
RE-RE	*	29	*
RE-DO	204	251	47
DO-Sİ	113	99	14
Sİ-LA	90	99	9
LA-Sİ	90	93	3
Sİ-Sİ	*	6	*
Sİ-LA	90	118	28
LA-Sİ	90	125	35
Sİ-SOL	385	380	5
SOL-DO	499	570	71
DO-DO	*	53	*
DO-Sİ	113	158	45
Sİ-DO	113	177	64
DO-DO	*	68	*
DO-Sİ	113	69	44
Sİ-LA	181	157	24
LA-LA	*	17	*
LA-SOL	204	213	9
SOL-FA	113	153	40
FA-FA	*	13	*
FA-Mİ	181	156	25
Mİ-FA	181	128	53
FA-SOL	113	154	41

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
SOL-LA	204	212	8
LA-SOL	204	221	17
SOL-FA	204	210	6
FA-Mİ	181	64	117
Mİ-RE	204	200	4
RE-Mİ	204	195	9
Mİ-Mİ	*	13	*
Mİ-DO	408	378	30
DO-RE	204	191	13
RE-Mİ	204	212	8
Mİ-RE	204	172	32
RE-RE	*	18	*
RE-FA	385	359	26
FA-SOL	113	127	14
SOL-LA	204	216	12
LA-DO	294	250	44
DO-Sİ	113	122	9
Sİ-LA	181	128	53
LA-LA	*	6	*
LA-SOL	204	209	5
SOL-SOL	*	30	*
SOL-FA	113	141	28
FA-FA	*	32	*
FA-Mİ	181	68	113
Mİ-Mİ	*	30	*
Mİ-RE	204	188	16
RE-DO	204	218	14
DO-RE	204	178	26
RE-Mİ	204	214	10
Mİ-Mİ	*	25	*

فَمَن كَانَ يَرْجُو لِقَاء رَبِّهِ فَلْيَعْمَلْ عَمَلًا صَالِحًا

Bu icranın notaları ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 77

Sent	5.265	5.952	5.684	5.549	5.532	5.453	5.458	5.246	5.244	5.040	4.885	5.031	4.877	4.729	4.742	4.551	4.874	5.054	5.225
Nota	RE	LA	SOL	FA	FA	Mİ	Mİ	RE	RE	DO	Sİ	DO	Sİ	LA	LA	SOL	Sİ	DO	RE
Ayet	FE	MEN	KA	NE	YER		CU		Lİ	GA					E	RAB	Bİ	Hİ	

Sent	5.484	5.217	5.208	5.400	5.622	5.738	5.721	5.714	5.549	5.438	5.234	5.932	5.731	5.736	5.603	5.410	5.563	5.410	5.228
Nota	Mİ	RE	RE	Mİ	FA	SOL	SOL	SOL	FA	Mİ	RE	LA	SOL	SOL	FA	Mİ	FA	Mİ	RE
Ayet	FEL		YA	MEL		A	ME	LEN				SA			Lİ		HA		

Büyük oranda nazarî sistemle örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 78

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-LA	702	688	14
LA-SOL	204	268	64
SOL-FA	204	135	69
FA-FA	*	17	*
FA-Mİ	90	79	11
Mİ-Mİ	*	5	*
Mİ-RE	204	212	8
RE-RE	*	2	*
RE-DO	204	204	0
DO-Sİ	113	155	42
Sİ-DO	113	146	33
DO-Sİ	113	154	41
Sİ-LA	181	148	33
LA-LA	*	13	*
LA-SOL	204	191	13
SOL-Sİ	385	322	63
Sİ-DO	113	181	68
DO-RE	204	171	33

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-Mİ	204	259	55
Mİ-RE	204	267	63
RE-RE	*	9	*
RE-Mİ	204	192	12
Mİ-FA	181	222	41
FA-SOL	113	116	3
SOL-SOL	*	17	*
SOL-SOL	*	7	*
SOL-FA	113	165	52
FA-Mİ	181	112	69
Mİ-RE	204	203	1
RE-LA	702	698	4
LA-SOL	204	201	3
SOL-SOL	*	5	*
SOL-FA	113	133	20
FA-Mİ	181	193	12
Mİ-FA	181	154	27
FA-Mİ	181	153	28
Mİ-RE	204	182	22

فَلْيَعْمَلْ عَمَلًا صَالِحًا وَلَا يُشْرِكْ بِعِبَادَةِ رَبِّهِ أَحَدًا

Bu icranın notaları ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 79

Ayet	Nota	Sent
FEL	RE	5.222
YA	SOL	5.755
MEL	SOL	5.749
A	SOL	5.713
ME	SOL	5.718
	DO	5.039
LEN	DO	5.047
SA	RE	5.209
Lİ	Mİ	5.405
HAV	FA	5.578
	Mİ	5.394
	RE	5.213
	DO	5.022
	Sİ	4.891
	LA	4.726
	SOL	4.519
VE	SOL	4.504
LA	LA	4.743

Ayet	Nota	Sent
	Sİ	4.830
YÜŞ	RE	5.225
RİK	RE	5.244
Bİ	DO	5.013
İ	DO	5.038
BA	DO	5.006
	DO	4.986
	Sİ	4.839
DE	DO	5.003
	Sİ	4.856
Tİ	Sİ	4.897
	LA	4.721
RAB	LA	4.715
Bİ	DO	5.017
	Sİ	4.843
Hİ	LA	4.705
	Sİ	4.844
	LA	4.755

Ayet	Nota	Sent
	Sİ	4.869
	LA	4.741
	SOL	4.512
	Sİ	4.882
	LA	4.733
	SOL	4.527
	Mİ	4.229
	FA	4.370
	Mİ	4.265
	FA	4.391
	FA	4.398
E[2]	Sİ	
	LA	
HA	LA	4.709
	SOL	4.512
DA	SOL	4.539

Kısmen nazarî sistemle örtüştüğü görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

2 Bu hecenin notalarının sent değeri tespit edilememiştir.

Tablo 80

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
RE-SOL	499	533	34
SOL-SOL	*	6	*
SOL-SOL	*	35	*
SOL-SOL	*	5	*
SOL-DO	702	679	23
DO -DO	*	8	*
DO-RE	204	161	43
RE -Mİ	204	196	8
Mİ-FA	181	173	8
FA-Mİ	181	184	3
Mİ-RE	204	182	22
RE-DO	204	191	13
DO-Sİ	113	131	18
Sİ-LA	181	165	16
LA-SOL	204	208	4
SOL-SOL	*	15	*
SOL-LA	204	239	35
LA-Sİ	181	87	94
Sİ-RE	317	396	79
RE-RE	*	19	*
RE-DO	204	231	27
DO-DO	*	25	*
DO-DO	*	32	*
DO-DO	*	20	*
DO-Sİ	113	146	33
Sİ-DO	113	164	51

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
DO-Sİ	113	147	34
Sİ-Sİ	*	41	*
Sİ-LA	181	177	4
LA-LA	*	6	*
LA-DO	294	302	8
DO-Sİ	113	174	61
Sİ-LA	181	138	43
LA-Sİ	181	139	42
Sİ-LA	181	89	92
LA-Sİ	181	114	67
Sİ-LA	181	128	53
LA-SOL	204	229	25
SOL-Sİ	385	370	15
Sİ-LA	181	149	32
LA-SOL	204	206	2
SOL-Mİ	294	298	4
Mİ-FA	181	141	40
FA-Mİ	181	105	76
Mİ-FA	181	125	56
FA-FA	*	7	*
FA-Sİ	499	?	?
Sİ-LA	181	?	?
LA-LA	*	?	*
LA-SOL	204	197	7
SOL-SOL	*	28	*

صدق اللهَّ العظيم

Bu icranın notaları ve sent değerleri şu şekildedir.

Tablo 81

Ayet	SA	DE	GAL		LA	HÜL		A	ZİM	
Nota	DO	DO	Sİ	LA	Sİ	LA	SOL	SOL	SOL	SOL
Sent	4.966	4.985	4.900	4.759	4.906	4.739	4.522	4.524	4.524	4.533

Nazarî sistemle daha çok örtüşmediği görülen bu okuyuşun aralık tablosu şu şekildedir.

Tablo 82

Aralık	AEU	İcra Karşılığı	Fark
DO-DO	*	19	*
DO-Sİ	113	85	28
Sİ-LA	181	141	40
LA-Sİ	181	147	34
Sİ-LA	181	167	14
LA-SOL	204	216	12
SOL-SOL	*	2	*
SOL-SOL	*	0	*
SOL-SOL	*	9	*

Değerlendirmeler ve Sonuç

Beyoğlu Üç Horan Ermeni Kilisesi muğannîlerinden Murat İçlinalça ve Üsküdar Valide-i Cedîd Cami imam-hatiplerinden Kerim Öztürk'ten sesli ve görüntülü olarak alınan ve bilgisayar destekli ses analiz programları ile aralık analizi gerçekleştirilen İncil ve Kuran-ı Kerim okuyuşlarının icrâ ve teori karşılaştırmasının bulunduğu aralık tablolarına bakıldığında, İncil okuyuşunda yer alan aralıkların yarısının Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde belirlenen aralık değerleri ile örtüşmediği tespit edilmiştir. Kuran-ı Kerim okuyuşunda yer alan aralıkların ise yarıdan fazlasının söz konusu nazarî sistemle tutarlı olmadığı görülmüştür.

Bu icralarda karşımıza çıkan aralıkların çoğunluğu, makamların karakterini belirleyen en küçük unsur olan 1 komalık tolerans sınırının üzerinde pest veya tiz noktalarda tınlamaktadır. Bu noktada; ilgili dini toplulukların, her biri söz konusu dinlerin İstanbul'da hususî bir noktada bulunan ve yer taşıyan mabedlerinde icrada bulunan, gerekli müzikal donanıma sahip oldukları bilinen ve bu çalışmanın varsayımlarından biri olarak da tespit edilen okuyucularının icrasının müzikallikten yoksun olduğunu düşünmek çok gerçekçi olmamakla birlikte, bilimsel faaliyetin işleyişi ile aynı doğrultuda işleyen bir yaklaşım da olmayacaktır.

Dolayısıyla, ortaya çıkışından itibaren her mecrada Türk müziğini ifade edebilme kudreti bir tartışma konusu olan, müzisyenler ve müzikologların da hususi veya umumi toplantılarında belki bir önseziye dayanarak, belki de küçük çaplı bir araştırmaya dayanarak dile getirdikleri çok yönlü olarak ispata muhtaç bir yargı, mabed müziği üzerinden bilgisayar destekli ses analiz programlarına ve hesaplamaya dayalı detaylara sahip böyle bir çalışma ile de temellendirilmiş olmaktadır.

Çalışmamızın başında sunduğumuz *"Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde okunan İncil ve Kuran-ı Kerim ayetlerinin analiz edilmesi ile ortaya çıkacak aralık değerleri, Arel-Ezgi-Uzdilek sisteminde ortaya konulan referanslar ve aralık değerleri ile örtüşmemektedir."* şeklinde **ortaya koyulan hipotezin doğru olduğu tespit edilmiştir.**

Öneriler

Mabed müziği çerçevesinde yapılan bu araştırmanın sonucunda, temkinli bir söylemle Arel-Ezgi-Uzdilek ses sisteminin Türk müziğini ifade etmede yetersiz kaldığı, bu noktada Türk müziğinin ifade gücünü temsil kabiliyetine sahip, farklı yaklaşımlarla meydana getirilebilecek yeni ses sistemlerine ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

Kaynakça

Çiftçi, M. R. (2019). *İstanbul'daki Hristiyan ve Müslüman mabedlerinde okunan Tevrat, Zebur, İncil ve Kuran-ı Kerim ayetlerinin karşılaştırmalı müzikal analizi* (Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı, İstanbul. YÖK tez veri tabanından erişildi (Tez No. 548029)

Çiftçi, M. R. (2019). Kani Karaca ve Bekir Sıdkı Sezgin'in ezan tekbirleri çerçevesinde Tony adlı ses analiz yazılımının işlevselliği. *Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi*, (43), 248-255. doi: 10.32547/ataunigsed.610405

Karaosmanoğlu, M. K. (2017). *Müzik aritmetiği ve ses sistemleri*. İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları.

Karasar, N. (2007). *Bilimsel araştırma yöntemi.* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Özkan, İ. H. (2006). *Türk musikisi nazariyatı ve usülleri-kudüm velveleleri*, İstanbul: Ötüken Neşriyat.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

AN INVESTIGATION OF THE ROLE OF DIATONIC FUNCTIONS IN THE SEYIR OF TURKISH MAKAM MUSIC: CASE OF 'HICAZ FAMILY'*

Ozan YARMAN**
William SETHARES***
M. Kemal KARAOSMANOĞLU****
Mehtap DEMİR*****
Tolga YARMAN******

Abstract

This paper presents a novel mathematical approach – originally framed by the first co-author and systematized afterwards by the second and last co-authors – that extracts sets of features related to diatonic functions out of a large collection of pieces in Turkish music. Pitch histograms, which are so far commonly used as a surrogate for the "perde" (variable pitch), customarily represent the proportion of time that a melody rests on each visited frequency. Contour histograms, introduced herein as a surrogate for the "seyir" (thematic flow), display the proportion of time the melody is "ascending" (e.g., Do-Re-Mi), reaches a "peak" (e.g., Re-Fa-Re), is "descending" (e.g., Sol-Fa-Mi), or remains in a "valley" (e.g., La-Do-Mi). It is possible to conceive these sets of mathematical properties in terms of a scale-degree vector analysis of a trigram chain of musical notes that demarcates both perde and seyir elements of Turkish makam scales. Using such computational surrogates, it becomes viable to examine the balance between the two elements (perde vs seyir) in a different light, and to identify, with

* The authors would like to extend their gratitude to Dr. Alan Marsden, Editor of Journal of New Music Research, for valuable suggestions towards the improvement of this work.

** Prof. Dr., Musicology Dept., Istanbul University State Conservatory. (ozanyarman@ozanyarman.com)

*** Prof. Dr., Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Wisconsin-Madison.

**** Assoc. Prof. Dr., Musical Sciences And Technologies Faculty, Ankara Music And Fine Arts University.

***** Assist. Prof. Dr., Musicology Dept., Istanbul University State Conservatory.

****** Prof. Dr., Faculty of Engineering, Istanbul Okan University.

respect to the established Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) theory, the prominent features of makam scale degrees that other pitches 'gravitate towards'. The proposed method is first concretized by the popular children's song commonly known as "*Twinkle Twinkle Little Star*" to show, in a familiar context, some of the interpretations that are suitable. The approach is then applied to a collection of monophonic pieces belonging – for this study – to "*Hicaz* (*Hijaz*) family" makams transcribed at 53-commas to the octave from the SymbTr database of the third co-author. This allows a comparison between the actual function of scale degrees and the *de facto* theoretical diatonic functions of standard AEU theory, and helps to highlight new information that can be extracted from the pitch and contour histograms. All "peaks", "valleys", "ascents" and "descents" in Hicaz, Hümayûn, Uzzal and Zengûle pieces are then juxtaposed to yield summary contour histograms that display commonalities and differences among the makam classes. Specifically, comparing the Kullback-Leibler divergences of 4 art and 4 folk music pieces (a total of 8 files) in Hicaz-family makams from those (a total of 418 files) in four unrelated makams communicates how closely the pieces under consideration align with the given makam type. In particular, said divergences reveal very close proximity of the chosen 8 Hijaz-family pieces to the Hijaz-kind (i.e., Hicaz, Hümayûn, Uzzal, Zengûle) instead of Buselik, Nihavend, Uşşak and Rast. To this end, cumulative contour histograms for all pieces in respectively Hicaz (158 files), Hümayûn (38 files), Uzzal (13 files) and Zengûle (9 files) are contrasted with the cumulative contour histograms for all pieces in respectively Buselik (59 files), Uşşak (118 files), Nihavent (130 files) and Rast (111 files) from the SymbTr database in order to quantitatively exhibit the generalized seyir behavior for each makam.

Keywords: Diatonic Function, Histogram, Melodic Contour, Seyir, Makam

Öz

Bu makale, Türk müziği'ne özgü geniş bir eserler seçkisi içinden diyatonik fonksiyonlarla ilgili unsurları ayıklamaya dönük – ilkin birinci eşyazar tarafından önerilip daha sonra ikinci ve son eşyazarlar tarafından sistematize edilmiş – özgün bir matematiksel yaklaşım ileri sürmektedir. Günümüze kadar genellikle "perde"nin (sabit olmayan seslerin) mübadili olarak kullanılan perde histogramları, alışıldık biçimde, bir ezginin her uğranılan frekans üzerinde geçirdiği bağıl süreyi temsil eder. Burada "seyir" (tematik akış) mübadili olarak sunulan kontur histogramları ise, bir ezginin "yükseldiği" (örneğin Do-Re-Mi), "zirve yaptığı" (örneğin Re-Fa-Re), "alçaldığı" (örneğin Sol-Fa-Mi), yahut "vadide kaldığı" (örneğin La-Do-Mi) durumların bağıl süresini gösterir. Sözkonusu matematiksel özellikler kümelerini – Türk makam dizilerinin hem perde hem seyir öğelerini ayırdetmeye dönük – üçerli üçerli zincirlenmiş notaların bir müzik dizisi derecesi vektör analizi yoluyla kavrayabilmek mümkündür. Bu tür hesaplamalı mübadilleri kullandığımızda, adı geçen iki öğe (perde ve seyir) arasındaki dengeyi farklı bir bakışla inceleyebilmenin ve diğer perdelerin "üzerlerine doğru cezbolduğu" makam dizi derecelerinin öne çıkan ana hatlarını – yürürlükteki Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) kuramına kıyasla – saptamanın, yolu açılmaktadır. Önerilen metod, öncelikle, alışıldık bir bağlamda uygun yorumları göz önüne serebilmek adına, yaygın olarak "*Daha dün annemizin kollarında yaşarken*" diye bilinen popüler çocuk şarkısı ile somutlaştırılmıştır. Yaklaşımımız daha sonra,

bu çalışma özelinde, oktavda 53-komma ayrıntısında notalandırılmış ve üçüncü eşyazarın SymbTr veriüssünden edinilmiş "*Hicaz* ailesi" makamlarındaki teksesli eserler demetine uygulanmıştır. Böylelikle, dizi derecelerinin asıl işlevleri ile standartlaşmış AEU kuramının *defakto* diyatonik fonksiyonları arasında karşılaştırma olanağı sağlanabilmekte, ayrıca, perde ve kontur histogramlarından çıkarsanabilecek yeni bilgileri aydınlatabilmenin önü açılmaktadır. Daha sonra, Hicaz, Hümayûn, Uzzal ve Zengûle makamlarındaki parçaların tüm "zirveleri", "vadileri", "çıkışları" ve "inişleri" üstüste geçirilerek, muhtelif makam sınıflarında ortak yanlar ile farklılıkları göstermeye dönük olarak, özet kontur histogramları oluşturulmuştur. Ayrıntıya girecek olursak, Hicaz ailesi makamlarındaki 4 sanat ve 4 halk müziği parçasının (toplamda 8 dosyanın) Kullback-Leibler sapmalarını, bunlara ilişkisi uzak dört makamdakilerle (toplamda 418 dosyayla) karşılaştırmamız sonucunda, ele alınan parçaların herhangi bir makam örneği ile örtüşme yakınlığı ortaya çıkmaktadır. Sözkonusu sapmalara bakıldığında, seçili 8 Hicaz-ailesi parçasının – Buselik, Nihavend, Uşşak veya Rast yerine – özellikle Hicaz türüne (yani Hicaz, Hümayûn, Uzzal, Zengûle makamlarına) çok yakın düştüğü açığa çıkmaktadır. Bu doğrultuda, her makamın genelleştirilmiş seyir davranışını nicel olarak belirtebilmek üzere, SymbTr veriüssünden sırasıyla Hicaz (158 dosya), Hümayûn (38 dosya), Uzzal (13 dosya) ve Zengûle (9 dosya) makamlarındaki bütün parçaların kümülatif kontur histogramları, sırasıyla Buselik (59 dosya), Uşşak (118 dosya), Nihavent (130 dosya) ve Rast (111 dosya) makamlarındaki kümülatif kontur histogramlarıyla karşıt kılınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyatonik Fonksiyon, Histogram, Melodik Kontur, Seyir, Makam

1. Background

By the 18th Century, Ottoman, Safavid and Mughal realms, who for the most part can be said to have shared a similar Islamic cultural background, were becoming increasingly subjected to the brunt of European imperialism and colonialism. This led to a demand for officially sanctioned reforms in the Orient from the 19th Century onward, with subsequent renovations and revolutions in many areas of life [Kinross, pp. 417-530]. Especially in the Ottoman Empire, the effects were noticeable in the unrelenting transformation of traditional musical aesthetics. Soon enough, following the overthrow of the insurgent Janissary Corps in 1826, the time-honored *Mehter* was replaced by a Eurogeneric Imperial Military Band by the name of '*Miziqay-i Humayun*' [Öztuna Vol I., pp. 170,216,237 & Vol. II, pp. 22-23,30]. Orchestral instruments and staff notation were thereby adopted, and microtonal features of *maqamat* (pl. of maqam/makam) were abandoned in favor of Western keys and triadic harmony. This soon led to a cultural conflict lasting two centuries in the land known as the *Alla Turca – Alla Franca strife* [Yarman, pp. 8-21]. Not long after this date, attempts were made to identify makams in terms of kindred European tonalities. For example, Haşim Bey wrote in 1864: "… while this makam (*Neveser*) is not present in *Alla Franca* (music), it is called G minor." [Yalçın 2013]

This was but part of a long history of Europeanization. On the one hand, the French Campaign to Egypt and Syria spearheaded by Napoleon Bonaparte in 1798 motivated Orientalists such as Guillaume A. Villoteau [1826] of the *Commission des Sciences et des Arts* to take an account of native settings from an Enlightenment perspective[1]. On the other hand, this, in turn, influenced the Arab world to incorporate and ratify 24-equal divisions of the octave (first clearly formulated at the beginning of the 19th Century by Mikha'il Mishaqah of Lebanon [D'Erlanger, pp. 23,27,29,34,37,40,42,47, Maalouf]) as the principal tuning grid of Levantine and Maghribi music-making at the 'Cairo Congress of Arab Music' held in 1932 [Farmer].

As a reaction to the 'synthetic' quarter-tones being so openly embraced by Arabs – and in view of the increasing animosity by the revolutionary Kemalist intelligentsia of the young Republic of Turkey toward this musical interval (and thus, every 'non-rural' performance tradition incidentally associated with it) as the presumed 'artificial product' of Byzantines and their Arab/Ottoman contemporaries [cf. Yarman] – the conservative Turkish faction led by Rauf Yekta, Saadettin Arel, Suphi Ezgi and Salih Murat Uzdilek defended, much to the detriment of established praxis, a 24-tone rival theoretical model based strictly on Pythagorean pitches that entailed only 3-limit musical ratios, insofar as shunning outright the usage of quarter-tone alterations on the surface [Yekta, Arel, Ezgi, Uzdilek].

As Westernization came to dominate the official parlance via growing its sphere of influence into public and private niches, so too were the old ways of calligraphically describing music on drawn-out manuscripts gradually superseded with tonality-inspired theoretic frameworks. What would later become the 'accepted theory' of Classical Turkish music, the now-ubiquitous Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) system, was forged in such a setting. Even in early efforts to preserve makam microtonality via staff notation using special accidentals, said trend was apparent – as exemplified by the distinctively commatic 'quartal harmonization' method proposed during 1940s by İlerici [1981] based on his novel and highly innovative understanding/restructuring of the diatonic function of each perde (variable pitch) of a given makam scale [cf. Yalçın 2012].

In this regard, late 19th to early 20th Centuries saw such figures as Notacı (Notator) Emin Bey [Yalçın 2014], Muallim (Tutor) İsmail Hakkı Bey [Kaygusuz], Ali Rıfat Çağatay and Mildan Niyazi Ayomak (cf. Girgin [2006, pp. 197-205]) – next to Yekta, Arel, Ezgi and Uzdilek. The former four used staff notation with supplementary yet haphazard microtonal sharps &

1 Villoteau specifically mentions '1/3rd tones' on page 16 of his *De l'État Actuel de l'Art Musical en Égypte*: "…l'echelle musicale divisee en tiers de ton…" – therefore accounting for 17 tones to the octave on pages 43-44 of his tome with the inclusion of quarter-tones. In all likelihood, what Villoteau saw there was a 'millenial adulteration' of what had remained of the scribblings of al-Farabi and Urmavi. Similarities between Villoteau's observations and those of the earlier Toderini are worthy of note, for which one may refer to Aksoy [1994].

flats, and the latter four espoused the aforesaid Pythagorean tone-system regularization on staff with full-blown expansion into diatonic function descriptions such as finalis/tonic (*karar/durak*), dominant/cofinal (*güçlü*), and leading tone (*yeden*) when explaining makams as reliant upon scales made up of tetrachordal+pentachordal or pentachordal+tetrachordal genera [cf. Özkan].

On the one hand, one can glimpse the verbatim usage of *karar*, alongside even *asma karar* (tonicization) and *tetimme-i perde* (complementary/leading tone), in earlier treatises such as by Dimitrie Kantemir [1698, pp. 8-9 & 128-9] when he says: "… Know that *tetimme-i perde* is that which, upon reaching the *karar* of a *perde*, the semitone below it is touched and then it concludes at the whole *perde*[2] …" and "… after an *asma karar* is made on *perde* hüseyni, it returns once more to *perde* hüseyni after performing *maqam* Hisar with *perde* hisar[3] …", as well as by Abdülbaki Nasır Dede [Aksu, p. 171] when he says: "… though all *maqams*, from their *agâzhane*s (opening tones) to their *karargâhs* (final tones), are realized by a *seyir* (thematic flow), *maqam* Rast – on account of its *agâzhane* and *karargâh* being the same – relies on ascent and descent.[4] …". On the other hand, the remaining diatonic function names and descriptions such as *güçlü* (dominant), *yarım* or *muvakkat karar* (semi-cadence), and *kalış* (cadential rest) are without question direct borrowings from the ubiquitous literature of the idiom of European tonality; to say nothing of the proliferation, throughout the 20th Century, of '*şedd/göçürüm*' (transposition), '*geçki*' (modulation) and '*çeşni*' (modal/generic substitution).

To summarize, one can translate the Turkish diatonic function terms to their Western equivalents in the following way: i) *karar/durak* = finalis/tonic, ii) *yarım karar* = semi-cadence, iii) *asma karar* = tonicization, iv) *güçlü* = dominant/cofinal, v) *yeden* = leading/complementary tone, and vi) *kalış* = cadential rest.

In general, Western approaches to tonality pertain to 'straightened-out intervals' and to the musical role of those intervals in a polyphonic context; i.e., there is ordinarily neither much notion of the direction of melodic motion nor of the melodic contour of the executed pitch sequence. In contrast, the seyir (melodic progression/procedure) is an indispensible element in establishing a makam. Yet, one may very well have conspicuously 'different seyirs' in different pieces, but, all the same, still delineating a single given makam; such as with the *Hicaz* (*Hijaz*) *şarkıs* (songs) of respectively Dede Efendi (e.g., *Ey büt-i nev eda, olmuşum*

2 Ottoman-Turkish original transliteration: "*Âgâh ol ki tetimme-i perde oldur ki, bir perdenin qarârına varıldığı zemanda, altında olan nîm perdeyi doqınub gene temâm perdede qarâr qılar …*"

3 Ottoman-Turkish original transliteration: "*Ve Hüseynî perdesinde bir asma qarâr itdikten sonra, Hisâr perdesi ile, Hisâr maqâmını edâ idüb, gene Hüseynî perdesine 'avdet ider.*"

4 Ottoman-Turkish original transliteration: "*… cemî'an maqâmât âgâz-hânelerinden qarargâhlarına dek bir seyr ile hâsıl olub, ammâ maqâm-ı Rast âgâz-hânesi ve qarargâhı bir olduğundan, su'ûd ve hübûta muhtâçdır.*"

müptela) and Şevki Bey (e.g., *Sen bu yerden gideli ey saçı zer, seni söyler bana dağlar dereler*). Under these circumstances, the 'problem of seyir' becomes even more complicated. This is all the more so if a piece, although said to be, for instance, in Zirgüle'li Hicaz (or Zengûle), later turns out to be in Zirgüle'li Suzinak instead. What really makes a piece belong to a certain makam, other than the way a set of perdes ('bus stops' along the melodic route, so to speak) occur throughout the melody? The present study attempts to determine empirically ways in which, on one hand, such diatonic functions as finalis, dominant, and leading tone and, on the other hand, pitch contours are common to pieces in a particular makam, so as to distinguish such pieces from those in other makamlar.

Additional background on the particulars of makam theory and its historical development may be read in Touma [1934], Zannos [1990], Powers [1988], Signell [1977], and Yarman [2016].

To recapitulate, it will be useful to present below a synopsis of the historical landscape that molded quotidian classic music-making in Turkey up until the most recent and significant alternative theoretical developments:

1) More than a millenium ago, during the time of the 'Islamic Golden Age' (spearheaded by no doubt the rationalist discourse of Mu'tazilah primarily circa 9th Century AD), scientific curiosity and factual investigation received prodigious patronage that fuelled the 'knowledge transfer' of Hellenistic musical thinking & mathematics to the seat of the Caliphate as well as other Muslim centers of learning. The '*Bayt al-Hikmah*' (House of Wisdom) founded by the Mu'tazili Caliph al-Ma'mun in Baghdad, for example, was the hallmark of the piously inquisitive and moderately inclusive scholastic ethos of the era following in the footsteps of the long-gone *Library of Alexandria* and the later Sassanid *Farhangestân-e Jundišâpur* [Modanlou], where huge translation projects were carried out, and whereupon the Oriental music of the time began to be explained in the manner of Pythagoras, Archytas, Aristoxenos and Claudius Ptolemy. A notable curiosity of this 'Golden Age' – which would seldom (and just arbitrarily) be repeated in later centuries under Mamluk, Ottoman, Timurid and Safavid rule – was, for instance, how Caliph Al-Ma'mun himself organized a discovery expedition to the Giza Necropolis in Egypt; leading, among other things, to the excavation of a new tunnel inside the Great Pyramid. (It is rumored that he took as trophy the marble lid of the sarcophagus in the so-called 'King's Burial Chamber' (cf. [al-Idrīsī]). Such was the spirit of objective inquiry about the world back in those days that incentivized curious minds to seek direct and academically credible answers to enigmatic existential questions instead of relying on uncharted and unsubstantiated narratives.

2) After the fall and sack of Baghdad at the hands of the Mongol Horde under Hülagü in the 13th Century, the 'Islamic Golden Age' collapsed along with the Abbasid Empire, and later periods under the archetypically equesterian Mamluk, Ottoman, Timurid and Safavid

rule (given their remarkable disregard for state-sponsored science organizations of free chroniclers, explorers, translators, researchers and inventors) showed no true fascination by natives in the ancient historical heritage whence their contemporaneous culture clearly drew roots. Only much later, in the 19th and 20th Centuries, would European Orientalists take active interest in the sociological and archeological scenery of the Middle East in a 'naturalistic manner' owing to the political weakening and gradual dismantling of Muslim 'Gunpowder Empires'. (The 'Reconquista of al-Andalus' and the 'British Raj' in India can be considered seperate issues to be investigated in this regard.)

3) Said lack of interest in minutely accounting for one's own culture was so much so that little to no effort was made by later Muslims or Islamicized non-Muslims to methodically, systematically and empirically recount their aesthetical commonwealth. Such apathy idiosyncratically included the arena of music-making and all possible records pertaining to it; e.g., 'explicit calculation of intervals', 'precise location descriptions of pitches', 'indication of the exact number of strings or fingerholes per instrument', 'their mathematical tuning/stringing/drilling methods – construction schematics – scientifically accurate drawings' and 'details of materials to be used thusly' – alongside 'weight', 'length' and 'periodical data' in every kind of instrument-making – not to mention 'the manner in which such instruments were to be played, taught, and preserved'… Said technicalities and nuances (and particularly any established notational standard next to a follow-up score engraving industry) were given absolutely no precedence (throughout a protracted period which the first co-author had dubbed 'The Dark Ages of Maqam Theory' in his Doctorate Dissertation [Yarman, p. 44]); and it seemed like everything was taken for granted until the advent of Western imperialism and colonialism starting, for our purposes, with the incursion of Napoleon Bonaparte into Egypt and Syria by the 19th Century. (This is when Guillaume André Villoteau enters the picture and would set in motion a series of events that irrevocably changed the intonational foundations of Middle Eastern maqam theory.)

4) Note that the prevalent obscruantism governing the artistry of all those centuries was, according to commonplace lore, based on such pretexts as 'trade secrecy', 'jealousy' towards the preservation of personally refined know-how, and the general wont to singularly gain 'monetary benefits' from rulers as well as other wealthy benefactors. It may also be that certain merchant professions were exclusively in the monopoly of autochthonous non-Muslims that prevented accurate technical/artistic illustrations by their Muslim compatriots; seeing as the sociological primacy of the Muslim caste necessitated their active participation in the feeding of mouths, running of empires, and manning of armies.

5) Yet, even before Villoteau, there were European ambassadors and travellers to the Middle East, such as Giambatista Toderini and Charles Fonton (cf. [Aksoy, pp. 97-110 & 146-55]), who gave detailed descriptions of the musical scenery that we can compare with the common practice period in the West. Whereas the impact of such pioneering intelligence

gathering activities would not be truly appreciated until the 20th and even 21st Century, without this 'Rosetta's Stone', there is, in fact, no serious way in which one can understand the lost Maqam music centuries. (Here, Wojciech Bobowski aka 'Ali Ufki' and Dimitrie Kantemir aka 'Kantemiroğlu' might be the sole two native-bred Westernized exceptions to confidently refer to for the task of internally deciphering the authentic makam tone-system.)

6) It is thence easy to imagine how Villoteau's portrayal of 1/3rd tones alongside 1/4th tones on the neck of some Egyptian instruments (pointing to an irregular 17-tones to the octave fretting) confused the likes of Jean-Benjamin de La Borde, François-Joseph Fétis and Hugo Riemann (cf. Ghrab [2005]). This is known to have resulted in the faulty description by such continental dilettantes (who had never seen the Levant with their own eyes) of Oriental (i.e., 'Arab') music mostly in terms of 24-tone Equal Temperament. It goes without saying that the idea of temperament was a mathematical necessity in Europe and overseas for unbounded polyphonic transposition; especially given how the 'concert pitch' varied across the Western world and how composers pushed for wider modulational expression throughout the cycle of fifths that challenged normative keyboard playing and even construction.

7) The 12/24-tone Equal Temperament (tET) idiom then summarily boomeranged back to Lebanon (as would be expected after prolonged interaction with more advanced foreigners and the resulting culture transfer) into the hands of Mikha'il Mishaqah who had been mentioned previously, and who promptly appropriated the 'doubly equal temperament' idea for Oriental (i.e. 'Arab') music. Notice that, by this time, the notion of Arab music as a distinct entity compared to Turkish or Persian music began to be recognized, especially given how the Orientalists' categorization of nearly all of the Middle East as 'Arabic' was gradually felt as denigrating to non-Arabs. Needless to say, this move exacerbated adverse nationalistic sentiments that led to the divarication of Turkish/Arabic/Persian music as distinct and disconnected entities – although they were, as a matter of fact, not entirely so.

8) By the time of the 'Music Congress of Cairo' in 1932, it was too late to remedy the situation. Arabs almost altogether unequivocally adopted 24-tET, while Rauf Yekta insisted on his appropriation of the first wholesome incidence of a three-tiered 'nim[5]'-selfsame-'dik[6]' accidented perde prefix nomenclature from Mishaqah (which would later stick with Arel-Ezgi-Uzdilek) for an extended variant of the quintessential Pythagorean tuning as the actual tone-system of Middle Eastern (or at least Turkish) music [Erguner, pp. 87-171]. Yet, Yekta – and later Arel, Ezgi and Uzdilek – were not without historical basis either. Confusingly enough, Safiyuddin Urmavi (from 7 Centuries ago, at around the time of the Mongol devastation of Baghdad) had just the needed 17-tone Pythagorean infrastructure that became the foundational premise of the 'Yekta-Arel-Ezgi school' (the way it had been coined by O.

5 literally and intentionally, "half(-tone)" in Arabic, as it originated from Persian;

6 literally and intentionally, "raised (by a small diesis)" in Arabic, as it originated from Turkish;

Yarman in his Doctorate Dissertation) which held that "there were no quarter-tones in Turkish music". But even this should not come as a surprise, seeing as much of the 'Islamic Golden Age' was substantially about the adaptation of Hellenistic lore to the Fertile Crescent – including the local infusion of a bona fide multi-millenial tuning method of stacking hemiola, which was attributed to the most legendary and foremost of all music mathematicians in Ancient Greece (i.e., Pythagoras).

9) Yet, even more confoundingly, institutionalized Turkish Folk music later began to diverge from Turkish Classical/Art music during the 1940s and 50s as the nationalism movement progressed; which lead, in time, to their own music philosophy – and later, their seperate music theory enterprise [e.g., Emnalar]. Backed by the 'Muzaffer Sarısözen notation' (which probably is a 'bastardization' of Kemal İlerici's original 53-comma discreteness approach), quarter-tones were underhandedly re-introduced into the transcription of traditional music of Turkey through 'comma number indices' attached over ordinary sharps and flats. (As a sidenote, Yalçın Tura [1988] seems to be the first academician who explicitly mentioned the occurrence of quarter-tones on the neck of the Bağlama.)

10) In the meanwhile, the description of modes through the conjunction of tetrachords to pentachords (or vice versa) had, on any account, remained a dependable intervallic systematization that was utilized for more than a millenium (barring the protracted period which the first co-author refers to as 'The Dark Ages of Maqam Theory' in just the way emphasized above). This methodology was revitalized by Orientalists, and later, by modern Arabs, Turks and Persians. Actually, it was none other than Yekta who was instrumental in the reinstating of the tetrachordal/pentachordal parlance to explain modern Turkish music theory after the aforementioned mathematical hiatus, which was immediately picked up and re-purposed by Arel, Ezgi and Uzdilek following his death. Incidentally, institutionalized Folk music in Turkey is also thought to have independently begun to be affected by this archaic parlance of 'exploiting genera to build scales' since about the last 40 years.

11) Eventually, by early 2000 in general, several electroacoustic measurements and computational musicology studies [Signell pp. 37-47 & 151-61, Akkoç, Karaosmanoğlu 2003, Kaçar 2002 & 2005, Beyhom, Bozkurt 2008 & 2011, Bozkurt & Yarman et al., Bozkurt et al. 2008-2010-2014, Gedik & Bozkurt 2009-2010, Özek 2011 & 2012] incontrovertibly revealed that the official tone-system widely known as Arel-Ezgi-Uzdilek and ubiquitously adopted by Turkish Classical/Art music circles to transcribe the repertory indeed falls short (as had long been suspected) of correctly representing certain abstruse makams such as Saba, Uşşak, Hüseyni, Hüzzam, Karcığar, etc… on paper; which turns out to be a factuality also corroborated through the software playback of quotidian microtonal score editors (to be specified a little below). Said failure is likewise echoed in the defiant usage by Folk musicians of an altogether different set of accidentals called the 'Muzaffer Sarısözen system' as previously mentioned – which was, by all accounts, developed in tandem with, or borrowed from, the

pioneering work of Kemal İlerici during either the 1930s or 40s – that had otherwise been perfunctorily associated with 53-tone Equal Temperament (53-tET), but seems rather to be an atypical shorthand for a subset of the similitude of 24-tET as it appears on the necks of conventional Bağlamas today.

12) At any rate, this 53-tET resolution had been employed in native score editors known as NOTIST by M. Uğur Keçecioğlu, MUS2 (both the 'alpha' version and the revamped Data-Soft release) by M. Kemal Karaosmanoğlu and Utku Uzmen, as well as NOTA 2.2 by Ömer Tulgan for realistic playback. Come what may, Arel-Ezgi-Uzdilek happens to be an almost perfect subset of 53-tET, thus allowing microtonal alterations to be faithfully rendered digitally via the usage of 'comma number indices' on top of customary sharps and flats that demarcate the intended 'commatic deviation' or 'pitch inflexion'.

13) That there is a serious discrepancy between theory and praxis was moreover unveiled especially with regards to how the semitone mandals on a Qanun were being endemically affixed in accordance with '0 cent offsets' of the needle of 12-tET tuners imported from Western countries, and then with respect to how the distance between each 'mandal' and the 'nut' visually apportioned into equal parts to yield – for all intents and purposes – multiples of 12-tET. (As a sidenote, here is an excerpt from the first co-author's pertinent wikipedia entry on 'Qanun': "On the regular diatonically tuned Qanun, mandal technology was first implemented, according to Turkish musicologist Rauf Yekta, some 30 years prior to his submission of his invited monograph on Turkish Music to the 1922 edition of Albert Lavignac's Encyclopédie de la Musique et Dictionnaire du Conservatoire. Levantine Qanuns, prior to that time, remained rather inflexible and cumbersome to perform on [especially as demanding modulations/transpositions came into vogue that were increasingly emulating Western tonality and key changes], requiring the player to use the fingernail of the thumb to depress on the leftmost ends of the courses to achieve on-the-fly intervallic alterations. With the advent of electronic tuners some decades later, standardization of the placement of 'reference mandals' on the Qanun began. While Armenian Kanuns now employ only equidistant half-tones and Arabic Qanuns exact quarter-tones as a result, Turkish Kanun-makers went so far as dividing the electroacoustically referenced equal-tempered semitone of 100 cents into 6 equal parts, yielding – for all intents and purposes – 72 equal divisions (or 'commas') of the octave pitch resolution. Not all pitches of 72-tone equal temperament are available on the Turkish Kanun, however, since Kanun-makers affix mandals that only accommodate modulations/transpositions popularly demanded by performers. This has subsequently lead to the familiar interrupted and irregular pattern of mandals on the Turkish Kanun becoming a visual guide for players in facilitating modal and intonational navigation on an instrument which is ordinarily bereft of pitch markers. Some Kanun-makers may also choose to divide the semitone distance from the nut of the lower registers into 7 parts instead for microtonal subtlety [and the highest registers, conversely, into 5 parts due to spacing constraints]; but do so at the expense

of octave equivalences. Despite the mentioned discrepancies, hundreds of mandal configurations are at the player's disposal when performing on an ordinary Turkish Kanun.")

14) As trivial and tedious as this revelation turns out, it was evidently O. Yarman who first theoretically and wholesomely identified the conundrum in the case of mandal affixtures on Qanuns right at the onset in the Summary pages of his Doctorate Dissertation about 14 years ago. After being mired so with approximately 100 cent semitones, the inescapable 'bike-chain multiples' of approximately 12-tET that arise subsequent to finer and finer uniform partitioning by instrument-makers can only result in irregular subsets out of 60, 72, 84 equal divisions when not all mandal spaces are filled, just as because the lower section of the register sometimes get crowded more than the treble section due to more available physical space under the bass string courses. On the whole, one finds it rather remarkable that, since about 14 years, the first co-author vociferated the presence of 72-tET on Turkish Qanuns before anyone else was verbal about it. Despite this fact, no mention was made of Yarman's preliminary theoretical explanation of the situation regarding Turkish Qanuns in a later study (no matter how much deeper – and possibly redundant – in scope) published in 2013, where Yarman's Dissertation was anyhow cited [Günalçin].

15) In what followed, a flurry of theoretical pursuits took to the stage during the past decade and a half that profoundly involved the first, second, and third co-authors (as well as others rushing to the frontlines [cf. Yarman 2010]), where much turmoil ensued over the already prevalent chaos, and nothing really productive had been achieved towards the solution of the crisis between theory and praxis in Turkish Art music. Even worse, the general tendency by executants and instrument-makers was an ever-growing antagonism towards, and a louder rejection of, mathematical labor in music – to say nothing of impulsive (not to mention fatuous) proclamations to the effect that there was no fixed pitch to take into account in tradition; wherefore, given the purported 'arbitrariness' and 'fickleness' of each and every perde when fiddling with makams, opinions were pushed forward that went as far as to suggest the removal of frets from instruments that for centuries had them installed to begin with, or to demand the 'fluidization of fixed-pitch instruments' like the Keyboard, Garmon (Turkish Accordeon), Qanun, Lavta, Tulum (Pontic Bagpipes), Çifte Kaval, Sipsi, Zurna, Mey (aka Balaban or Duduk) etc… in order for them to be deemed Turkish music compliant!

16) Still, the first co-author had been influential in carrying a set of prominent theoretical solutions to the digital platform at the forefront so as to succeed in getting tangible outcomes. Aside from his 79-tone Qanun tuning and theory proposal [cf. Yarman 2016] that was soon fortified with a template file housing the 'custom-built Sagittal music font and notation palette' under the efficacious MUS2 editor, he also propounded a mid-sized alternative dubbed 'Yarman-36' in a joint article with the third co-author [Yarman & Karaosmanoğlu] that had the unique feature of being entirely tunable by ear based on a special reference frequency and simple integer beat counts; and then finally a complete barebones replacement

for Arel-Ezgi-Uzdilek in mainly a single Ahenk (Concert Pitch) christened Yarman-24/31 that relied on the exact same arsenal of microtonal accidentals as the current 24-tone Pythagorean tone-system in effect – which Yarman detailed in a dedicated chapter in his book [Yarman 2010]. (This was the first variant dubbed 'a' – soon followed by 'Yarman-24b', 'Yarman-24c', etc…; whereby the 'c' version was applied not only to Yarman's bowed tanbur, but also to Tolgahan Çoğulu's acoustic guitar, and Andrew McPherson's patented 'TouchKeys' – aside from the '24-tone Maqam Piano' web application [cf. http://www.ozanyarman.com/24tonemakampiano.html] that Yarman developed with the programming help of Mesut Güngör.)

17) Pertinent information regarding the Yarman-24 initiative can be found especially in related YouTube channel videos accessible from the first co-author's internet homepage (http://www.ozanyarman.com). In brief, at the core of Yarman-24c is a 12-tone cyclic 'Modified Meantone Temperament' compatible with Western common practice, alongside an embedded 17-tone cycle suitable for makam-flavored xenharmony pursuits. Recall, yet, that this approach necessitates no other accidental symbols than those already accustomed to in Arel-Ezgi-Uzdilek, and it moreover came out to be almost as successful as 53-tET in our joint publication [Bozkurt & Yarman et al.] in matching histogram peaks from measurements of the recordings of master executants. With these advantages, the Yarman-24c tone-system has now become a serious contender to the current theoretical model, whose shortcomings have already been pointed out earlier through and through.

18) Notwithstanding, the ongoing crisis between theory and praxis in terms of determining the actual tuning model used in traditional and classical music genres of Turkey (which had been made worse by the cornucopia of alternative tone-systems flooding the market today) – let alone the task of propounding a common or generally acceptable 'master tuning template' for all of the Levant and the Middle East – remains a daunting handicap in the face of the need to accurately explain the finer (viz., subtly microtonal) particulars of Oriental modality in the 21st Century. Other tone-system suggestions include, but are not restricted to, 34-tET and 41-tET by the first co-author [Yarman 2008]; 51-tET (to better acquire the 'Pythagorean comma') by Karaosmanoğlu and Akkoç [2003]; and the triple (or double – with respect to Yarman) simplified original idea of 17-tET based on a 'rather strangling interpretation' of Urmavi by Yalçın Tura [1988 – cf. the book itself].

The damage done by the 'Yekta-Arel-Ezgi school' has been compounded by the adverse 'twelvulation' of the Turkish music soundscape (for which O. Yarman had coined the term "*temperialism* / *temperyalizm*" about two years ago to denote 'conscious or inadvertent equal temperament inurement') by a succession of people who can be said to have understood little of actual temperament & tuning mathematics as a requirement for both authentically representing makamlar and leaving the door open for possible future xenharmony.

2. Framework of This Study

Under the prevalent influence of Westernization, 20th Century models of Turkish music theory have attempted to explain makams as analogous to European musical keys and tonalities. Chief among these models is the standard Arel-Ezgi-Uzdilek theory, which conceives of each makam as a static set of pitches (perdes), and borrows diatonic function ideas from the common practice era such as the finalis/tonic (*karar/durak*), dominant/cofinal (*güçlü*), and leading tone (*yeden*) to highlight the makam's mobility. In contrast, indigenous historical descriptions of Turkish music are often conceived of as a balance between the *perde* – i.e, any of the set of more or less flexible pitches used in the piece, and the *seyir* – that relates to temporal motion within the piece (for instance, repetitive or common motifs or melodic contour).

Computational approaches to Turkish music have encompassed both melodic and rhythmic aspects. For example, Gedik & Bozkurt [2009] address the question of makam structure and its relationship to AEU theory using a music information retrieval framework, while Ünal et al. [2014] explore a classification paradigm. A number of open issues in the field are surveyed by Bozkurt et. al [2014], including methods that can be applied to tuning analysis, automatic transcription, automatic melody analysis, and automated makam identification.

Pitch histograms have become a recurrent tool in the computational analysis of both Western and non-Western music. For example, Tzanetakis et. al. [2003] examine the use of both symbolic (MIDI or score-based) and acoustic (audio-based) pitch histograms in the automatic classification of musical genres (Electronica, Classical, Jazz, Irish Folk and Rock specifically). More recently, Bozkurt et. al [2009] and Gedik & Bozkurt [2010] attempt to identify the tonic of a performance along with its makam using pitch histogram templates that are derived from a statistical analysis of the frequency content of the makams under the assumption that each perde is represented by a central frequency value and a distribution about that central value. A similar study by Şentürk, Gulati & Serra [2013] for identifying the tonic of a piece with reference to its written score can be cited along this line. Akkoç [2002] initially argued that makam scales are contingent upon not fixed but 'stochastically fluid' intervals depending on the pull of the seyir, and he demonstrated through pitch histograms that 'indeterminate scales' delineate clusters of tones more or less centered around the theoretical AEU values. This idea of intervallic fluidity and dynamism is echoed in later computational studies by Karaosmanoğlu [2003]. Most recently, in Akkoç et. al. [2015], pitch histograms are combined with higher order statistical measures to investigate – in juxtaposition with input from select master participants – whether it is perde or seyir that plays a predominant role in the auditory identification of Turkish makams.

The contour of a melody has long been considered significant in the study of music before the advent of computational musicology. Adams [1976] writes: "The concept of melodic

contour (shape, configuration, outline) is frequently encountered, but its precise meaning and significance in musical analysis is elusive". Adams surveys a number of graphical techniques that attempt to encode the intuitive notion of contour, including those based on global motion, those based on linguistic forms, those based on symbolic forms and their computational simplifications; with most aimed at an evolving picture of melodic motion where the contours are divorced from particular notes of the underlying scale. Attempts have also been made [cf. Schmuckler] to define musical contour, assess its perceptual significance, and to identify physical correlates (e.g., Schmuckler considers measures of oscillation and Fourier analysis). Monahan et. al. [1987] have further studied the effect of melodic contour on pitch perception. Results show that listeners are 'sensitive to the presence of global shape information in melodic contour'. Perhaps because of the lack of a clear definition of melodic contour, not as much attention has been paid to contour as has been paid to pitch, harmony, and rhythm; though certain investigators, such as Phiwma & Sanguansat [2010] and Salamon & Gomez [2012], have found it useful in the extraction of a melody from a recording of polyphony. Friedmann [1985], Morris [1987], and Marvin & Laprade [1987] represent melodic contour as a collection of classes (or contour space segments) which are sets that describe the order of the pitch heights of the tones in each segment (for instance, each measure or phrase). This approach divorces the up/down-ness of the contour representation from the individual notes of the scale, and hence is not a good match for Makam music where scale steps are often considered to be related to particular directions of motion. Quinn [1999] partitions contour into three relations (up, down, and no-change), and focuses on the perceptual import of non-adjacent tones.

By focusing on trigrams, we incorporate a notion of contour that partitions into four relationships (viz., 'ascending', 'descending', 'peak' and 'valley'), but we restrict attention to adjacent tones.

This paper hence proposes a type of note-based trigram chain definition of contour, where each occurence of every note is assigned to one of four classes: 'ascending' (e.g., Do-Re-Mi), 'descending' (e.g., Sol-Fa-Mi), 'peak' (e.g., Re-Fa-Re), or 'valley' (e.g., La-Do-Mi). The collection of such attributions is used to form histograms of melodic contour analogous to the way pitch histograms record the proportion of time spent at each pitch. These *contour histograms* thus represent a simple computational analog of the pattern of ups and downs, as well as peaks and valleys, of the melody. In the context of Turkish makams, contour histograms roughly represent the seyir of the makam by highlighting principal diatonic functions of its musical scale, while pitch histograms correspond to the durational distribution of perdes. (It is necessary to emphasize at this point that, under our approach, highest and lowest tones are regarded as privileged.)

The next section presents details on how the pitch and contour features are extracted, and how the method is first applied to the simple children's song known popularly as *Twinkle*

Twinkle Little Star. Several aspects of the *Twinkle* melody are clearly visible in the histograms. Section 4 then applies the method to a collection of monophonic pieces in Hicaz family makams in order to highlight the relationships between standard AEU-based theory and information extracted from our pitch and contour histograms. A selection of musical scores transcribed at a resolution of 53-commas to the octave (encapsulating AEU pitches too) are drawn from the SymbTr dataset [Karaosmanoğlu 2012] belonging to the Hicaz, Hümayûn, Uzzal and Zengûle makams, and encompass both Art and Folk music genres. Each note in the given scores may be a local maximum or minimum (a 'peak' or a 'valley'), or else it has a direction; i.e., it is part of an 'ascending' or 'descending' sequence. The approach is readily applicable to all related groups of makams, and may also be applied to any melodic corpus of Western music. Section 5 presents a statistical analysis that uses the Kullback-Liebler measure of relative entropy to compare the melodic contour histograms of the chosen Art and Folk pieces to cumulative contour histograms of four variants of Hicaz, and to cumulative contour histograms of four unrelated makams. Said statistical analysis reinforces the musicological analyses of earlier sections, and shows how the histograms readily distinguish the Hicaz variants from the unrelated makams. Finally, the topic is concluded under Section 6.

Before proceeding onward, we should remind that the main source of SymbTr is the TRT ("Radio and Television of Turkey") Institution, aside from other trustworthy archives such as "Recollection of Turkish Music Culture", in which the makam of a piece in Classical Turkish music has either been declared by its composer (as handed down in the oral tradition) or written on its score by the notist. The categorization of Folk music pieces are done during their admission into TRT by musicians who make the anthologies, or else, using automated classification using dedicated software. The 'source of transcription' is a kind of information that signifies the source person from whom a Folk music piece is compiled (rather than signifiying any persons in the Classical Turkish music genre). Even so, Art music scores seldom identify the engraver or score-checker.

3. Pitch and Contour Histograms: A Scale-Degree Vector Analysis

A melody may be represented by a list of notes with pitches $\{p_1, p_2, \ldots p_n\}$ and corresponding durations $\{d_1, d_2, \ldots d_n\}$. The durations may be measured in seconds, milliseconds, or some other convenient time base such as eighth-note (quaver) or quarter-note (crotchet) values. The pitches (but not grace notes) are drawn from some finite set **S** which is the musical scale upon which the piece is based. For Western music, **S** is all octaves of notes drawn from the 12-tone equal tempered chromatic scale. For Turkish music, **S** is all octaves of perdes drawn, as a general understanding, from the 53-note scale. Let $\mathbf{S}_o$ be the octave-reduced version of **S** and let $\mathbf{s} = \{s_1, s_2, \ldots s_m\}$ be the elements of $\mathbf{S}_o$. Thus, each s_j is an equivalence class consisting of all the pitch elements that differ by an octave. For Western music, with m=12,

two notes in the same pitch class such as p_i=A2 and p_j=A3 are represented by the same element s_k of **s**. Though octave equivalency may not be altogether applicable for Turkish music, from a general and widespread perspective, *m* might be as large as 53.

To represent the pitch histogram concisely, define the indicator function $\mathbf{1}_{\{pi\ e\ sk\}}$, which is 1 if the pitch p_i is a member of the *k*th equivalence class s_k of **s**, and is 0 otherwise. Then the sum over all the elements weighted by the durations gives the histogram values

$$\text{hist}(k) = \mathrm{S}_i\, d_i\, \mathbf{1}_{\{pi\ e\ sk\}} \text{ for } k=1, 2,\ldots, m. \qquad (1)$$

The first and last notes of the melody are handled separately, as they occur at perceptually salient locations. The first note is labeled a 'valley' if the second note is higher, and a 'peak' if the second note is lower; the final note is labeled a 'valley' if the penultimate note is higher, and a 'peak' if the penultimate note is lower. These are the only instances where two successive notes (i.e., bigrams) are taken instead of the three consecutive notes in our trigram analysis.

As an example, the *Twinkle* song of Table 1 shows the pitches in solfège form and in musical notation compared to the score of Fig. 1. Since all the notes are in the same octave, octave indicators are suppressed. Corresponding note durations are listed on the right-hand-side of the table in units of quarter-note beats. The pitch histogram is shown further below in Fig. 2. (An instance of 'peak' will be [Sool-Laa-Sol] and 'valley' [Ree-Do-Sol], compared to 'ascent' as exemplified by [Doo-Sool-La] and 'descent' as seen in [Faa-Mii-Re]).

Table 1: 'Twinkle' melody's pitches and durations

Do Do Sol Sol La La Sol \\ Fa Fa Mi Mi Re Re Do \\	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 \\ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 \\
Sol Sol Fa Fa Mi Mi Re \\ Sol Sol Fa Fa Mi Mi Re \\	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 \\ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 \\
Do Do Sol Sol La La Sol \\ Fa Fa Mi Mi Re Re Do	1, 1, 1, 1, 1, 1, 2 \\ 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2

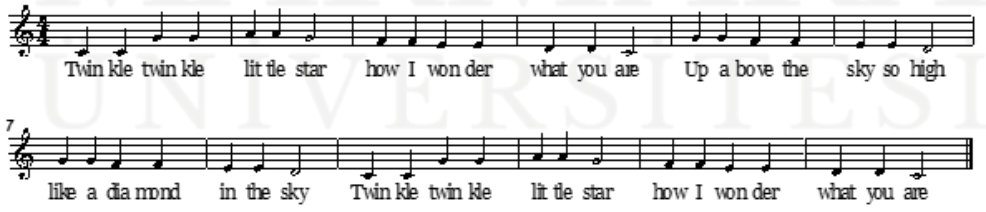


Figure 1: The *Twinkle* melody in the given score is used to demonstrate the construction of pitch and contour histograms.

The calculation (1) of the pitch histogram counts how many times each note occurs, and weighs that count by the durations. For example, 'Do' occurs six times; four of these are

quarter notes (indicated by 1) and two are half notes (indicated by 2), for a total of 8 beats duration. Fig. 2 shows that the pitches throughout the *Twinkle* melody are remarkably consistent, with four of the six pitches having exactly the same total duration. Of course, by design, this gives no indication of the motion or contour of the melody; pitch histograms show only how long the melody dwells on each pitch.



Figure 2: Pitch histogram of the *Twinkle* melody

Observe that repetitions of sections in a musical piece will affect the absolute number/count of the histograms, but they will not, in general, have an effect on the shape of the histograms. Since shape and contour are the primary features of this analysis, repetitions have little impact. With that said, we do not double-count repeated segments when parsing the songs.

The definition of the melodic contour will take place in two steps. The first step ensures that the contour is insensitive to note repetitions; the *reduced melodic representation* consolidates adjacent notes of the same pitch. This reduced representation treats a sequence of identically-pitched notes as if it were a single note with duration equal to that of all the repeated tones. To be precise, the pitches and durations of the melody can be placed in pairs $\{\{p_{1,}\ d_1\}, \{p_{2,}\ d_2\}, \ldots, \{p_{n,}\ d_n\}\}$. A new sequence $\{q_{j,}\ e_j\}$ is formed by setting $\{q_j = p_i\ ,\ e_j = d_i\}$ whenever $p_i \neq p_{i+1}$, and $\{q_j = p_i,\ e_j = d_i + d_{i+1}\}$ whenever $p_i = p_{i+1}$. This is repeated for all i=1, 2,…, m-1. Because of the removal of repeated notes, the sequence $\{q_j\ ,\ e_j\}$ is indexed by j=1, 2,…, n-1 with $n \leq m$. Observe that, by construction, the total duration of the $\{p_{i,}\ d_i\}$ representation is identical to the total duration of the $\{q_{j,}\ e_j\}$ representation; that is,

$$S_i\ d_i = S_j\ e_j. \qquad (2)$$

For example, suppose a piece were to contain the sequence {Do, La, La, La, Do} with durations {1, 1, 2, 1, 2}. This would be reduced to {Do, La, Do} with durations {1, 4, 2}.

Table 2 shows the reduced melodic representation of the *Twinkle* melody. In this case, all tones have equal duration, since all notes in Table 1 are either of duration 2 or occur in pairs (each with duration 1). Most melodies are not so regular. As expected, the total duration of both representations is an identical 48 beats.

Table 2: Reduced representation of the *Twinkle* melody: pitches and durations

Do Sol La Sol \\ Fa Mi Re Do \\	2, 2, 2, 2 \\ 2, 2, 2, 2 \\
Sol Fa Mi Re \\ Sol Fa Mi Re \\	2, 2, 2, 2 \\ 2, 2, 2, 2 \\
Do Sol La Sol \\ Fa Mi Re Do	2, 2, 2, 2 \\ 2, 2, 2, 2

The second step in the construction of a contour histogram is to represent it concisely in terms of four indicator functions that operate on the reduced melodic representation. The ascending indicator $\mathbf{1}_{\{qj-1< qj< qj+\square\square\}}$ is 1 if the previous pitch q_{j-1} is lower than the current pitch q_j and the succeeding pitch q_{j+1} is higher than the current pitch (and is 0 otherwise). Similarly, the descending indicator $\mathbf{1}_{\{qj-1> qj> qj\square+\square\}}$ is 1 if the previous pitch q_{j-1} is higher than the current pitch q_j and the succeeding pitch q_{j+1} is lower than the current pitch (and is 0 otherwise). The peak indicator $\mathbf{1}_{\{qj-1< qj> qj+\square\square\}}$ is 1 if the pitch q_j is higher than both its neighbors (and is 0 otherwise). Finally, the valley indicator $\mathbf{1}_{\{qj-1> qj< qj\square+\square\}}$ is 1 if the pitch q_j is lower than both its neighbors (and is 0 otherwise). These can be used to define the 'ascending' (asc), 'descending' (des), 'peak' (peak), and 'valley' (val) functions correspondingly, which are defined over all k in either $\mathbf{S}$ or $\mathbf{S}_o$ (as appropriate to the context).

$$\begin{aligned} \mathrm{asc}(k) &= \mathrm{S}_j\, e_j\, \mathbf{1}_{\{qj-1< qj< qj+\square\square\}}\, \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} \\ \mathrm{des}(k) &= \mathrm{S}_j\, e_j\, \mathbf{1}_{\{qj-1> qj> qj+\square\}}\, \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} \\ \mathrm{peak}(k) &= \mathrm{S}_j\, e_j\, \mathbf{1}_{\{qj-1< qj> qj+\square\square\}}\, \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} \\ \mathrm{val}(k) &= \mathrm{S}_j\, e_j\, \mathbf{1}_{\{qj-1> qj< qj\square+\square\}}\, \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}}. \end{aligned} \tag{3}$$

The simplest application appears to plot the summary histogram of the functions in (2). These functions sum over all the possible pitches $A=S_k$ asc(k), $D=S_k$ des(k), $P=S_k$ peak(k), and $V=S_k$ val(k). The aggregates show how the melody tends to move; i.e., whether it is predominantly upwards, downwards, or evenly balanced.

For instance, the summary histogram – generated with a Mathematica code by the second co-author – for the *Twinkle* melody as shown in Fig. 3 reveals that the predominant motion is descending. Observe how the imbalance in the ascending and descending notes naturally implies that the melody must tend to make larger leaps when ascending.

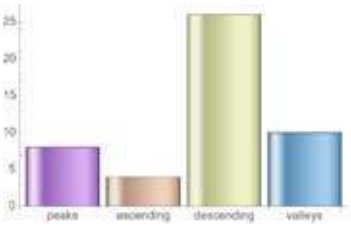


Figure 3: Summary contour histogram for the *Twinkle* melody

Alternatively, the summary histogram may be viewed as a function of pitch. Likewise Mathematica-generated Fig. 4 demonstrates that, for the *Twinkle* song, all the Do-s are valleys (toward which all else gravitates). All the Mi-s and Fa-s – and most of the Re-s – are descending (i.e., transitory stops along the melodic route). Only Sol impresses a balance of each (signifying a 'focal point' of the melodic path). All La-s are peaks (a 'roll-off zone', so to speak). Such features form a basic characterization of the analyzed melody.

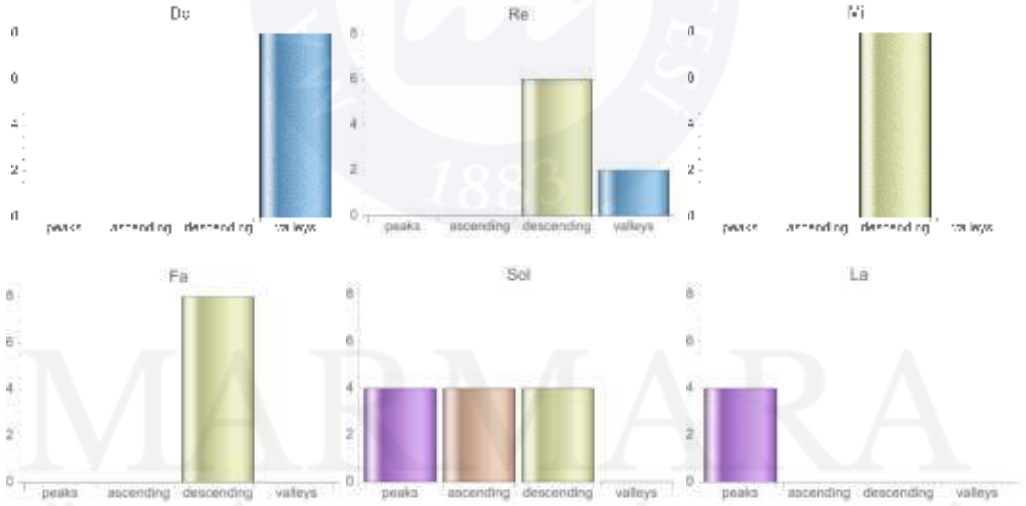


Figure 4(a), (b), (c), (d), (e), (f): Histograms show how often each note functions as part of an ascent or descent, and/or the portion of time that each note represents a turning point (peak or valley).

In general, contour histograms may make use of the full complement of pitches in the scale set **S,** or they may be consolidated to the octave-reduced pitch set $\mathbf{S}_o$. An insightful way to view these functions is to place the pitch set on the horizontal axis, and the four counts in different colors or shadings on the vertical axis. For example, once again Mathematica-generated Fig. 5 consolidates all the contour histograms for the *Twinkle* song. In this case, because all the notes lie within one octave, there is no distinction between **S** and $\mathbf{S}_o$.

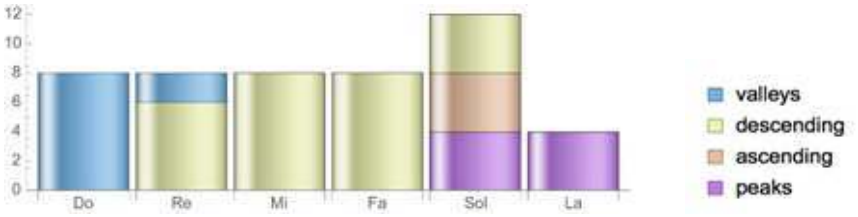


Figure 5: Contour histogram for the *Twinkle* melody. Observe that this is a specialization of the pitch histogram of Fig. 2, and a consolidation of the multiple histograms of Fig. 4.

The contour histogram featuring the analysis of scale-degree vectors shows several characteristics. Like the summary histogram of Fig. 3, it shows that the melody primarily consists of long descending passages and implies that the few ascending tones (all of them Sol) must contain relatively large leaps. Like the pitch histogram of Fig. 2, it shows that the pitches are quite evenly distributed. Observe that Fig. 4 is a partitioned (tiered), multi-color version of Fig. 2. This is no coincidence. Substituting the relationship between the d_i and the e_i given in (2) into the four functions of the contour histograms (3) shows that, for each k,

$$\begin{aligned}
&\text{asc}(k) + \text{dec}(k) + \text{peak}(k) + \text{val}(k) \\
&= S_j e_j \mathbf{1}_{\{qj-1< qj< qj+\square\square\}} \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} + S_j e_j \mathbf{1}_{\{qj-1> qj> qj+\square\square\}} \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} + S_j e_j \mathbf{1}_{\{qj-1< qj> qj+\square\square\}} \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} + S_j e_j \mathbf{1}_{\{qj-1> qj< qj\square+\square\}} \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} \\
&= S_j e_j (\mathbf{1}_{\{qj-1< qj< qj\square+\square\}} + \mathbf{1}_{\{qj-1> qj> qj+\square\square\}} + \mathbf{1}_{\{qj-1< qj> qj\square+\square\}} + \mathbf{1}_{\{qj-1> qj< qj+\square\square\}}) \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} \\
&= S_j e_j \mathbf{1}_{\{qj\ e\ sk\}} = S_i d_i \mathbf{1}_{\{pi\ e\ sk\}} = \text{hist(k)}, \qquad (4)
\end{aligned}$$

where hist(k) is the pitch histogram of (1). Thus, the heights of the pitches in the contour histogram will always sum to equal heights in the pitch histogram.

But the contour histogram can reveal even more. For the *Twinkle* example, Fig. 3 shows that there are only a small number of valleys. Significantly, Fig. 5 reveals that these valleys are located predominantly (4 times out of 5) at Do – viz., the 'tonic' of the piece. Similarly, Fig. 5 shows that half of the peaks occur at Sol – viz., the 'dominant'. Furthermore, all ascents involve only Sol. Thus, the contour histogram is a generalization of the pitch histogram that can also reveal information about the motion of the melody – even without any underlying harmonic or polyphonic context. It moreover contains information about the most important tones and their diatonic functions within the melody, i.e., those that occur at perceptually salient positions such as peaks and valleys.

Two types of contour histograms are thence plotted: i) those without octave reduction (in which ascent and descent are unambiguous since the raw pitches are used), and ii) those that are octave-reduced. In the latter case, the assignment of ascending/descending/ peak/

valley is made before octave reduction, so that the contour (up/down-ness) is maintained. Thus, the octave reduction does not affect the analysis of the contour, only the presentation of the histograms.

4. Comparing AEU Theory Designations with Contour Histograms

Hicaz family makams in Turkish Art/Folk music ordinarily comprise Hicaz (proper), Hümayûn, Uzzal and Zengûle (cf. Özkan [2003] and Kutluğ [2000]). Other naming conventions exist where they may also be referred to as Hijaz, Hicaz-Humayun, Hicaz-Uzzal and Zirgüle'li Hicaz (or Hicaz-Zirgûle) respectively. Such differences in makam naming are common as can be seen by comparing D'Erlanger [1949], Touma [1934], Özkan [2003] and Kutluğ [2000].

Sometimes, difficulties in the identification of a piece's makam can arise when it has been registered, for instance, to be in Hicaz but actually turns out to be in Uzzal instead. (Our study reveals one such example). The proposed scale-degree vector analysis can particularly highlight whether the registered makam matches the performed makam, and so may help identify such incongruities through a comparison of the diatonic functions given in theory with the measured behaviors of the contour histograms.

4.1 Makams Belonging to the Hicaz Family

Figure 6 shows an overview of the Hicaz family, and juxtaposes the theoretical diatonic functions against information uncovered through upcoming contour histogram figures with respect to chosen Art music pieces. The seyir of all makams in the Hicaz family are said to be ascending-descending and differences between members of the family can allegedly be ascertained by 'their dominants and the *çeşnis* (genera flavors) over their dominants' (cf. Özkan [2003]). Ascent and descent tend to be global terms in AEU theory in contrast to the local aspects of contour delineated by our trigram analysis.

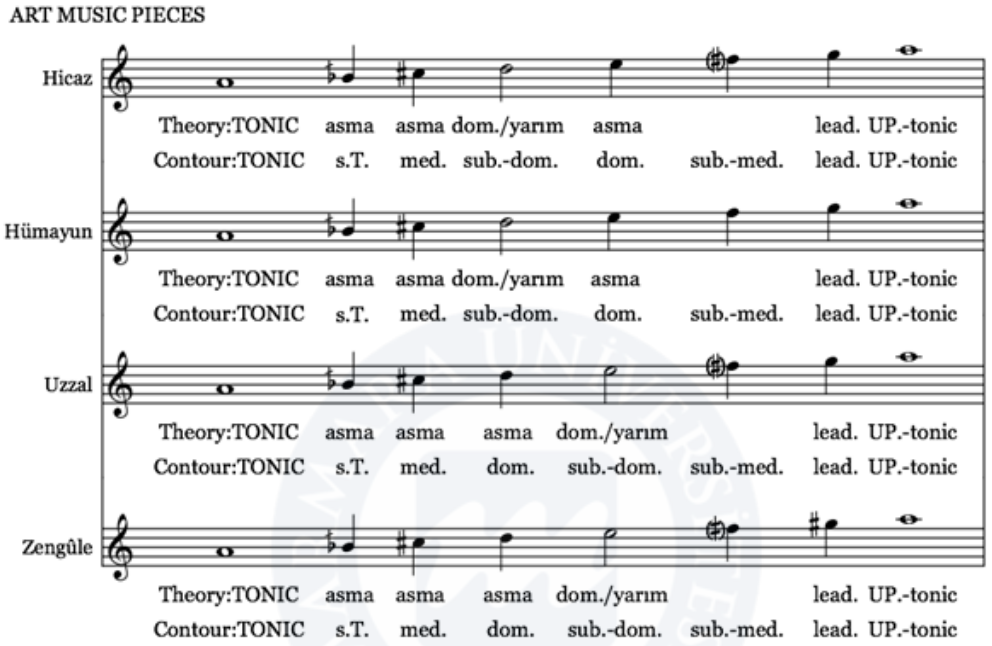


Figure 6: Overview of diatonic functions in AEU theory vs upcoming contour histograms derived from our selection of Art music pieces. *Asma* stands for *asma karar* (tonicization), *yarım* stands for *yarım karar* (semi-cadential tone), *dom.* stands for dominant (*güçlü*), *sub.-dom.* stands for sub-dominant, *med.* stands for mediant, *sub.-med.* stands for sub-mediant, *lead.* stands for leading tone (*yeden*), and *s.T.* stands for supertonic. Accidentals in parantheses indicate alternating microtonal variations. No distinction is made hence between the tonic and the upper (UP.-) tonic, given that scales of the Hicaz family of makams can be repeated at the octave.

Chief among the four members of the Hicaz family, and giving the family its name, is Hicaz. Hicaz is based on a heptatonic scale constructed from the adjoining of a hicaz tetrachord [a bb4(limma ♭) c#4(limma ♯) d] at the bottom with a rast pentachord [d e f#3 g' a'] at the top, where the dominant is the adjunct tone 'd' (perde neva) upon which a 'Rast semi-cadence' may take place, and whose leading tone 'g' (perde rast) is a wholetone below the tonic 'a' (perde dügah). Its specific seyir is said to be descending-ascending (i.e., commencing from the mid-register) and sometimes ascending (starting from the tonic's vicinity). Microtonal implications of f#4 in ascent and f#3 in descent do not really signify a particular role in the global assessment, but they remain salient features of the subtleties of seyir. The same is true of the fact that bb4 can often become bb3 while c#4 drops to c#3 to yield a 'Garip' (off-key) kind of Hicaz (with a wholetone-wide 'augmented second' interval at the center of the Hicaz tetrachord) during actual performance.

Hümayûn is constructed by joining a hicaz tetrachord [a bb4 c#4 d] with a buselik pentachord [d e f g' a'], where the dominant is the same as that of Hicaz (the adjunct tone 'd' or perde neva) upon which a 'Buselik semi-cadence' may take place, and whose leading tone 'g' (perde rast) is a wholetone below the tonic 'a' (perde dügah) – unless a semitonal one at g#4 (perde nim zengûle/zirgüle) is used instead. Its specific seyir is said to be ascending-descending (commencing from the mid-register) though this is not systematically covered by AEU theory.

Uzzal is constructed by joining a hicaz pentachord [a bb4 c#4 d e] with an uşşak tetrachord [e f#3 g' a'], where the dominant is the adjunct tone 'e' (perde hüseyni) upon which an 'Uşşak semi-cadence' may take place, and whose leading tone 'g' (perde rast) is a whole tone below the tonic 'a' (perde dügah) – unless a semitonal one at g#4 (perde nim zengûle/zirgüle) is used instead. Its specific seyir is said to be descending-ascending (i.e., commencing from the mid-register) and sometimes ascending (starting from the tonic's vicinity).

Finally, Zengûle is constructed by joining a hicaz pentachord [a bb4 c#4 d e] with a hicaz tetrachord [e f#1 g#4' a'], where the dominant is the adjunct tone 'e' (perde hüseyni) upon which a 'Hicaz semi-cadence' may take place, and whose leading tone g#4 (perde nim zengûle/zirgüle) is a semitone below the tonic 'a' (perde dügah). Its specific seyir is said to be descending-ascending (i.e., commencing from the mid-register). Note that the microtonal implications of g#4 as a leading tone to g, and f#1 replacing f as a necessity for the theoretical exactness of the Hicaz tetrachord, once again do not really signify a particular role in our global assessment, but remain salient features of accurate intonation and the subtleties of seyir.

4.2 Art Music

We select four pieces of Art music from the SymbTr database for detailed study: The anonymous '*Ada sahillerinde bekliyorum*' İstanbul Türküsü (İstanbulite Türkü) in purportedly Hicaz Düyek, '*Kurbanın olam ey afet-i can*' Hicaz-Hümayûn Aksak Şarkı (Song) by Hacı Arif Bey, '*Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?*' Hicaz Yürük Semai Şarkı by Şevki Bey – because the first song shall momentarily be revealed to be in Uzzal instead while this one is apparently wrongly classified under SymbTr as Uzzal, and '*Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım*' Zengûle Düyek Şarkı by Saadettin Kaynak. Downloadable addresses for these compositions are provided in Table 3 under Conclusions.

Mathematica-generated contour histogram and summary contour histogram results from *Ada sahillerinde bekliyorum* (which is also known as 'Arap Kantosu' or 'Arabian Canto') are given in Fig. 7 and Fig. 8.

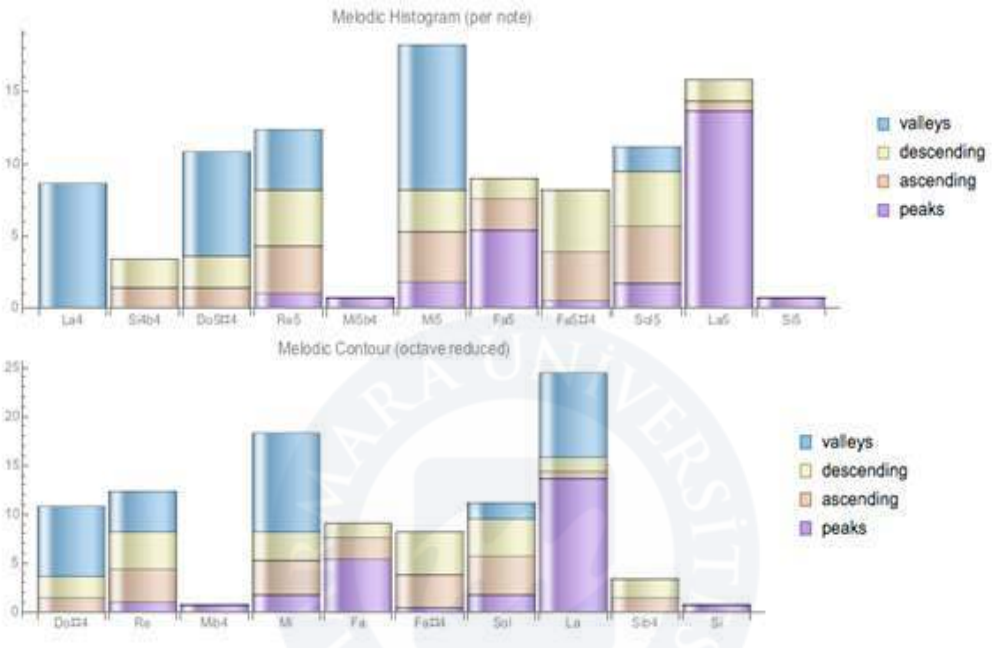


Figure 7(a), (b): Contour histograms for *Ada sahillerinde bekliyorum*, which is registered as a Hicaz makam piece, with both full-scale and octave-reduced displays. Tonic is said to be La, dominant is said to be Re, leading tone is said to be Sol, and tonicizations are said to occur at Sib4, Do#4, Re, and Mi. There is a near-correlation with what AEU theory says and what these histograms reveal, except for the discrepancy of the dominant, which occurs at Mi instead of Re. This implies that the piece is actually in Uzzal makam.

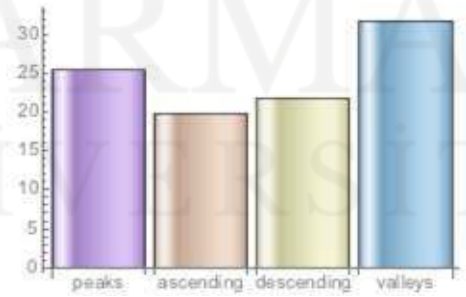


Figure 8: Summary contour histogram for *Ada sahillerinde bekliyorum*. The profusion of peaks and valleys suggests that there are many short turnarounds in a melodic path that is biased towards descent.

Although the dominant of Hicaz is designated as Re in AEU theory (on account of the conjuction of the lower Hicaz tetrachord with the higher Rast pentachord over this note),

Fig. 7 reveals that most of the valleys, as well as a sizeable number of peaks, occur at Mi instead of Re. This implies that the piece is actually in Uzzal rather than the registered Hicaz. Otherwise, the 'secondary dominant' Sol being the leading tone in the same character as the 'sub-dominant' being Re is conspicuous from the way peaks and valleys occur in proportion to ascending and descending tones for these pitches. In other words, Sol and Re are nearly the same tiered shape and size, indicating that they are used with a similar diatonic function in the melody. Therefore, the leading tone to the tonic La is indeed Sol, just as the 'shifted leading tone' to the tonicized (asma/yarım karar) Mi is indeed Re. AEU theory suggests that Mi is where an Uşşak semi-cadence ought to occur in the case of Uzzal, which is exactly what happens at the start of the melody. The tonic of the piece is indisputably La for having the greatest 'almost solo' concentration of peaks at its octave next to a similar number of valleys at the root.

More can be said about the 'mediants'. These are the alterating shifted mediant duo Fa / Fa#4 with respect to Re (the 'anticipated sub-dominant') and the mediant Do#4 with respect to La (the tonic). The former (regularly alterating) duo is evidently the 'sub-mediant' of a tonicized Re, and the latter a proper mediant for the tonic La. The reversal of the role of peak vs valley in these mediants (Fa / Fa#4 duo vs Do#4) indicates how the shifted mediant (i.e., sub-mediant) demarcates the upper part of the register and the proper mediant the lower part of it. In other words, the shifted mediant Fa / Fa#4 duo acts as a twin apex to the principally descending melody, while the proper mediant Do#4 acts like a basin as the melody wanders upwards before settling on La. Of particular interest besides are the 'passing tones' Mib4 and Si, which only occur in the form of peaks, and Sib4 which only occurs without any peaks or valleys.

Concerning Fig. 8, the seyir has significant pitstops in the form of peaks and valleys while the melody meanders down from the uppermost register at each thematic reprise. The greater proportion of valleys in comparison to peaks can be interpreted as an effective downward pull on the melody when it is coupled with the fact that descent is somewhat more accentuated. That is to say, the piece is by necessity required to commence each time from the treble compass of the makam scale when the thematic material is repeated, and this can be ascertained from the combination of a large number of descents and a profusion of peaks. In comparison to the textbook definition of Uzzal's seyir (that is said to be descending-ascending and sometimes ascending), there is not an exact match. Instead, this shows a descending seyir that starts flowing down from the region of the upper tonic.

Next, the contour histogram and summary contour histogram results – once more generated by the Mathematica code of the second co-author – from *Kurbanın olam ey afet-i can* are given in Figs. 9 and 10.

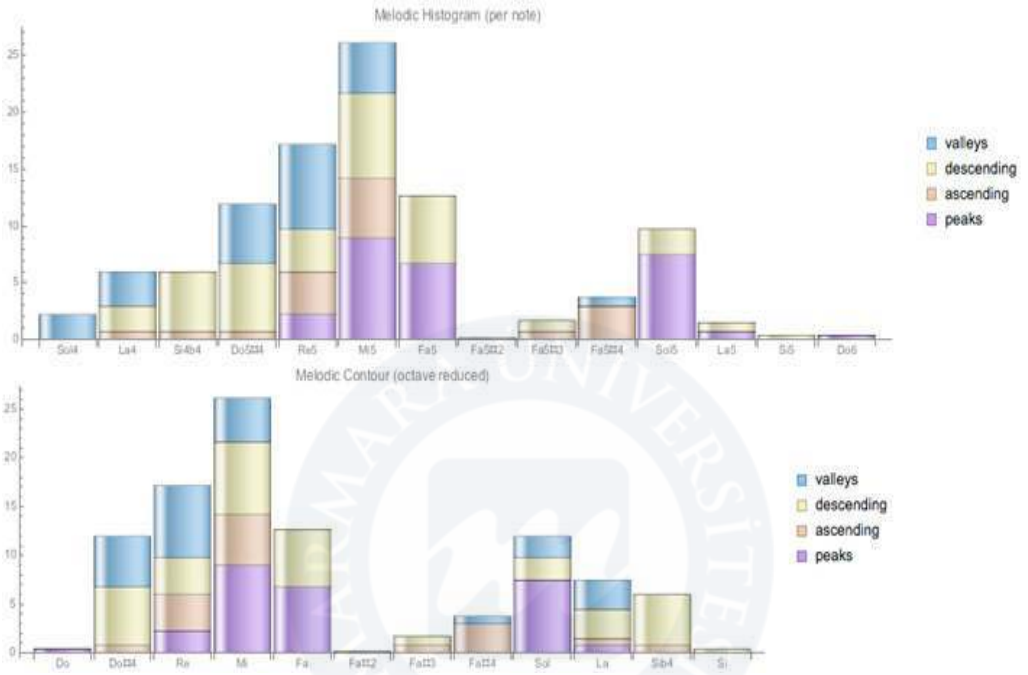


Figure 9(a), (b): Contour histograms for *Kurbanın olam ey afet-i can* in Hümayûn makam (sometimes inadvertently classified as Hicaz), with both full-scale and octave-reduced displays. Tonic is said to be La, dominant is said to be Re, leading tone is said to be Sol or Sol#, and tonicizations are said to occur at Sib4, Do#4, Re, and Mi. There is a visible discrepancy with the dominant being at Mi instead of Re; signifying that the piece does not conform to textbook descriptions of Hümayûn.

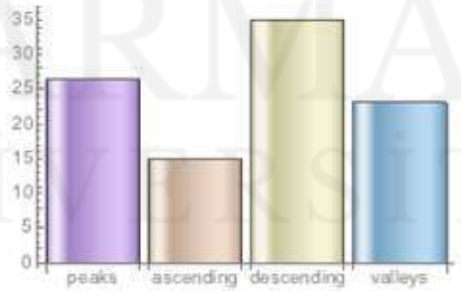


Figure 10: Summary contour histogram for *Kurbanın olam ey afet-i can*. This picture reveals that the piece is overwhelmingly a descending one, but one with a great number of peaks; also noticeable the way

relatively large intervallic leaps back up to treble registers are recurrent as shown by fewer valleys and more peaks. This may be interpreted as a kind of 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory.

Fig. 9 immediately reveals that, although the dominant of Hümayûn is designated as Re in AEU theory on account of the conjuction of the lower Hicaz tetrachord with the higher Buselik pentachord over this note, the piece at hand – while chiefly remaining faithful to the principal scale of the makam – makes salient use of Mi as evidenced by the prevalence of its peaks. Thus, we may attribute to this composition the unfamiliar makam name 'Uzzal-Hümayûn'. Confusion in pinpointing the makam of the piece is also seen in its different score versions. However, the tonic is not quite possible to make out to be La, nor the leading tone straightforwardly identifiable as Sol despite the secondary importance of peaks here. On the other hand, the 'sub-dominant character' of Re is punctuated by the prevalence of valley notes. Meanwhile, Fa shows a sub-mediant function with respect to Re owing to the tertiary importance of peaks. It is significant that Sib4 never exhibits a valley or peak character, and is therefore primarily a transitionary tone. It is akin to Fa#2 / Fa#3 / Fa#4, although this is even less pronounced for the latter trio of alternant notes. Finally, Do#4 can be explained partly as a 'shifted leading-tone' to a tonicized Re, and partly as a 'mediant' to La on account of the secondary importance of its valleys.

Figure 10 hints at the possible existence of an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory (but mentioned by such theorists as Eric Ederer [2015, p. 26]), given that the overall ascent-descent distribution is skewed toward the latter, combined with the fact that fewer valley notes and more peak notes seem to account for the recurrence of relatively large intervallic leaps to the treble register. Also, the predominance of peaks vs valleys raises the importance of the actual dominant Mi with respect to the accustomed tonic La. This provides a good match with the unsystematized textbook definition of Hümayûn makam's seyir which is given as an ascending-descending seyir.

The Mathematica-generated contour histogram and summary contour histogram results from *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?* are provided in Figs. 11 and 12.

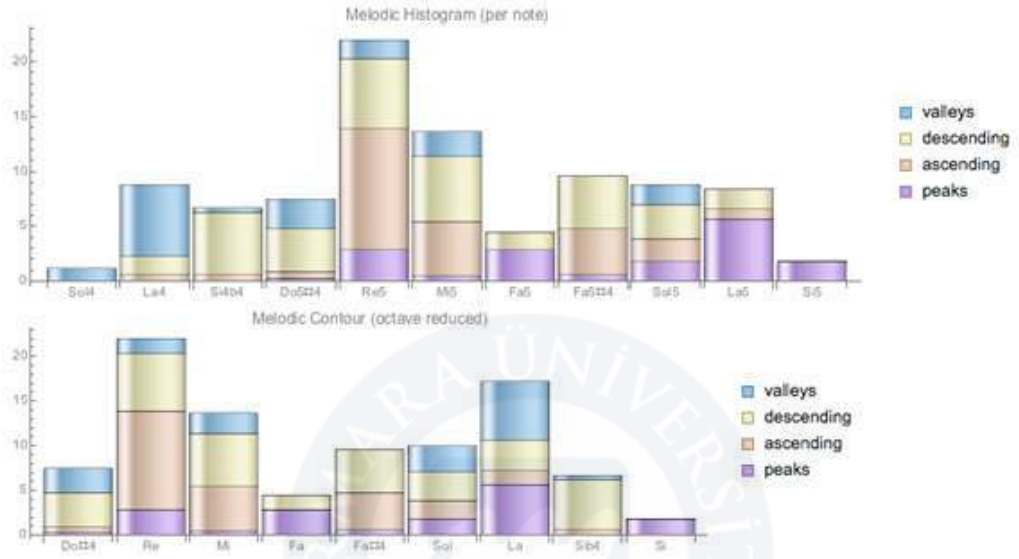


Figure 11(a), (b): Contour histograms for *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?* in Hicaz makam, with both full-scale and octave-reduced displays. Tonic is said to be La, dominant is said to be Re, leading tone is said to be Sol or Sol#, and tonicizations are said to occur at Sib4, Do#4, Re, and Mi. There is a close correlation between AEU theory and what these histograms reveal.

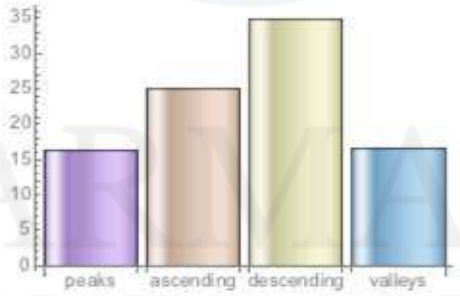


Figure 12: Summary contour histogram for *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?*. This picture reveals that the piece is overwhelmingly a descending one, but one coupled with much ascent and the balance of comparatively fewer peaks and valleys, which describes a 'descending-ascending seyir'.

Figure 11 shows that the tonic of the piece is La for having the greatest nearly-equal-height concentration of peaks and valleys in the octave-reduced display. Furthermore, it makes the most use of Re (i.e., the dominant) while remaining faithful to the principal scale of

the makam. This is shown by the prevalence, after the tonic, of its peak notes with respect to the usage of valleys. The histograms signify Hicaz – instead of SymbTr's categorization of the piece as Uzzal. Indeed, the composition does not seem to conform to textbook descriptions of Uzzal, and it is often stated as Hicaz in the repertory. Otherwise, the 'secondary dominant' Sol being the leading tone in the same character as the 'sub-dominant' being, this time, Mi is deducible from the way peaks and valleys occur in proportion to ascending and descending tones for these pitches. In other words, Sol and Mi (as well as Do#4) are roughly the same tiered shape and size, indicating that they are used with a similar diatonic function in the melody. Therefore, the leading tone to the tonic La is indeed Sol, just as the shifted leading tone to the tonicized Fa is indeed Mi, and the shifted leading tone to the tonicized (asma/yarım karar) Re is Do#4. Recall that AEU theory suggests that an Uşşak semi-cadence ought to take place at Mi in Uzzal, but this does not occur in this piece. Instead, there are many Rast semi-cadences on Re, as would be normal for a Hicaz makam. The mediant duo Fa / Fa#4 with respect to Re (the 'true dominant' for this composition) and the mediant Do#4 with respect to La (the tonic) parallel the previous analysis of *Ada sahillerinde bekliyorum.* Finally, Sib4 signals a shifted sub-mediant function to Re.

Figure 12 shows that the piece is overwhelmingly descending, though coupled with much ascent and the balance of comparatively fewer peaks and valleys; thereby implying a 'descending-ascending seyir'. The equal balance of both peaks and valleys seem to indicate that the dominant is Re instead of Mi. When compared to the textbook definition of Hicaz makam's seyir that is said to be descending-ascending and sometimes ascending, there is good agreement.

Completing the four Art music pieces, the contour histogram and summary contour histogram results from *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım* (the way they were generated by the code of the second co-author under Wolfram Mathematica) are presented in Figs. 13 and 14.

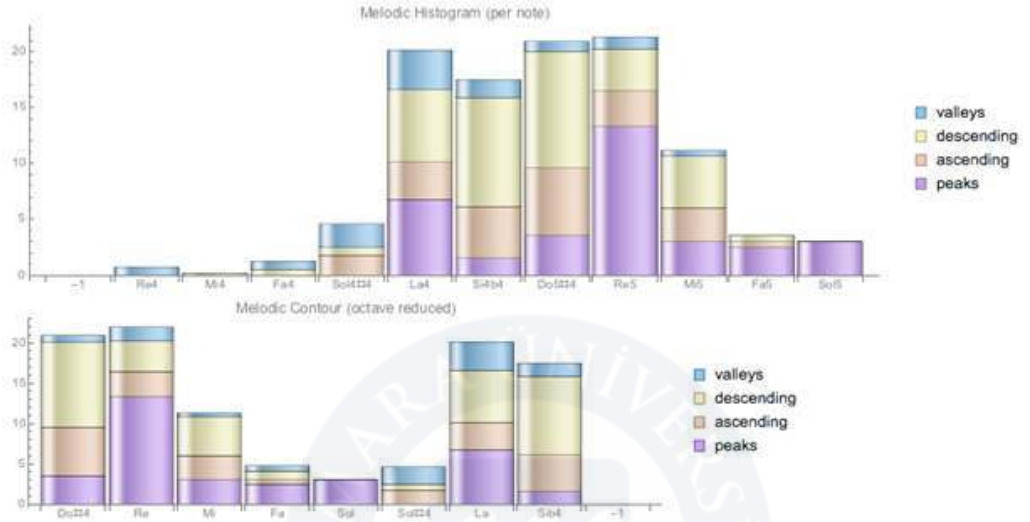


Figure 13(a), (b): Contour histograms for *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım* in Zengûle or Hicaz-Zirgûle makam, with both full-scale and octave-reduced displays. Tonic is said to be La, dominant is said to be Mi, leading tone is said to be Sol#, and tonicizations are said to occur at Sib4, Do#4, Re, and Mi. Given the discrepancy of the dominant at Re instead of Mi, there is little correlation between these histograms and AEU theory. The piece does not conform hence to a textbook description of Zengûle.

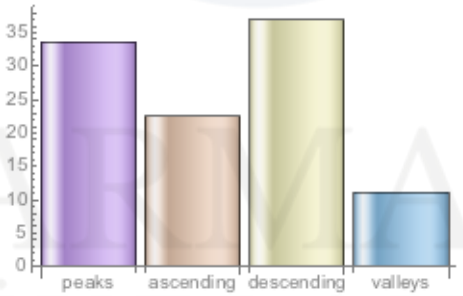


Figure 14: Summary contour histogram for *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım* reveals an overwhelmingly descending seyir. The recurrence of large intervallic leaps up to the treble register is shown by the disparity in the numbers of valleys and peaks. This signifies the possible existence of an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory.

Figure 13 suggests that the tonic is La due to the large number of peaks and valleys occuring together on this pitch. Re is similar, though, and is evidently the actual dominant of the piece instead of the nominally posited Mi (according to AEU theory) on account of the number of peaks. The unusual picture with the near-equal distribution of ascending, descending,

peak, and valley notes for the pitches La, Sib4, Do#4, Re in order seem to suggest that this makam has a plagal character akin to Hypo-type Gregorian modes. For this reason, Do#4 may be interpreted as a shifted leading tone to a semi-cadential tonicized Re, just as we may infer the same for Sol#4 with respect to the tonic La. However, it must be admitted that the proper leading tone character of Sol#4 is not immediately apparent from these histograms. Yet, we can say even more about Do#4 as further being a mediant to the tonic La. This kind of a double feature in diatonic functions would seem to manifest recurrently for the Zirgüle'li Hicaz in question. Such an approach not only demotes Mi to the position of 'sub-dominant', but also reassigns it to a shifted leading tone status to a tonicized Fa – with this latter being the sub-mediant to the actual dominant Re. As for the puzzling nature of Sib4, we may suggest that it is sometimes an unusual shifted leading tone over an augmented second interval to a tonicized Do#4, aside from also encapsulating the function of a supertonic to La. Sol, on the other hand, can be viewed as the secondary dominant to Re.

Wrapping up this analysis, observe that Fig. 14 has almost the same markings as with *Kurbanın olam ey afet-i can* in Fig. 10. Hence, all that has been said before concerning that piece now applies to *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım.* In comparison to the textbook definition of Zirgüle'li Hicaz makam's seyir that is said to be descending-ascending, there is good agreement.

Comparing these results with Fig. 6 reveals that the anonymous *Ada sahillerinde bekliyorum* in purportedly Hicaz Düyek actually better fits Uzzal, *Kurbanın olam ey afet-i can* Hicaz-Hümayûn Aksak Şarkı by Hacı Arif Bey is more likely in what can be novelly dubbed as 'Uzzal-Hümayûn' or 'Acemli Uzzal', and that *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?* has been wrongly categorized in SymbTr as Uzzal (it should be Hicaz).

4.3 Folk Music

Consequent to our undertaking above for Art music pieces, we now commence the contour and summary contour histogram analyses of Folk music pieces in juxtaposition to their Art music siblings. The SymbTr database presents us with the choice of Hicaz Aksak Türkü '*Karanfil oylum oylum*'; the Karadeniz (Black Sea) Türkü in Hümayûn Türk Aksağı '*Ben seni sevduğumi da dünyalara bildirdum*'; the Uzzal Aksak Türkü '*Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim*'; and lastly, the Zengûle Sofyan Azeri Mahnı *(Sulh Mahnısı)* '*Ana gelbim odlanır söz düşende davadan*' from the Turkish Folk music repertory. Downloadable addresses for these compositions are provided in Table 3 under Conclusions.

Contour histogram and summary contour histogram results from *Karanfil oylum oylum* are given in Fig. 15 and Fig. 16 below:

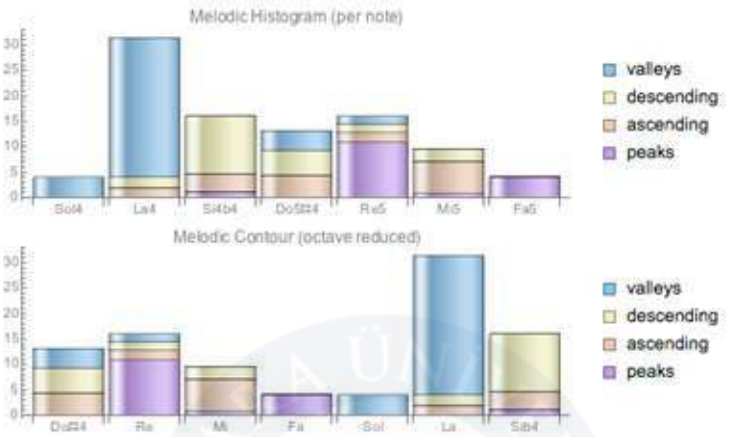


Figure 15(a), (b): Contour histograms for *Karanfil oylum oylum* in Hicaz makam, with both full-scale and octave-reduced displays. The usage of scale degrees clearly conforms to Hicaz.

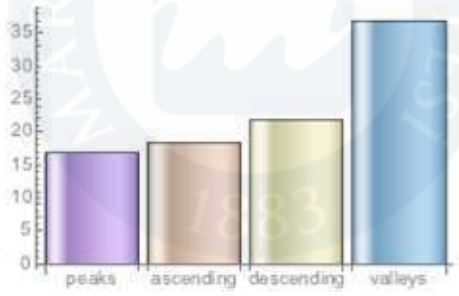


Figure 16: Summary contour histogram for *Karanfil oylum oylum*. This picture reveals that there are more valley tones than any other kind, that peaks are relatively infrequent, and that ascending-descending distribution is more or less even, but with a visible bias towards descent.

In comparison to Fig. 11 pertaining to *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?*, the established tonic La for the former piece conforms with La as tonic for the latter *Karanfil oylum oylum* given the prevalence of valleys in both. Likewise for Re, given the prominence of peaks coupled with the presence of valleys in both pieces, the dominant Re for the former conforms to Re as dominant for the latter. The mediant function of Do#4 is also on par in both examples; whereas, for Sib4, the presence of peaks instead of valleys for the latter piece seems to accentuate a shifted mediant function to a tonicized Sol instead of a shifted sub-mediant function to Re. This is akin to the shifted mediant function Mi assumes with respect to a tonicized Do#4 instead of a sub-dominant function as in *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?*. Yet, it is not clear how Sol can be identified as the proper leading tone of *Karanfil oylum oylum* unless we settle with a direct octave-unreduced comparison with *Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?* (cf. Fig. 11a). Finally, it is possible to identify the sub-mediant character of Fa with respect to a semi-cadential Re owing to the meager number of peaks.

The seyir depicted in Fig. 16 has significant pitstops in the form of valleys as the motif develops in the vicinity of the tonic. The greater proportion of valleys in comparison to peaks can be interpreted as an effective downward pull on the melody when it is coupled with the fact that descent is accentuated. Yet, the meagerness of peaks is an indication that the piece does not tend to climb very high overall. This is in agreement with the textbook definition of Hicaz makam's seyir that is said to be descending-ascending and sometimes ascending, because the histogram essentially signifies an ascending melody.

Next, contour histogram and summary contour histogram results from *Ben seni sevduğumi da dünyalara bildirdum* are given in Figs. 17 and 18.

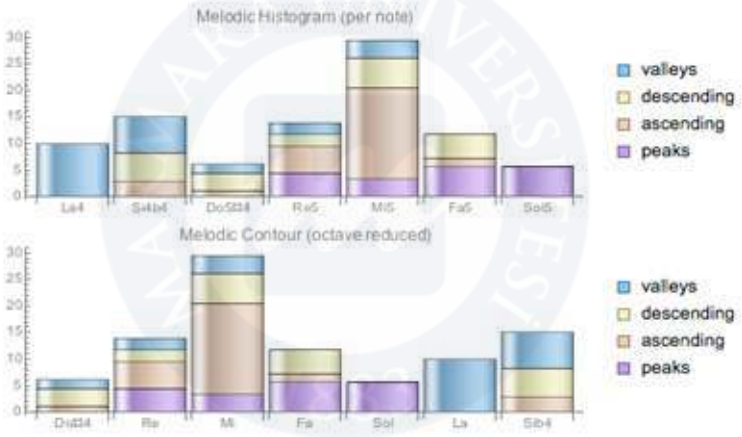


Figure 17(a), (b): Contour histograms for *Ben seni sevduğumi da dünyalara bildirdum* in purportedly Hümayûn makam, with both full-scale and octave-reduced displays. Owing principally to the status of Mi as the actual dominant (instead of Re), the usage of scale degrees does not give the impression of conformance with the textbook definition of Hümayûn.

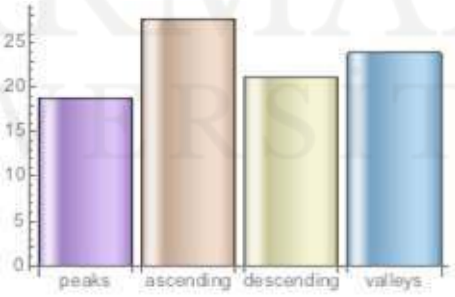


Figure 18: Summary contour histogram for *Ben seni sevduğumi da dünyalara bildirdum*. This picture reveals that, next to a profusion of valleys, there are more ascending tones than any other kind, and that ascending-descending distribution is skewed toward ascent – essentially signifying, therefore, an ascending-cadencing melody outside of the scope of AEU.

Fig. 15 immediately reveals the following: Although the dominant of Hümayûn is designated as Re in AEU theory on account of the conjuction of the lower Hicaz tetrachord with the higher Buselik pentachord over this note, the piece at hand – while remaining faithful to the principal scale of the makam – makes salient use of Mi as evidenced by the prevalence of its combined peaks and valleys. This is another instance where an unfamiliar makam name 'Uzzal-Hümayûn' or 'Acemli Uzzal' may be appropriate. The tonic is easily seen to be La due to the maximum presence of valleys, while the leading tone is Sol due to the primary importance of solely peaks. Alternatively, it might be better to view Sol as a shifted mediant to a tonicized Mi. On the other hand, the 'sub-dominant character' of Re is less punctuated than the shifted mediant function this note assumes with respect to a tonicized Sib4, and a shifted sub-mediant function it assumes with respect to a tonicized Fa. Meanwhile, Fa shows a sub-mediant character with respect to Re owing to the secondary importance of peaks. Finally, the shifted leading tone to the tonicized (asma/yarım karar) Re can be attributed to Do#4, just as the supertonic function to La can be assumed by Sib4.

Figure 18 hints at the possible existence of an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory, since the overall ascent-descent distribution is biased toward the former – on top of the fact that more valley notes and fewer peak notes seem to account for a decisive downward pull. Also, the predominance of valleys vs peaks raises the importance of tonicizations in the piece with respect to the accustomed tonic La. Viewing this as an ascending-descending seyir is in agreement with the unsystematized textbook definition of Hümayûn makam's seyir.

Proceeding along the adopted line, contour histogram and summary contour histogram results from *Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim* are given in Figs. 19 and 20.

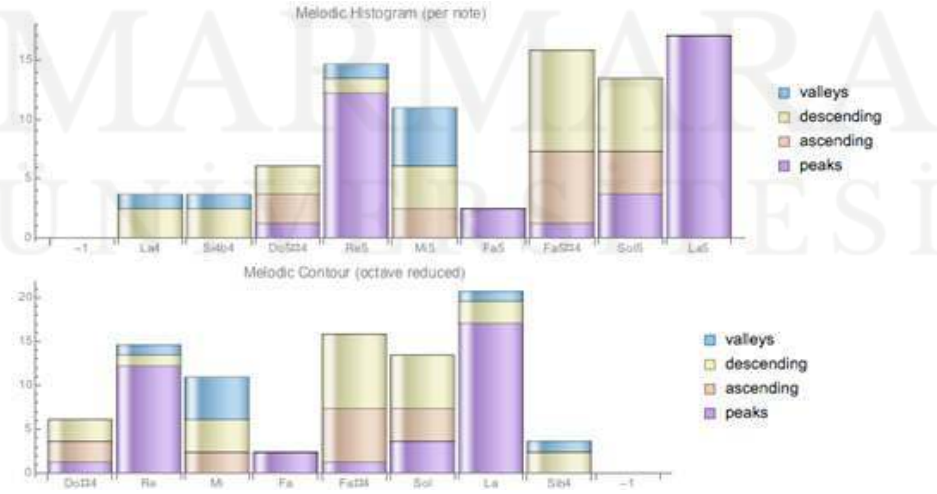


Figure 19(a), (b): Contour histograms for the Uzzal Aksak Türkü *Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim*, with both full-scale and octave-reduced displays. The usage of scale degrees conforms to Uzzal.

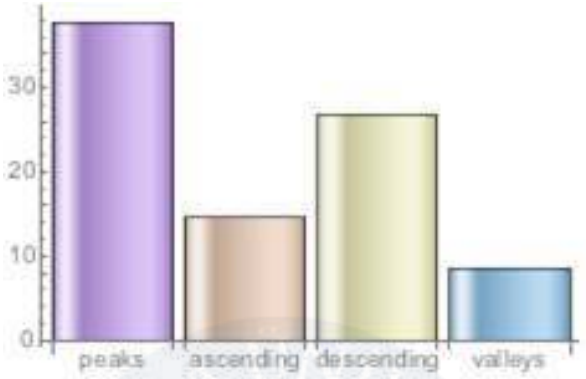


Figure 20: Summary contour histogram for Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim. This picture reveals that the piece is primarily descending. The recurrence of relatively large intervallic leaps up to the treble register can be inferred from the small number of valleys and the dominance of peaks. This may signify the existence of an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory.

Figure 19 confirms (as was the case with *Ada sahillerinde bekliyorum*) that the dominant is Mi due to the prevalence of valleys for this note, and that the upper tonic is La because of the overwhelming predominance of peaks. Given that the piece remains faithful to the principal scale of the Uzzal makam, coupled with the dominant being Mi, it becomes obvious that this is Uzzal. The sub-dominant role is then to be assumed by Re due to the secondary significance of both peaks and valleys at this note, and the leading tone role by Sol due to the tertiary occurence of peaks there.

All that has been previously said when analyzing *Ada sahillerinde bekliyorum* about the alterating shifted mediant duo Fa / Fa#4 with respect to Re (the sub-dominant) also applies to *Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim*. However, concerning the mediant Do#4 with respect to La (the tonic), there is a reversal of peaks vs valleys. This may be interpreted to mean that the proper mediant Do#4 has an upward pull towards Mi instead of a downward pull towards La, which may have to do with the different character of its seyir as disclosed in Fig. 20. Finally, Sib4 can once more be referred to as a 'passing tone', but perhaps even better identified as a supertonic to La at the root.

Lastly, Fig. 20 has nearly the same markings as *Kurbanın olam ey afet-i can* in Fig. 10, and especially as *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım* in Fig. 14. Hence, all that has been said before concerning the former two now applies to *Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim* – in that we have an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory. So, in comparison to the textbook definition of Uzzal's seyir that is said to be descending-ascending and sometimes ascending, we appear to have found a satisfactory match.

Figures 21 and 22 show the contour histogram and summary contour histogram results for *Ana gelbim odlanır söz düşende davadan.*

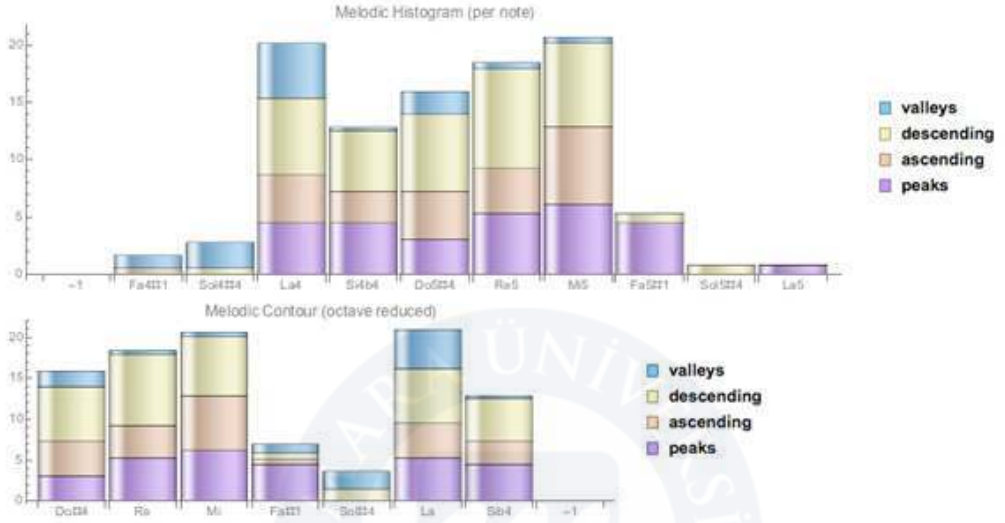


Figure 21(a), (b): Contour histograms for Ana gelbim odlanır söz düşende davadan (Azeri Sulh Mahnısı) in Zengûle or Hicaz-Zirgûle makam, with both full-scale and octave-reduced displays.

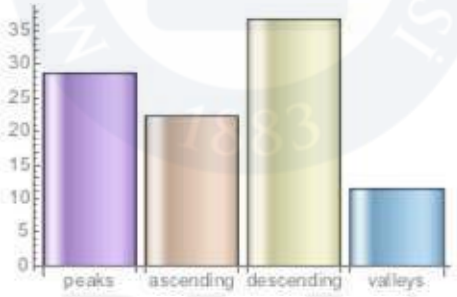


Figure 22: Summary contour histogram for *Ana gelbim odlanır söz düşende davadan*. This picture reveals that the piece, like its Art music sibling in the same makam, is overwhelmingly descending, but one through the recurrence of relatively large intervallic leaps back up to treble registers (as shown by the small number of valleys and larger number of peaks. Again, this may signify an 'ascending-cadencing seyir' not covered by AEU theory.

Since these are nearly identical, in both the contour and summary contour histograms, with respect to what was revealed for Zengûle Düyek Şarkı *Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım* in Figs. 13 and 14, all that discussion applies directly to *Ana gelbim odlanır söz düşende davadan*.

5. Statistical Analysis

A total of eight Turkish music pieces chosen from the SymbTr database [Karaosmanoğlu 2012] for our computational investigation have the following filenames in their order of appearance in this text (Table 3):

Table 3: Select Turkish Art and Folk music pieces from the Hicaz Family as they appear in SymbTr

FILENAME	ACTUAL DISCLOSED MAKAM
hicaz—kanto—sofyan—ada_sahillerinde—.txt	Uzzal
hicaz_humayun—sarki—aksak—kurbanin_olam—haci_arif_bey.txt	Uzzal-Hümayun (Acemli Uzzal)?
hicaz_uzzal—sarki—yuruksemai—ulfet_etsem—sevki_bey.txt	Hicaz
hicaz_zirgule—sarki—duyek—ne_bos—sadettin_kaynak.txt	non-conform Zengûle?
hicaz—turku—aksak—karanfil_oylum_oylum—.txt	Hicaz
hicaz_humayun—turku—turkaksagi—beni_seni—trabzon.txt	Uzzal-Hümayun (Acemli Uzzal)?
hicaz-uzzal—turku—aksak—ote_yakaya—kutahya.txt	Uzzal
hicaz_zirgule—turku—sofyan—ana_gelbim—ali_ekber_tagiyev.txt	non-conform Zengûle?

Table 3 shows that several pieces are actually in makams that do not match the given makam name owing to the way the perdes are used – just as we have disclosed through our scale-degree vector analysis. Among these compositions, it is interesting to note the need to identify at least two cases as belonging to the unusual makam denomination which we referred to herein as Uzzal-Hümayûn or Acemli Uzzal (as also noted by Özkan [2003, p. 170]). This was on account of the discrepancy in the dominant tone of these pieces. Also, consider that neither of the Zirgüle'li Hicaz (i.e., Zengûle) examples adequately demonstrate the textbook definition of a Hicaz-Zirgûle, and this is again due to the same discrepancy. Moreover, we have revealed incongruities with respect to theoretical seyir descriptions for these pieces as given in Table 4.

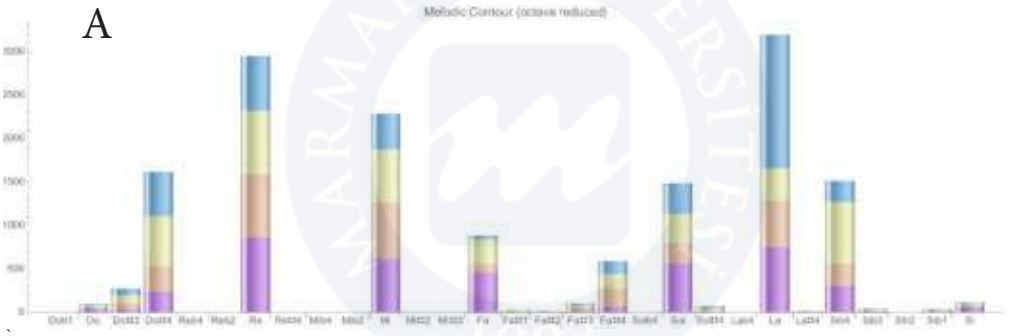
Table 4: Disclosed seyir vs the makam's theoretical seyir for the eight compositions

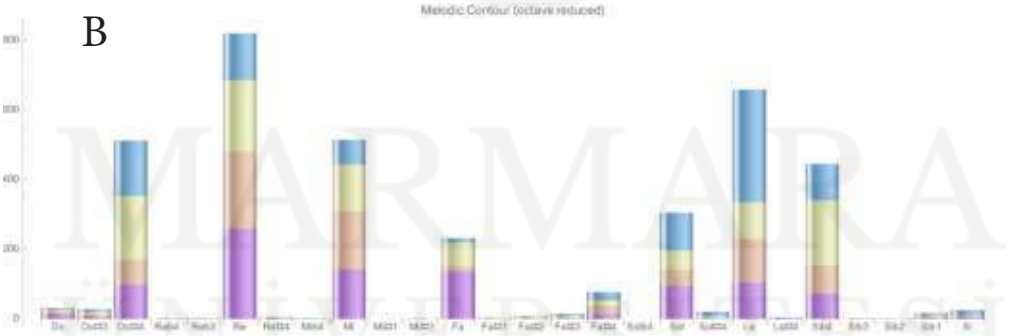
NAME OF COMPOSITION	DISCLOSED SEYIR	THEORETICAL SEYIR
Ada sahillerinde bekliyorum (Fig. 8)	descending (D)	D-A and sometimes ascending
Kurbanın olam ey afet-i can (Fig. 9-10)	ascending-cadencing (A-C)	*unsystematized* A-D
Ülfet etsem yar ile, ağyare ne? (Fig. 11-12)	descending-ascending (D-A)	D-A and sometimes ascending
Ne boş yere yanmışım … (Fig 13-14)	ascending-cadencing (A-C)	D-A
NAME OF COMPOSITION	DISCLOSED SEYIR	THEORETICAL SEYIR
Karanfil oylum oylum (Fig. 15-16)	ascending (A)	D-A and sometimes ascending
Ben seni sevduğumi da … (Fig. 17-18)	ascending-cadencing (A-C)	*unsystematized* A-D
Öte yakaya geçel im … (Fig. 19-20)	ascending-cadencing (A-C)	D-A and sometimes ascending
Ana gelbim odlanır … (Fig. 21-22)	ascending-cadencing (A-C)	descending-ascending (D-A)

Table 4 displays the mismatch in the disclosed seyir of *Ada sahillerinde bekliyorum* vs the theoretical seyir description of its actual revealed makam (i.e., Uzzal); while the remaining pieces conform to the theoretical seyir descriptions of their actual makams. Notice how the

unsystematized 'ascending-descending seyir' description is considered to be on par with our 'ascending-cadencing seyir' definition.

Comparisons between the various kinds of makams can also be conducted quantitatively. Figures 23 and 24 show cumulative melodic contour histograms for collections of pieces. Fig. 23(b)-(c)-(d) display histograms of all pieces in the SymbTr database that are labeled, in order of appearance, as Hümayûn, Uzzal and Zengûle, while Fig. 23(a) displays all the Hicaz (except for those listed in (b)-(c)-(d)). Figure 24 shows cumulative melodic contour histograms of four unrelated makams (also from the SymbTr database) – i.e., those for Buselik, Uşşak, Nihavent and Rast in their order of appearance.





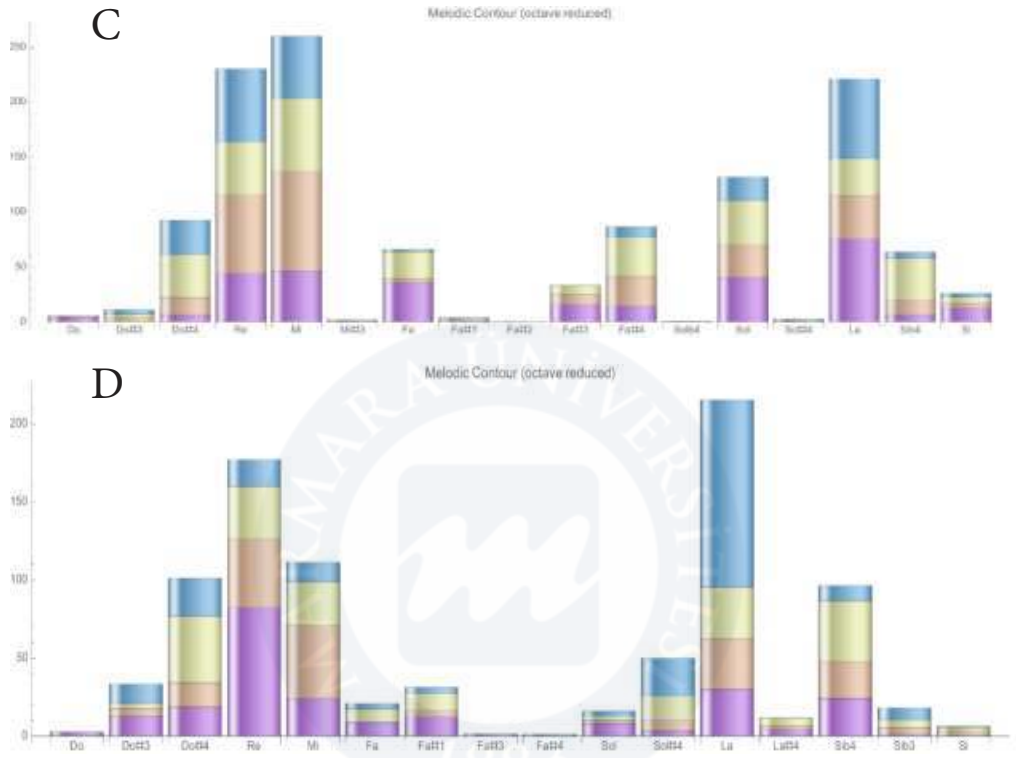
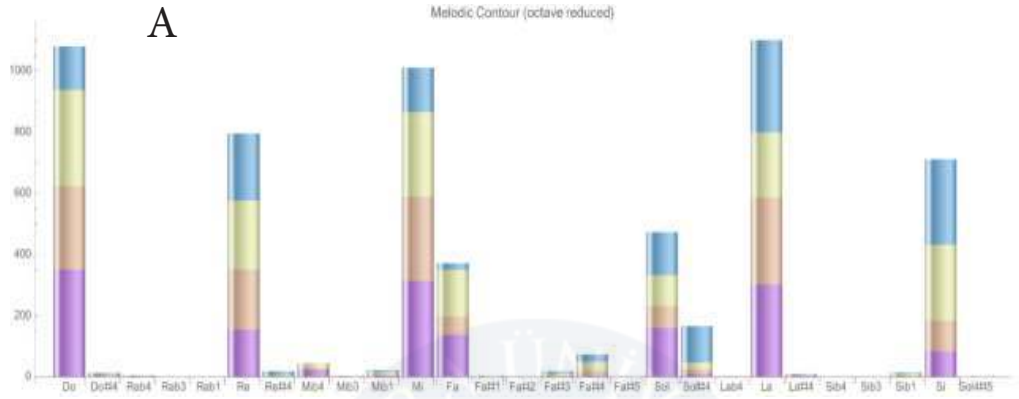
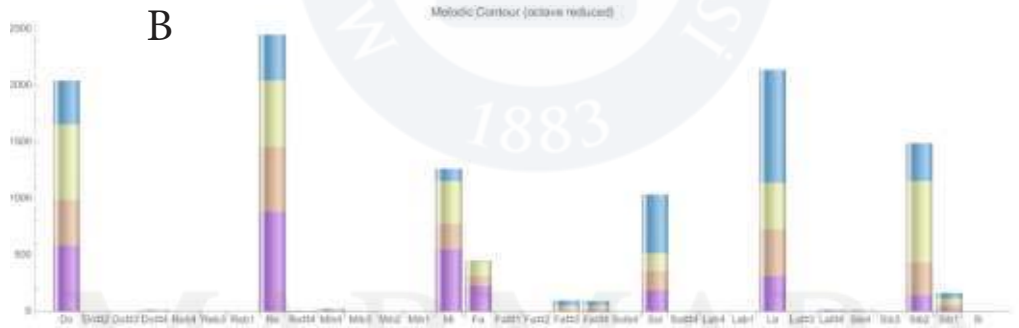


Figure 23(a-Hicaz), (b-Hümayûn), (c-Uzzal), (d-Zengûle): Cumulative contour histograms for all pieces in Hicaz (158 files), Hümayûn (38 files), Uzzal (13 files) and Zengûle (9 files) respectively from the SymbTr database. These reveal the generalized seyir behavior for each makam.

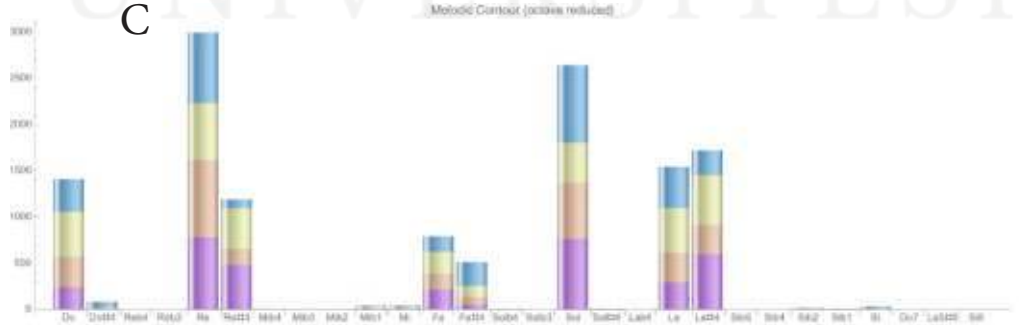
A


Melodic Contour (octave reduced)

B


Melodic Contour (octave reduced)

C


Melodic Contour (octave reduced)

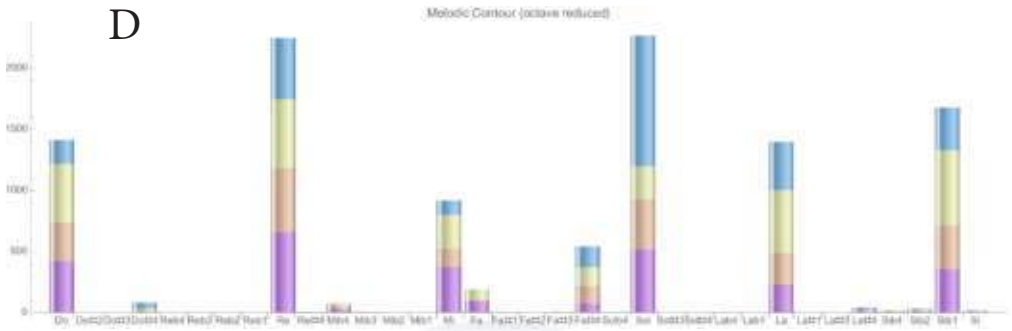


Figure 24(a-Buselik), (b-Uşşak), (c-Nihavent), (d-Rast): Cumulative contour histograms for all pieces in Buselik (59 files), Uşşak (118 files), Nihavent (130 files) and Rast (111 files) respectively from the SymbTr database, revealing the generalized seyir behavior for each makam.

The contour histograms of the eight pieces are now compared below with all of the cumulative histograms in Figures 23 and 24 by measuring the Kullback–Leibler divergence [Kullback & Liebler]. Given two probability distributions (i.e., normalized versions of the histograms) the Kullback–Leibler divergence measures the relative entropy of how one probability distribution differs from the other via calculating

$$KL(p,q) = Si\ p(i)\ Log(p(i)/q(i)), \qquad (5)$$

where p(i) are the values of the first distribution and q(i) are the values of the second. A KL(p,q) value of zero would mean that the two distributions p and q are identical, while a large value would indicate that p and q are very different. The results of this analysis are presented in Table 5, which lists the KL measure for all eight pieces when measured against each of the makam types. For example, the pieces from Fig. 7 and Fig. 9 in the first two rows are closest to the Uzzal variation of Hicaz since the minimum value occurs in the third column (minimum values are represented in bold). Observe that all eight pieces are closest to the four Hicaz variants than to any of the unrelated makams.

Table 5: The Kullback-Leibler divergence of the eight pieces from Figures 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 and 21 shows how closely the pieces align with the given makam type. Lowest values are in bold.

Fig.	Hicaz (157)	Hümayun (38)	Uzzal (13)	Zengûle (9)	Buselik (59)	Nihavent (130)	Uşşak (118)	Rast (111)
7	0.68	0.9	**0.44**	1.45	1.76	1.95	2.2	1.8
9	0.55	0.61	**0.48**	1.29	1.89	2.9	2.03	1.74
11	0.44	0.57	**0.31**	0.99	1.8	3.41	1.88	1.5
13	0.64	0.51	0.95	**0.49**	3	5	3.08	3.04
15	0.84	**0.76**	1.26	0.8	3.49	4.28	2.79	2.9

17	0.81	**0.74**	0.94	1.13	2.01	3.11	2.68	2.97
19	1.09	1.45	**0.93**	1.72	2.19	2.71	2.57	2
21	0.9	0.87	1.09	**0.41**	2.52	3.5	2.43	3.07

From this panorama, one can, in the case of Art music pieces, immediately see that i) '*Ada sahillerinde bekliyorum*' İstanbulite Türkü in purportedly Hicaz is indeed a best-fit to Uzzal as previously disclosed; ii) '*Kurbanın olam ey afet-i can*' Hicaz-Hümayûn Şarkı, which we established to be in Uzzal-Hümayûn instead, is found to be closest to Uzzal, iii) '*Ülfet etsem yar ile, ağyare ne?*' Hicaz Şarkı is shown to be in Uzzal the way it was categorized in SymbTr, and iv) '*Ne boş yere yanmışım, meğer ben aldanmışım*' Zengûle Şarkı is a best-fit to Zengûle as expected.

Similarly, in the case of Folk music pieces, i) the Hicaz Türkü '*Karanfil oylum oylum*' is a slightly better-fit to Hümayûn, ii) the Hümayûn Black Sea Türkü '*Ben seni sevduğumi da dünyalara bildirdum*' is indeed Hümayûn (although we discussed the possibility of it being in Uzzal-Hümayûn), iii) the Uzzal Türkü '*Öte yakaya geçelim, atlara yonca biçelim*' neatly fits Uzzal, and iv) the Zengûle Azeri Mahnı '*Ana gelbim odlanır söz düşende davadan*' is non-problematically revealed to be in Zengûle.

For all Hicaz and all Hümayûn, the theoretical definition of the seyirs of these makams matches the discussion surrounding Figs. 9-10; i.e., an 'ascending-cadencing seyir' that begins around the mid-register and concludes at the tonic. Likewise, for all Uzzal, the contour histograms are in conformance with a 'descending-ascending seyir' as described in AEU theory. In contrast, for Zengûle, there is a mismatch because the revealed seyir is typically 'descending' as compared to the theoretical expectation of a 'descending-ascending seyir'. It is thereby important to accentuate the revealed 'plagal character' of Zengûle, as rather spanning perde yegâh [D] to its octave perde neva [d] by the joining of a nikriz pentachord [D E F#1 g#4 a] to a hicaz tetrachord [a bb4 c#4 d], instead of the theoretical octave species that spans perde dügâh [a] to its octave complement muhayyer [a'].

6. Conclusions

This paper presents a comparison between the *de facto* theoretical diatonic functions of standard Arel-Ezgi-Uzdilek theory and the actual disclosed function of scale degrees through the usage of new contour histograms. Such an endeavor is significant, because the quandary of melodic contour/seyir of makams in Turkish music is an active, ongoing, and inviting area of scholarly investigation. We moreover believe that our work is musicologically relevant, because it follows and augments previous computational research on Turkish music along similar lines.

In our study, whereas pitch histograms – which are commonly used as a surrogate for the 'perde' – represent the proportion of time that a melody rests on each pitch, the newly introduced contour histograms, which are herein used as a surrogate for the 'seyir', display the proportion of time the melody is 'ascending' (e.g., Do-Re-Mi), reaches a 'peak' (e.g., Re-Fa-Re), is 'descending' (e.g., Sol-Fa-Mi), or remains in a 'valley' (e.g., La-Do-Mi).

These sets of mathematical properties can be conceived in terms of a scale-degree vector analysis of a 3-gram chain of musical notes that demarcates both perde and seyir elements of Turkish makam scales. In this way, it becomes possible to uncover whether diatonic functions, as described by any theory, match our analytical interpretation of contour histograms. Thus, we are able to confirm or refute the registered makam of a piece. This is especially important for cases where there is ambiguity in or trouble with the registered makam of a composition – such as when a piece is said to be in Hicaz but actually turns out to be in Uzzal (which happens quite often especially with regards to Folk music).

Contour histograms also convey information about generalized flow. Theoretical melodic procedure guidelines such as 'ascending', 'descending', or 'descending-ascending' seyir can hence be corroborated or discredited in light of what our summary contour histograms reveal. Mismatches found here can shed further light on the actual structure of a makam in comparison to its textbook definition – such as when Zengule is found to be 'plagal' rather than relying on its octave species proper.

In summary, this paper advances a novel method of extracting contour information from any melodic material using four classes – i.e, ascending (e.g., Doo-Sool-La), descending (e.g., Faa-Mii-Re), peak (e.g., Sool-Laa-Sol) and valley (e.g., Ree-Do-Sol) – which relates quite well to the seyir phenomenon of Turkish makams. The suggested 'scale-degree vector analysis' approach is readily applicable to the melodic corpus of Western music also. Our study validates previous investigations which have found good correlations between pitch histograms and the perdes of makams [Akkoç, Bozkurt et al. 2009, Gedik & Bozkurt 2010, Akkoç et al.]. Together, these studies examine the continuing relevance of standard Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) tone-system to praxis, and simultaneously highlight the inherent limitations of AEU theory in the face of monophonic music that requires directional or motional information in order for one to make important distinctions about the diatonic function of the tones of a makam's scale.

After contour histograms had been illustrated in a simple setting, they were applied to a set of Turkish music pieces from under both Art and Folk denominations. Analyses show how the contour information reinforces typical classifications of makams and extends the simplistic 'ascending-descending' paradigm of seyir.

In some cases, contour histograms provide information that can be used as evidence that a makam may have been misregistered; though such arguments need to be evaluated

holistically. The results of the proposed method are then analyzed statistically by comparing the melodic contour histograms of the eight select pieces to cumulative melodic histograms of the four variants of Hicaz, and to cumulative melodic histograms of four unrelated makams. As expected, the distributions of the pieces are substantially closer to the Hicaz variations than to unrelated makams, and melodic contour histograms supply a plausible classification chance even within the Hicaz family.

As a result, this work demonstrates how the investigation of the role of diatonic functions (such as tonic, dominant and leading tone) relate to uncovering the underlying makam of a composition even when there is an uncertainty or a mismatch with the registered makam, and how the general seyir behavior described in theory can be corroborated or refuted with the novel contour histograms through statistical analysis. Further application of the method elucidated in this paper to other makam families or groups may reveal similar information, and may provide a fruitful venue for subsequent modal or tonal studies.

Finally, the suggested scale-degree vector analysis can be applied to any melodic material – and especially to the repertory of Western music without any harmony/polyphony connotations – with the aim of understanding the role of melody, contour, and motion in shaping mellifluous music.

7. Acknowledgement

The authors would like to extend their gratitude to Dr. Alan Marsden, Editor of Journal of New Music Research, for his valuable suggestions toward the improvement of this work. We are also grateful to two anonymous reviewers, however adverse their verdicts were, from Journal of Music Theory for their beneficial evaluations and recommendations toward the betterment of this manuscript.

References

Adams, Charles (1976). "Melodic Contour Typology". *Ethnomusicology* 20/2: 179-215.

Akkoç, Can (2002). "Non-Deterministic Scales Used in Traditional Turkish Music". *Journal of New Music Research* 31/4: 285-93.

Akkoç, Can, William A. Sethares, and M. Kemal Karaosmanoğlu (2015). "Experiments on the Relationship between Perde and Seyir in Turkish Makam Music". *Music Perception* 32/4: 322-43.

Aksoy, Bülent (1994). *Avrupalı Gezginlerin Gözüyle Osmanlılarda Musıki*. İstanbul: Pan Yayıncılık.

Aksu, F. Adile (1988). *Abdülbaki Nasir Dede ve Tedkik u Tahkik*. Master's Thesis, Social Sciences Institute, Marmara University: T00467 Ref 781.7/A313 1988 k.1., 171.

al-Idrīsī, Ash-Sharīf (ca. 1150). *Kitāb nuzhat al-mushtāq fī ikhtirāq al-āfāq* ("The Pleasure Excursion of One Who Is Eager to Traverse the Regions of the World"). Cairo: Maktabat al-Thaqāfah al-Dīnīyah (1990?).

Arel, Hüseyin Saadettin (ca. 1930). *Türk Musikisi Nazariyatı Dersleri*. İstanbul: Hüsnütabiat Matbaası (1968).

Beyhom, Amine (2007). "Des critères d'authenticité dans les musiques métissées et de leur validation: exemple de la Musique Arabe". *Revue Filigrane* 5: 63-91.

Bozkurt, Barış (2008). "An automatic pitch analysis method for Turkish Maqam Music". *Journal of New Music Research* 37/1: 1–13.

– – – (2011). "Pitch Histogram based analysis of Makam Music in Turkey". *Proceedings of Les Corpus de l'oralité* (Strasbourg).

Bozkurt, Barış et al. (2008). "TMVB: Klasik Türk Müziği icra analiz çalısmaları için bir veri bankası". In *Türk Müziğinde Uygulama-Kuram Sorunları ve Çözümleri – Uluslararası Çağrılı Kongre Bildiriler Kitabı*. Istanbul: İBB Yayınları, 223-230.

– – – (2010). "Klasik Türk Müziği kayıtlarının otomatik olarak notaya dökülmesi ve otomatik makam tanıma". *TÜBİTAK 1001 Project Nr: 107E024*, Izmir High Technology Institute (IYTE).

– – – (2014). "Computational Analysis of Turkish Makam Music: Review of State-of-the-Art and Challenges". *Journal of New Music Research* 43/1: 3-23.

Bozkurt, Barış, Ozan Yarman, M. Kemal Karaosmanoğlu, and Can Akkoç (2009). "Weighing Diverse Theoretical Models on Turkish Maqam Music against Pitch Measurements: A Comparison of Peaks Automatically Derived from Frequency Histograms with Proposed Scale Tones". *Journal of New Music Research* 38/1: 45–70.

D'Erlanger, Rudolphe (1949). *La Musique Arabe*. Vol. V, Book I. Paris: Librairie Orientaliste Paul Geuthner.

Ederer, Eric (2015). *Maqam and Beyond – A Progressive Approach to Near-Eastern Musicology*. Santa Barbara: Plum-Loco Publishing.

Emnalar, Atınç (1998). *Tüm Yönleriyle Türk Halk Müziği ve Nazariyatı*. İzmir: Ege Üniversitesi Yayını.

Erguner, Süleyman (2003). *Rauf Yekta Bey*. İstanbul: Kitabevi.

Ezgi, Suphi (1933-1953). *Nazari ve Ameli Türk Musıkisi*. 5 Vols. İstanbul: Milli Mecmua Matbaası.

Farmer, H. George (1932). "The Congress of Arabian Music". In *Science of Music in Islam – Studies in Oriental Music*. Vol. I (History and Theory), ed. Neubauer, E. (1997). Frankfurt: Publication of the Institute for the History of Arabic-Islamic Science at the Johann Wolfgang Goethe University, 697-700.

Friedmann, Michael (1985). "A Methodology for the Discussion of Contour: Its Application to Schöenberg's Music". *Journal of Music Theory* 29: 223-48.

Gedik, A. Cenk, and Barış Bozkurt (2009). "Evaluation of the Makam Scale Theory of Arel for Music Information Retrieval on Traditional Turkish Music". *Journal of New Music Research* 38/2: 103-16.

– – – (2010). "Pitch-Frequency Histogram-based Music Information Retrieval for Turkish Music". *Signal Processing* 90/4: 1049-63.

Ghrab, Anas (2005). "Occident and Intervals in <Arabic Music>, from the Seventeenth Century to the Arabic Music Congress" In *the world of music – The Music of "Others" in the Western World* (Journal of the Department of Ethnomusicology Otto-Friedrich University of Bamberg). Vol. 47(3) – 2005, eds. Baumann, M. P. & J. P. J. Stock et al. (2006). Berlin: VWB – Verlag für Wissenschaft und Bildung, 57-83.

Girgin, Z. Gonca (2006). *Müziği Yazmak*. İstanbul: Nota Yayıncılık.

Günalçin, Serkan (2013). "Kanunda ses sistemi sorunları üzerine bir araştırma". *Rast Müzikoloji Dergisi* 1(2): 75–106.

İlerici, Kemal (1981). *Bestecilik Bakımından Türk Müziği ve Armonisi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

Kaçar, Gülçin Yahya (2002). "Yorgo Bacanos'un ud icrasındaki aralıklar ve Arel-Ezgi-Uzdilek Ses Sistemi'ne göre bir karşılaştırma". *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 22/2: 151-66.

– – – (2005). "Arel-Ezgi-Uzdilek kuramında artık ikili aralığı ve çeşitli makamlara göre uygulamadaki yansımaları". *(Gazi Üniversitesi) Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 18/1: 15-21.

Kantemir, Dimitrie (1698). *Kitabu 'İlmi'l-Musiqi 'ala vechi'l-Khurufat*. Translit. and Transl. by Yalçın Tura (2001). Vol 1. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Karaosmanoğlu, M. Kemal (2004). *Measurement, Analysis and Testing Techniques of Turkish Music Pitches*. Yıldız Technical University: Project on manufacturing of a piano which can sound the traditional pitches of Turkish music. Retrieved from website: www.musiki.org/mkk_vekom_2004_sunum.htm

– – – (2012). *Turkish Makam Music Symbolic Data Collection: SymbTr*. Retrieved from GITHUB website: github.com/MTG/SymbTr [Also cf. Mus2, Notation software for microtonal works and Turkish maqam music. (2014-2017). Retrieved from DataSoft website: https://www.mus2.com.tr/symbtr].

Karaosmanoğlu, M. Kemal and Can Akkoç (2003). *Türk Musikisi'nde icra-teori birliğini sağlama yolunda bir girişim*, Istanbul Technical University: 10. Türk Müziği Dernek ve Vakıfları Dayanışma Konseyi (Müz-Dak) Symposium (delivered 4 December). Retrieved from website: http://www.musiki.org/icra_teori_birligi.htm

Kaygusuz, Nermin (2006). *Muallim İsmail Hakkı Bey ve Musıki Tekamül Dersleri*. İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları.

Kinross, J. P. D. Balfour (1979). *The Ottoman Centuries*. New York: Morrow Quill Paperbacks.

Kullback, Solomon, and Richard Liebler (1951). "On Information and Sufficiency". *Annals of Mathematical Statistics* 22/1: 79-86.

Kutluğ, Y. Fikret (2000). *Türk Musikisinde Makamlar: İnceleme*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Maalouf, Shireen (2003). "Mikha'il Mishaqa: Virtual Founder of the Twenty-Four Equal Quartertone Scale". *Journal of the American Oriental Society* 123/4: 835–40.

Marvin, E. West and Paul A. Laprade (1987). "Relating Musical Contours: Extensions of a Theory for Contour". *Journal of Music Theory* 31/2: 225-67.

Modanlou, Houchang (2011). "Historical evidence for the origin of teaching hospital, medical school and the rise of academic medicine". *Journal of Perinatology* (2011): 1–4.

Monahan, Caroline, Roger Kendall, and Edward Carterette (1987). "The Effect of Melodic and Temporal Contour on Recognition Memory for Pitch Change". *Perception and Psychophysics* 41/6: 576-600.

Morris, Robert (1987). *Composition with Pitch-Classes: A Theory of Compositional Design*. New Haven and London: Yale University Press.

Özek, Eren (2011). *Türk Müziği'nde çeşni kavramı ve icra-teori farklılıklarının bilgisayar ortamında incelenmesi*. Proficiency in Arts Thesis. İstanbul: Haliç University.

– – – (2012). "Analysis of the pitch comprehension of some 20th Century Turkish Music masters and the comparison of the results with the theoretical values of Turkish Music". *Proceedings of the 2nd CompMusic Workshop* (Istanbul), 29-31.

Özkan, İ. Hakkı (2003). *Türk Musikisi Nazariyatı ve Usulleri – Kudüm Velveleleri*. İstanbul: Ötüken Neşriyat.

Öztuna, Yılmaz (1998). *Türk Musikisi Ansiklopedisi*. Vol. I. İstanbul: T.C. Milli Eğitim Basımevi.

Phiwma, Nattha, and Parinya Sanguansat (2010). "A Music Information System Based on Improved Melody Contour Extraction". *International Conference on Signal Acquisition and Processing* Feb. 2010: 85-89.

Powers, Harold (1988). "First Meeting of the ICTM Study Group on Maqam". *Yearbook for Traditional Music* 20: 199-218.

Quinn, Ian (1999). "The Combinatorial Model of Pitch Contour". *Music Perception* 16/4: 439-456.

Salamon, Justin, and Emilia Gomez (2012). "Melody Extraction from Polyphonic Music Signals using Pitch Contour Characteristics". *IEEE Trans. on Audio, Speech, and Language Processing* 20/6: 1759-1770.

Schmuckler, A. Mark (1999). "Testing Models of Melodic Contour Similarity". *Music Perception* 16/3: 295-326.

Şentürk, Sertan, Sankalp Gulati, and Xavier Serra (2013). "Score Informed Tonic Identification for Makam Music of Turkey". *Proceedings of the 14th International Society for Music Information Retrieval Conference* (ISMIR).

Signell, Karl (1977). *Makam – Modal Practice in Turkish Art Music*. Washington: Asian Music Publications.

Touma, H. Hasan (1934). *The Music of the Arabs*. Transl. and Ed. by L. Schwartz (1999). Portland: Amadeus Press.

Tzanetakis, George, Andrey Ermolinskyi, and Perry Cook (2003). "Pitch Histograms in Audio and Symbolic Music Information Retrieval". *Journal of New Music Research* 32/2: 143-52.

Tura, Yalçın (1988). "Bağlamalardaki Perde Bağlarının Nisbetleri ve Bunlardan Doğan Ses Sistemi". In *Türk Mûsıkîsinin Mes'eleleri* (collection of articles written between 1978-1988), ed. Y. Tura. İstanbul: Pan Yayıncılık (1998), 158-68.

Uzdilek, S. Murat (1977). *İlim ve Musiki – Türk Musikisi Üzerinde İncelemeler*. İstanbul: Kültür Bakanlığı Yayınları 267.

Ünal, Erdem, Barış Bozkurt, and M. Kemal Karaosmanoğlu (2014). "A Hierarchical Approach to Makam Classification of Turkish Makam Music Using Symbolic Data". *Journal of New Music Research* 43/1: 132-46.

Villoteau, A. Guillaume (1826). *De l'État Actuel de l'Art Musical en Égypte*. Vol. 14 of Description d'Égypte. Paris: C. L. F. Panckoucke (2nd Edition).

Yalçın, Gökhan (2012). "Dörtlü Armoni Sistemi Uygulamalarını içeren Armoni Kitaplarının Karşılaştırmalı Analizi". *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi* 2/5: 219-34.

– – – (2013). "Haşim Bey Mecmuasının <Makam ve Tonalite Karşılaştırması> Yönünden İncelenmesi". *Turkish Studies International Periodical* 8/6: 753-68.

– – – (2014). "Türk Müzik Eğitimi Tarihinde Notacı Hacı Emin Bey'in <Nota Muallimi> adlı Kitabının Yeri ve Önemi". *Rast Musicology Journal* 2/2: 43-69.

Yarman, Ozan (2008). "Türk Makam Müziği'nde icra ile örtüşen nazariyat modeli arayışı: 34-ton eşit taksimattan 79'lu sisteme, sabit-perdeli düzenlerden bir yelpaze". In *Türk Müziğinde Uygulama-Kuram Sorunları ve Çözümleri – Uluslararası Çağrılı Kongre Bildiriler Kitabı*. Istanbul: İBB Yayınları, 139-51.

– – – (2010). *Nazariyat ve Teknik Boyutuyla – Ses Dünyamızda Yeni Ufuklar*. İstanbul: Artes Yayınları.

– – – (2016). *Expanded Ph. D. Thesis: 79-tone Tuning and Theory for Turkish Maqam Music*. Bochum: Zwillinge Verlag.

Yarman, Ozan and M. Kemal Karaosmanoğlu (2014). "'Yarman-36 Makam Tone-System' for Turkish Art Music". *TWMS J. App. Eng. Math.* 4/2: 175-198.

Yekta, Rauf (1922). *Türk Musikisi*. Transl. By Orhan Nasuhioğlu (1986). İstanbul: Pan Yayıncılık.

Zannos, Ioannis (1990). "Intonation in Theory and Practice of Greek and Turkish Music". *Yearbook for Traditional Music* 22: 42-59.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

MÜZİKTE MATEMATİK YAPI: BEŞLİLER ÇEMBERİ VE PİSAGOR KOMASI

Özlem ÇEZİKTÜRK*

Öz

Müzikte matematik çok yönlü olarak incelenmesi gereken bir nokta olup farklı bağlantılar mevcuttur. Bu literatür araştırmasında özellikle majör ve minör tonların dizilişinde kullanılan beşliler çemberi ile beşliler çemberinin sıralanışından doğan Pisagor koması hakkında interdisipliner ders planlarına koyulabilecek içerik araştırılmıştır.
Anahtar kelimeler: Beşliler çemberi; Pisagor Koması

Abstract

Mathematics in music needs multi faceted analysis of relationships. In this document analysis, especially, circle of fifths and Phytagorean Comma were documented and possible lesson plan activities were suggested.
Keywords: Circle of fifths, Phytagorean Comma

Giriş

Müzikle matematiği ayrıştırmak bile hem müziğe hem de matematiğe yapılacak bir eksiltme olarak düşünülmelidir. Her ikisi de yapılardan oluşan bu iki disiplin aslında ortak çok yapı barındırmaktadırlar. Özellikle notaların yapısından başlayarak dizilişleri, aldıkları arızalar, çok yönlü olarak incelenmesi gereken bir nokta olup farklı bağlantılar mevcuttur. Bir müzik parçası aldığı arızalara bakılarak majör veya minör olarak adlandırılır. Bu genelde eserin notalarının sol üst portesinde yazılı olan arızaların hangi majör veya hangi minör tona bağlı olduğuna bakılarak karar verilir. Bir eser, tek bir tonla başlayıp bitebileceği gibi, birden fazla majör veya minör tonu da içinde barındırabilir. Bu genelde eserin sahibinin

* Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, ozlem.cezikturk@marmara.edu.tr

dramatik değişikliklere başvurmak istediğinde kullandığı bir yöntemdir. Majör ve minör tonların dizilişi matematikteki sayılar teorisinin yapısallığı ile benzerlik gösterir. Örneğin oranlı sayılar rasyonel sayılar kümesi içinde adlandırılırlar ve ona bağlı bazı özelliklere sahiptirler. Majör ve minör tonların dizilişinde kullanılan beşliler çemberi ile beşliler çemberinin sıralanışından doğan Pisagor koması hakkında interdisipliner ders planlarına koyulabilecek içeriklerin aday matematik öğretmenlerine ve matematik ve sanat dersi eğitimcilerine kolaylık sağlaması amaçlanmıştır.

Müzik tarihinden matematik

Günümüzden ortalama 30000 yıl öncesine ait arkeolojik bulgular arasında bir kaval yer alabilmektedir (Önal, 2012). Pisagor okulunda müzik aritmetik, geometri, ve astronomi ile birlikte yer almaktadır.

İnsanlar çok eski zamandan bazı farklı notaların birlikte iyi harmoni oluşturmayacağını fark etmişlerdir. Daha da ötesi antik Yunanlılar frekansı bilinen bir notanın sadece onun katı frekansa sahip notalarla birlikte daha iyi hissedileceğini keşfetmişlerdir (Beer, 1998). Pisagorun fark ettiği oranlar şu şekildeydi: Dörtlüler (3:4), asıl üçlü (4:5), küçük üçlü (5:6), ve bütün aralık (8:9) şeklindedir. Pisagorun okulundakiler bir teli uzunluğunun üçte ikisine kısalttıklarında aralığın bir beşliye karşılık geldiğini biliyorlardı. Bir oktav (1:2) sonlu sayıda Pisagor aralığına bölünemiyordu. Bir notaya 6 tam nota eklemek frekansın iki katına çıkmasına sebebp oluyordu. Pisagor aralıklarının özellikleri düşünüldüğünde, farklı bir akort sistemi ihtiyacı ortaya çıkmıştı. Bir oktavı 12 eşit yarı notalara bölme işi Johann Sebastian Bach tarafından ortaya atıldı. Eski Yunanlılardan bu yana 12. kuvvetten kök 2 irrasyonel olduğundan akordu kulakla yapmayı öğrenmişlerdi (Beer, 1998). Müzisyenler matematikçilerin müziğe gösterdikleri ilgiyi matematiğe göstermemişlerdir deniyor ama burda çok dikkatlı olmak gerekir kanımca.

Matematikçilerin müziğe ilgisi farklı düzeylerde olabilnmiştir. Örneğin Descartes için basit anlaşılır müzik, karmaşık müzikten daha iyiydi, hatta 2 veya 3 ses 4-5-6 sesli parçalara göre daha güzel gelebiliyordu (Locke, 1935). Descartes'in deyimiyle, müziği sadece matematik olarak görmek onun estetik değerini hiçe saymak demekti. Leibniz müziği bir aritmetik egzersizi olarak görürken, Jacobi müziği severdi. De morgan başarılı bir flütçüydü. Lagrange ve Dirichlet müziği bir matematiksel ilham olarak görmüşlerdi,

Pisagor ayarı azalan notalarla, 1/1, 8/9, 27/32, ¾, 2/3,16/27, 9/16,1/2. Bütün oranların 1 den küçük olduğuna dikkat edin(Reitman, 2003).

F

1:1 9:8 32:27 4:3 3:2 27:16 16:9 2:1

– ——————————————————————

d e f g a b c' d'

0 204 294 498 702 906 996 1200

204 90 204 204 204 90 204

Eğer 12 tane beşliyi art arda sıralarsak, $(3/2)^{12}$ aralığını elde ederiz. Eğer 7 tane oktavı art arda sıralarsak $(2/1)^7$ yi elde ederiz. Bu ikisinin birbi,rine oranı ise $3^{12}/2^{19}$ = 531441/524288=1.013643265 yani Pisagor komasını elde ederiz (,Siddhartan, 1999; Reitman, 2003). Bu bize iki notanın birbirlerine oldukça yakın ama tam olarak eşit olamıyacağını belirtir, o yüzden de bir arada uyumlu gelmezler. Bu ayrım (kulağı inciten ses aralığı) Pisagor koması olarak adlandırılır. Benzer şekilde Didymus, Diesis, ve Shisma komaları da vardır(Reitman, 2003).

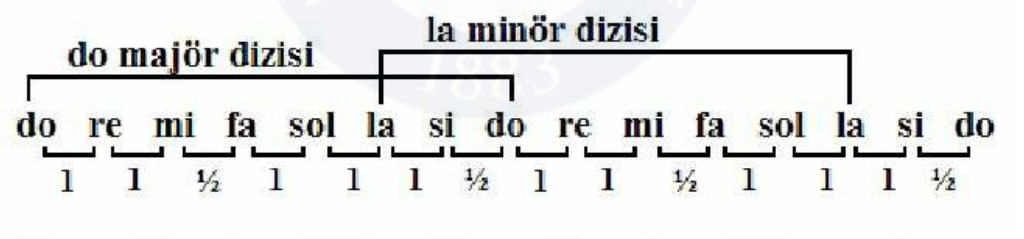
Oranın kullanıldığı müzik işlemlerinde oranları verilen iki çokluğun toplanması birbirleriyle çarpılması şeklinde yapılırken, çıkarma işleminde küçük aralık büyük aralığa bölünür. Herhangi bir oranın değeri belli bir sayıya bölünmek için istendiğinde , oran değerinin bölünmek istenen sayının kuvvetinden kökü alınmak suretiyle yapılır. Yani 12 eşit aralıklı bir dizide her bir aralık $12\sqrt{(1/2)}$ olur= 1.059 dur (Feyzioğlu, 2004).

Bach ın en büyük hobisi matematikti. Pisagor müzikte oktavı bulmuştu. Bir teli iki eşit parçaya bölerek aynı sesin incesini elde ettiğini gözlemlemişti. Kötü şarkı söyleyen birinin sesinin kötü olması aslında ton dışına çıkması ya da matematiksel ifade edilirse tanım aralığının dışındaki notaları kullanmasıdır (Esi, undated).

Majör ve minör tonların dizilişi

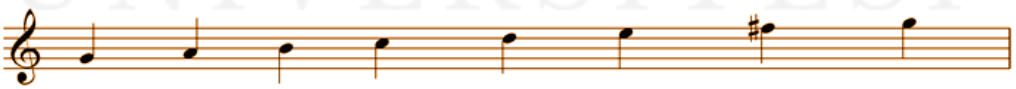
Majör tonların dizilişi 2 tam 1 yarım 3 tam 1 yarım kuralına göre, minör tonların dizilişi ise 1 tam 1 yarım 2 tam 1 yarım 2 tam kuralına göredir (şekil1). Herhangi bir majör tonun ilgili minörü dizinin son notasından üç aşağıya inildiğinde bulunan notadır. Bu yüzden ilgili minör ilgili majörün aldığı arızaları alır, sadece sıralaması değişiktir. Bu diziliş do majör tonundan ve la minör tonlarından yapısını alır. Diğer her notayla başlayan yedilide olan arızalar (diyez-inceltici ve bemoller-kalınlaştırıcı) bu yapıya uydurulduğundan oluşurlar. Do notasından başlayarak her defasında beşinci notadan başlayan dizilişteki arızalara dikkat edilerek beşliler çemberi oluşturulur. Beşliler çemberi müzikteki tonlar arası ilişkileri gösteren bir çemberdir. 12 kromatik ton (C, C#/Db, D, D#/Eb, E, F, F#/Gb, G,G#/Ab, A, A#/Bb, B) yeniden sıralandırılırlar ve ö7 yarı tonu veya muhteşem 5 liyi oluştururlar bir saat etrafında dönerek. Do notası en üst saat 12 ye yerleştirilmiştir. Sağdan önce diyez sayıları artarak gider soldan ise bemol sayıları azalarak gider. Çemberi ilk defa 680 li yıllarda Nikolay Diletsky oluşturur. Neden çemberdir? Çünkü piyanoda hangi notadan başlarsanız başlayın 12 nota sonra gene aynı notaya dönersiniz. Çember bir tam çevrime sahiptir. Çemberin soldan dönüşünde gene 5 liler vardır ama bu sefer geriye doğru 5. Nota bulunur. Bu başka bir bakış açısıyla 4 lülerdir ve Jazz teorisyenleri çemberi bazen çevirir ve dörtlüler çemberi diye

adlandırırlar. Çember, sadece tonlar hakkında değil, notalar ve hatta akorlar hakkında bile bir sürü bilgi ile doludur. Bu müzisyenlerin enstrümanlarını icra etmelerindeki teknik uzmanlığı gösterir (Thompson, 2014). Çemberin sağ tarafı diyezleri verirken soldan başlanıldığında bemoller olan dizilişler bulunur. Beşliler çemberinde do majörden sonra bir diyezli iki diyezli den altı diyezliye kadar majör tonlar çemberin sağ tarafına saat yönünde yerleştirilir. 6 diyezli ile 6 bemollu majör tonlar çakışıktır. Devamında 6 bemollüden giderek azalan bemollu dizilişler bulunur. Çemberin sol tarafı gene saat yönünde 6-5-4-3-2-1 bemol şeklinde dizilir. Ve çember en son tekrar do majöre geldiğinde iki do arası oluşan frekans oranı Pisagor koması olarak adlandırılır. Belli bir tona göre dizilişleri bilmek kulağa hoş gelen müzik parçaları yazabilmeye olanak sağlayacağı gibi, dramatik değişimler istendiğinde müzik parçasına ton değişimleriyle bunlar katılabilir. Beşliler çemberi aynı tondaki dizilişler kadar ters notaları bulmaya da yarar. Çemberde 180 derecelik açının obur ucuna gelen nota ters notadır. Muzikteki en önemli akorlar da bu çemberde dizilidir: 1,4, ve 5 akorları. Çemberde bir nota seçildiğinde hemen solu 4 akoru, hemen sağı ise 5 akorunu verir. Dörtlüler çemberi aslında 5 liler çemberinin ters yönlüsüdür. Bu araştırmada doküman analizi yapılarak beşliler çemberi ve Pisagor koması hakkında bilgiye ulaşılmaya çalışıldı. İnterdisipliner ders planları için içerik oluşturuldu.



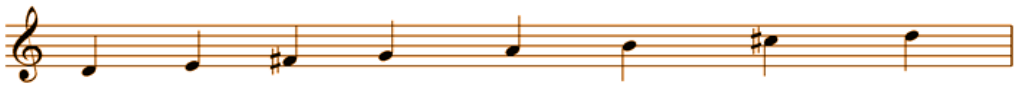
Şekil 1. Majör ve minör tonların diziliş hesabı

Solmajörün arızasını alması (mi fa arası yarım aralık olduğundan ve majör kalıba göre 1 tam olması gerektiğinden sağdaki ses diyez ile yarım ses inceltilir ve daha sağa itilir , böylece mi fa diyez arası 1 tama çıktığından fa diyez ve sol arası yarım sese düşer.)(şekil2).

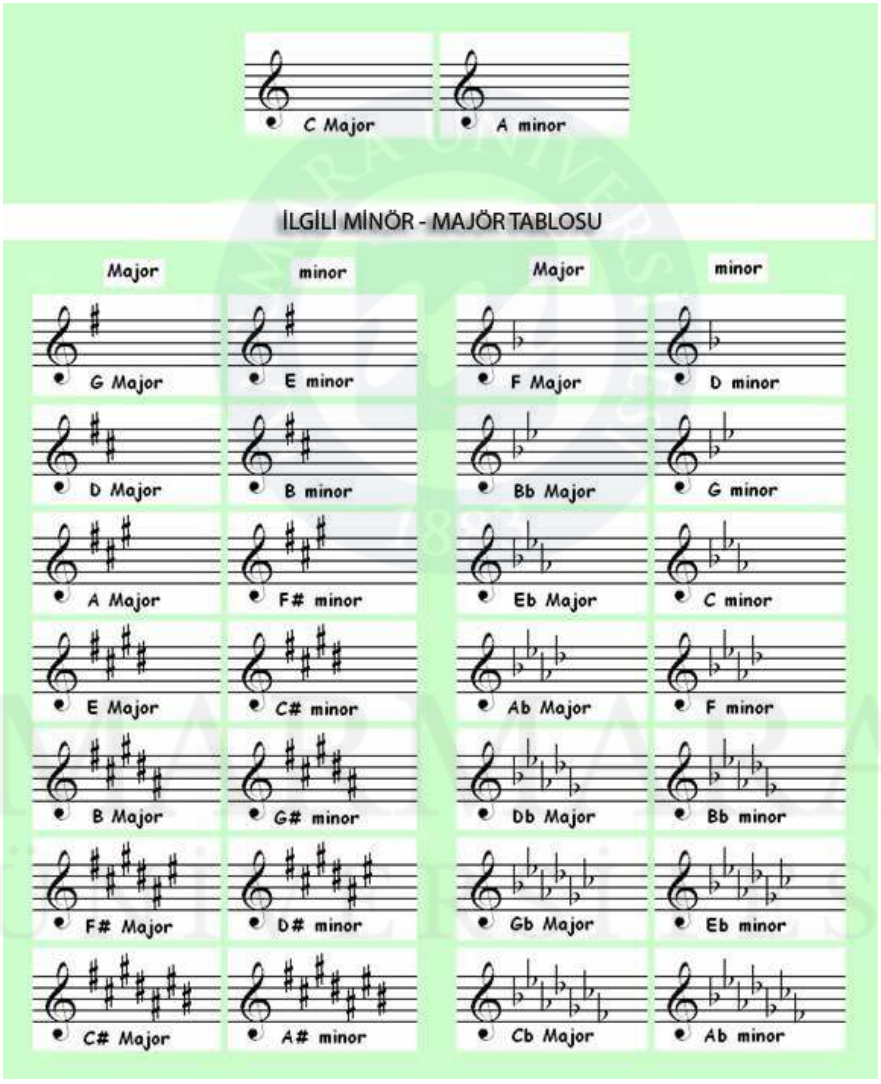


Şekil 2. Sol Majörün ilgili arızası

Remajörün ilgili arızasını alması (Benzer şekilde gene mifa arasını 1 tam yapabilmek için araya diyez konur ve aynı durum do notasında da tekrarlandığından bir diyez de si di arasına konarak yarım ses arası genişletilerek 1 tam sese çıkarılır)(şekil3).



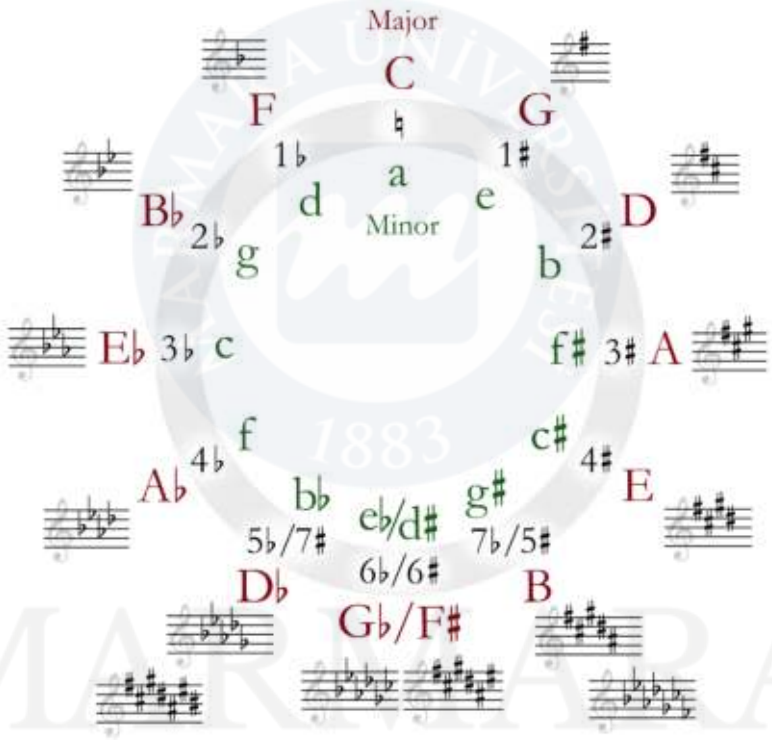
Şekil 3. Re majörün ilgili arızası



Şekil 4 majöve minör tonların hepsinin aldığı arızalarr

D majör (Re majör) ün ilgili arızaları hesaplanmak istendiğinde benzer şekilde re

notasından başlayarak re ye kadar 8 nota dizili ve aralıklara bakılır. Aralıklarda re mi arası 1 tam iken , mi fa arası yarın dır onu 1 yapmak için sağa diyez eklenir böylece fa diyez arızasını alır. Sonra fa diyez sol arası yarıma düşer. Devamında, sol la arası, la ve si arası da, 1 er tam olduğundan si do arasındaki yarımı 1 tam yapmak için do ya diyez arızası eklenir ve aralık 1 tama çıkar. Daha sonra kalan nota ve aralık zaten kuralı sağlar. Bemollü majör tonlarda ise aralık kalınlaştırarak gidildiğinden aralıklar bemol koyularak açılır ve bu da bemollerin artmasına sebep olur (şekil 4).



Şekil 5 Beşliler çemberi

Beşliler çemberinde (şekil 5) üstteki nokta Pisagor komasının oluştuğu yer olarak adlandırılırken, alttaki nokta altı bemollü ve altı diyezli iki majör tonun si bemol majör gamı ve fa diyez majör gamının üst üste geldikleri noktadır. Yani ikisi de aslında aynı şeyin farklı gösterimleridir. Matematikteki perspektif konusunda bir binaya dıştan ve içten baktığımızda da farklı iki şey görmüyor muyuz? Beşliler çemberi soldan saat yönünün tersine düşünüldüğünde dörtlüler çemberi diye isimlendirilmektedir, çünkü bastan 5. Notalar sondan 4.

Notaya tekabül etmektedir. Besliler çemberinin bir özelliği de 12 köşeli yıldızın geometrisi ile bağdaşıklık göstermesidir (şekil 6).

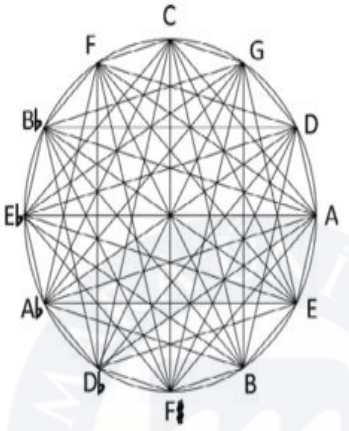


Figure 3.4 Relationships between keys in the circle of fifths.

Şekil 6 beşliler çemberi ve yıldız örüntüsü

Notaların benzerliğini anlamak şarkı yazmaya ve onları değiştirebilmeye olanak sağlar ki bu kurallara uyulduğu zaman şarkı kulağa da garip gelmeyecektir. Örneğin şarkıda dramatik efekt vermek veya aniden korku vs oluşturabilmek için belli ton değişikliklerine gidilebilir. Bir notanın beşliler çemberindeki tam karşısına gelen nota bu etkiyi sağlayabilir. Bunun için çemberin çapı üzerindeki akis notaya bakılır. Ayrıca, beşliler çemberi en önemli akorları içerir: 1,4, ve 5. Akorları. Hem en temel akorlardır, hem de en sıklıkla bulunanlardır. Herhangi bir notanın bir solu 4 akoru, ve tam 1 sağındaki nota ise 5 akorudur. Yıldız çizimlerinin islami eserlerdeki geometriyle bağlantısı düşünüldüğünde Türk kültüründeki sanat müziği fikri anlaşılabilir. Bunu denemiş müzisyenler olduğu da bilinmektedir.

Beşliler çemberinin müzik algısının ve bilişinin psikolojisinde de yeti vardır. Araştırmalar dinleyicilerin beşliler çemberindeki hareket ve ilişkilerinden etkilendiğini göstermektedir (Beckett, 2014). Hatta, araştırmalar, müzikal teori açısından eğitimli müzisyenlerin zihinlerinde birer beşliler çemberi gösterimi oluşturduklarını göstermektedir (Beckett, 2014). Gezinmelerde, çemberin sağında bir hareket müzikal gerilimi arttırmakta iken, sol taraftan bir hareketin ve özellikle başlangıç notasına dönülüyorsa gerilimi azalttığı ifade edilmektedir. Bu tonal sıçramaların bazen az eğitimli bireyler tarafından bile fark edildiğine dair belirtiler de vardır. Çemberde önemli bir nokta, notalar arası uzaklıktır. Çemberde ardışık notalar yakinen ilgililerdir. Çemberde çapın üzerindeki akis nota, verilen notaya en uzak notadır. Yapılan araştırmalarda yakın, orta, uzak notaların kişilerin yargılarını, tanımalarını,

belirlediğini ve karışıklık hatalarına yol açtığını fark etmişlerdir. Notaların uzaklığını fark etmek demek uzayı belirtmektedir. Tonlar, akorlar, notalar birlikte bir çok boyutlu uzay belirtirler ki belli bir notadan uzaklık arttıkça, müzikalitenin arttığı belirlenmiştir.

Bu bilgiler ışığında hazırlanacak olan ders planlarında, belli komplekslikte eserler öğrencilere dinletilebilir, notaları ve ton değişikliklerini fark etmeleri sağlanabilir. Daha sonra beşliler çemberinden önce majör ve minör tonların dizilişleri ve aldıkları arızalar öğretilebilir. Bu konunun ilköğretimdeki diziler konusuyla bağlantıları kurulabilir. Daha sonrasında beşliler fark ettirilerek beşliler çemberindeki diziliş gösterilebilir. Belli müzik aletleri çalan öğrencilerin bu konulardaki bilgilerinden yararlanılabilir. Kesirler konusu ile (tam ve yarım kesirler) bağlantılar kurulabilir. En sonunda çemberin kullanımı konusunda bilgi verilip, fark ettikleri iniş ve çıkışların farklı anlamları öğrencilere belirtilebilir. Bu bağlamda da Pisagor komasının ölçüsü ve kesirlerle gösterilmesinden yola çıkılarak rasyonel sayılar kavramı hakkında çok şey söylenebilir. Fakat burada müzikal oranların farklı hesabı öğrenciye belirtilmelidir. Hatta, bilinen eserlerin küçük parça notaları öğrencilerle paylaşılarak ölçüye uydurma gibi aktiviteler de verilebilir.

Kaynakça

Beckett, C. (2014). Music in the social and behavioral sciences: An Encyclopedia, (Ed.,W.F. Thompson), SAGE Reference.

Beer, M. (1998). How do math and music relate to each other?, Brisbane, Queensland, Australia: East Coast College of English.

Esi, A. (undated.)Matematik ve müzik, https://dergipark.org.tr/download/article-file/358138 adresinden alınmıştır.

Feyzioğlu, N. (2004). Müzik malzemesinin oluşum ve biçimlenmesinde matematiğin rolü, Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, 0,13, 95-104.

Locke, A. W. (1935). Descartes and Seventeeth-Century Music, The Musical Quarterly, 21, 4,423-431.

Önal, Ö. (2012). Ses, dil ve müzik, Dil dergisi, 155, 8-23.

Reitman, B. (2003). History of mathematical approaches to Western Music, http://www.mlahanas.de/Greeks/PDF/math_music_hist.pdf adresinden alınmıştır.

Siddhartan, R. (1999). Music, Mathematics and Bach: 2nd patterns in Bach's music, Resonance, 4,3,61-71.

ÇOK SESLİ MÜZİK (POLİFONİK MÜZİK) İLE MATEMATİK İLİŞKİSİ

Özlem ÇEZİKTÜRK*

Öz

Birden fazla sesin veya enstrümanın bir anda ve birarada duyulması çok sesli müzik deneyimi olarak isimlendirilmektedir. Çoksesli müzik ne yazık ki belli bir temel müzik eğitimine sahip bireylerin ilgilendiği diğerlerinin kaçındığı bir deneyimdir. Bu çalışmada, bir grup (toplam 7 kişi) matematik eğitimcisine ve son sınıf matematik öğretmenliği öğrencilerine Bach' ın "Crab Canon" adlı eseri ve "Ben giderim Batum'a" adlı halk türküsü cep telefonundan dinletilmiştir. Eserlerin ardışık dinletiminin ardından, hissettiklerini ve bulurlarsa matematiksel açıdan gördüklerini bir parça kağıda yazmaları istenmiştir. Matematik açısından daha eğitimli olan matematik eğitimcilerinin, son sınıf matematik öğretmenliği öğrencilerine göre daha fazla detaylı noktalar belirttikleri gözlemlenmiştir. Bunun sebepleri, literatür ve eserlerin özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Çok sesli müzik; müzikte matematik

Abstract

Experience of many voices or many instruments together is known as Polyphonic music. Unfortunately, mostly people with more than moderate musical education seems to enjoy this type of music, and listen. In this study, a group of 7 mathematics education experts and recent graduates of Mathematics teaching made listen to Crab Canon of Bach and "Ben Giderim Batum'a" polyphonically. After, listening to these pieces, subjects were told to write down what they feel and believe mathematical. As a result, expert Mathematics educators' seem to come up with more detailed explanation of what they hear. Reasons for this, were analyzed under the light of the literatüre and specialities of the pieces.

Keywords: Polyphonic music, Mathematics in music

* Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, ozlem.cezikturk@marmara.edu.tr

Giriş

Konfüçyüs müzik için yerle gök arasında bir ahenktir diyor. Bu araştırmada yerle gök arasına sığan müzik kavramlarından çoksesli müziğin matematiğini araştırmaya çalışılmıştır. Müziğin gücü tartışılmaz. Yeri gelir insanı hayal dünyasına götürür, yeri gelir hayatın gerçekleriyle tanıştırır. O yüzden enlerin arasında bir gezinimdir diyebiliriz. Birden fazla sesin farklı değişkenler olarak düşünülebildiği anda işin içine matematiğin girdiğini söylemekten korkulmamalıdır. Küçük bir grup matematik eğitimcisine, matematik öğretmenliği son sınıf öğrencilerine çoksesli müzik dinleterek matematiksel olarak ne algıladıkları sorulmuştur. Verdikleri cevaplar matematik bilgisi arttıkça, söylenebileceklerin de arttığını göstermiştir. Müziğin Pisagor ' un da dediği gibi bağlantılar olduğu düşünüldüğünde, en sağlam kavramsal bağlantılar gene matematik eğitimi uzmanlarından çıkmıştır. Müzik te matematik te beyinde süreçlerle işlendiğinden beyin ve müzik bir arada incelenmelidir.

Müzik ve Beyin

Çuhadar (2008) müzik algısı ve performansının beynimizin sağ şakak bölgesinde, ritim duygusunun ise beynin sol tarafında yer aldığını belirtmektedir. Burada eğitimli müzikçilerin sol yarımküresini aktive edeceğini ama diğer insanların müzik dinlerken belki sadece sağ yarımküreleri ile yetinebileceğini belirtmektedir. Matematiğin de aslen beynin sol lobunda işleyişlerle bağlantılı olduğunu hatırlayabiliriz. Fakat yine de bu süreçlerin beynin tamamı ile olan ve çok sayıda sinirsel ağın katılımı ile gerçekleşen bir olgu olduğunu vurgulamaktadır. Alzheimer tanısıyla izlenen 84 yaşındaki bayan hastanın aşina olduğu melodileri tanıdığını ama isimlerin bilmediğini izlemişlerdir (Cuddy & Duffin, 2005, cited in Çuhadar, 2008). Dirençli epilepsi hastası 22 çocuk üzerindeki araştırma sağ lobu çıkarılmış hastaların melodileri ayırt etmede sol lobu çıkarılanlara göre daha düşük bir performans sergiledikleri gözlemlenmiştir (Sosyal ve ark, 2005; cited in Çuhadar, 2008). Beethowen ölmeden 10 yıl önce tamamen sağır olmuştur. 9. Senfonisini bitirmesi bu döneme rastlamıştır (Çuhadar, 2008). O zaman beyin araştırmalarındaki vurgulanan nokta ihmal edilmemelidir, zira beyni bir bütün olarak görmek gerekmektedir. Ve matematik te bu işleyişten nasibini almaktadır.

Ayata & Aşkın (2008), müzik duyusunun beyinde Broka alanı denilen ve görme, işitme, koordinasyon, hareket etme merkezleri ile ortak bir alanda meydana geldiğini belirtmektedir. Araştırmalarında müziğin beynin diğer zihinsel becerilerini geliştirmek için kullanabilir mi diye sorgulamışlardır. Yapılan analizler sonucunda müzisyenlerin müzik dışındaki problemleri çözmek için de beyinde müziği çözümledikleri mekanizmaları kullandıkları ortaya çıkmıştır. Oysa problem çözmek matematiğin bir dalı olarak düşünülmektedir. Çünkü müzik te tıpkı satranç ve matematik gibi yüksek beyin fonksiyonları gerektirir demektedirler (Beer, 1998). Müzik eğitimini 7 yaş öncesi almış çocuklarda matematik ve hafıza gibi müzik dışı yeteneklerin hiç müzik eğitimi almamış çocuklardan daha iyi geliştiği görülmüştür.

Bunlar magnetik rezonans görselleştirmeleriyle incelenmiştir. Burada kültürel bazı noktalara da dikkat etmek gerektiğine vurgu yapmaktadırlar. Örneğin Japonlar, kendi halk müziklerini sol yarımkürede algılarken, batılılar aynı müziği sağ yarımkürede algılamaktadır. Yaptıkları araştırmada sonuç olarak müzisyenlerin müzik dışındaki becerilerinin de geliştiğine dair bir sonuç elde edememiş olmalarına rağmen, müziği dil gibi algılayıp beynin ilgili bölgesini kullandıkları belirlenmiştir. Japonların konuşurken cümle sonuna kadar tek tonda konuşup cümle sonunda eğer soru ise "Mi?" diye bitirdiklerini biliyor muydunuz? Oysa Türkler dilin neresine vurgu yapacaklarsa orasında tonaliteyi yükseltirler. Örneğin yüklem önemliyse yüklemde, özne önemliyse özne de gibi.

Müzik ve dilin arkan planda ses unsuru ile buluştuğu belirtilmektedir (Önal, 2012). Bazı diller kendine özgü tonaliteye sahiptir, örneğin Mandarin ve Vietnamca. Çocuğun doğumundan itibaren, annece denilen bir yöntemle bebeği ile konuşur ve bu da ninni ağırlıklı ve ezgisel bir yöntemdir. Benzer bir araştırma 7 aylık bebeklerin Mozart sonatlarını 3 hafta kadar uzun süreli belleklerinde tutabildiğini göstermektedir. Bunun yanında hayatında hiçbir müzikal eğitim almamış bireyler, azımsanmayacak düzeyde müzikal duyarlılık göstermekte ve bazen virtüöz düzeyinde performans sergileyebilmektedirler. Slobin ve Tutan müzik evrenseldir ama anlamı değildir demişlerdir. Bir dilde, konuşmada, şaşkınlık, pişmanlık, korku, kızgınlık gibi duyguları belirtirken ezgisel bir duygu dışavurumu sergilenir. Ravel' in 50 li yaşlarının sonunda hareket güçlükleri kadar, yazı yazamama güçlükleri yaşamıştır ancak hayatının son dönemine kadar ezgi ve perde tanımada hiçbir sorun yaşamamıştır. Bir başka ünlü besteci de Schebalin global afazi (beyin hasarı ile sözyitimi) teşhisinden sonra 5. Senfonisi başta olmak üzere 20 eser tamamlamıştır (Bora & Alper, 2005, cited in Önal, 2012).

Yapılan araştırmalar, eğitimli müzik dinleyicilerinin dinleyiş sırasında zihinlerinde bir beşliler çemberi gösterimi oluşturduğunu ve bu sayede eserin notaları, akorları ve tonları arasındaki geçişleri vs, daha fazla fark ettiklerini göstermiştir (Beckett, 2014).

Çok sesli müzik

Çokseslilik (Polifoni) 2 veya daha fazla melodik sesin bir bütün oluşturacak şekilde bir arada kullanılmasıyla oluşmaktadır. 2. Sesin melodisi 1. den tamamen farklı olabilir veya varyasyonlarla benzer olabilir (Siddhartan, 1999).

Antik yunandaki geliştirilmiş müzik kuramları çokseslilğin temelini oluşturmuştur. Roma İmparatorluğu da bu kültürü devam ettirmiştir. (Boran & Şenürkmez, 2008, cited in Tarkum, 2018). Babil, Sümer ve eski Mısır'da hem telli hem de nefesli çalgıların gelişmişliği, Pisagor tel boyu oranlarının 2000 yıl önce Mezopotamya'da ve eski Mısır da bilindiğini göstermektedir. (Can, 2001, cited in Tarkum, 2018). Aslında müzik tarihi Batı müziğinde de Monteverdi'nin ölümüne kadar vardı. Org ve piyano gibi basit perdeli çalgılar yüzünden terk edildi(Tarkum, 2018).

1200 den 1450 ye kadar süren "gotik çağı" polifonik müziğin ilk çağıdır (Erten, Özkılıç ve Uhan, 1959, cited in Tarkum 2018). Çokseslilikte makam fikri kayboluyor diyen müzisyenler de olmuştur. A. Adnan Saygun 'un Yunus Emre Oratoryosu için Bestenigar, Era ve Segah gibi makamlar kullanılmış ama nim hicaz, ırak gibi perdeler yok edilmiştir denmiştir. Bela Bartok 'un Romen Halk Danslarında 3 tanesinin Hüseyni bir tanesinin de Nikriz hatta bir tanesinin de Uzzal makamında olduğu söylenir (Tura, 1996, cited in Tarkum, 2018). Descartes için çok seslidense az sesli daha iyi idi, o basit olanı karmaşık olana yeğlerdi, denilmektedir (Locke, 1935). 1600 larda opera ilk ortaya çıktığında çokseslilığin yerini tek stilli kompozisyon almaya başlamıştır. Melodi çokça giyilmeye veya duyulmaya hazırdır ve çoktan seçilmesi gerekmemiştir (Locke, 1935).

Portakal (undated) farklı garip döngülere örnekler vererek Hofstadter'in GEB kitabına atıfta bulunmaktadır. Bach' ın müzikal sunusunda altı zorunlu sesli füğün doğaçlama çalınması, gözleri bağlı olarak aynı anda altmış satranç karşılaşması yapmaya ve hepsini kazanmaya benzetilebilir denmektedir. Çokseslilik örneklerinden kanonun ana fikri, tek bir temanın kendisine karşı çalınmasıdır. Bu tema değişik sesler tarafından çalınır veya kopyalanır. Bütün kanonların en basiti "Tembel Çocuk" şarkısıdır. Tema birinci sesle girer, sabit bir t süresinden sonra aynı anahtardan onun kopyası girer. İkinci ses için de aynı olay tekrarlanır ve bu şekilde devam eder. Bu yüzden bir kanondaki her notanın tek bir anlamı yoktur, dinleyici kulağı ve beyni sayesinde uygun anlamı kavrayabilmektedir. Bunun yanı sıra ikinci seslerin temayı büzülmüş ya da genleşmiş gibi gösterdiği kanonlar da vardır. Sonraki adım çevirmedir. Bu orijinal temanın yukarı çıktığı noktada aynı notalarla ezginin geri dönmesidir. En ezoterik örnek ters kopyadır ki bu da Yengeç Kanonu diye adlandırılır, nitekim yengecin bir ileri bir geri yürüyüşünü andırır. Garip döngüler kavramı sonsuzluk kavramını da içinde barındırır. Çoğunlukla iç içe geçen temanın kopyaları, Bach 'ın kanonlarının görsel benzerleridir. Bitimsizce yükselen kanon, ilk notadan gittikçe uzaklaşır ama bir anda da geri döner (Portakal, undated).

9. yy. çokseslilikle ilgili ilk deneylerin bulunduğu dönemdir. Bu kilise müziğinde başlamıştır ve notaların bir arada çalınması anlamına gelir ki organum diye adlandırılmıştır. Bach 17. Yy da çokseslilik ölürken canlandıran olarak tarihe geçmiştir. Bach' in kanonlarında gizli şifreli mesajlar vardır. Örneğin Füg Sanatı eserinde notalar BdüzACB dir ki son B Almancada H olarak okunur ve böylece sanatçının adı ortaya çıkar(Siddhartan, 1999).

Çok sesli müzik türleri

Klasik batı müziğinde ünlü besteciler farklı şekillerde müzik denemelerinde bulunmuşlardır. En basitinden dört sesli veya yedi sesli koro örneklerinde (4 bayan sesi + 3 erkek sesi) kalın seslerin ince seslerin söylediği ezginin bir kalın tonundan sol anahtarı yerine fa anahtarı ile aynı ezgiyi söylemeleri mümkündür. Kanon denilen polifonik müzikte ezgiye bir grup bastan başlayıp bir noktaya geldikten sonra bastan başka bir grup daha baslar ve zaman

sektesiyle aynı ezgiye devam ederler. Çok seslilik aynı anda farklı bölümlerin söylenmesiyle devam eder. Ahenk matematiksel yapı ile kendini gösterir. Bach'ın yengeç kanonu ise simetrinin baş gösterdiği bir kanondur. Bunların yanında bir senfonik parçadaki çok farklı enstrümanların belli roller üstlendiği çok seslilik bu ezgilerin tek bir müzisyenin kafasından çıktığı düşünüldüğünde inanılmaz gelebilir. Bu her enstrümanın çıkaracağı, çıkarabileceği seslerin farkında olunması gerekliliğini ve bunların bir arada nasıl dikkat çekici bir bütün oluşturacağının bilgisidir. 3 farklı enstrümanın birlikte çalındığı oda müziğinde ax+by+cz denkleminin geçerli olduğu düşünülebilir. Kandinsky müzikal doğru tanımı yapar ve violinin çaldığı kısım der. Muzikal grafiğin de aslında sadece doğru ve noktalar içerdiğinden bahseder. Öyleyse 20 değişik enstrümanla bir senfonide olan nedir?

Türk müziğinde çok seslilik

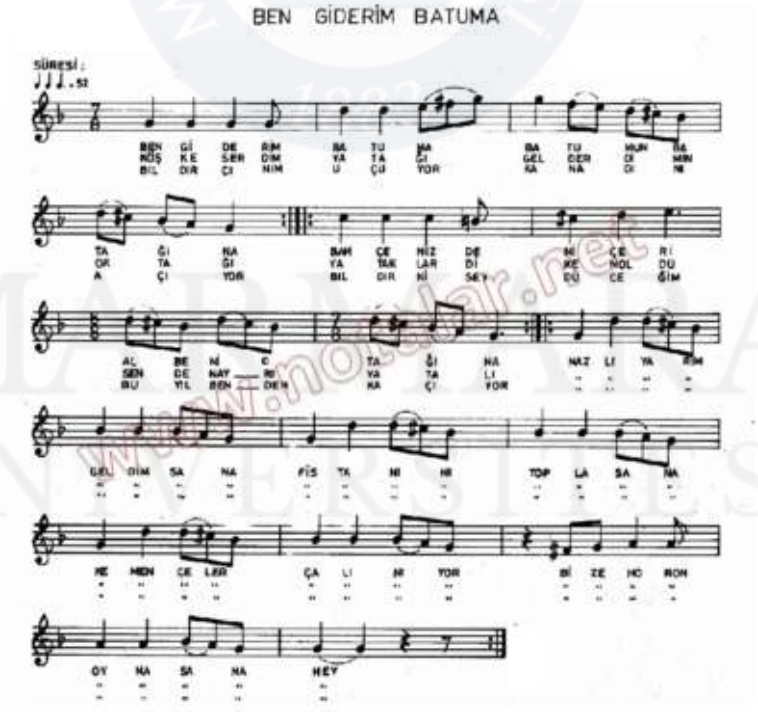
Türk kültüründe ise önce tek sesli başlayan Türk müziği 20. yy da Cumhuriyet döneminde yenilik arayışları içinde çokseslilik yer almıştır (Tarkum, 2018). Türk müziğinde tarihte 593 makam varken günümüzde 70-80 makam kullanılmaktadır. Musikimizde mücennep aralıkları denilen 14/!3 ve 12/11 kesirleri çok önemlidir. Pisagor Koması 1,0136 olarak bilinen sayıdır. Batı müziğinde iki nota arasında iki aralık varken, Türk müziğinde iki ardışık nota arasında 9 koma girer. Küçük aralıklar Türk müziğinin farklı ezgi anlayışı , müzik algısı ve kültürünü yansıtmaktadır

Türk müziğinde çokseslilığin gelişimine gelince,. II . Mahmut döneminde Donizetti paşanın öncülüğünde Muzika-i Hümayun kurulur. Bando, koro ve orkestra oluşturulur. Sultan Abdülmecit döneminde opera grupları bunlara eklenir. II. Abdülhamit döneminde devam eder. Cumhuriyet'in ilk yıllarında Cumhur Filarmoni Orkestrası kurulur. 1924 te Musiki Muallim Mektebi eğitime başlar. Yurt dışına öğrenciler gönderilir. Ekrem Zeki Ün, Ulvi Cemal Erkin, Ahmet Adnan Saygun, Necil kazım Akses, Hasan Ferit Alnar, Cevad Memduh, ve Halil Bedi gibi isimler Türk ve dünya müziğine kazandırılır. Sırasıyla önce SSCB ve Avrupadan uzmanlar getirilir. 1935 lerde İdil Biret ve Suna Kan gibi harika çocuklar yasası çıkarılır. Daha sonra yapılan araştırmalarla Türk çok sesli müziğinin daha yatkın olan Türk halk müziğinden yana çalışmalar yoğunlaştırılır(Kılıç, undated). Latince "chorus", İtalyanca ve İspanyolca "coro" İngilizce "choir" dilimizde ise "Koro" çok sesli müzik yapıtlarını seslendirmek için bir araya gelen yorumcu –seslendirici topluluğu anlamına gelir ki, eğer bu çalgı eşliği olmaksızın yapılırsa "Acapella" ismini alır.

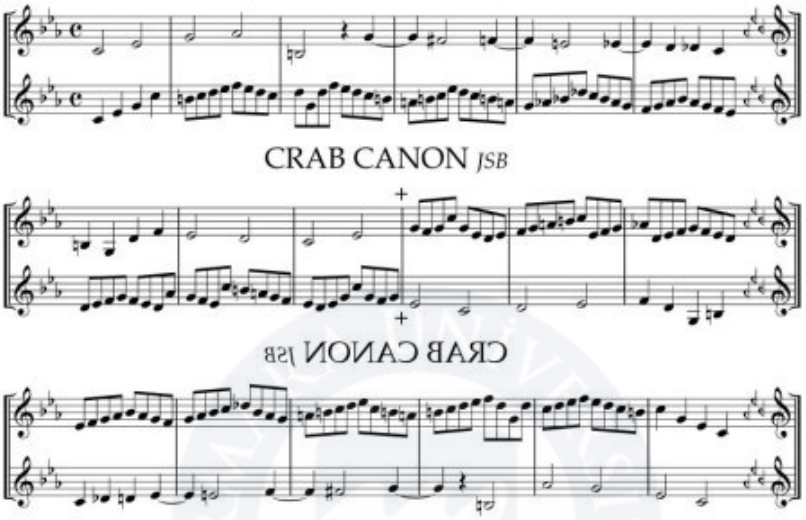
Yöntem

Niteliksel araştırma yöntemlerinden tarama ve durum değerlendirmesi yöntemleriyle oluşturulmuştur. İki grup deneğe iki müzikal parça dinletilmiş ve izletilmiştir. Bunlardan birisi "Crab Canon on a mobius strip" videosu, diğeri ise Ankara çoksesli korosunun "Ben

giderim Batum'a" adlı halk müziği parçasıdır. Koro bu eseri çok sesli olarak seslendirmiştir. Yengeç Kanonu Johann Sebastian Bach' ın eserlerinden(1747) birisidir (şekil2) ve diğeri bir Sinop halk türküsüdür (şekil1). Araştırmaya katılan 7 kişiden sadece birisi bu eserin çok sesli halini daha önce dinlediğinden bahsetmiştir. Diğerleri için ilk defa yaşadıkları bir deneyimdir. Yengeç Kanonu'nun notalarındaki bir grup ses, baştaki seslerin sondan çalınmış halidir yani simetriği gibidir. Kanon olması dolayısı ile bazı yerlerde bu iki ses üst üste çalınır. Fakat bu videoda ayrıca kanonun mobius şeridine uyarlanmış hali çalınmaktadır. Möbius şeridi topolojide iki ucu birbirine tersten bağlı bir şekli anlatır ki bu şeklin bası ve sonu yoktur ve tek yüzeylidir. Bach' ın Yengeç Kanonu nu içeren Müzikal Sunu adlı eserlerindeki altı sesli fügü doğaçlama çalmak için 60 satranç karşılaşmasını aynı anda kazanmakla eşdeğer bulunmuştur. 3 öğrenci (2 si mezun olma durumunda), 4 matematik eğitiminde doktoralı öğretim üyesine dinletilen iki eserden sonra akıllarına ilk gelen matematikle ilgili ne varsa yazmaları beklenmiştir. Bu araştırmada bu durum değerlendirmesinin analizleri ve matematik dersleri için öneriler anlatılacaktır.



Şekil 7 Ben Giderim Batum'a notalar



Şekil 8 Crab Canon notalar

Bulgular ve tartışma

3 tane son sınıf ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencisinin cevapları çok yüzeysel kaldığı görülmüştür. Ama gene de, bağlantılar, uyum, ahenk, bütünlük, ruhlar, ve sevgi gibi soyut kavramların yanısırıra, bazı matematiksel kavramları da fark ettikleri gözlemlendi. Örneğin artan-azalanlık, çok boyutluluk, ritm toplamı, simetri, yansıma, yüksek sesler ve zıt sesler, nefes ve bağlantılar gibi. Burada, son sınıf hatta mezuniyet durumundaki öğrencilerin, sınav zamanı dinlemiş olmaları biraz dikkati dağıtıcı bir etki yapmış olabilse de, matematik başarıları açısından Türkiye genelinde ilk % 1 in içindeki bir grubu oluşturmaktadırlar. Aslında yazdıkları her noktanın önemi ve yeri vardır çünkü üstte de görüldüğü gibi notalarda gerçekten de bir yukarı çıkma ve ince özellikleri görülmektedir.

4 tane matematik eğitimi uzmanı Bach'ın Canonunu simetrik bir parabol grafiğine benzetmiştir, artan azalan fonksiyonlar, dış bükeylik ve içbükeylik, kümeler, denklemler sistemi, varyanslar, sürekli artıp başa dönme, fonksiyonların birleşimi, notaların tersten çalınması, ve bu bağlamda fonksiyonun tersi, örüntüler, güçlü-zayıf ikilemi, vs. Matematik eğitimi uzmanları, herbiri yaklaşık 20 yıllık (1 tanesi 10 yıllık) deneyime sahip çokça matematik dersi veren ama aynı zamanda matematiğin doğası vs gibi derslerde de matematiğin farklı alanlarla ilişkisi üzerine çalışmış kişiler olduklarının altını çizmek gerekir.

Uzman 1: "*Canon bende simetrik bir parabol grafiği görüntüsü canlandırdı. Hızlı çalınan kısım parabolün tepe noktası, sonrasına bir düzlüğe giriliyor, ve neresi başlangıç ve neresi bitiş karışıyor.*"

Uzman 2:"*Artan azalan fonksiyonlar, dışbükeylik ve içbükeylik aklıma geldi. Denklemler sistemi gibi, soldan sağa 1. Denklem, sağdan sola 2. Denklem gibi. Harika olan birlikte çalındığında iki denklem gibi olması ve birden fazla denklem var gibi*"

Uzman 3: "*ilerledikçe sanki başa dönme, sürekli artmasına rağmen sanki başa dönüyor gibi. İlginç.*"

Uzman 4: "*Kompozisyon, ve hatta fonksiyonların birleşimi gibi, notaların tersten çalınıyor olduğunu düşündüm, fonksiyonun tersini bulmak*" ile ilişkilendirildi.

Üstte yazılanlar genelde Canon eserine verilen tepkilerdir. Ve her uzmanın olaya farklı bir bakış açısıyla bakması dikkat çekicidir. Burda dikkat edilmesi gereken nokta, çok sesliliğin enstrümanlar da ve notaların çalınışında yapılıyor olmasıdır. Oysa diğer eserde, çokseslilik insan seslerinin bir arada kullanılmasıyla ortaya çıkıyordu. Çok sesli ve çok tiz seslere dikkat çektiler. Tiz seslerin dikkat çetiğini diğerlerinin o anda daha durağan olduğu gibi bir açıklama Uzman 1 den geldi. İkinci uzman, özellikle grup ve küme kavramlarıyla ilişkilendirilme yapılması ilginçtir. Yani bir taraftan kendi kümeleri için diğer taraftan toplam küme için tanımlı olmaya çalışmak kavramı uzman 2 nin halen fonksiyonlar bazında düşündüğünü göstermekte olabilir. 3. Uzman farklı anlardaki ses yüksekliklerine dikkat çekmiş ve bazen erkek sesleri bazen kadın sesleri daha etkili geldi bana demiştir. Tek tek sesleri ayrıştırmaya çalıştığı söylenebilir. 4. Uzmana gelince, ahenk düzen ve örüntü derken, seslerdeki bu gelişimi güçlü-zayıf ilişkisini anlatttı bana diye açıklamıştır.

Beyin görüldüğü üzere gerçekten de bir bütün olarak çalışmakta gibidir. Bu bağlamda Çuhadar (2008) söylemiyle araştırma benzer sonuçlar vermiştir. Kişiler parça parça sonuçlar çıkarsalar da bunları bir organizasyon, ve hatta kompozisyon şeklinde belirtmeye özen göstermişlerdir. Dil (Önal, 2012) de belirtildiği gibi müziğin anlaşılmasını bir noktaya kadar durdurmaktadır. Sözler, notaların önüne geçebilmekte ve hatta sesler de sözlerin önüne geçebilmektedir. Beckett (2014) te deneklerde beşliler çemberi zihinsel metaforunun oluştuğunu belirtmiştir ama bunu sadece eğitimli müzisyenlerde olduğunu açıklamıştır. Bizim çalışmamızda da eğitimli matematikçilerde zihinsel matematik sistemleri dolaşmaya başlamıştır. Portakal (undated) garip döngüler konusuna dikkat çekmektedir. Dinletilen video özellikle möbıs şeridi görselli olduğundan bu nokta açığa çıkmış ta olabilir ama bu net değildir. Cevaplar da aniden dönüş, başladığı yere dönme vs gibi açıklamalar görülmüştür.

Müzik te matematik gibi bir sistemdir ve bir bütündür. Eğitimli olma, hem matematik hem de müzik eğitimi birleşse nasıl olurdu sorusunu ortaya çıkarmaktadır ki bu bir sonrası araştırmanın konusu olacaktır.

Kaynakça

Ayata, E. & Askın, C. (2008). Müziğin beynin bilişsel fonksiyonlarına olan etkisi, İTÜ dergisi /b Sosyal Bilimler, 5,2, 13-22.

Beckett, C. (2014). Music in the social and behavioral sciences: An Encyclopedia, (Ed.,W.F. Thompson), SAGE Reference

Beer, M. (1998). How do math and music relate to each other?,Brisbane, Queensland, Australia: East Coast College of English.

Çuhadar, H. (2008). Müzik ve beyin, Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 17, Sayı 2, s.67-76.

Kılıç, F. (2015). Çok sesli batı müziğinin Türk modernleşmesindeki önemi, http://www.ayk.gov.tr/wp-content/uploads/2015/01/KILI%C3%87-Fahri-%C3%87OK-SESL%C4%B0-BATI-M%C3%9CZ%C4%B0%C4%9E%C4%B0N%C4%B0N-T%C3%9CRK-MODERNLE%C5%9EMES%C4%B0NDEK%C4%B0-%C3%96NEM%C4%B0.pdf adresinden anlınmıştır.

Locke, A.W. (1935). Descartes and Seventeeth-Century Music, The Musical Quarterly, 21,4,423-431.

Önal, Ö. (2012). Ses, dil ve müzik, Dil Dergisi, 155, 8-23.

Portakal, İ. (undated). Garip Döngüler, GEB, Galatasaray Üniversitesi. http://math.gsu.edu.tr/mezun/Fasikul/Garip%20D%C3%B6ng%C3%BCler%20-%20GEB.pdf adresinden alınmıştır.

Reitman, B. (2003). History of mathematical approaches to Western Music, http://www.mlahanas.de/Greeks/PDF/math_music_hist.pdf adresinden alınmıştır.

Siddhartan, R. (1999). Music, Mathematics and Bach: 2nd patterns in Bach's music, Resonance, 4,3,61-71.

Tarkum, E. (2018). Türk müziği ve batı müziğinin yapısal özellikleri ve çokseslilik açısından incelenmesi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20,1,31-43.

Yiğit, V. (2018). Müziğin öyküsü, https://boun.academia.edu/VuralYi%C4%9Fit adresinden alınmıştır.

GİTAR YAPIMINDAKİ MATEMATİK: DİSİPLİNLERARASI BİR DERS PLANI

"MATHEMATICS OF GUITAR BUILDING: AN INTERDISCIPLINARY LESSON PLAN"

Perihan SARIGÖZ*
Zeynep Eylül ÜÇER**

Öz

Günümüzde öğrencilerimiz; bilgiye kolayca ulaşabilen, soru soran, merak eden ve karşısına çıkan değişkenleri sorgulayarak, aralarındaki bağlantıları anlayabildiğinde daha kalıcı şekilde öğrenebilen bir yapıya sahiptir. Özellikle günlük hayattan kopuk görünen, bazı formüllerin ezberlenmesi şartına bağlanan ve sadece zeki insanların başarılı olabildiğine inanılan matematik dersinin diğer disiplinler ile sıcak bağlantısı göz ardı edilemez. Yapılan çalışmada 9 ve 10.sınıf matematik ders müfredatı incelenmiş ve aşağıda belirtilen kazanımlar ile 'Gitarda denge ve oranlar' konusu arasında bağlantı kurulabileceği tespit edilmiştir. Bu şekilde matematik ve müzik derslerinde ortak ders planları hazırlanarak matematik derslerinden elde edilen sayısal bulgular ile basit bir gitar yapılmasına karar verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin matematik dersinde elde ettikleri sayısal değerleri bir alet yapımında kullanması ve o aletin amacına uygun olarak yapılabilmesi için doğru sayısal değerlere göre tasarlanması gerekliliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

* Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu Lisesi Matematik Öğretmeni ve Bölüm Koordinatörü psarigoz@oguzkaan.k12.tr

** Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu Lisesi Müzik Öğretmeni, zeynep3er@gmail.com

Sınıf ve Tarih	Öğrenme Alanı	Kazanım
9. Sınıf 31 Aralık – 4 Ocak 2019	Sayılar ve Cebir	'Oran ve Orantı' kavramını kullanarak problemler çözer.
10. Sınıf 5-9 Kasım 2018	Sayılar ve Cebir	'Fonksiyonlar ile ilgili problemler çözer.' (Gerçek hayat durumlarını temsil eden sözel ifadelerdeki ilişkilerin cebirsel, grafiksel ve sayısal temsilleri ile ilgili uygulamalar hatırlatılır.)

Bu bağlamda matematik ve müzik öğretmenleri bir araya gelerek belirtilen haftalar içinde ortak içerikli ders planları hazırlamışlardır. Hazırlanan planlarda ilk önce müzik derslerinde öğrenciler ile sesler, seslerin frekansları, oktav, koma, klasik gitarın geometrisi, klasik gitar ve perde yerleri ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra, matematik derslerinde de gitarda denge ve oran bilgisi, tel uzunluğu ve ses frekansları ile ilgili temel bilgiler kullanılarak yapılması planlanan gitarın temel ölçüleri hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular, müzik öğretmeni ile öğrencilerin bir araya gelerek oluşturdukları atölyede toplanan malzemelere uygulanarak planlanan gitar oluşturulmuştur. Matematik ve müzik öğretmenlerinin bir araya gelerek yaptıkları bu ortak çalışmada, iki dersin disiplinler arası bağlantısı oluşturularak öğrencilerin matematiksel gerçekleri somut bir duruma dönüştürebilmeleri amaçlanmıştır. Dönem içinde yapılan matematik yazılı sınavında 9 teorik müfredat içerikli soru ve 1 adet yine müfredat içerikli gitar yapımı ile ilişkili soru sorulmuş ve öğrencilerin bu soruyu diğerlerine göre daha yüksek bir başarı yüzdesi ile doğru cevapladığı sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gitarda oranlar; gitarın geometrisi; gitar yapımı.

Abstract

Today, students are curious, they ask questions and have easy access to information, and when they comprehend the relations between the variables by questioning them, their learning processes become more permanent. Mathematics is always considered as irrelevant to the real world, conditioned to the memorization of certain formula and believed to be a lecture that only the brightest students can excel at. However, we cannot ignore the relation of mathematics with other disciplines. In this study, 9th and 10th-grade mathematics and music curricula were reviewed and it was determined that a relation can be established between the curriculum objectives of mathematics and "the equilibrium and ratio on guitar". In this regard, common lesson plans are prepared for mathematics and music lectures to build a guitar using the mathematical objectives of the related grade. The aim of this study was to enable the students to utilize their mathematics lesson outputs in building a musical instrument and show them that a given instrument must be designed by using the accurate numerical values instead of random ones

Date and class	Learning area	Objective
9th grade 31.12-4.01.2019	Numbers and algebra	Solve problems using ratio and proportion.
10th grade 5-9.11. 2018	Numbers and algebra	Solve problems about functions.

In this context, mathematics and music teachers prepared common lesson plans with shared content. In these plans, students were first introduced to following concepts in their music lectures: sounds, frequencies of sounds, octave, coma, geometry of classical guitar, classical guitar and fret locations. Then the fundamental measurements of the planned guitar were calculated in mathematics courses by using the basic information about ratio and proportions of a classical guitar and the relationship between string length and frequency. Calculated numerical outputs were then applied by the students, supervised by the music teacher, to build a guitar by using the materials in the workshop. With this common lesson plan prepared with the collaboration of mathematics and music teachers, it was aimed to establish an interdisciplinary connection between these two lectures, enabling the students to observe a more concrete relation and transform mathematical concepts into real-life action. In order to see the effects of this collaboration, nine theoretical questions and one guitar building question was included in the exam and students exhibited higher success with regards to the guitar-related question in comparison to other theoretical questions.
Keywords: Ratios on guitar body; Geometry of guitar body; Building guitar.

GİRİŞ

'Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programları' dokümanlarındaki açıklamalarda öğrencilerin problemlere farklı açılardan bakarak problem çözme becerilerini geliştirmeleri, matematiksel düşünme ve uygulama becerileri kazanmaları, matematiği doğru ve faydalı bir şekilde kullanmaları amaçlanmaktadır. Programın uygulanması süresince öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırma süreçlerinin, çoklu temsiller ve materyallerle desteklenmesi, bu materyallerin hazırlanmasında zümre öğretmenleri ve diğer disiplinlerin öğretmenleriyle iş birliği yapılmasının gerekliliği önemle belirtilmiştir. (MEB 2018 Ortaöğretim Matematik Dersi Programı.)

Öğrenci karşılaştığı matematiksel kavramın, matematiksel veya gerçek dünyada ne anlama geldiğini bilmiyorsa ve bu kavrama bir anlam verme eğilimi gösteriyorsa bu bilinmezliği mevcut bilişsel yapısına göre bilinir kılmaya çalışmaktadır. Bu durum, öğrencinin yanlış anlama sahip olduğu o kavramın ilişkili olduğu diğer kavramların öğrenilmesini de olumsuz etkilemektedir. Matematik derslerinde genellikle kavramsal öğretim yapılmakta öğrencileri sınavlara hazırlamak amacıyla sadece işlem yapma becerilerini geliştirme yönelik çalışmalara önem verilmektedir. Gerçekçi matematik öğretimine dayalı öğretimin nitelikli bir matematik eğitimi ve buna bağlı olarak kavram yanılgılarının daha az oluşması açısından etkili olduğu bilinmektedir. Burada anahtar süreç, kavramları matematiksel olarak ifade edebilmektir ve bunun temel iki nedeni vardır: İlki, ilişkileri ve kavramları matematiksel olarak ifade etme sadece matematikçilerin değil herkesin işidir. Diğeri, ilişkileri ve kavramları yeniden keşfetme fikridir. Matematikte biçimsel bilgiye ulaşma son basamaktır. Yönlendirilmiş yeniden keşfetme durumu, etkinliklerin öğrencilere gerçek yaşam durumlarını tecrübe

etmelerini ve biçimsel olmayan çözümler üretebilmelerini sağlamaktadır. (Doç. Dr. Alattin Ural, Matematik Öğreniminde Kavram Yanılgıları ve Zorluklar)

Öğrencilerin matematiksel kavramların anlamlarını bilmeden ve mantığını anlamadan ezbere öğrenilen formüller ile sonuca ulaşmaya çalıştıkları, gerek sınıf içi etkinliklerde gerekse yazılı sınavlarda gözlemlenmiştir. Ezber derken bahsedilen, bilgiyi hatırlamanın kolay olması adına bilginin başka formlara sokulmasıdır. Öğrenci bilme aşamasını atlayarak direk sonuç çıkarma aşamasına ulaşmayı beklemektedir. Bu durumda öğrenci bir sonuca ulaşır fakat ne yaptığının farkında olmaz. Ne yazık ki, derste geçen sürenin artması adına teneffüslerin bile kısıtlanmasının rağbet gördüğü bir dönemde bu kolaylaştırıcı yöntemler popüler olmaktadır. Özellikle geometri konularının; zor, şaşırtıcı ve karmaşık bulunması öğrencileri konuları ezberlemeye ve bazı özel durumlara ait pratik yöntemler olmadan o konuların anlaşılmayacağına ait birtakım yanlış ön yargılara varmaya yönlendirmektedir. Bu durumda öğrenciler arasında matematik başarısı, sadece zeki öğrenci olmaya ve formüller, özel yöntemler ezberlemeyle ilişkilendirilmeye çalışılmaktadır. Öğrenci tarafından öngörülen bu yaklaşım, matematik dersinin öğretiminde yeni bir model geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle matematiğin soyut yapısının, somut uygulamalarla daha anlaşılabilir hale getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Matematiğin öğrenciler için bir tam anlaşılmaz semboller değil, içinde bulundukları çevrede etkileşim içinde oldukları pek çok olgu ile bağlantı kurabilecekleri bir dil olduğunu vurgulamak gerekmektedir. Ayrıca öğrencilerin, her dersi kendi içinde bir bütün olarak algılaması, mesela; matematik dersinde öğrendiği oran orantı konusunun coğrafya dersinde harita ölçeklendirmesinde kullanıldığını fark etmesi gibi durumlarla karşılaşılması farklı disiplinlerin ders planlarında kullanılmasını gerektirmektedir. Bu disiplinlerden biri olan müzik, tarih boyunca önemli matematikçilerin ilgilendiği bir alan olmuştur. 18.yy'da D'alambert ve Euler gibi büyük dehalar tarafından yazılan 'Müziğin matematiksel temelleri' isimli makaleler bu örneklerden sadece biridir. Geçmiş yıllarda, bu ve benzeri çalışmalar incelenerek bir ders plan hazırlanmış ve 2018-2019 eğitim-öğretim yılında uygulamaya konmuştur.

Çalışmanın Amacı

Matematik öğretiminin temel hedefi problem çözebilen bireyler yetiştirmektir. Matematik derslerinde örüntüler oluşturmak ve onların nasıl işlediğini keşfederek anlamlandırmaya çalışmak, matematiğin bir yarışma ya da çekişme değil de sadece hayal gücü ile oynamak olduğunu fark ettirmek amacıyla bir ortaöğretim kurumunda matematik ve müzik öğretmenleri bir araya gelerek disiplinler arası bir bağlantı kurabilmek üzere araştırma yapmıştır. Bu bağlantılar matematik dersi dışında, dünya ile uyum sağlamamızı ve yeni öğrenme yaşantıları yaratabilmemizi sağlamaktadır. Özellikle son yıllarda LGS ve YKS sınavlarında sözel-sayısal mantık ve muhakeme sorularına yer veriliyor olması okullarda öğretmenleri ders

planlama ve soru hazırlama aşamalarında yeni arayışlara yönlendirmektedir. Öğrencinin farklı alanlardaki bilgileri alıp değerlendirebilmesi büyük önem kazanmıştır. 'Matematik, sadece işlem yapmaktır' anlayışı artık yok olmaktadır. Anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak, diğer disiplinler ve günlük hayat ile bağlantı kurabilmek amacı ile 9 ve 10.sınıf matematik ders müfredatı incelenmiştir. Bu seviyelerin seçilmesindeki etken, daha üst seviyede bulunan öğrencilerin bir sınav telaşı içinde olmaları ve disiplinler arası yapılan etkinliklere katılmak istememeleridir. Disiplinler arası bağlantı kurabilmek düşüncesiyle öğrencilerin; matematiksel gerçekler, gitar geometrisi ve notalar arasındaki bağıntıları keşfetmeleri amaçlanmıştır. Bu şekilde matematik dersi, sürekli ne için yapıldığı bilinmeyen işlemlerle dolu olmak yerine; birtakım işlemler yapıp, daha sonra sonuçlarını somut bir hale dönüştürüp her iki disiplin arasındaki ilişkinin kurulması istenmiştir. En başta derse giren matematik öğretmenleri, öğrencilere çeşitli sorular sorarak içlerinde müzik ile ilgilenenler olup olmadığını incelemiştir. Bu konuşma sonucunda öğrencilerin telli çalgılarda tel uzunlukları arasındaki oran ve notalar ile ilgili bilgileri olmadığı görülmüştür. Matematik öğretmenleri ile öğrencilerin, matematik dersi dışında bir paylaşımda bulunmalarının öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını değiştirdiği ve müzik ile matematiğin bağlantısını keşfettirmeye yönelik arayışlara yönelttiği gözlemlenmiştir. Daha sonra müzik öğretmeni, kendi dersinde müzik ile ilgili kavramların matematik ile bağlantısını gösteren paylaşımlarda bulunmuştur. Öğrencilere basit bir gitar yapma amacı ile bazı hesaplamalar yapacakları ve sonuçlarının bir gitar yapımında kullanılacağı bilgisi verilmiştir. Gitar yapımından önce müzik dersinde plastik bir boru üzerinde uygun yerlere delikler açarak bir flüt yapılmıştır. Boru üzerine deliklerin hangi aralıklarda açılacağı müzik dersinde hesaplanmış ve o derste deliklerde açılmıştır. Gitarda sesler, tellerin uzunluğunun parmaklar yardımıyla uzatılıp kısaltılması sonucu farklı frekanslarda duyulmaktadır. Bu uzunlukların neye göre belirlendiği, perdelerin sap üzerine hangi oranlarda yerleştirildiği matematiksel kavramlar ile açıklanabilecek sorulardır. Bun bağlı olarak müzik öğretmenimiz, kendi derslerinde, gitar gövdesinin rastgele bir yapıya sahip olmadığını ve gitar sapı üzerine yerleştirilen perdelerin hangi durumlarda hangi sese karşılık geldiğini matematiksel işlemler ile buldukları bilgisini öğrencilere vermiştir. Böylece iki ders arasındaki bağlantının fark ettirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda kazandırılması hedeflenen kazanımlar aşağıdaki gibidir:

Öğrenciler, matematiksel kavramlar ve üflemeli çalgıların perde aralıkları arasındaki ilişkiyi belirler.

Öğrenciler, matematiksel kavramlar ve telli çalgıların perde aralıkları arasındaki ilişkiyi belirler.

Öğrenciler, matematiksel kavramlar ve üflemeli çalgıların perde aralıkları arasındaki ilişkiyi kavrayarak uygulama yaparlar.

Öğrenciler, matematiksel kavramlar ve telli çalgıların perde aralıkları arasındaki ilişkiyi kavrayarak uygulama yaparlar.

Tel boyu verilen bir klasik gitar üzerinde perde yerlerini belirler.

Fonksiyonlarla ilgili problemler çözer.

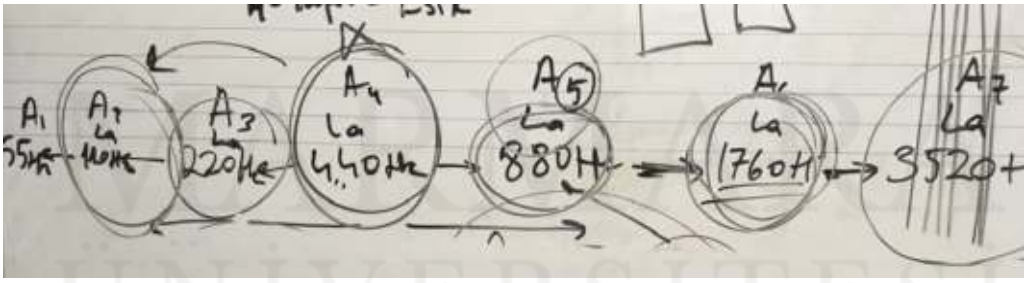
Öğrenciler, üflemeli ve telli çalgıların gövdesi ve perde aralıkları ile oran orantı konusu arasında bağlantı kurar.

Öğrenciler, üflemeli ve telli çalgıların gövdesi ve perde aralıkları ile fonksiyon konusu arasında bağlantı kurar.

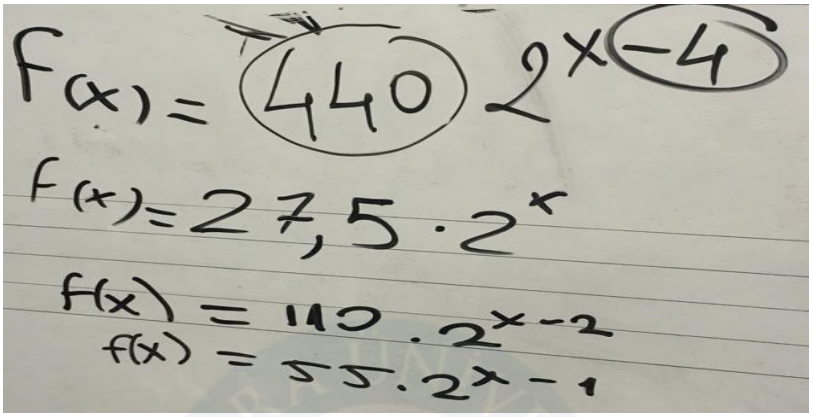
Uygulama:

Bahsedilen hedefler doğrultusunda yapılan uygulama sırasıyla şöyledir:

1. adım: Müzik dersi öğretmeni, belirlenen tarihlerde 9 ve 10.sınıf müzik derslerinde öğrenciler ile ' Ses nedir?', 'Ses nasıl oluşur?', 'Nota nedir?', 'Oktav nedir?', 'Frekans nedir?', 'Frekans nasıl ölçülür?', 'Notaların frekans değerleri nedir?', 'Notalar nasıl ortaya çıktı?', 'Çalgıların denge oranları nasıl belirlenir?', 'Çalgıların yapıları nasıl belirlenir?' sorularını cevaplamıştır. Öğrenciler çaldıkları çalgılar üzerinde verilen bilgiler ile ilgili bağlantılar kurmuşlardır. Bu bilgilendirme sırasında bazı 10.sınıf öğrencilerinin kendi kendilerine fonksiyonlar konusu ile bağlantı kurduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 1: Müzik dersinde öğretmenin öğrencilere verdiği frekans bilgisi



Şekil 2: Müzik dersinde 10.sınıf öğrencilerinden birinin frekans değerleri ile ilgili oluşturduğu fonksiyon

2. adım: Matematik dersinde aşağıdaki videolar öğrenciler ile izlenerek bilgilerin pekişmesi sağlanmıştır.



Şekil 3: YouTube video: Excerpt Donald Duck in Mathmagicland: http://youtu.be/iEVGQKwKeCc

Pisagor akort sistemi denilen müzik sistemi, bu gün batı müziğinin temellerini oluşturmaktadır. Pisagor, müziğin notalar arasındaki bağlantının matematiksel oranlara indirgenebileceğini kanıtlamış ve diatonik skalayı keşfetmiştir. Ses tonlarını, yedi ayrı notaya bağlanmasının ilk defa Pisagor tarafından yapıldığı düşünülmektedir. Pisagor'un iyi bir müzisyen olduğu ve harp çaldığı, ayrıca yaptığı çalışmalarla müzikte armoni ile tamsayılar arasındaki ilişkiyi bulduğu bilinmektedir. Bu videoda tel uzunluğu ve ses frekansları ile ilgili bilgi verilmektedir. Video izlendikten sonra öğrenciler ile – müzik dersinde edindikleri bilgiler ile bağlantı kurularak – videodaki ayrıntılar üzerine konuşulmuştur.



Şekil 4: YouTube video, Dr. Mark French, Math and Music: http://youtu.be/0raHDoTIGps

Bu videoda matematik ve müzik arasındaki ilişkiden bahsedilmektedir. 2'nin 12. kökünün nasıl bulunacağı ve bu bilginin müzikte nasıl uygulanacağı belirtilmektedir.

3. adım: Öğrenciler ile matematik dersleri aşağıdaki gibi planlanarak işlenmiştir. Etkinlikler süresince işlemler hesap makinası kullanılarak yapılmıştır. Çalışmalar sırasında tek sayfalık çalışma kağıtları; fotokopi çekilerek öğrencilere dağıtılmış, etkinlik yapıldıktan sonra çalışmaları defterlerine yapıştırmaları istenmiştir.

Örnek Ders Planı 1

Ders: Matematik

Sınıf: 10A-B-C-D

Tarih: 5 Kasım 2018

Süre: 40 dakika

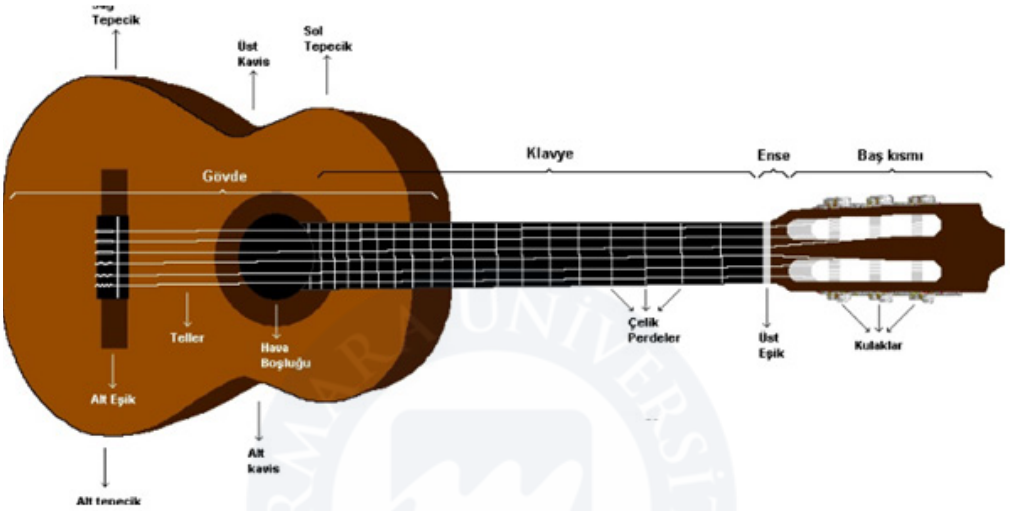
Konu: Fonksiyonlar

Kazanım: Fonksiyonlar ile ilgili problemler çözer.

Kullanılan Materyaller: Çalışma kağıtları, kalem, hesap makinası, silgi, projeksiyon cihazı.

Uygulanan Teknikler: Sokratik sorgulama

Soru 1:



Şekil 5: Gitarın gövdesi

Müzikte, frekans ve tel boyu birbiri ile ters orantılıdır. Frekans, bir telin birim zamanda yaptığı titreşimdir. Mesela: Tel bolu 104cm olan bir telli çalgının frekansı 220 1/sn iken tel boyu 52 cm olduğunda frekansı 440 1/sn olur. Ve bu frekans değişimi farklı notaları elde etmemizi sağlar.

Klasik bir gitarda tel boyu (alt ve üst eşik arası uzaklık) S cm olmak üzere istenilen bir perdenin:

alt eşiğe uzaklığı $L(n) = S.\left(\frac{76}{77}\right)^n$ fonksiyonu ile hesaplanır.

(n, perdenin başlangıç sesine göre koma olarak uzaklığı)

Üst eşiğe uzaklığı $L(p) = S.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^p\right]$ fonksiyonu ile hesaplanır.

(p, perdenin başlangıç sesine göre koma olarak uzaklığı)

Buna göre tel boyu 42 cm olan bir telli çalgının, ilk 6 perdesinin alt ve üst eşiğe olan uzaklıklarını hesap makinası ile cm cinsinden hesaplayınız.

Çözüm:

n=0 için $L(0) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^0 = 42\ cm$ ve $L(0) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^0\right] = 0\ cm$

n=1 için $L(1) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^1 = 41{,}45\ cm$ ve $L(1) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^1\right] = 0{,}55\ cm$

n=2 için $L(2) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^2 = 40{,}91\ cm$ ve $L(2) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^2\right] = 1{,}09\ cm$

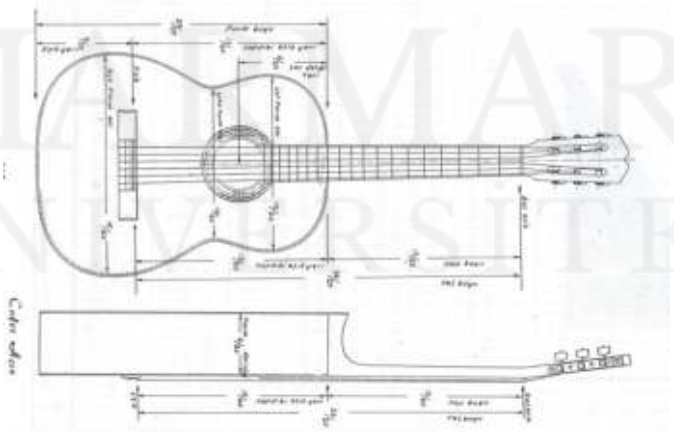
n=3 için $L(3) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^3 = 40{,}38\ cm$ ve $L(3) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^3\right] = 1{,}62\ cm$

n=4 için $L(4) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^4 = 39{,}86\ cm$ ve $L(4) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^4\right] = 2{,}14\ cm$

n=5 için $L(5) = 42.\left(\frac{76}{77}\right)^5 = 39{,}34\ cm$ ve $L(5) = 42.\left[1 - \left(\frac{76}{77}\right)^5\right] = 2{,}66\ cm$

Sorunun metni uzun olduğundan öğrenciler çözüm için en başta çekimser davranmışlardır. Öncelikle şekil incelenerek müzik dersinde öğrendikleri kavramlar ile bağlantı kurmaları sağlanmış; alt eşik, üst eşik, tel boyu, perde gibi kavramlarının anlaşılması sokratik sorgulama yöntemi ile elde edilmeye çalışılmıştır. Matematik öğretmeni tarafından, 'n=0 hangi eşiği belirtir?', 'L(0) için bulacağımız uzunluk şekilde mesafeyi gösterir?' gibi sorular sorularak yönlendirme yapılmıştır. Bulunan değerler incelenerek alt ve üst eşiğe olan uzaklık toplamının yaklaşık olarak tel boyuna eşit olduğu fark ettirilmiştir. Yaklaşık değer bulunmasının nedeni soruluş ve böylece, hesap makinası ile bulunan sonuçların da yaklaşık değerlerinin alınmış olduğu kanaatine varılmıştır.

Soru 2:



Şekil 6: Gitarda Denge ve Oranlar

Yukarıdaki şekilde klasik bir gitara ait denge ve oranları verilmiştir. Oranları incelediğimizde

Form boyu 20/20,

Sap boyu 13/20,

Tel boyu 26/20,

Form derinliği 4/20 olmaktadır. Bu bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayalım.

Form boyu bağımsız değişken x olarak alındığında gitarın sap boyunu veren s(x) fonksiyonu $S(x) = \frac{13x}{20}$ olarak veriliyor. Buna göre form boyu 50 cm olan klasik gitarın sap boyu kaç cm olur?

$$S(50) = \frac{13.50}{20} = 32{,}5\ cm$$

Form boyu bağımsız değişken x olarak alındığında gitarın tel boyunu veren fonksiyon t(x) olsun. t(x) fonksiyonunun kuralını yazınız.

$$t(x) = \frac{26x}{20}$$

Form boyu bağımsız değişken x olarak alındığında bu gitarın form derinliğini veren d(x) fonksiyonunun kuralını yazınız.

$$d(x) = \frac{4x}{20}$$

Bu soruda öğrenciler, a maddesindeki S(x) bağıntısını kolayca orantı konusu ile ilişkilendirmiş ve diğerlerini şekli inceleyerek kolayca belirlemiştir.

Örnek Ders Plan 2

Ders: Matematik

Sınıf: 9A-B-C-D

Tarih: 20 Ocak 2019

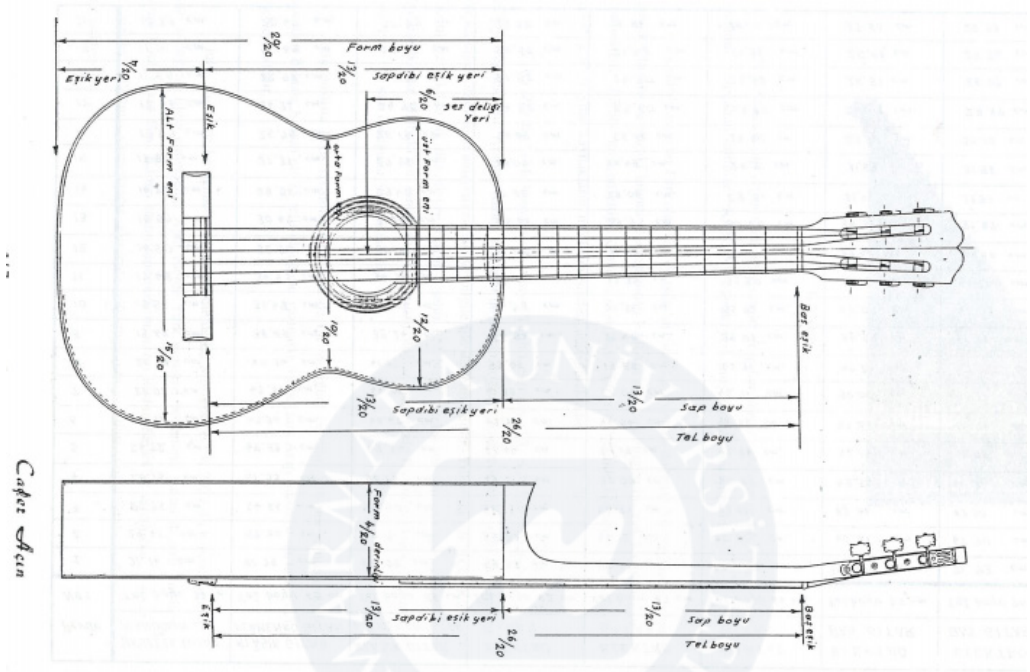
Süre: 40 dakika

Konu: Oran Orantı

Kazanım: Oran ve Orantı kavramları kullanarak problemler çözer.

Kullanılan Materyaller: Çalışma kağıtları, kalem, hesap makinası, silgi, projeksiyon cihazı.

Uygulanan Teknikler: Sokratik sorgulama



Şekil 7: Gitarda Denge ve Oranlar

Yukarıdaki şekilde klasik bir gitara ait denge ve oranları verilmiştir. Oranları incelediğimizde

Form boyu 20/20,

Sap boyu 13/20,

Tel boyu 26/20,

Form derinliği 4/20 olmaktadır. Bu bilgileri kullanarak tel boyu 42 cm olan bir klasik gitar yapmak istiyoruz.

Bu gitarın form boyu kaç cm olmalıdır?

26 cm tel boyu 20 cm form boyu

42 cm tel boyu x cm form boyu

$$x = \frac{42.20}{26} = 32{,}31\ cm$$

Bu gitarın form derinliği kaç cm olmalıdır?

4 cm form derinliği 20 cm form boyu

x cm form derinliği 31,32 cm form boyu

$$x = \frac{4.31,32}{20} = 6,26\ cm$$

Bu gitarın sap boyu kaç cm olmalıdır?

13 cm sap boyu 20 cm form boyu

x cm sap boyu 31,32 cm form boyu

$$x = \frac{13.31,32}{20} = 20,36\ cm$$

Bu soruda öğrenciler orantıları oluşturmakta zorluk çekmemişlerdir.

Örnek Ders Plan 3

Ders: Matematik

Sınıf: 10A-B-C-D

Tarih: 7 Kasım 2018

Süre: 40 dakika

Konu: Fonksiyonlar

Kazanım: Fonksiyonlar ile ilgili problemler çözer.

Kullanılan Materyaller: Çalışma kağıtları, kalem, hesap makinası, silgi, projeksiyon cihazı.

Uygulanan Teknikler: Sokratik sorgulama

Müzikte, eşit olmayan iki ses arasında kulak ile belirlenebilecek en küçük aralığa 'koma' denir. İki tam ses arasında kulak ile fark edilebilecek küçük seslerin her biri bir koma belirtir. Buna göre;

$$do \overset{9\ koma}{\longleftrightarrow} re \overset{9\ koma}{\longleftrightarrow} mi \overset{4\ koma}{\longleftrightarrow} fa \overset{9\ koma}{\longleftrightarrow} sol \overset{9\ koma}{\longleftrightarrow} la \overset{9\ koma}{\longleftrightarrow} si \overset{4\ koma}{\longleftrightarrow} do$$

Biçiminde iki tam ses ve arasında fark edilebilecek küçük sesler ifade edilir. Örnek olarak 'do' ve 're' sesleri arasında fark edilebilecek 9 ses vardır. Birim zamanda (1saniye) elde edilen titreşim sayısına 'frekans' denir. Müzik, rastgele seslerin değil belli frekanslardaki seslerin kullanımıyla yapılır. Bunlar notalardır.

Yapılan araştırmalara göre istenilen bir sesin frekans aralığının

$$f(n) = A.\left(\frac{77}{76}\right)^n$$

A: sekizlinin birinci sesinin frekansı=1

n: sesin, sekizlinin birinci sesine kaç koma uzaklıkta olduğu fonksiyonu ile hesaplandığı belirlenmiştir.

Verilen bilgilere göre 're', 'mi', 'fa', 'sol", la," si' seslerinin frekans değerlerini bulunuz. (Do, birinci ses ve frekans değeri 1'dir.)

Re için n=9, $f(9) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^9 = 1{,}12$

Mi için n=18, $f(18) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^{18} = 1{,}26$

Fa için n=22, $f(22) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^{22} = 1{,}33$

Sol için n=31, $f(31) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^{31} = 1{,}49$

La için n=40, $f(40) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^{40} = 1{,}68$

Si için n=49, $f(49) = 1.\left(\frac{77}{76}\right)^{49} = 1{,}89$

Öğrenciler, matematik derslerinde öğrendikleri soyut kavramları, müzik ile ilişkilendirerek anlayabilecekleri ve yeniden yapılandırabileceklerini birkaç ders sonunda görebilmişlerdir. Konunun aslında ne kadar eğlenceli ve şaşırtıcı olduğuna dair geri dönüşler alınmıştır. Her gün hayatlarında olan çeşitli müzik türlerinin tek ortak noktasının belki de matematik olması, kulağa hoş gelen melodilerin oluşmasının altında yatan matematiği öğrenciler çalışma süresince fark etmişlerdir.

Sınıf içi yapılan çalışmalardan sonra yapılan yazılı sınavların ikincisinde; 10 sorudan biri, yapılan bu çalışma ile ilgili olarak sorulmuştur.

Soru: Müzikte eşit olmayan iki ses arasında kulak ile belirlenebilecek en küçük aralığa 'koma' denir. İki tam ses arasında kulak ile fark edilebilecek küçük seslerin her biri, bir koma belirtir. Buna göre;

$$do \xleftrightarrow{9\ koma} re \xleftrightarrow{9\ koma} mi \xleftrightarrow{4\ koma} fa \xleftrightarrow{9\ koma} sol \xleftrightarrow{9\ koma} la \xleftrightarrow{9\ koma} si \xleftrightarrow{4\ koma} do$$

Biçiminde iki tam ses ve arasında fark edilebilecek küçük sesler ifade edilir. Örnek olarak 'do' ve 're' sesleri arasında fark edilebilecek 9 ses vardır. Birim zamanda (1saniye) elde edilen titreşim sayısına 'frekans' denir. Müzik, rastgele seslerin değil belli frekanslardaki seslerin kullanımıyla yapılır. Bunlar notalardır.

Yapılan araştırmalara göre istenilen bir sesin frekans aralığının

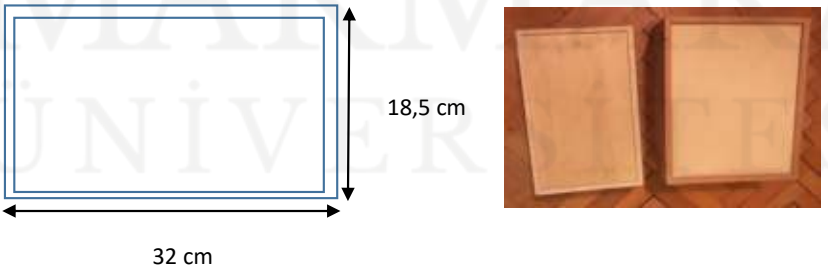
$$f(n) = A.\left(\frac{77}{76}\right)^n$$

(A: sekizlinin birinci sesinin frekansı=1; n: sesin, sekizlinin birinci sesine kaç koma uzaklıkta olduğu) fonksiyonu ile hesaplandığı belirlenmiştir.

Verilen bilgilere göre, 'La' sesinin frekans değerini bulunuz. (Do, birinci ses ve frekans değeri 1'dir.)

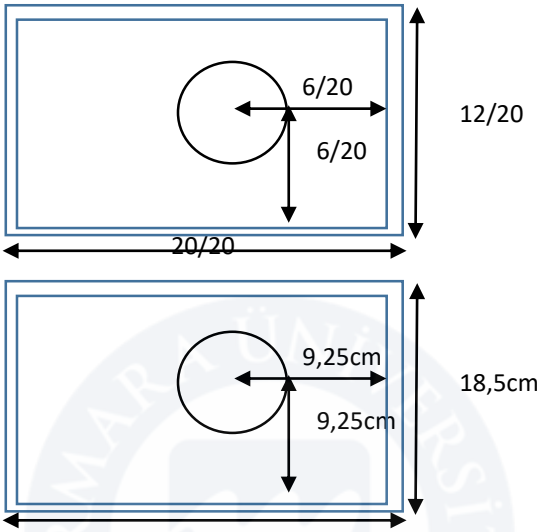
Sınava giren 68 öğrenciden 55'i soruyu doğru cevaplamıştır. Bu sonuç da yaklaşık olarak %79,71'lik bir başarıya karşılık gelmiştir.

Örnek soruların çözümünden sonra gitar yapımı için malzeme temin edilme aşamasına geçilmiştir. Gitarın form boyu(ses kutusu), sap boyu, form derinliği(ses kutusunun derinliği), tel boyu gibi detayların elde edilen malzemelere göre şekilleneceği bilindiğinden önce bir ses kutusu bulma çalışması yapılmıştır. Ses kutusunun kıvrımlı yapısının okul şartlarında verilemeyeceğinden ötürü, çalgıya karşıdan bakıldığında form boyu ve form eni ölçülebilecek dikdörtgenler prizması şeklinde bir kutu kullanılmıştır. Kullanılan kutu, bir gitarın ses kutusunun sahip olması gereken form eni ve boyuna sahiptir.



Şekil 8: Ses Kutusu

Ses kutusunun ön kapağı üzerine bir ses deliğinin olması gerektiğinden, yeri ve çapı belirlenip, ses deliği merkezinden pergel yardımıyla ses deliği çizilip kesilmiştir.



Şekil 9: Ses kutusunda açılan ses deliği

Kutunun boyutları göz önüne alınarak bir kürek sapı, hesaplanan ölçülerde kesilmiştir. Bu sap, ses kutusuna takılarak gitarın gövdesi oluşturulmuştur.

Daha sonra sap üzerinde eşik yeri belirlenip eşik yerine göre perde yerleri hesaplanmıştır. Perde yerleri 'tampereman' ses sistemine göre belirlenmiştir. Daha önceden, öğrencilere bu ses sisteminde bir oktavlık sesin 12 eşit ses aralığına paylaştırıldığı ana sesin de 'La' sesi olduğu bilgisi verilmiştir. Frekanslar arasındaki ilişki, kök alma işlemi ile ilişkilendirilmiş ve $\sqrt[12]{2}$ değeri sabit olarak alınıp frekans aralıklarının hesaplanmasına başlanmıştır. Perde yerleri hesaplanırken etkinliğe katılan öğrenciler ile aşağıdaki bağıntı yardımıyla sonuçlar bulunmuştur.

$$E(n) = Tel\ Boyu.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{n}\right)$$

$$B(n) = 42 - E(n)$$

Bağıntıdaki $\frac{1}{\sqrt[12]{2}}$ ifadesinin, frekans ve tel boyunun ters orantılı olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Verilen bağıntıda, n=0 baş eşik olmak üzere yerleştirilecek perde sırası, E(n) ise perdenin baş eşiğe olan uzaklığını, B(n) ise perdenin eşiğe olan uzaklığı cm cinsinden değeri olarak alınmıştır. Buna göre;

n=0 için $E(0) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{0}\right) = 0cm \quad ve \quad B(0) = 42cm$

n=1 için $E(1) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{1}\right) = 2{,}58cm \quad ve \quad B(1) = 39{,}42cm$

n=2 için $E(2) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{2}\right) = 4{,}54cm \quad ve \quad B(2) = 37{,}45cm$

n=3 için $E(3) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{3}\right) = 7{,}11cm \quad ve \quad B(3) = 34{,}88cm$

n=4 için $E(4) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{4}\right) = 9{,}2cm \quad ve \quad B(4) = 32{,}79cm$

n=5 için $E(5) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{5}\right) = 11{,}17cm \quad ve \quad B(5) = 30{,}82cm$

n=6 için $E(6) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{6}\right) = 13{,}02cm \quad ve \quad B(6) = 28{,}98cm$

n=7 için $E(7) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{7}\right) = 14{,}76cm \quad ve \quad B(7) = 27{,}23cm$

n=8 için $E(8) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{8}\right) = 16{,}39cm \quad ve \quad B(8) = 25{,}60cm$

n=9 için $E(9) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{9}\right) = 17{,}93cm \quad ve \quad B(9) = 24{,}06cm$

n=10 için $E(10) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{10}\right) = 19{,}37cm \quad ve \quad B(10) = 22{,}62cm$

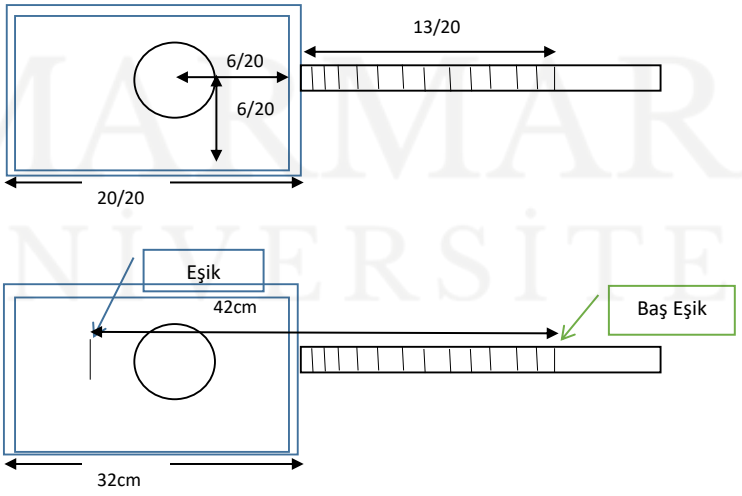
n=11 için $E(11) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{11}\right) = 20{,}73cm \quad ve \quad B(11) = 21{,}26cm$

n=12 için $E(12) = 42.\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt[12]{2}}\right)^{12}\right) = 22{,}01cm \quad ve \quad B(12) = 19{,}99cm$

Bu aşamalardan sonra burgu delikleri açılıp teller takılmıştır ve çalgıdan ses alınmıştır.



Şekil 10: Öğrenciler perde yerlerini belirlerken



Şekil 11: Ses kutusuna takılan sap ve perde yerleri



Şekil 12: Ses kutusuna son hali

Daha sonra yıl sonu yapılan sanat gecesinde, müzik öğretmeni bu çalgı ile bir parça çalarak elde edilen ürünün sergilenmesini sağlamıştır.

Bedri Rahmi Eyüboğlu'nun dediği gibi ' Sanat, renksiz hayatı; yenilir yutulur lokma haline getiren faaliyettir.' Matematikçiler bir takım metotlar belirlerler. Bu metotlar fizikçilerin, kimyacıların, mühendislerin ve müzik ile uğraşanların gereksinimlerini karşılamaya yetecektir. Matematiği sanatla birleştirme çabası ayrı bir coşku uyandırmıştır. Ezbere işlemler yapmaktan yakınılan şu dönemde, yapılan işlemlerin sonuçlarının bir çalgıya dönüştürülmüş olması bu işlemleri somutlaştırmıştır. Öğretmenin, öğrenci için rehber olduğu, keşfetmesi için öğrenciyi cesaretlendirdiği ve yönlendirdiği eğitim anlayışının olumlu etkileri göz ardı edilemez. Gelişen dünyaya ve teknolojiye hızlı adapte olan ve en önemlisi üretebilen bireyler yetiştirmek adına farklı alanlardaki bilgileri alıp birlikte değerlendirebilmek oldukça önem kazanmıştır. Yapılan bu çalışma göstermiştir ki; matematik öğretimi süresince müzik ile bağdaştırılması öğrenmeyi hızlandırmış, kavramsal yapıların daha iyi özümsenmesini sağlamıştır.

Çalışmanın hazırlanma ve uygulama aşamasında İstanbul Teknik Üniversitesi Çalgı yapım Bölümü Öğretim Üyesi Tunç Buyruklar, Özel Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu

Lisesi Matematik öğretmenleri Mehmet Yavuz, Osman Gülnergis, Özel Oğuzkaan Okulları Bakırköy Anadolu Lisesi Edebiyat Öğretmeni Aslıhan Güvenilir yardımda bulunmuşlardır.

Kaynakça

Açın, C. (1994), Estrüman Bilimi, *Yeni Doğan Basımevi*, 269, 263, 146-148, 141-144, 277-295.

Ural, A. (2017), Matematik Öğreniminde Kavram Yanılgıları, *Cinius Yayınları*, 9-11, 15-17, 64-65.

Khurgin, Y. (2016), Matematik mi Dediniz? , *Doruk Yayınları*, 29-31, 119-120.

Acar, Ş. S. , Düzakın, S. C. (2017), Sanatla Terapi ve Yaratıcılık, *Nobel akademik yayıncılık*, 6, 1-7.

Yalçın, M. O. , Eren, A. (2012), Matematik Dersi ve Mecazlar, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi 2. Ulusal Eğitim Programları Kongresi Bildirisi,* 84-85.

Lockhart, P. (2015) , Ölçüm, Gerçeklik ve Hayal Gücü, *Tübitak Popüler Bilim Kitapları*, 1-3

Fletcher, N. , Rossing, T. (1990), The Physics of Musical Instruments, 207-232.

Yavuzoğlu, N. (1996), Türk Müziğinde Tanpereman, 19-26.

http://www.cybozone.com/luthier/instruments/fretscale.html Passy. (2012). Guitar mathematics.

http://passyworldofmathematics.com/guitar-mathematics/

Stewart-Macdonald. (2014). Scale length explained. http://www.stewmac.com/freeinfo/Fretting/a-scalelength.html

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

5-9 YAŞ ARALIĞINDAKİ ÇOCUKLARIN MÜZİK VE MATEMATİK İLE İLİŞKİLERİ

RELATIONS BETWEEN 5-9 YEARS OLD CHILDREN WITH MUSIC AND MATHEMATICS

Sercan BAYRİ*

Öz

Bu makale 5-9 yaş çocukların müzik ve matematik derslerindeki başarılarının birbiriyle ilişkisini incelemek üzere hazırlanmıştır. Araştırmada örneklem olarak Didem Kazancıoğlu'nun hazırlamış olduğu ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabı kullanılmıştır. Araştırmanın amacı 5-9 yaş grubu çocukların müzik ile matematiği birlikte nasıl kullandıklarını öğrenmektir. Araştırma yöntemi olarak nitel yöntem kullanılmıştır. Nitel yöntemin içerisinde literatür tarama ile veri toplama tekniği tercih edilmiştir.

Matematik ve müzik birbiri ile iç içe olan iki bilim dalı olarak görülmektedir. Müziğin matematik üzerindeki etkisi, tarih boyunca önemli konulardan birisi olmuştur. Araştırmacılar uzun yıllar çeşitli müzisyenlerin matematik alanındaki başarı oranlarını araştırmışlardır. Yapılan literatür taramasında da görüldüğü üzere en çok Mozart'ın müziği ile matematiğin ilişkisini konu almışlardır. Araştırmada, 5-9 yaş grubu çocukların ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabında öğrendikleri nota değerleri, matematik dersinde kullanılan dört işlem konusu ile ilişkilendirilerek, konuların birbirine etkisi gözlemlenmiştir. Kitabın 4. ünitesinde bulunan ''Nota Yaşları" ve 7. ünitesinde bulunan ''Kiraz Notalar" ünitesinde çocuklardan matematiksel düşünme beklenmektedir. Sözü geçen ünitelerde çocuklar nota değerlerini öğrendikten sonra, okuma parçalarını hem sayarak hem de alkış ile uygulamaktadırlar. 7. ünite ise, çocukların spesifik olarak daha açık bir matematik bilgisi kullanmasını beklemektedir. Ünitenin alıştırma

* Yüksek Lisans Öğrencisi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anasanat Dalı
srcnbyri@gmail.com

bölümünde terazilerin dengesini sağlamak için nota değerlerinin sayısal olarak eşitlenerek sonuca ulaşılması istenmektedir.

Araştırmanın sonucunda, matematik ve müzik ilişkisi birbiri içine geçmiş iki farklı alan olarak görülmektedir. Bu ilişkiyi, özellikle küçük yaş dönemlerinde kişilere aktarabilmenin, ileride çocuğun müzik ile ilgi yaptığı her aktivitede hızlı ilerlemesine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Çocukların bu aşamada müziksel zekasını kullanırken aynı zamanda matematiksel zekasını da kullanarak daha başarılı olması mümkün görülmektedir. Çalışma Howard Gardner'ın çoklu zekâ kuramından da örnekler verilmiştir. Çoklu zekâ kuramının içerisinde bulunan zekâ çeşitlerinin ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabında bulunan ünitelerin çözümlenmesindeki etkileri de araştırılmıştır. Çocuklar bu üniteleri çözümlerken görsel, sayısal, işitsel gibi farklı zekâ türlerini birlikte kullanmak durumunda kalmaktadırlar. Bu durumda matematik ve müziğin birbirinden ayrı düşünülmemesi gerektiği ve bu iki alanın kişinin gelişiminde önemli rolü olduğu tekrardan ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Müzik; Matematik; Çocuk; Nota; Zeka

Abstract

This article has been prepared to analyze the relations between children of age 5 to 9, music and mathematics. The book "Learning Music with the Metronome" prepared by Didem Kazancıoğlu has been used as exemplary in the research. The main goal has been set as "understanding how children from age 5 to 9 use music and maths together". Qualitative methods were used alongside literature scanning and data gathering.

Maths and music are seen as two interbedded science fields. The effect music has on maths has been an important topic throughout history. Researchers, for long years, have probed the effect of musicians on successful mathematics. As can be seen in the literature scanning Mozart's music was mostly taken in hand on the matter. The research sees if children who study musical note values with the book "Learning Music with the Metronome" use their knowledge in mathematics classes. Mathematical approaches have been expected from children in the 4th chapter of the book "Musical Note Ages" and the 7th chapter of the book "Cherry Notes". In the mentioned chapters the children, after learning the note values, count the reading pieces and use the clapping technique. On the 7th chapter they are expected to specifically use a clear set of mathematical skills and knowledge. It is asked to balance scales by using note values in the exercises part of the chapter.

The outcome of the research shows that mathematics and music are two embedded yet different subjects. It is believed that, especially at young ages, the right transfer of the relation is crucial for a fast learning experience afterwards at music related activities. The child's usage of musical intelligence and mathematical intelligence at the same time is seen as a road to success. The work also exemplifies the Multiple Intelligence Theory of Howard Gardner. The impact of intelligence types which are a part of the Multiple Intelligence Theory have also been probed on how they effect chapter analysis of the book "Learning Music with the Metronome". Children have to use intelligence types such as visual, auditory, numerical to solve the given

tasks. Therefore, the role of mathematics and music on personal development and how the two assets should not be taken in hand differently once again surface.
Keywords: Music; Maths; Child; Notes; Intelligence

GİRİŞ

Müzik ve matematik, tarihin çok eski dönemlerinden beri birbiriyle etkileşim halinde olan iki bilim dalıdır. Araştırmacılar, bu iki alanla ilgili birçok çalışma ortaya koymuşlardır. Geçmişte Alfred Binet'in bulduğı IQ (Intelligence Quotient) testi öğrencileri düşük veya yüksek zekâ bölümlerine göre sınıflara ayırmıştır. Zaman içinde birçok farklı test geliştirilmiştir. Son zamanlarda ise, eğitimciler çoklu zekâ kuramına yönelmiştir. Bu kuramın kurucusu Haward Gardner, insan beyninin modüler bir yapıya sahip olduğunu ve birçok alanda sembol sistemleri kullanarak ayrı psikolojik işlemler gerçekleştiğini savunmaktadır (Talu 1999: 164). Gardner'in bu söyleminden, matematik zekâsı yüksek olan bir öğrencinin, kullandığı semboller ile daha sonra müzik alanında da aynı veya farklı sembolleri kullanarak başarılı olabileceği çıkarılmaktadır.

Debussy, müziği ''seslerin matematiği'' olarak tanımlar. Zira müzik yeteneği beynin farklı bölgelerinde veya aynı bölgelerinde var olan diğer yeteneklerle bağlantılıdır. Örneğin, nota öğrenirken ya da şarkı söylerken, dil yeteneği de gelişim göstermektedir. Ayrıca, müzik öğrenimi gören çocukların, alkış ile ritim tutarken, ritim duygusuyla birlikte ince ve kalın motor becerilerinin gelişimi, nota okurken de matematiksel zekaların ilerleme kaydetmesi bu bağlantılara örnek teşkil etmektedir.

Ece KARŞAL ''Müziğin temelindeki Matematik, Matematiğin içindeki Müzik'' isimli araştırmasında, müzik ve matematik eğitimi arasındaki ilişkinin zamanlaması hakkındaki görüşlerini şu şekilde belirtmiştir. ''Müzik, özellikle okul öncesi dönemde çok daha etkin bir öğretim aracı olarak kullanılabilir. Okul öncesi dönemde verilecek temel matematiksel kavramlar müzik ile çok daha etkin bir şekilde verilebilir. Okul öncesi dönem, çocukların yeteneklerini ortaya çıkartmak ve yönlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Matematiğin ve müziğin temeli bu dönemde atılmalıdır.'' Karşal'ın bu söylemi alanında uzman müzisyenler tarafından doğru bulunmaktadır. Okul öncesi dönem ve ilkokul zamanında nota öğrenimi matematik ile öğretildiği zaman ileride daha başarılı ve verimli sonuçlar elde edilmektedir.

Araştırmaya ilham olan ve öğrenciler üzerinde kullanılan ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum'' kitabı bu konu için örnek teşkil etmektedir. Kitabı 5-9 yaş aralığındaki öğrenciler kullanmaktadır. Bu yaş aralığı ele alınacak olursa matematik ile müzik eğitiminin temelinin küçük yaşlarda atılması gerektiği düşüncesi kuvvetlenmektedir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Araştırma, 5-9 yaş grubu çocukların müzik ile matematiği birlikte nasıl kullandıklarını öğrenmek üzere hazırlanmıştır. Aynı zamanda müziğin matematik ile olan ilişkisi irdelemektedir.

1.2 Araştırmanın Önemi

Matematik ve müzik ilişkisi görsel, işitsel ve sayısal olarak birbirine bağlı şekilde ilerlemektedir. Küçük yaş grubu çocukların bu ilişkiyi kurmasının yetişkinlere göre daha zor olduğu bilinmektedir. Bu yüzden araştırmada, küçük yaş çocuklara uygun olan ve matematik müzik bağlantısını eğlenceli hale getirme amacı taşıyan ‘’Metronom ile Müzik Öğreniyorum” kitabı seçilmiştir. Kitabın çocuklar üzerindeki etkisi, iki alan arasındaki ilişkisi, müziği eğlenceli görsellerle anlatan içeriği bakımından önemli görülmektedir. Ayrıca ‘’Metronom ile Müzik Öğreniyorum” kitabı ile ilgili ilk kez araştırma yapılacağından dolayı literatüre önemli bir kaynak kazandıracağı düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırmanın yönteminde, nitel yöntem kullanılmıştır. Çalışmada nitel yöntemin içerisinde bulunan literatür taraması tercih edilmiştir. Ayrıca araştırma içerisinde kullanılan ‘’Metronom ile Müzik Öğreniyorum” kitabını kullanan 10 çocuğun ebeveynleri ile birebir görüşme yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1 MATEMATİK VE MÜZİK BAŞARISI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Ece KARŞAL’ın yazmış olduğu ‘’Müziğin Temelindeki Matematik, Matematiğin İçindeki Müzik” makalesinde, matematik yeteneği olan çocukların müzikle ilgilenmesinin teşvik edildiğini, ancak müzik yeteneği baskın olan çocukların bilişsel açıdan köreldiğini ve matematik yeteneklerinin yok sayıldığını belirtmiştir. Karşal’ın bu söyleminden yola çıkıldığında, matematik zekâsı ileri seviyede olan çocukların müzik dersi ve nota öğrenimini matematiksel olarak çözümledikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Çocukların ebeveynleri ile yapılan görüşmeler sonucunda alınan cevaplar ile bu ifadeler karşılaştırıldığında, Karşal’ın belirtmiş olduğu düşünceyi doğrular nitelikte olduğu görülmektedir.

Müzik eğitimi çocukların bilişsel yeteneklerini geliştirdiği gibi, duyuşsal ve devinimsel açıdan da geliştirdiği görülmektedir. Sembollerin nasıl kullanılacağı, analiz etme, sentezleme gibi beceriler müzik eğitiminde tam belirgin olmamakla birlikte, çocuğun bu yöndeki becerilerinin gelişimini güçlendirici yöndedir (Şendurur, Y. – Barış Akgül, D. 2002:167).

Örneğin, piyano eğitimi alan bir öğrencinin ebeveyni (Eralp, B. 2019) kendine yöneltilen '' *'Matematik dersi ile müzik dersini birbiriyle ilişkili buluyor musunuz? Buluyorsanız açıklayınız"* sorusuna, *''Evet buluyorum, çocuğum matematiği çok seven ve sayılar ile ilişkisi okul öncesinde başlayan bir çocuktur. Milli eğitimin üstün yetenekli bölümüne genel yetenek ile girdi. Müzik ile ailede ilgilenen olmamasına rağmen, nota ve solfeji çok hızlı öğrendi. Metronom ile ilişkiyi hep matematik bağlamında değerlendirdi"* şeklinde cevap vermektedir. Öte yandan, devinimsel davranışın çocuğun motor gelişimi ile ilgili olması ve çocuğun el kol hareketlerinin koordinasyonu gibi davranışlarla müzik eğitiminin içinde önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir. Örneğin, en basit ritim süreci kişinin bebeklik döneminden başlayarak alkış şeklinde ortaya çıkmaktadır. Müzik eğitiminde çocuklara nota alıştırması yaptırılırken, başlangıçta elleri ile daha sonra ise metronom yardımı ile eşit ve doğru ritimde okumaları sağlanmaktadır. Bu eylem çocuğun devinimsel gelişimini etkilediği gibi duyuşsal ve bilişsel gelişimini de olumlu yönde etkilemektedir.

Yapılan bu çalışmaların doğrudan çocuğun matematik öğrenimini ve başarısını da geliştirdiği birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır. Örneğin, Shaw'un yapmış olduğu müzik araştırmaları içerisinde, 2. Sınıf öğrencilerine dört aylık bir piyano dersi verildiği zaman matematik dersinde bulunan oran ve kesirler ile ilgili başarılarında gelişme olduğu görülmüştür (Göğüş, G. 2008:82).

3.2 ''METRONOM İLE MÜZİK ÖĞRENİYORUM" KİTABININ MATEMATİK İLE İLİŞKİSİ

En temel müziksel yapıları oluşturmak için nota değerlerine ihtiyaç duyulduğu kadar, matematik alanında da dört işleme (toplama, çıkartma, çarpma, bölme) ihtiyaç duyulmaktadır. ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabı nota değerlerini 5-9 yaş grubu çocuklarına anlatırken ünitenin adını ''Nota Yaşları" olarak betimlemektedir. Bu betimleme şekli çocukların hayal gücünü geliştirerek daha kolay kavramalarına neden olmaktadır. Dr. Lassar Golki tarafından yapılan araştırmada müzikli oyunlar yolu ile kavramları öğrenen öğrencilerin, diğer öğrencilere göre kavramları daha kolay bir şekilde algıladıkları görülmektedir. Dr Lassar Golki'nin araştırmasında olduğu gibi kavram, müzik ve matematik gibi bilişsel, duyuşsal gibi konuların betimlenerek daha rahat algılandığı görülmektedir (Şendurur, Y. – Barış Akgül, D. 2002:170).

Kitap içerisinde bulunan 4. ünite nota değerlerini ''Nota Yaşları" olarak adlandırmaktadır. Ünite içerisinde sırasıyla;

Dört yaş nota (Dört vuruşluk)

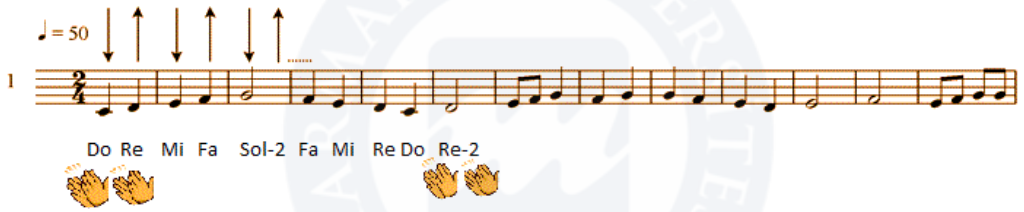
Üç yaş nota (Üç vuruşluk)

İki yaş nota (İki vuruşluk)

Bir yaş nota (Bir vuruşluk) anlatılmaktadır.

Çocuklar bu kavramları öğrendikten sonra nota okuma alışması yapmaktadır. Bu çalışmayı yaparken nota değeri kaç vuruş ise elleri ile alkış vurup saymaya devam etmektedirler. Bu aşamaları yaparken çocuk bilişsel zekasını, duyuşsal zekasını ve ince kalın motorunu çalıştıran devinimsel zekayı geliştirmektedir. Gardner'in çoklu zekâ kuramı içerisinde bulunan 8 farklı zekaya bakıldığında da, matematik ve müzik ayrı düşünülmemektedir. Kitap içerisinde bulunan bu çalışma şekli, çocukta Gardner'in belirlemiş olduğu mantık-matematiksel zekâ, müzikal zekâ, bedensel-kinestetik zekâ kavramlarını kullanarak yaptığı görülmektedir.

Aşağıda bulunan şekil çocukların yapmış olduğu çalışmaya örnek olarak gösterilmektedir.



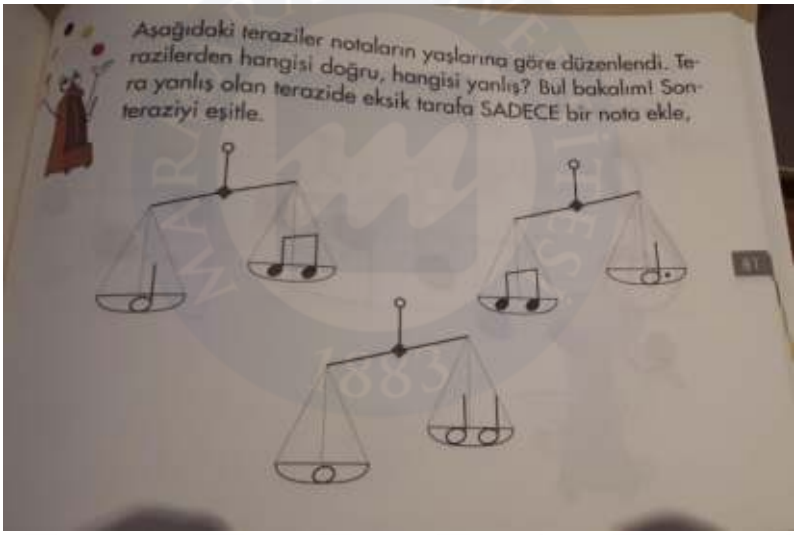
Çocuklar bu çalışmayı yaparken matematiğin temel kavramları olan sayıları kullanarak eşit bir ritimde saymaları gerekmektedir. Özellikle okul öncesi grubu çocuklarda uygulandığında sayı sayma kavramlarının geliştiği görülmektedir. Ebeveynlerin verdikleri cevaplar ise bu tespiti doğrular nitelikte olmuştur.

Kitap içerisinde bulunan ve daha spesifik bir şekilde matematik yardımı gerektiren ünite ise 7. ünite olan ''Kiraz Notalar" ünitesi olarak belirlenmiştir. Kiraz Nota olarak adlandırılan nota şekli, iki sekizlik notanın birleşimi ile oluşmaktadır. Bu kullanım şekli yine betimlenerek akılda kalıcı ve Gardner'in çoklu zekâ kuramının bir parçası olan uzamsal zekayı kullanmaya teşvik edici olarak da görülmektedir. Bu araştırmada Gözde Arslanoğlu ile yapılan görüşmede *''Çocuğunuza uygulanan nota okuma şeklinin, matematiksel başarısını etkilediğini düşünüyor musunuz? Düşünüyorsanız hangi açılardan olduğunu söyleyebilir misiniz?"* sorusuna alınan *''Olum şekilde etkilediğini düşünüyorum. Çocuğum anaokuluna gitmesine rağmen notaları görür görmez saymaya başlıyor ve yaşlarını bulmaya çalışıyor"* cevabı da bu durumu destekler niteliktedir.

Nilay Talu (1999:166) yapmış olduğu araştırmada uzamsal zekayı şu şekilde belirtmiştir. '' Uzamsal zekadaki yeteneğimiz üç boyutlu bir nesnenin şekil ve görüntüsünü ne kadar hayal edebildiğimizle ilgilidir. Burada, nesneyi görmeden zihinde canlandırma ve ayrıntıları görebilme söz konusudur. (Gardner uzamsal zekanın görme engellilerde de şekillendiğini vurgulamaktadır). Uzamsal zekâ görsel düşünme ve şekil/uzay özelliklerini şekil ve grafiklerle ifade etme, çizme, boyama ve şekil verme gibi davranışları kapsar. Avcı, izci, rehber,

mimar, dekoratör, ressam ve tasarımcılar bu zekâsı güçlü bireylere örnek olarak düşünülebilir."

Kiraz nota ünitesinin çalışma sayfalarından bir tanesinde, uçlarında nota bulunan ve dengesiz olarak duran terazilerin eşitlenmesi istenmektedir. Bu eşitlemeyi çocuklardan matematik yardımı kullanarak yapması beklenmektedir. Örneğin, terazinin bir ucunda 2 yaş nota bulunurken bir diğer ucunda ise 1 yaş nota bulunmaktadır. Öğrenci terazilerin altlarına rakamları yazarken, matematiğin temelini oluşturan dört işlemden faydalanmaktadır. 1 yaş bulunan ucu eşitlemek için 1+1=2 şeklinde işlem yaparak terazileri eşitlemektedir.



Çocuk gelişim evrelerinde Piaget'ye göre zekâ gelişiminin en hızlı olduğu evre 2-7 yaş aralığındadır. Bu dönemde müzik eğitimi alan çocuklarda görülen en belirgin özellikler şu şekilde sıralanmaktadır.

Uzun süreli yoğunlaşma ve dikkat

Karışık sembolleri okuma ve anlama

Uzun müzik cümlelerini ezberleme ve hafızada tutabilme (Uluğbay, S. 2013:1026).

Karışık sembolleri anlamada, özellikle matematiksel işlemlerin yer aldığı toplama, çıkartma gibi sembollerin kullanıldığı aşamaların, müzik eğitimi alan ve nota okuyan çocuklarda daha etkili olduğu gözlemlenmektedir. Yukarıda bulunan kiraz notalar ünitesinde kullanılan işlemler çocukların dikkat, sembol okuma-anlama ve hafızada tutma gibi faaliyetlerin hepsini bir arada yapmalarını sağlamaktadır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Müzik birçok bilim dalı ile iç içe görülmektedir. Özellikle müziğin matematik ile olan ilişkisinin geçmişe dayandığı bilinmektedir. Araştırmacılar bu iki alan ile ilgili oldukça fazla çalışmalar yapmaya devam etmektedirler. Günümüzde ise daha çok eğitim alanında müzik ve matematik ilişkisi üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Matematik dersinde başarılı olan öğrencilerin müzik veya enstrüman öğrenimi konusunda daha önde oldukları araştırmalarla görülmektedir.

Matematik ve müzik eğitimi başarı bazlı incelendiğinde ise kişilerin zekâ olarak beynin birden fazla bölgesini kullanabildiği gözlemlenmiştir. Örneğin, bir öğrenci matematik problemi çözerken sadece matematik zekasını değil aynı zamanda görsel zekasını ve uzamsal zekasını da kullanmaktadır. Müzik ile ilgili alıştırmalar yaparken, enstrüman çalarken veya nota okurken de kişi aynı şekilde müziksel zekâ, uzamsal zekâ, matematiksel zekâ gibi çeşitli zekâ türlerini bir arada kullanmaktadır. Bu durum da bize Gardner'in çoklu zekâ kuramının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. 5-9 yaş arasında müzik eğitimini almanın avantajlı ve dezavantajlı yönleri olduğu bilinmektedir. Çocuk küçük yaşta aldığı müzik eğitimini daha hızlı öğrenip akılda tutabildiği gibi, daha çok 5-6 yaş grubunda gözlemlenen nota okuma ve nota değerleri ile ilgili yaşanan zorluklar da araştırmalar sonucunda gözlemlenmektedir. Fakat matematik zekâsı yüksek olan çocuklarda müzik beceresinin de yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu araştırmada 5-9 yaş grubu çocukların ebeveynleri ile yapılan görüşmeler sonucunda, matematik dersindeki başarı ile müzik dersindeki başarının doğru orantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan görüşmelerde ebeveynlere, ''çocuğunuzun matematik dersindeki başarısını nasıl ölçeklersiniz" diye sorulduğunda 2 ebeveyn ileri seviye derken 7 ebeveyn iyi durumda ve 1 ebeveyn de orta seviyede olduğunu belirtmiştir. Bu 10 ebeveynin çocuklarının müzik eğitimi ve enstrüman eğitimleri gözlemlendiğinde ise başarılı oldukları görülmektedir. Bu 10 çocuğun müzik eğitimi alırken ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabını kullandıkları bilinmektedir. ''Metronom ile Müzik Öğreniyorum" kitabı incelendiği zaman Gardner'in çoklu zekâ kuramına da uyduğu görülmektedir. Kitap, nota eğitimini verirken görsel açıdan, uzamsal açıdan ve matematiksel açıdan çocuğu geliştirmektedir. Kitap içerisinde bulunan etkinlik sayfalarında, çocuğun hayal gücünü geliştirerek resim yapmasına aracılık eden bölümler bulunmaktadır. Diğer araştırmalar ise çocuğun matematiksel zekasını kullanarak nota değerlerini çözümlemesini gerektirmektedir.

Müzik eğitimi ve matematiği birbirine bağlayan bir diğer unsur ise nota okuma şeklidir. Müziğin oluşumu için sadece notalara değil, notaların değerlerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Çocuklar nota okurken veya bir enstrüman çalarken nota değerlerini matematiksel düşünce ile çözümleyip ortaya müzik çıkartmak, özellikle nota okuma çalışması sırasında devinimsel olarak gelişim kazanmaktadırlar. Eşit şekilde ritim vurarak ve notaları değerlerine ayırarak

yapılan çalışmalar, çocukların motor becerileri ve ritim duygusu gelişimi ile matematiksel ilerlemelerine katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak matematik ve müziğin birbiri ile bağlı olduğu ve birbiri üzerinde etkileri olduğu görülmektedir. Her iki eğitimin de eşit düzeyde çocuğun gelişiminde önemli bir faktör olduğu ortaya koyulmuştur.

KAYNAKÇA

Arslanoğlu, G. (2019). ‘’Matematik ve Müzik İlişkisi” Konulu Görüşme. İstanbul: (01 Haziran 2019).

Çuhadar, C. H. (2017) Çoklu Zekâ Kuramı ve Eğitime Yansımaları. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* Cilt:26 No:3 1-12.

Eralp, B. (2019). ‘’Matematik ve Müzik İlişkisi” Konulu Görüşme. İstanbul (18 Mayıs 2019).

Karşal, E. (2017). Müziğin İçindeki Matematik, Matematiğin içindeki Müzik. https://www.matematiksel.org/muzigin-icindeki-matematik-matematigin-icindeki-muzik/

Lopez, K. D. (2014). Metronom ile Müzik Öğreniyorum. İstanbul: Alternatif Atölye

Şendurur, Y., Barış A. D. (2002). Müzik Eğitimi ve Çocuklarda Bilişsel Başarı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi.* Cilt:22 No:1 165-174.

Talu, N. (1999). Çoklu Zekâ Kuramı ve Eğitime Yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.* Cilt:15 164-172.

Uluğbay S. (2013). Müzik Eğitiminin Çocuk Zekasına Olan Etkileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi.* Cilt:21 No:3 1025-1034.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

BATI MÜZİĞİ VE TÜRK MÜZİĞİNDE BASİT DİZİ VE MAKAMLARIN ANALİTİK İNCELEMESİ

ANALYTICAL EVALUATION OF MODES

Tuğçem KAR*
Aziz Murat ASLAN**

Öz

Günümüzde bilim ve teknolojideki gelişmeler, bir konunun bilimsel anlamda araştırılması ve değerlendirilmesinde tek disiplinli anlayışı zaman zaman yetersiz bırakmaktadır. Disiplinler arası yaklaşım geniş bir bakış açısını, kendini diğer alanlarda da geliştirmeyi ve çok yönlü düşünebilmeyi mümkün kılar. Hal böyle iken çok disiplinli alanlarda çalışmak isteyenlerin çok disiplinli bir eğitim almaları gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Disiplinlerin birbirine yaklaşması için farklı disiplinlerde çalışan uzmanların ve bilim insanlarının, eldeki çalışma gibi bir çalışmayı birlikte yürütmeleri önemlidir. Bu çalışmalar geleceğin disiplinler arası akademilerinin kurulmasında, disiplinler arası akademisyenlerin yetişmesinde temel çalışmalar olarak yerlerini alacaklardır. Müzik ve matematik de birçok yönden birbiriyle bağlantılı olarak görülen iki disiplin olarak görülmektedir. Müzik eğitimi araştırmalarında disiplinler arası yaklaşım "müzik eğitimi ve farklı disiplin/disiplinlerin bir arada ve karşılıklı etkileşim içinde çalışması" olarak tanımlanabilir.

Jorgensen (1997, s:7) müzik eğitiminin edebiyat, antropoloji, sosyoloji, psikoloji, din bilimleri, felsefe, etnomüzikoloji, müzik ve eğitimbilim gibi çok geniş bir sahaya yayılan disiplinler arası bir alan olduğunu belirtir. Müzik eğitimindeki yeni paradigmayı özetleyen bu anlayış doğrultusunda Kuzey Amerika ve Avrupa'daki üniversitelerde müzik psikolojisi, müzik eğitimi tarih bilimi, eğitimsel etnomüzikoloji, sosyomüzikoloji ve müzik eğitimi felsefesi gibi alanlarda disiplinler arası araştırmalar desteklenmektedir. Öte yandan, bu tür çalışmalarda en az iki araştırmacının olması bir zorunluluk değildir. Farklı alanlarda yetkinliğe sahip bir araştırmacı

* Marmara Üniversitesi, Doktora Öğrencisi, tkar@itu.edu.tr
** İstanbul Kültür Üniversitesi, azizmurataslan@hotmail.com

disiplinler arası bir müzik incelemesini tek başına da yürütebilir. Örneğin; müzik psikolojisinde J. Sloboda, müzik antropolojisinde I. Cross ve I. Morley, sosyomüzikolojide Adorno, müzik felsefesinde D. Elliot ve B. Reimer gibi.

Eldeki çalışma, müzik ve matematik disiplinlerinde bir ortak araştırma sonucu ortaya çıkmıştır. Biri müzik diğeri geomatik alanında doktora yapan iki kardeş araştırmacının ürünüdür. Batı Müziğinde basit dizilerin ve Türk müziğinde basit makamların aralıkları kendi sistematiği içinde analitik olarak etüt edilmiş, grafiklendirilmiş ve matematiksel olarak ifadelendirilmeye çalışılmıştır. Bilindiği üzere batı müziğinde majör ve minör dizi kalıplarında sesler arasındaki aralıklar yarım ses (Y), tam ses (T) ve 1,5 ses olarak betimlenmektedirler. Türk Müziğinde ise makamları oluşturan sesler arasındaki aralıklar; bir tam ses 9 koma olduğu için 4 koma değerindeki bakiye (B), 5 koma değerindeki küçük mücennep (S), 8 koma değerindeki büyük mücennep (K), 9 koma değerindeki tanini (T) ve 9'dan fazla koma değerindeki artık (A) olmak üzere beş şekilde betimlenirler. Bu çalışmada dizi ve makamları oluşturan seslerin arasındaki aralıkların mesafeleri analitik olarak değerlendirilmiş ve nihayetinde benzerlik ve farklılıklar ile ilgili bazı sayısal veriler sunulmuştur.

Bu çalışma yapılırken önce Batı Müziğinde en temel diziler olan Majör dizi kalıbı, doğal minör dizi kalıbı, armonik minör dizi kalıbı, melodik minör dizi kalıbı aralıkları; ardından da Türk Müziğinde Basit Makamlar olarak tanımlanan Çargah dizisi, Rast dizisi, Uşşak dizisi, Buselik dizisi, Kürdi dizisi, Hicaz dizisi, Uzzal dizisi, Hümayyun dizisi, Zirgüleli Hicaz dizisi, Karciğar dizisi, Hüseyni dizisi, Suzinak dizisi, Neva dizisi aralıkları analiz edilmiştir.

Bu çalışmanın sonuçları yayınlandığında Batı müziği ve Türk müziğindeki dizilerdeki matematiksel farklılıklar ortaya konacak, basit bir müzikal yapının matematiksel olarak nasıl ifade edilebileceği görülecektir.

Anahtar Kelimeler: Müzik, matematik, disiplinler arası yaklaşım, analitik yöntemler.

Abstract

The improvements in science and technology today make it insufficient to research and assess any subject scientifically from single disciplinary point of view. Interdisciplinary approach enables a wide point of view, improving itself in other branches and thinking in a multidimensional way. On the other hand it is essential that, the ones to focus on multidisciplinary subjects need to have a multidisciplinary education. For the fact that the disciplines to get closer connection, it is significant that the experts and scientists from different fields to execute and manage academic works like this. These kinds of studies will establish a foundation to future interdisciplinary academies and academicians to be educated in an interdisciplinary way. Music and Mathematics can be stated as two disciplines that are rather connected and related from many aspects. Interdisciplinary work in Music Education Studies and Researches can be defined as cooperation and collaboration of Music Education and other disciplines together.

Jorgensen (1997, p.9) stated the fact that Music Education is an interdisciplinary academic field that is interrelated with disciplines such as Literature, Anthropology, Sociology, Psychology, Religion Sciences, Philosophy, Ethnomusicology, Music and Educational Sciences. In the direction of this paradigm that outlines the new approach to Music Education, interdisciplinary

studies and research projects are supported at Universities in North America and Europe in fields of Musical Psychology, Musical Education and History, Educational Ethnomusicology, Socio-musicology and Musical Education Philosophy. Furthermore, in such studies it is not an obligation that at least two scientists shall exist to progress the work. But, one competent scientist indifferent fields is sufficient to progress the interdisciplinary musical investigation. Likewise; J.Sloboda in Musical Psychology, I. Cross and I. Morley in Musical Anthropology, Adorno in Socio-musicology and D. Elliott and B.Reimer in Musical Philosophy.

The actual work arises from a common research in fields Mathematics and Music. It is a product of a brother and a sister researchers that are studying their PhD and Doctorate in Arts successively in Geomatics and Music. In this research work Simple Modes intervals in Western Music and Simple Modes intervals in Turkish Music and their behaviours are studied analytically within their individual systematics, plotted on tables and attempted to be modelled in mathematical way. As known; the intervals between sounds in western music major and minor key patterns are represented by semitone, whole tone and one and a half tone. On contrary, in Turkish Music the intervals between the sounds that form modes are represented by five different forms since each whole tone is an interval equivalent to nine commas such as "Bakiye" equal to 4 commas, "Küçük Mücennep" equal to 5 commas, "Büyük Mücennep" equal to 8 commas, "Tanini" equal to 9 commas and "Residual" equal to more than 9 commas. In this study the distances of intervals between the sounds that generate scales and modes are evaluated in an analytical way and as a consequence some model based representations are shown related with similarities and distinctions. While executing this study initially in Western Music the basic scales such as Major Scale Pattern, Natural Minor Scale Pattern, Harmonic Minor Scale Pattern, Melodic Minor Scale Pattern intervals are analysed. Following this; in Turkish Music successively simple modes such as "Cargah", "Rast", "Uşşak", "Buselik", "Kürdi", "Hicaz", "Uzzal","Humayyun", "Zirgüleli Hicaz", "Karcigar", "Hüseyni", "Suzinak" and "Neva" Modes intervals are analysed. When the results of this study are to be published mathematical similarities and distinctions between Western Music and Turkish Music Modes will be revealed and it will be represented how a simple musical structure is to be represented in a mathematical way.

Keywords: Music, Mathematics, Interdisciplinary Approach, Analytical Methods

*Jorgensen, H. (2002). Instrumental Performance Expertise and Amount of Practice Among Instrumental Students in a Consevatoire. Music Education Research, 4(1), 105-119.

GİRİŞ

"Disiplinlerarası" kavram olarak iki ya da daha fazla disiplini birleştirmek ve kapsamak anlamına gelir (Cluck, 1980; Kline, 1995). Disiplinlerarası yaklaşım Jacobs'a (1989) göre; "Bir temanın, kavramın, problemin incelenmesi için birden fazla disiplinin yöntem ve bilgisinden yararlanan program anlayışı"; Erickson'a (1995) göre; "Farklı disiplinlerdeki kavramların kavramsal bütünleşmesi" olarak tanımlanmıştır. Lake (1994), disiplinlerarası yaklaşım;

konuların birleştirildiği tanımlarının hepsinde, planlara önem verildiği, ders kitapları ötesinde kaynakların kullanıldığı, kavramlar arasında ilişki olduğu, konuya ait ünitelerin kullanıldığı ve programların esnek tutulduğunu bildirmektedir.

O halde yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak; disiplinler arası çalışma dendiğinde; bir problemin çözümünde ya da analizinde, iki ya da daha fazla disiplinin koordine çalışması, bu istikamette özgün yöntemler kullanılarak sonuçlar elde edilmesi ve kavramsal, terminolojik anlamda bu disiplinlerin ortak bir dil ve literatür oluşturması akla gelir.

Müzik ve matematik çeşitli şekillerde incelenip birbiri ile ilişkilendirilebilir. Müzikte süre kavramı ve zaman matematiksel olarak ilişki içindedir. Nota değerleri de dörtlük, sekizlik, onaltılık, otuz ikilik gibi sayısal ifadelerle adlandırılırlar. Müzik başarısının aritmetik başarıyı olumlu etkilediğine ya da matematik başarısının müzik eğitimine etki ettiğine dair birçok çalışma yapılmıştır. Müzik alanında yapılan akademik çalışmaların ve tezlerin tamamına yakınında istatistiki sonuçlar elde edilmekte ve bu rakamlar belli korelasyonlar ile ilgili bize fikirler sunmaktadırlar.

Matematik, doğa bilimleri (fizik, kimya, biyoloji), sosyal bilimler ve beşeri bilimler ile ilgili problemleri ele alırken, bilimsel yöntemin uygulanmasında çok önemli bir araç görevi üstlenmektedir. Yukarıdaki bilimlere dair bir problem argümanı ele alınmak istendiğinde, araştırmacılar bu problemin çözümüne dair bir hipotez ortaya atmak durumundadırlar. Bu hipotez, diğer bir deyişle problemin çözümüne dair test edilmemiş bir açıklamadır. Bu açıklama elde olan niceliksel veriye ya da yeterli veriye sahip olunmamasına bağlı olarak niteliksel ya da kısmen niceliksel olabilir. Dolayısıyla, hipotez ya da test edilmemiş açıklama gerekli verilerin toplanması suretiyle test edilmelidir. Probleme dair veriler ölçme aletleriyle toplanabildiği gibi anketler veya soru-cevap şeklinde derlemelerle de elde edilebilir. Bu ölçme verileri toplandığında bizi doğrudan gerçeğe, genelleştirilmiş bir bilgiye ulaştırmaz. Bunun nedeni ölçmelerin iç ve dış etkilere maruz kalarak bozuşmasıdır. Örneğin, ölçme cihazları insanlar tarafından tasarlanmaktadır. Belli koşullardan etkilenmek suretiyle hatalı sonuçlar meydana çıkarabilmektedirler. Yine anket yöntemiyle gerçekleştirilen bir etütte, örneklem grubu probleme hassas seçilmediyse toplanan veriler bizi yine sağlıklı sonuçlara götürmeyecektir. Netice itibariyle toplanan veriler hatalarından arındırılmalıdır. Hatalarından arındırılmış olan bu veriler zamana, onları etkileyen parametrelere bağlı olarak grafik yöntemle gösterilebilir. Araştırmacı, bu fotoğrafa ya da resme baktığında hatalarından arındırılmış olan geçerli ve güvenilir verilerin, belli bir eğilim ya da davranış sergilediğini tespit eder. İşte bu davranış ve eğilim "fonksiyonlar" adı verilen analitik ifadelerle matematiksel olarak yazılabilir. Bu vesileyle ele alınan problem matematik diliyle tatminkâr bir doğrulukla genelleştirilmiş olur. Genelleştirme adından da anlaşılacağı üzere, belli ihmallerle ve belli bir hata payıyla bir problemin davranış biçimini karakteristik olarak ortaya koymak demektir. Buna bağlı olarak analitik modelimizin kalitesini ve güvenilirlik düzeyini de belirtmemiz gerekir. Ortaya koyduğumuz analitik model mutlak doğru değildir. Analitik modellemede amaç;

doğruya olabildiğince düşük bir hata payı ile yaklaşmaktır. Analitik model, fonksiyonel (deterministik) model olarak adlandırılırken, modelin kalitesi ise istatistik ve olasılık teorisi ile ele alınır. Analitik modelin kalitesine dair söylemde bulunan modele ise "stokastik model" adı verilir. Veri ve analitik model arasındaki farklılıktan yola çıkarak modelin kalitesine dair bir argüman sunar.

Disiplinlerarası müzik araştırmalarının incelendiği ve araştırma sonuçlarının tartışıldığı çalışmalara bakıldığında; farklı disiplinlerde yapılan araştırma sonuçlarının istatistiksel olarak analiz edildiği meta analiz çalışmalarına rastlanmaktadır. Meta analiz yönteminde; bir alanın başka bir alan üzerine olan etkisi incelenmekte, belirlenen bu iki alan üzerine farklı yer ve zamanlarda yapılmış olan araştırma sonuçları bir araya getirilerek etki büyüklüğü hesaplanmaktadır (2011, Ece, Çeşit).

Kesinleştirilmemekle birlikte bazı boyutlardan (tonal, ritmik, estetik-ifadeyorum) veya kısmen birbiriyle bağlantılı ve dar kapsamlı alt yetenek kümelerinden oluştuğu düşünülen müzik yeteneğinin genel yetenek içindeki yeri ya da zeka ile bağlantısı, üzerinde çalışılan önemli konulardan biridir. Eğer çevrenin entelektüel istekleriyle başa çıkabilmede zekâ bir araç ise, insanın müziğe ilişkin problemlerle daha iyi başa çıkabilmesinde de zekânın etkili olacağı mantıklı görünür. Bentley ve diğer bazı araştırmacıların IQ (Intelligence Quotient/ Zekâ Bölümü) ile müzik yeteneğinin boyutları (tonal, ritmik, armonik) arasındaki, Gordon'un müziğe yatkınlık, müziksel başarı ve zeka arasındaki ilişkileri karşılaştıran araştırmalarında pozitif ama zayıf ilişkiler bulunmuştur. Sergeant ve Thatcher ise araştırmaları ile buldukları ilişkinin az olmasının nedenini, zekâ ve yetenek testlerinin geçerlik ve güvenirliklerinin henüz mükemmel olmayışına bağlamışlardır. Ayrıca, müzik yeteneği puanları yüksek olan kişilerin zeka puanlarının da yüksek olduğunu ama tüm yüksek zekalı kişilerin müzik yeteneğine sahip olmadıklarını görmüşlerdir (Göğüş 1995, 64).

Geoghegan ve Mitchelmore (1996), özel müzik öğretim yöntemlerinden biri olan Kodaly tabanlı müzik eğitimi ve matematik becerileri ile ilişkili olan Avustralya'daki bir araştırmada; okul öncesi bir Kodaly tabanlı müzik programının matematik başarısı üzerinde etkili olduğunu keşfettiler. Müzik programına katılan 35 okul öncesi öğrencisi; okul girişinde müzik deneyimi olmayan 39 okul öncesi öğrenciyle karşılaştırıldı. Bütün çocuklar benzer sosyoekonomik geçmişe sahip ailelerdendi. Testlerin analizi, müzik öğretimine sahip öğrencilerin erken matematik testinde anlamlı derecede yüksek puanlar aldığını ortaya koymuştu. Gardiner (2000), ise şarkı söyleme ve matematiksel gelişim arasındaki öğrenme açısından pozitif parelellikler bulmuştur.

Göğüş, 2004-2005 öğretim yılında Uludağ Üniversitesi Devlet Konservatuarı'nın 6. ve 7. sınıfında öğrenim gören iki grup öğrencinin Matematik ve Solfej-Dikte-Teori (SDT) derslerindeki başarı puanları karşılaştırmıştır. Aynı grupları bir sonraki (2005-2006) öğretim yılında da izlemiş ve başarı puanlarını bir kez daha karşılaştırarak bulgular test etmiştir.

2004-2005 öğretim yılında altıncı sınıfta öğrenim gören öğrenci grubuna ait Matematik ve SDT dersi yıl sonu başarı puanları arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı (r) .75 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuç, pozitif ve oldukça belirgindir. Aynı grubun 2005-2006 öğretim yılı sonunda aynı derslerdeki yedinci sınıfa ait başarı puanlarının karşılaştırılması sonucunda bulunan ilişki ise (r) .59'dur. Bu bulgu da biraz daha düşük olsa bile pozitif ilişkinin sürdüğünü göstermektedir.

LİTERATÜR

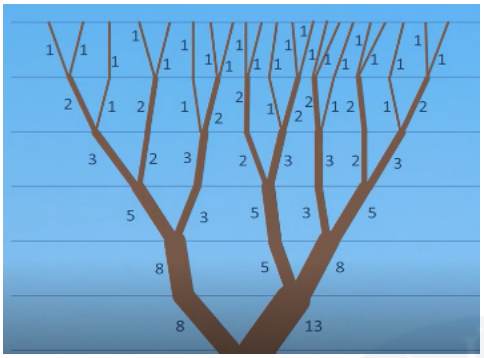
Bilindiği üzere müzikte notaların ve seslerin uyumu üzerine matematiksel oranlar kullanılmıştır; müziksel ritimler ve enstrüman yapımı matematiksel oranlara bağlıdır. Arthur Benjamin'e göre aslında 3 ana nedenden ötürü matematik öğreniriz. Hesaplamak, Uygulamak ve İlham almak için… Matematik aslen biçimsel düzenleri ifade eden bir bilim dalıdır. Ve bize mantıksal, kritik ve yaratıcı olarak düşünmeyi öğretir. Ancak okulda öğrendiğimiz Matematiğin çoğunluğu bize bugüne dek bu motivasyonu sağlamamıştır. Öğrencilerimiz ise bizlere sıklıkla «Tüm bunları neden öğreniyoruz?» sorusunu yöneltirler. Ya da gelecek sınavın stresinden başka hiçbir şey düşünemezler. Peki ya neden Matematiğin içinde çok **eğlenceli** olduğundan, ya da çok **estetik** olduğundan ya da akıllarımızı **merak** ve **heyecanla** doldurduğundan kaybolmayız. Buna dair ilham vermesi adına **FIBONACCI** sayılarından bahsedebiliriz. Bu sayıları pek çok anlamda takdirle karşılamanız mümkündür. Hesapsal mantıkla yaklaştığımızda bu dizinin nasıl geliştiğini kolaylıkla kavrayabiliriz.

1 1 2 3 5 8 13 21 34 55 ...

Enteresan biçimde bu sayıların **doğadaki** karşılıklarını görmek şaşırtıcı derecede sıklıkla mümkündür. Örneğin; bir çiçeğin çiçek yapraklarının sayısı, ya da ayçiçeğindeki ve ananastaki spirallerin sayısı **FIBONACCI** sayılarına karşılık gelmektedir.









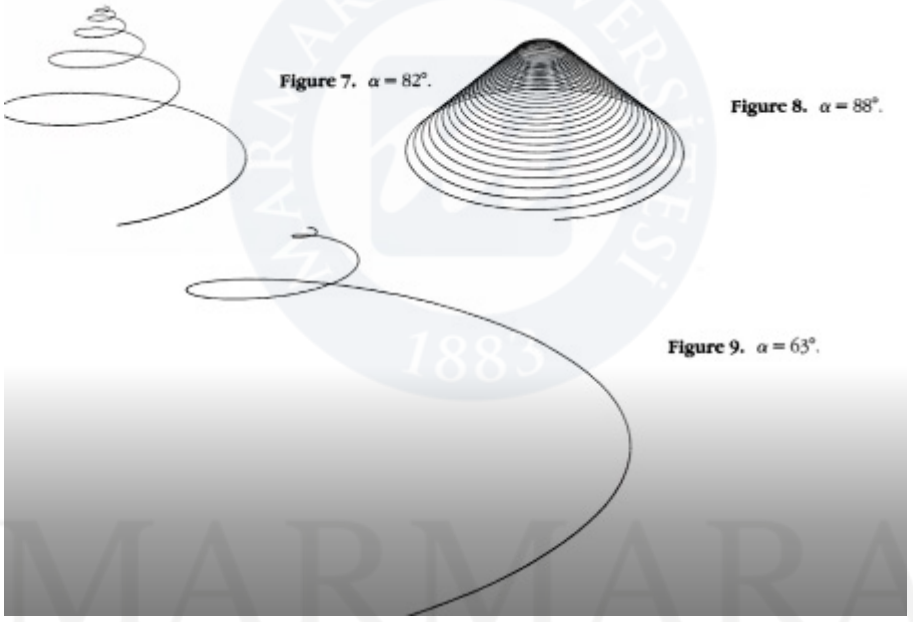


Figure 7. $\alpha = 82°$.

Figure 8. $\alpha = 88°$.

Figure 9. $\alpha = 63°$.

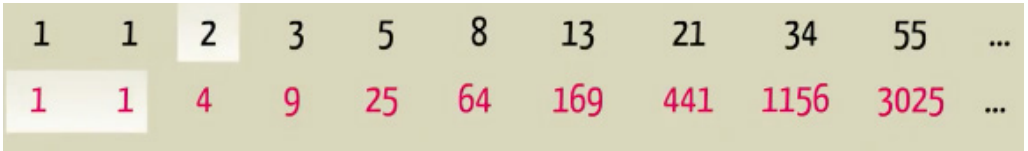
Kuşların Uçuş Güzergâhları

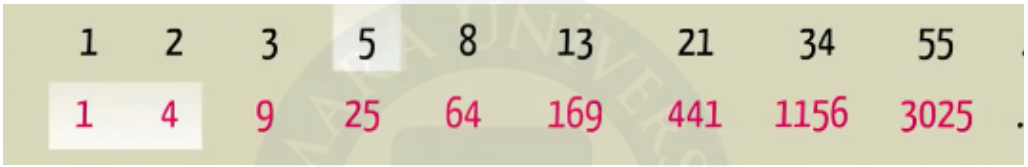
Eldeki çalışma Batı Müziğinde Majör, doğal minör, armonik minör ve melodik minör dizilerinin analitik incelemesini; Türk Müziğinde de basit makamlar olarak adlandırdığımız 13 makamın analitik incelemesini yapmıştır.

Tüm ilgi çekici uygulamalarının yanı sıra en enteresanı sayısal olarak gösterdikleri **BİÇİMSEL DÜZENLER** denilebilir. Mesela rakamların karesini alalım.

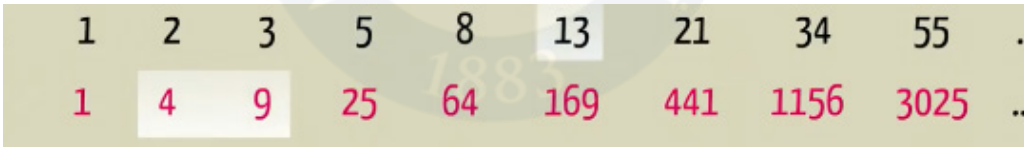
1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	...
1	1	4	9	25	64	169	441	1156	3025	...

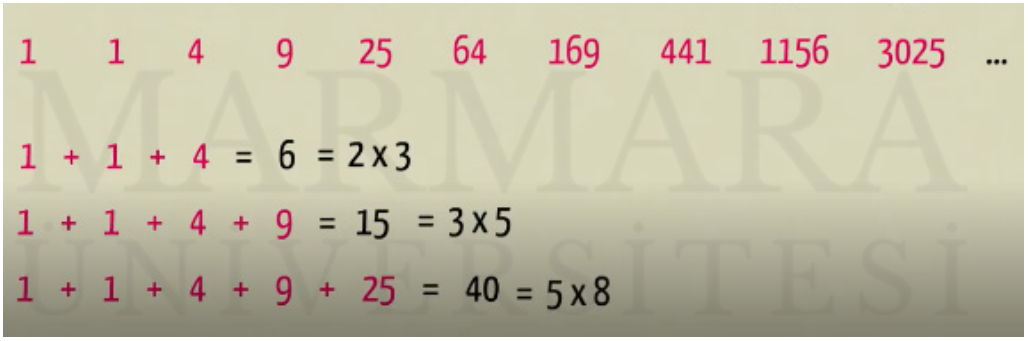
Bir önceki Fibonacci sayısını, bir sonraki sayı ile topladığınızda onu takip eden FİBONACCI SAYISINI elde etmeniz bir sürpriz değildir. Bu onların oluşum biçimi zaten! Ama karelerini aldığınız rakamları birbirine eklediğinizde de tutarlı bir ilişki beklemezsiniz değil mi?



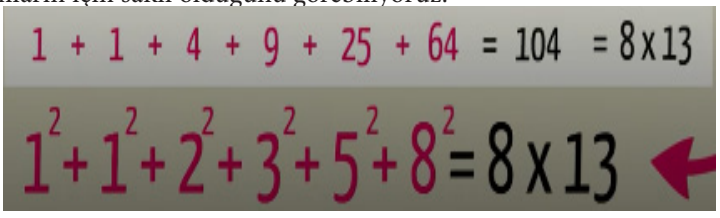






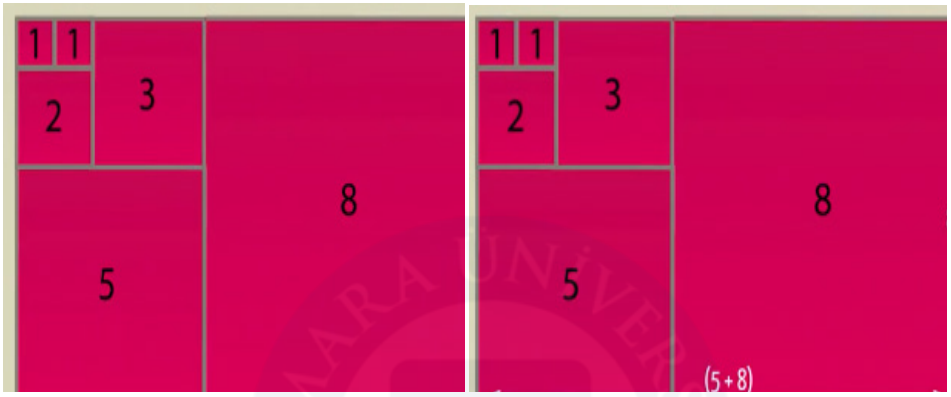


Elde edilen rakamlar belki FIBONACCI SAYILARI değil, ama FIBONACCI SAYILARININ bu rakamların için saklı olduğunu görebiliyoruz.



Bu durumu basit geometrik bir görselle açıklamamız aslında mümkün?

Dikdörtgenin alanı; dikdörtgeni meydana getiren karelerin alanları toplamına eşittir.



ALAN = $1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 5^2 + 8^2 = 8 \times 13$

8×13	$13 \div 8 = 1.625$
13×21	$21 \div 13 = 1.615...$
21×34	$34 \div 21 = 1.619...$
34×55	$55 \div 34 = 1.6176...$
55×89	$89 \div 55 = 1.61818...$

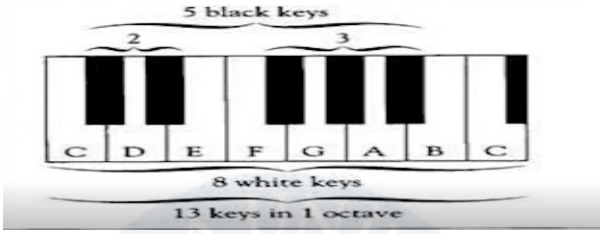
1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	...
1	1	4	9	25	64	169	441	1156	3025	...

ALTIN ORAN = 1.618033....

Dolayısıyla Matematikte *hesaplama*, yanı sıra *uygulamayı* göz ardı etmemeliyiz. Fakat *uygulamaların* en önemlisi, nasıl düşünmemiz gerektiğini öğrenmek denilebilir. Bir cümle ile

özetlemek gerekirse; Matematik yalnızca X bilinmeyeni çözmekten ibaret değildir, aynı zamanda Y (neden?) sorusunu da açıklığa kavuşturmaktır.

Buradan yola çıkarak Matematik Müzik ilişkisini bir kez daha ele alalım;

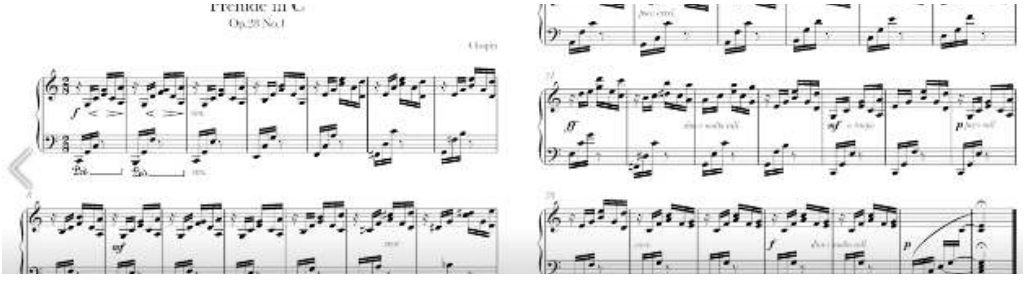


Piyano üzerinde **13 Kromatik Nota**nın bulunması, **5 Siyah Nota** ve **8 Beyaz Nota**nın bulunması.

Fibonacci Oranı	Hesaplanan Frekans	Tampere Frekans	Ölçüdeki Nota	Müzikal İlişki	A= 432* iken	Aşağıdaki Oktav	Yukarıdaki Oktav
1/1	440	440.00	A	Tonik	432	216	864
2/1	880	880.00	A	Oktav	864	432	1728
2/3	293.33	293.66	D	Dörtlü	288	144	576
2/5	176	174.62	F	Tam Beşli	172.8	86.4	345.6
3/2	660	659.26	E	Beşli	648	324	1296
3/5	264	261.63	C	Minör Üçlü	259.2	129.6	518.4
3/8	165	164.82	E	Beşli	162 (Phi)	81	324
5/2	1100.00	1108.72	C#	Üçlü	1080	540	2160
5/3	733.33	740.00	F#	Altılı	720	360	1440
5/8	275	277.18	C#	Üçlü	270	135	540
8/3	1173.33	1174.64	D	Dörtlü	1152	576	2304
8/5	704	698.46	F	Tam Beşli	691.2	345.6	1382.4

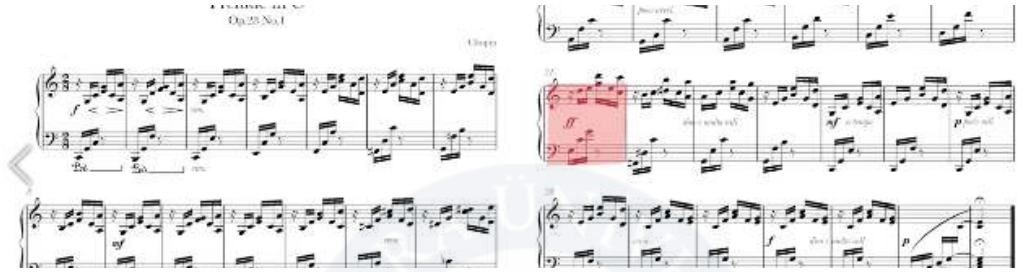
Farklı FIBONACCI ORANLARININ bildiğimiz müzik aralıklarını oluşturması.

Fakat enteresan olan kısmı, serinin oranlarının, zıtlık içersin ya da içermesin, müzik parçasının yapısal olarak bestelenmesini nasıl etkilediği? Buna dair bütünlüğüyle örnek olarak verebileceğimiz bir örnek söz konusu. CHOPIN'in 28 numaralı ilk DO MAJÖR PRELÜDÜ C MAJOR.



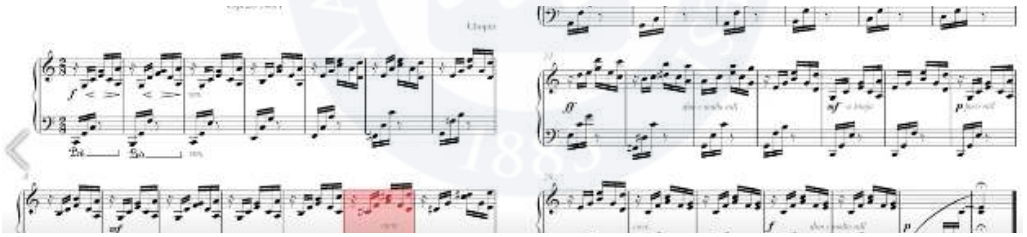
1 2 3 5 8 13 21 **34** 55 89 144

Eserde 34 ölçü çizgisi mevcuttur.



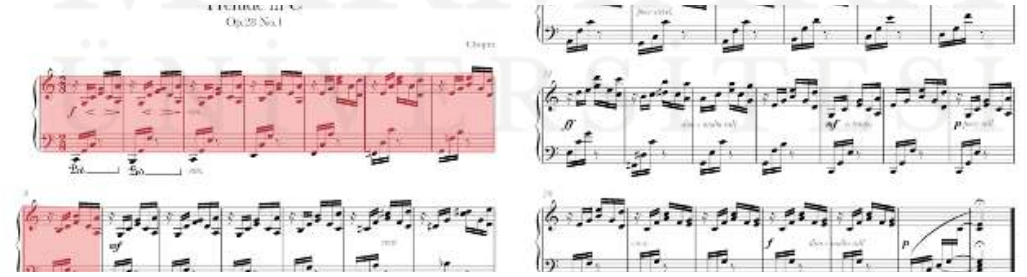
1 2 3 5 8 13 **21** 34 55 89 144

Eser düğüm noktasına 21. ölçü çizgisinde ulaşıyor.



1 2 3 5 8 **13** 21 34 55 89 144

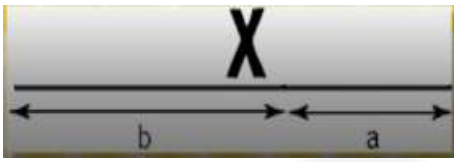
İlk ana kromatik eylem 13. Ölçü çizgisinde gerçekleşiyor.



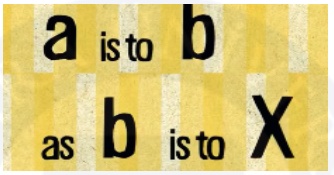
1 2 3 5 **8** 13 21 34 55 89 144

Açılış ifadesi 8 ölçü sürüyor. Tüm bu dizilişin kusursuzu meydana getirdiği düşünülüyor.

Chopin Prelude'e dair FIBONACCI sayıları bağlamındaki en ikna edici faktör, parçanın 21. ölçüde ulaştığı düğüm noktasıdır. Burada ALTIN ORAN, ALTIN ORTALAMA, ALTIN BÖLÜM cereyan etmektedir.







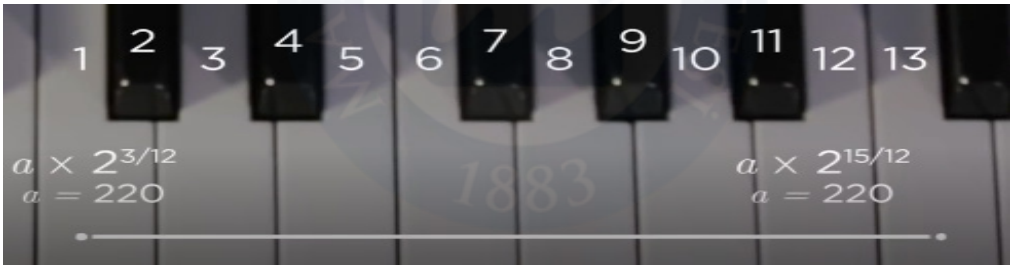
FIBONACCI'nin çalışması 1870'lerin ortalarından itibaren tanınır bir hale gelmiştir. Fransız Matematikçi Edward Lucas bunu adlandırmış ve üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Sonrasında Claude Debussy ve Maurice Ravel gibi sanatkârlar da FIBONACCI serilerinden faydalanmışlardır. Müzikologlar Roy Howat ve Bela Bartok da FIBONACCI Serilerini müzik analizlerinde ele almış ve incelenmişlerdir.

Romain Rolland, 1944 *"Beethowen'in Hayatı"* adlı eserinde Beethowen'ın kendi ağzından şu sözler dökülmektedir. *"Tasvir etmek resme ait bir iştir. Bu hususta müziğe kıyasla şiirde kendini bahtiyar addedebilir; şiirin sahası benimki kadar mahdut değildir;*

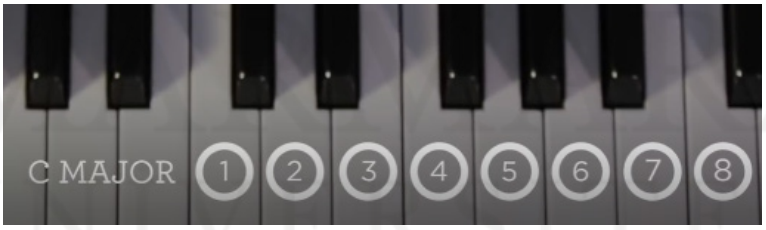
Buna karşılık benim alanım başka mıntıkalarda çok daha uzaklara kadar yayılır; ve benim imparatorluğuma kolay kolay erişilemez." Resim ve Şiir karşısında Müziğin pozisyonu'nun farklılığına vurgu yapan Beethoven pekala müzik ve matematik arasında da bu farklılık vurgusunu aynı şiddette yapıyor mudur? Bu bağlamda; sağır olmasına rağmen çok önemli eserlerini duymadan, sadece hissederek hayata geçirmiş olması muhtemel midir? Kulağa bir paradoks ya da acımasız bir şaka gibi gelebilir, ama her ne olursa olsun, doğru olan şudur ki, Ludwig van Beethoven (1770 – 1827), tarihteki bazı en mühim müzik eserlerinin bestekârı kariyerinin büyük bir kısmını sağırlaşarak geçirmiştir. Pekâlâ, bu şartlar altında insanların duygularını harekete geçiren sıra dışı bestelerini nasıl gerçekleştiriyor olabilir? Cevap, güzel seslerin ötesinde yatan biçimsel düzenlerde bulunmaktadır. Meşhur «Moonlight Sonata– Ay Işığı Sonatına» bir göz atalım. Sonatın girişi, ağır ve sabitçe akan üçleme notalardan meydana gelmektedir. Her ne kadar bu üçlemeler basit olsalar da, her bir üçleme zarif melodik bir yapıya sahiptir. Öyle ki burada matematik ve müzik arasındaki ilgi çekici ilişkiye rastlanır.



Beethoven şu şekilde ifade etmiştir; Beste yaparken her zaman kafamda bir resim belirir ve onun hatlarını takip ederim. Benzer şekilde standart bir piyano oktavını 13 tuşla ve aralarında yarım kademeli değişimler ile ifade edebiliriz.

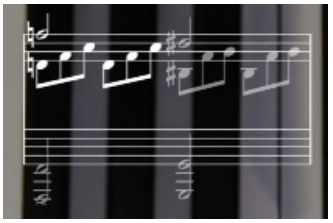


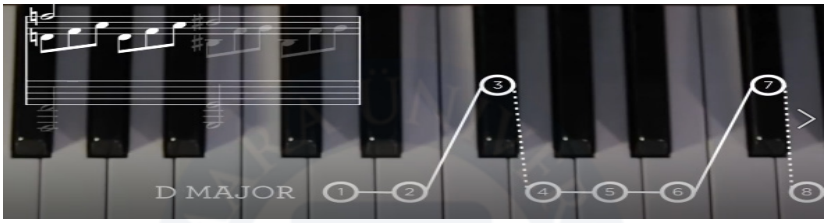
Standart bir MAJÖR ya da MİNÖR ölçü bu tuşların 8'ini kullanır.

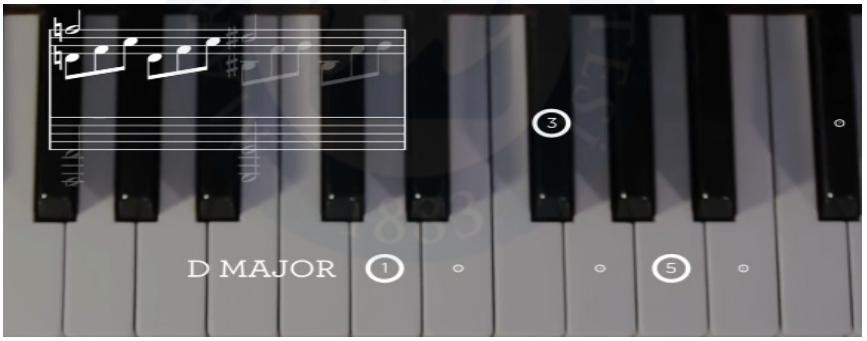




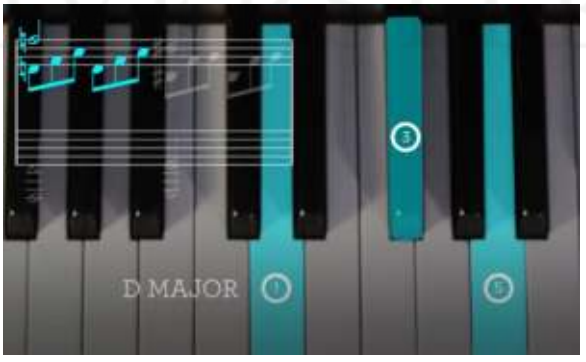
Bu 8 tuş, 5 tam ve 2 yarım sesten meydana gelir. Örneğin 50. ölçünün ilk yarısı, RE MAJÖR de 3 nota içerir ve bunlar üçlü denilen aralıklar ile ayrılır.

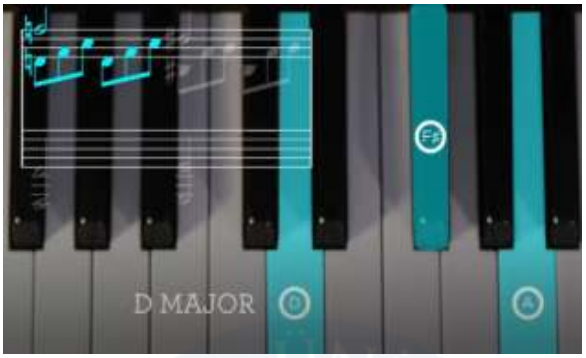






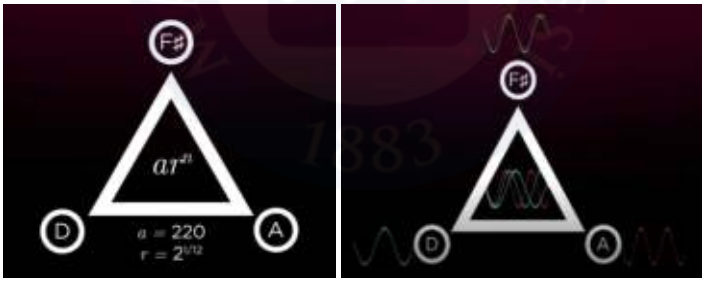
ÖLÇÜLERİ 1-3-5 NCİ NOTALARA YIĞARAK, ÖLÇÜDEKİ BİR SONRAKİ NOTAYA ATLARLAR.



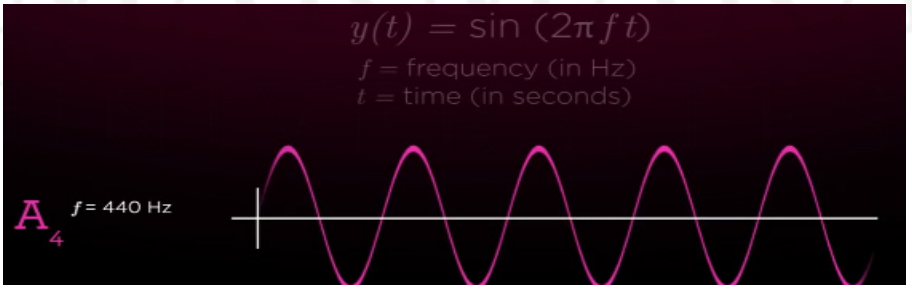


Bu harmonik biçimsel düzen 3lü olarak bilinir.

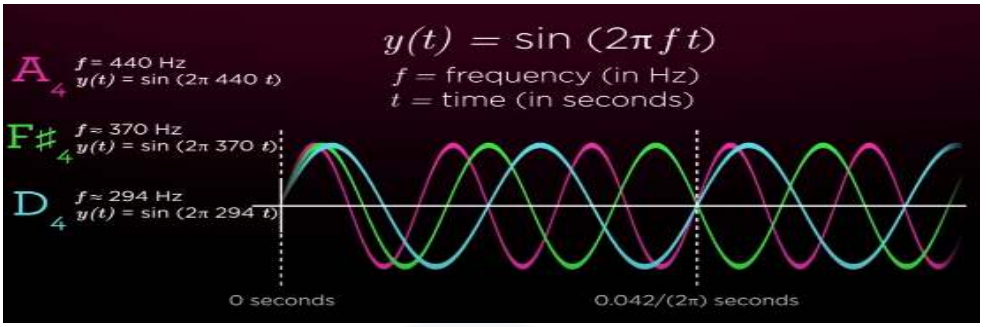
Fakat, bunlar yalnızca rastlantısal sihirli sayılar olarak adlandırılabilir. Bunun yanı sıra bunlar farklı notaların PERDE SIKLIĞI arasında bir MATEMATİKSEL İLİŞKİYİ de temsil ederler ve bir GEOMETRİK SERİ meydana getirirler.



Eğer, 220 Hertz frekans ile A3 notasıyla başlarsak, seri aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir. N, klavye üzerindeki ardışık notalara karşılık gelir.



XIX. Yüzyılda Fourier, müzikal serinin niteliğini incelemiştir. «Fourier, müzik aleti ve insandan çıkan bütün müzikal seslerin matematiksel ifadeler ile tanımlanabileceğini ve bununda periyodik sinüs fonksiyonları ile olabileceğini ispatlamıştır. (Matematik Dünyası, 1995:7)



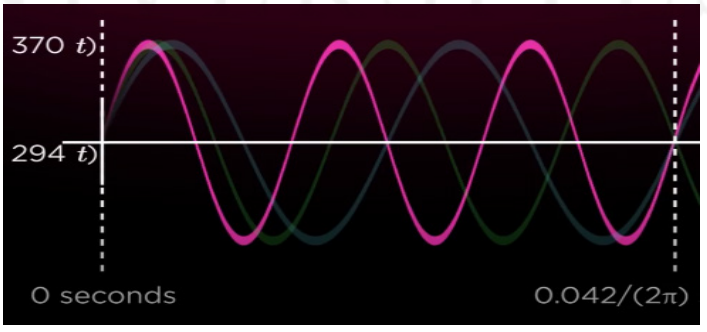
Üç notada 0 saniyede birlikteyken, 0,042 saniyede tekrar kesişirler. Bu döngüde RE (D) iki tam DEVİR gerçekleştirir.



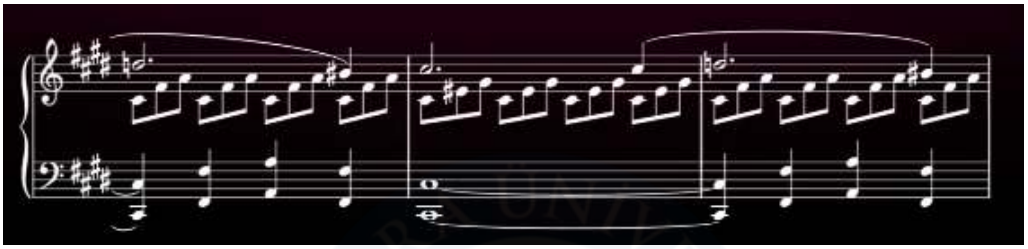
F#(Fa Diyez) 2.5 devir gerçekleştirir.



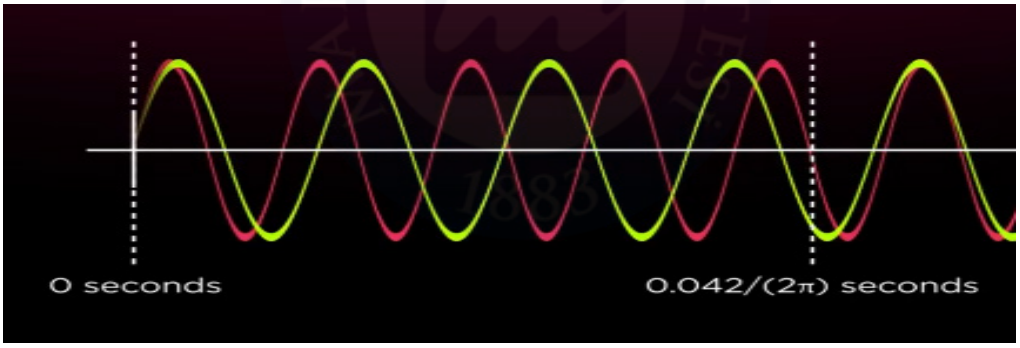
A (La) ise 3 devir gerçekleştirir.



Bu BİÇİMSEL DÜZEN, KONSONANS ya da SES UYUMU olarak bilinmektedir. Ve kulaklarımıza doğal olarak keyif veren nağmeler bırakır. Fakat **Beethoven disonansı** da **AY IŞIĞI SONATINDA** kullanmıştır. 52. ve 54. arasındaki ÖLÇÜLERE baktığımızda, üçlüler B (Sİ) ve C (DO) içermektedir.

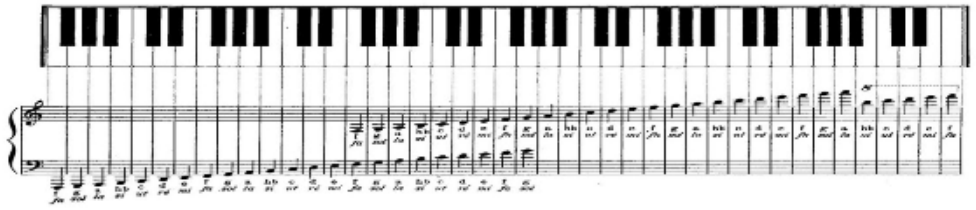


SİNUS grafiklerine bakıldığında bu DALGALARIN ciddi derecede ASENKRON olduğu görünmektedir.



Bu DİZONANSIN kontrastını Re Majör üçlüsünün KONSONANSI ile oluşturmak suretiyle, sonra gelen ölçülerde Beethoven, hareket ve yaratıcılığın sayısallaştırılamaz elemanlarını matematiğin belirliliğine eklemektedir.

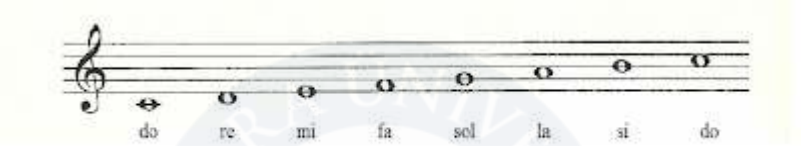
PİYANO SES TABLOSU



Batı Müziğinde Diziler

Majör ingilizce büyük, Minör ise küçük demektir. Dizi veya tonalite olarak majör ve minör, kuruluş kalıplarına bağlı olarak ilk üç sesin aralık yapısına bağlı olarak isim almaktadırlar.

2.1.1. Majör Kalıp: Majör kalıp sekiz ses ve 2 tam 1 yarım 3 tam 1 yarım aralıklarından oluşan dizinin ismidir.



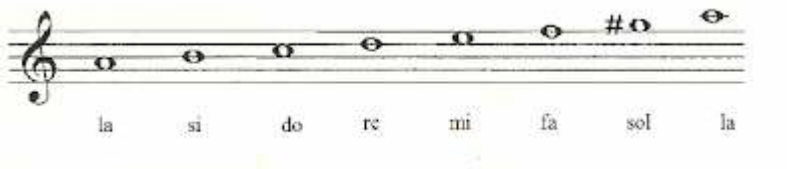
Değiştirme işareti almayan dizi do majör dizisidir. Diğer majör diziler değiştirme işareti almaktadır. Çünkü başka bir sesten başlandığın da; **2 tam 1 yarım 3 tam 1 yarım** sıralaması oluşmayacaktır. Bu sebepten dolayı aralıklarda olduğu gibi dizi ve gamları kurarken hesaplamak ve istenen forma sokmak gerekir.

2.1.2. Minör Kalıp: Minör kalıp sekiz ses ve 1 tam 1 yarım 2 tam 1 yarım 2 tam aralıklarından oluşan dizinin ismidir. Hiç değiştirme işareti almayan minör dizinin ismi la minör dizisidir. Majör kalıp da olduğu gibi minör dizilerde de diğer minör gamları hesaplarken değiştirme işaretlerinden yararlanılır.

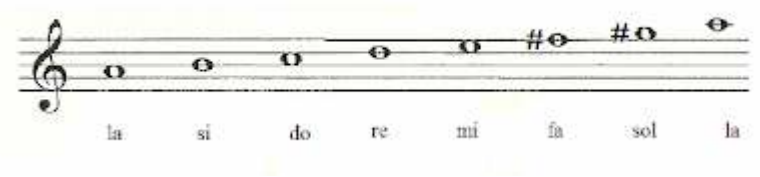
2.1.2.1. Doğal Minör Kalıbı: 1 tam 1 yarım 2 tam 1 yarım 2 tam aralıklarından oluşan dizidir.



2.1.2.2. Armonik Minör Kalıbı Doğal minör kalıbın 7'ci derecesinin ½ ses inceltilmiş halidir.



2.1.2.3. Melodik Minör Kalıbı Doğal minör kalıbın 6'ncı ve 7'nci derecesinin ½ ses inceltilmiş halidir



Majör ve İlgili Minör Kavramı

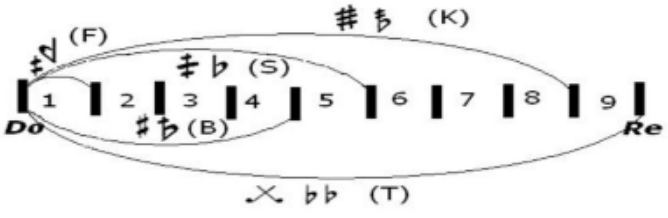
Her majör kalıbın bir ilgili minörü vardır. Ya da başka bir değişle her majör kalıp içinde bir minör kalıp barındırmaktadır. Bu minör kalıbın ismine de **İlgili Minör** denmektedir



Türk Müziği ile İlgili Bilgiler ve Türk Müziğinde Basit Makamlar

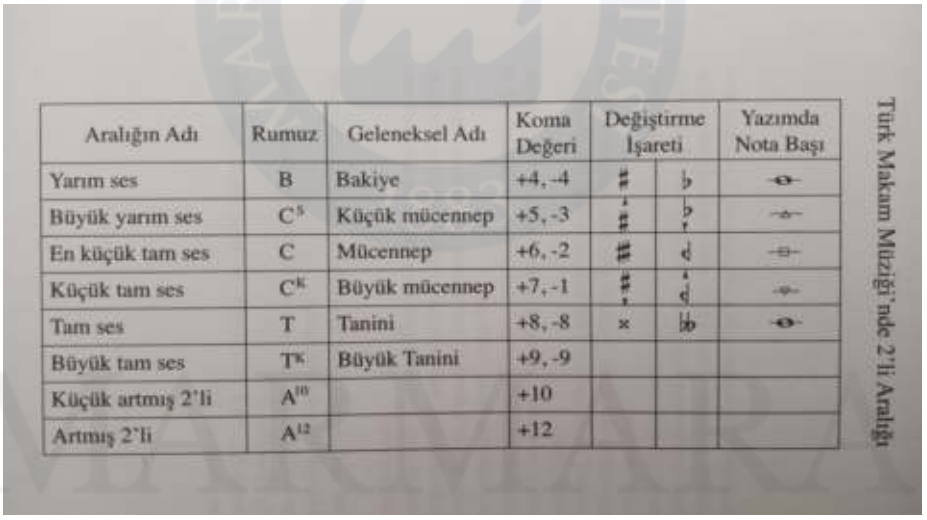
Komalar ve Değiştirici İşaretler

Bugün kullanmakta olduğumuz Arel-Ezgi sisteminde, sağladığı bir takım kolaylıklar dolayısıyla Çargah dizisi esas alınmış ve ana dizi olarak kabul edilmiştir. Çünkü bu dizi yalnızca tanini ve bakiye aralıklarından oluştuğu için Türk Musikisinin en önemli konularından olan Transposition konusunda kolaylıklar sağlamaktadır ve sekizlinin 24 aralığa ayrılmasıyla göçürüm (şed) konusu –bir ölçüde de olsa – çözümlenebilmektedir. Yine bu diziyi meydana getiren tanini ve bakiye aralıkları, Türk Musikisinin F, B, S, K, A gibi diğer küçük aralıklarını elde etmekte kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca Çargah dizisinin bütün sesleri üzerinde bütün basit makamlarınızı icra etmek de mümkündür. Bütün bunlara öğrenim ve öğretim hususunda sağladığı kolaylığı da ilave etmek gerekir (Özkan, 1987).



ARALIĞIN ADI	KOMA DEĞERİ	DIYEZ İSARETİ	BEMOL İSARETİ	SEMBOLÜ
KOMA (virgül)	1	𝄲	𝄳	F
BAKİYE	4	♯	♭	B
KÜÇÜK MÜCENNEP	5	𝄰	𝄬	S
BUYUK MUCENNEP	8	𝄪	𝄫	K
TANİNİ	9	𝄫	𝄫	T
ARTIK ARALIK	9 dan fazla	—	—	A

Türk Müziğinde Tanini Aralığını 9 Koma Kabul Eden Sistematikte Koma Değerleri



Aralığın Adı	Rumuz	Geleneksel Adı	Koma Değeri	Değiştirme İşareti		Yazımda Nota Başı
Yarım ses	B	Bakiye	+4, -4	♯	♭	𝅝
Büyük yarım ses	C^5	Küçük mücennep	+5, -3	𝄰	𝄬	𝅝
En küçük tam ses	C	Mücennep	+6, -2	𝄲	𝄳	𝅝
Küçük tam ses	C^K	Büyük mücennep	+7, -1	𝄰	𝄳	𝅝
Tam ses	T	Tanini	+8, -8	×	𝄫	𝅝
Büyük tam ses	T^K	Büyük Tanini	+9, -9			
Küçük artmış 2'li	A^{10}		+10			
Artmış 2'li	A^{12}		+12			

Türk Makam Müziği'nde 2'li Aralığı

Nail Yavuzoğlu'na Göre Türk Makam Müziği'nde İkili Aralığı ve Değiştirme İşaretleri

Türk Müziğinde Basit 4lü ve Beşliler (Çeşniler)

Tam dörtlü 22 komadır. Tam beşli 31 komadır. Eksi dörtlü 18 komadır. Artık dörtlü 26 komadır. Türk Müziğinde Mi-Fa ve Si-Do aralıkları bakiyedir yani 4 koma kabul edilir. Batı müziğinde ise 4 komalar 4,5 ar koma olduğundan bir gam 54 koma olur.

Batı Müziğinin bir oktavı 54 koma iken, Türk Müziğinin bir oktavı 53 komadır.

1-Çârgâh Dörtlüsü: Çârgâh(do) perdesinden başlar. Aralıkları TTB dir.

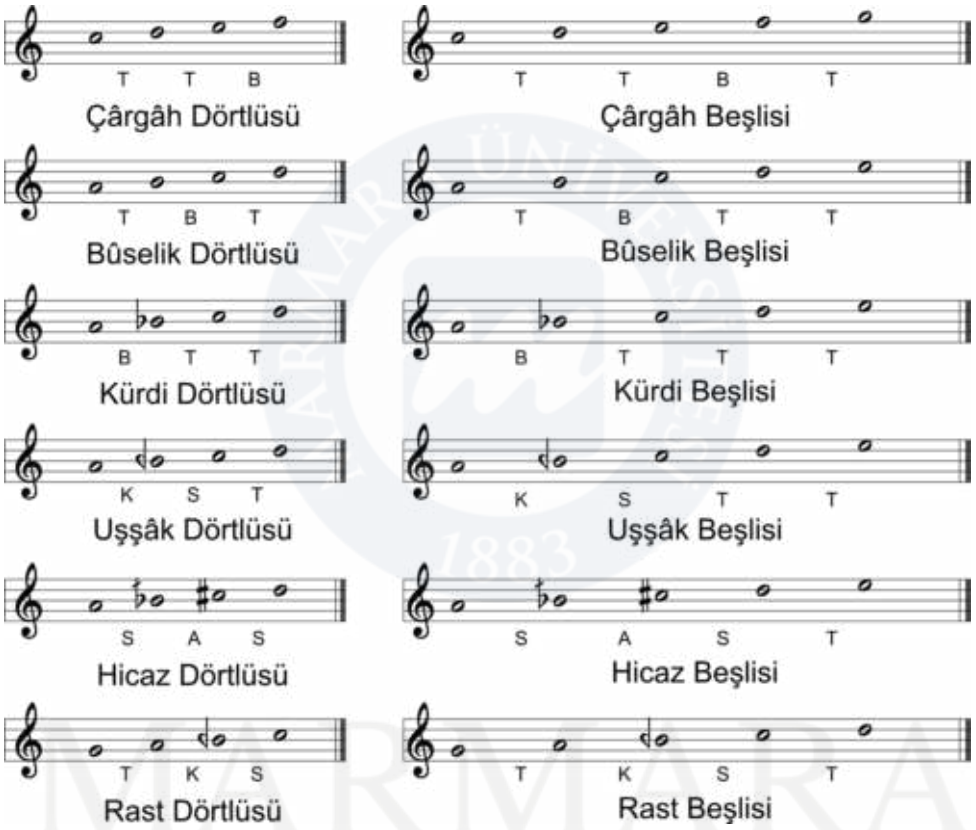
2-Bûselik Dörtlüsü: Dügâh (la) perdesinden başlar. Aralıkları TBT dir.

3-Kürdî Dörtlüsü: Dügâh (la) perdesinden başlar. Aralıkları BTT dir.

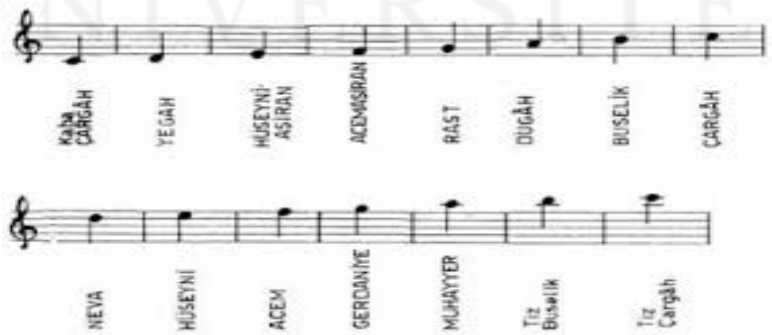
4-Rast Dörtlüsü: Rast (sol) perdesinden başlar. Aralıkları TKS dir.

5-Uşşâk Dörtlüsü: Dügâh (la) perdesinden başlar. Aralıkları KST dir.

6-Hicâz Dörtlüsü: Dügâh (la) perdesinden başlar. Aralıkları SA12S dir.



Türk Müziğinde Perdelere Verilen İsimler



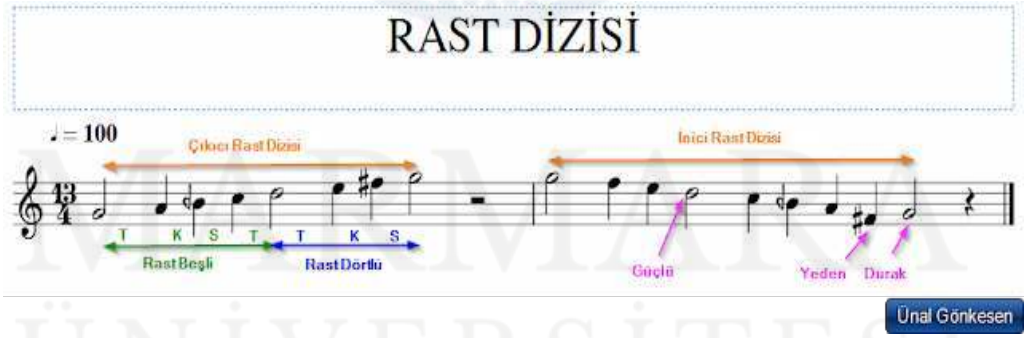
Türk Müziğinde Basit Makamlar

Basit makamlar: özel 5 li ve 4 lü çeşnilerin ard arda konulmasından elde edilmiştir. Bilindiği gibi özel çeşnilerin 4 lü leri 22 koma, 5 lileri ise 31 komadır. Bir özel beşli veya özel dörtlü çıkıcı iken son notasına GÜÇLÜ adı verilir. Dizi oluşturabilmek için, Bir özel beşli çeşnisinin son notasından sonra özel dörtlü çeşnisi gelir. Özel dörtlü çeşnisinin son notasından sonra ise özel beşli çeşnisi gelir. Son nota (güçlü) her iki çeşnide ortak notadır. Dizinin En altaki ilk notasının adı Durak (Karar) notasıdır. Şarkı her zaman bu nota ile sonlanır. En alttaki bu notanın bir alt notası yeden olarak adlandırılır, yeden şarkı sonlanırken kullanılan bir notadır.

Çargah Makamı



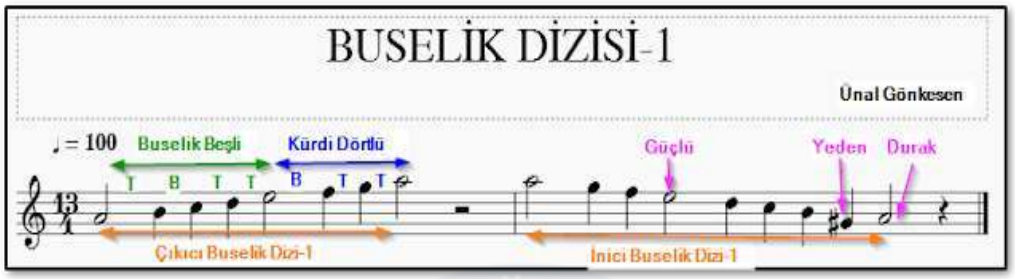
Rast Makamı



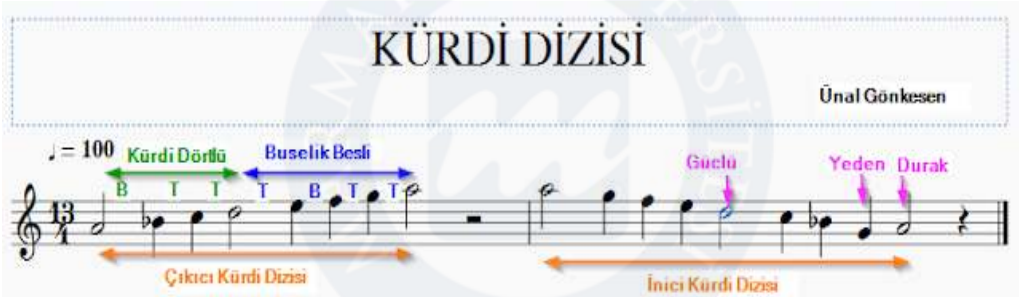
Uşşak Makamı



Buselik Makamı



Kürdi Makamı



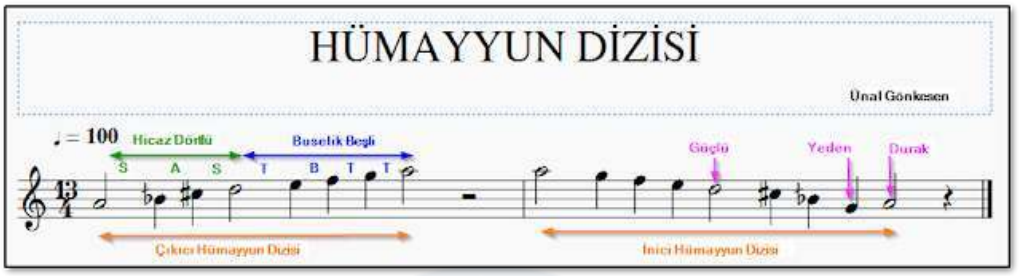
Hicaz Makamı



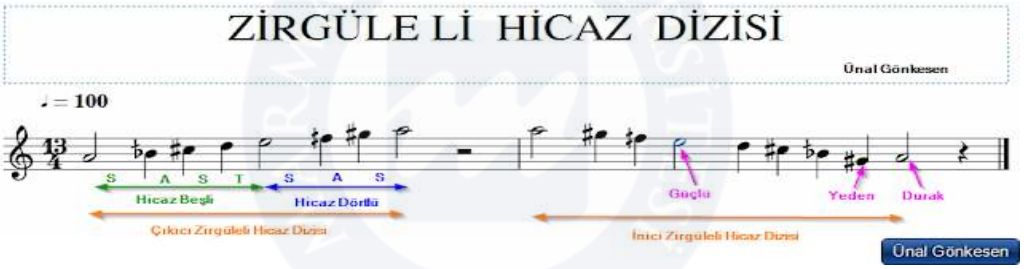
Uzzal Makamı



Hümayyun Makamı



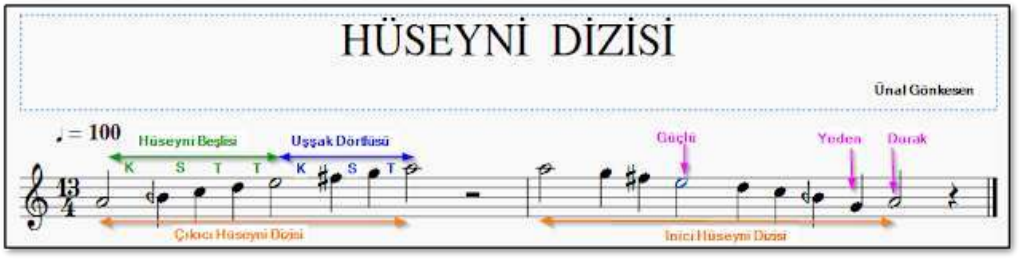
Zirgüleli Hicaz Makamı



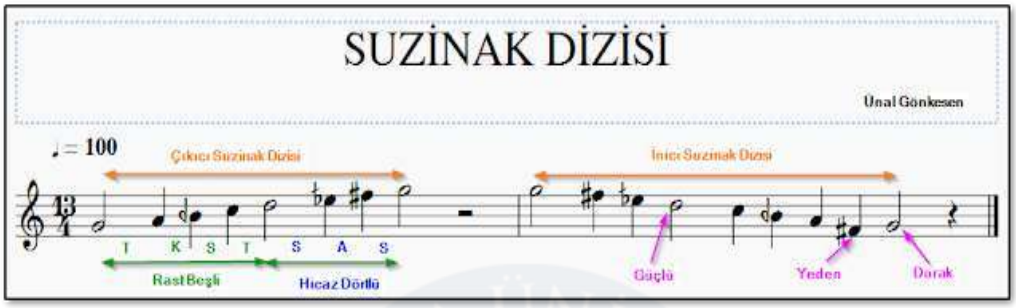
Karciğar Makamı



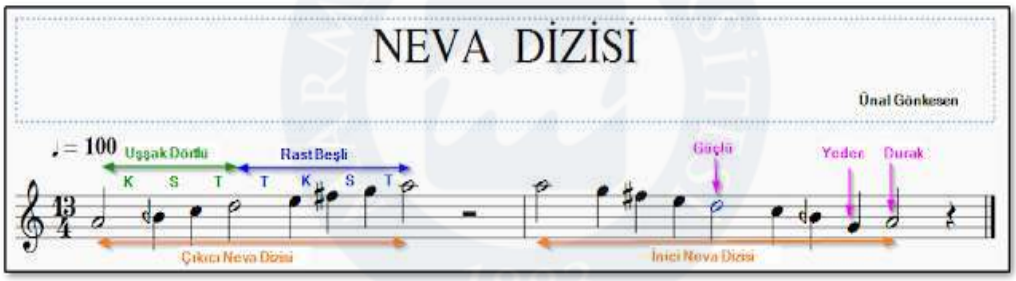
Hüseyni Makamı



Suzinak Makamı



Neva Makamı



YÖNTEM

Uygulamanın yöntemi çerçevesinde, öncelikle *Batı Müziği Dizileri* ve *Türk Müziği Makamları* müzikal *notasyonlar* ile özetlenmiştir. Ardından, Batı Müziğinde Diziler, notalara karşılık gelen *aralık/tonlar* olarak ifade edilmiştir. 12 li sistemde *yarım birim* aralıklar belirlenmiş ve notalara karşılık tayin edilmiştir. Ardından Dizilerin içerdiği notalara 1 den 8 e kadar *dereceler* tayin edilmiştir. Derece ve Aralık ifadeleri arasında iki boyutlu grafik gösterimler meydana getirilmiştir. Dizi grafik plot edildikten sonra sistem analizi çerçevesinde fonksiyonel olarak modellenmiştir. Diziler inen ve çıkan karakterde lineer'e yakın özellik gösterdiğinden modellemede lineer regresyon yöntemi kullanılmıştır. Y= AX +B şeklinde lineer modelin genel ifadesi kolona tanımlanmıştır.

Ayrı kutucuklara excel ortamında modelin *katsayıları* tanımlanmıştır. Yüksek kaliteli ve *veriye* en iyi uyum gösterecek katsayılar başlangıç itibarı ile kestirilemediğinden bu değerlere 1 değeri başlangıç olarak *a priori* tayin edilmiştir. A ve B değerleri 1 değerini aldıktan sonra, *model* ve *dizi verileri* arasındaki fark etüt edilmiştir. Bunun için *karesel sapma* formülü kulanılmıştır. (Veri – Model)^2 bize her bir nota karşılığı derecenin model verisinden farkını vermektedir. Ardından bu farklar tüm seri için toplanmıştır. Böylelikle, Dizi Verilerinden

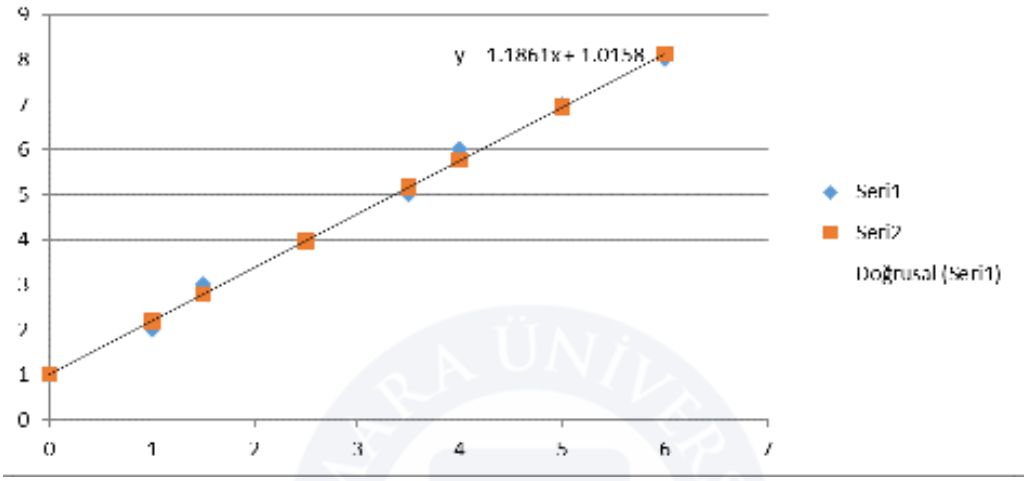
Modelin Toplam farklılığı elde edilmiş olacaktır. Amaç, bu farkı minimize etmektir. Bunun içinde *Excel'in Solver Modülünden* yararlanılmıştır. Solver, İteratif olarak yani iyileştirerek denkleme ait katsayıları minimize etmekte ve veri model arasındaki farklı en düşük seviyeye indirmektedir. Bu şekilde dizilerin ve makamların modelleri gerçekleştirilmiş, elde edilen modellerin *stokastik* doğruluklarına uğraşılmak için ayrıca test gerçekleştirilmiştir.

Bu şekilde Batı Müziği Basit Dizileri ve Türk Müziği Basit Makamlarının doğruluğu en yüksek olacak şekilde, *lineer regresyon modeline fonksiyonel modellerle adaptasyonu sonucuna* ulaşılmıştır.

BULGULAR

Batı Müziği Örnek Analiz Sonucu: La Minör Doğal

Aralık / Ton	Nota	Derece	Derece Model	Squared Deviation
0	La	1	1.015772675	0.000248777
0.5	La#/Solb			
1	Si	2	2.201891729	0.04076027
1.5	Do	3	2.794951255	0.042044988
2	Do#/Reb			
2.5	Re	4	3.981070309	0.000358333
3	Re#/Mib			
3.5	Mi	5	5.167189362	0.027952283
4	Fa	6	5.760248889	0.057480595
4.5	Fa#/Solb			
5	Sol	7	6.946367943	0.002876398
5.5	Sol#/Lab			
6	La	8	8.132486996	0.017552804
A	1.1861			
B	1.0158			
LİNEER	y = 1.1861x +1.0158			
SSD	0.189274			



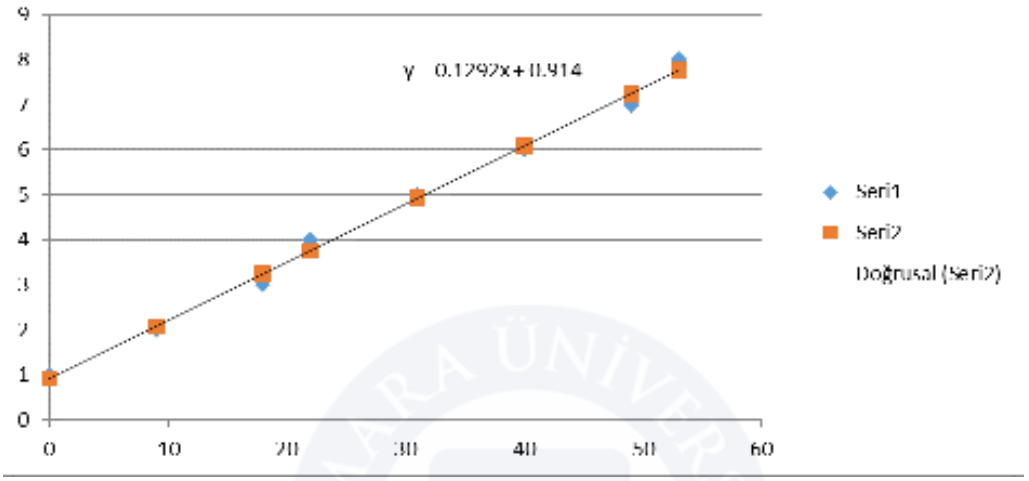
Türk Müziği Örnek Analiz Sonucu: Çargâh Makamı

Koma	Nota	Derece	Derece Model	Squared Deviation
0	Do	1	0.914009618	0.007394346
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9	Re	2	2.077038017	0.005934856
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18	Mi	3	3.240066416	0.057631884
19				
20				
21				

22	Fa	4	3.756967927	0.059064589
31	Sol	5	4.919996326	0.006400588
40	La	6	6.083024725	0.006893105
49	Si	7	7.246053124	0.06054214
53	Do	8	7.762954634	0.056190505

A	0.129225
B	0.91401
Sum of Errors	0.260052

$$y = 0.1292x + 0.914$$



Diğer yandan yalnızca müzikal bir dizinin MATEMATİK, ANALİTİK ve STOKASTİK TESTLER ile modellenmesi müzik matematik bağının kuvvetini ispat etmeye yetmeyecektir.

Sistem Analizi yardımıyla, bu sefer matematiksel bir ifadenin müzik karşılığına ulaşılmaya da çalışılabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Matematik ve Müzik arasındaki ilişkiyi tetkik ettiğimiz vakit, bu ilişkinin doğrudan değil de, dolaylı yoldan olduğunu fark ederiz. Müzik sesler ve bu seslerin bir araya gelmesiyle oluşan melodiler ve armonilerden meydana geldiği gibi belli bir ritmik temelle desteklenmektedir. Bu ifadeyi kurduğumuzda doğadaki seslerin fizik kuralları çerçevesinde dalgalar şeklinde yayıldığını görürüz. Dalgalar, frekans, genlik ve dalga boyu gibi fiziksel parametreler ile tanımlanmaktadır. Ritmik altyapı ise zaman ve frekans gibi parametrelere bağlı olarak tarif edilebilmektedir. Özetle bu bağlamda müziğin doğrudan doğa bilimleri veya özelinde fizikle ifade edilebildiğini görürüz. Diğer yandan matematik doğa bilimlerinin yazıya döken lisan işlevi gördüğünden dolayı da müzikle ilişkisinin bu anlamda olduğunu ifade etmek mümkündür. Müzik notalar ile yazıldığından ve yine matematiksel ifadeler de notasyonlara dayandırılarak özetlendiğinden bu anlamdaki analoji yani benzerlik de bize, paralel şekilde benzer amaçlarla kullanılabileceklerini ve birbirine dönüştürülebileceklerini göstermektedir.

Bu noktalardan hareketle gerçekleştirdiğimiz etüdümüzde biz de müziğin fizikle ilişkisinden ve dolaylı olarak matematikle ifade ediliş biçiminden yola çıkarak, bilimsel yöntem kullanmak suretiyle matematiksel modelleme uygulamalarından da istifade ederek bu ilişkinin nasıl ifade edilebileceğini göstermek istedik. Uygulamaya geçmeden önce mevcut

literatürü araştırdığımızda birçok bestecinin eserlerinin analizinde Fibonacci sayılarının gizli olduğunu gördük. Bu nokta ise bizde besteciler eserlerinde matematiği bilinçli mi kullandılar yoksa doğanın düzeninde gizli olan estetiği seslerin birlikteliği olarak keşfettiklerinden farkında olmadan mı matematiği kullandılar sorusunu tetikledi. Bu durumu bir nebze olsun anlamak adına rezonans ve dizonans kavramlarının dalga fiziğini ve bunların matematiksel ifadelerini de inceledik. Ve gördük ki matematiksel düzen ya da belli gecikmelerle düzensizliğin iç içe geçtiği bir düzen bizde estetik bir beğeni izi bırakan etki yaratıyordu. Bu noktada da bir kez daha müziğin fizikle ve doğa bilimleriyle doğrudan matematikle dolaylı yoldan ilişkisi olduğunu teyit ettik. Ve matematiksel estetik doğada mı gizli, besteciler bu matematiği bilinçli mi yoksa farkında olmadan mı kullandılar sorusunun önemini ve derinlemesine araştırılması gerektiğini tespit ettik. Bu tespitlerden sonra da matematik ve müziğin dolaylı kullanımına örnek teşkil etmesi adına bir uygulama gerçekleştirdik. Bu uygulama kapsamında Batı Müziği dizilerini ve Türk Müziği makam dizilerini lineer regresyon modeli ile optimizasyon yöntemi ile modelledik. Optimum modeli elde etmek için regresyonda makam dizilerini oluşturan notalara ortalama en yakın doğruyu elde etmeyi hedefledik. Bu uygulamayı gerçekleştirirken amacımız matematik ve müzik arasındaki dolaylı ilişkiyi kurma noktasında yeterli matematik ve istatistik ve olasılık teorisi bilgilerine sahip olmayan müzik araştırmacılarına standart bir matematiksel modelleme ve stokastik analizin temellerini basitçe sunabilmekti. Böylelikle araştırmalarında matematiksel ve stokastik dili daha etkili kullanabileceklerini düşündük.

Modellemenin konu spesifik faydası ise şu şekilde düşünülebilir. Makamların notasyon dizileri ve kuralları zaten bellidir. Modellemek süratiyle açıklığa kavuşturulacak bir durum söz konusu değildir. Ancak yazılımsal bir modellemede uygulanmak istendiklerinde pek tabidir ki müzik notaları ile değil matematiksel algoritmalarla tanımlamalar gerçekleştirilecektir. Bu matematiksel modeller yazılımlar ile müzik makam bağlamında formülize edilmek istendiğinde bu yaklaşımlar kullanılabilir. Ayrıca mevcut bestelenmiş bir eserin non lineer yani doğrusal olmayan modellemesindeki karmaşık yaklaşımlara geçişte makale kapsamındaki temel lineer yani doğrusal modelleme ve ilgili stokastik optimizasyon metodiği alanda kapsamlı matematiksel analiz ve etüt gerçekleştirmek isteyen araştırmalara referans teşkil edecek özelliktedir. Bu yöntem kullanılmak üzere yazılımsal kodlamalara altlık teşkil edecek algoritmalar tasarlanabilir. Mevcut bestelenmiş eserler matematiksel ve stokastik olarak etüt edilebilir. Gelecekte benzer etütler kullanılarak farklı bestecilerin eserlerinin Fibonacci sayıları ve matematiksel izleri analiz edilip bu besteler non lineer yöntemlerle modellenebilir ve daha detaylı çalışmalar gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Ece, A.S., Çeşit, C. (2011). Türkiye'de Lisansüstü Düzeyde Yapılan Disiplinlerarası Müzik Araştırmaları ve Sonuçları, The Journal of International Social Research, Cilt 4, Sayı 17.

Erickson, H.L. (1995). Stirring the Head, Heart and Soul. Redefining Curriculum and Instruction. California: Corwin Press, Inc.

Gardiner, M. F. (2000). Music, learning and behavior: a case for mental streching. Journal for learning through music, 72-93.

Goeghan, N., Mitchelmore, M. (1996). Possible Effect of Early Childhood Music on Mathematical Achievement. Australian Research in Early Childhood Education, 1, 57-64.

Göğüş, G. (1995). Eğitim Fakülteleri Müzik Eğitimi Bölümlerine Giriş Yetenek Sınavlarının Değerlendirilmesi Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Göğüş, G. (2008). Müziksel ve Matematiksel Öğrenme Başarısı Arasındaki İlişki, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi XXI, 79-89.

Jacobs, H.H. (1989). Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.

Lake, K. (1994). Integrated Curriculum. Portland: Northwest Regional Educational Laboratory.

Özkan, İ. H. (1987). Türk Musikisi Nazariyatı ve Usülleri Kudüm Velveleleri, Ötüken Neşriyat, İstanbul.

Yavuzoğlu, N. (2013). Türk Makam Müziği ve Yeni Notasyon, "Aralık, Çeşni, Dizi, Makam, Usul, Nota Yazısı" İnkilap Kitabevi, İstanbul.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE MATEMATİK KAVRAMLARI İLE ŞARKI SÖYLEMENİN ÖNEMİ

Tülün MALKOÇ*

Öz

21. yüzyılda eğitim alanındaki araştırmaları incelediğinizde, farklı disiplinlerin birarada birbirine destek olduğu gözlemlenmektedir. Bilhassa çocuk eğitimi ve gelişiminde kullanılan metod ve yaklaşımlarda, müzik eğitimi ile ilişkide olan diğer disiplinlerin varlığı bilinmektedir. Müzik eğitimi ile farklı sistematik çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin müziği oluşturan nota sistemini incelediğimizde mükemmel bir matematik yapısının varlığı ortaya çıkmaktadır. Müzik ve matematik eğitimi, farklı disiplinler olarak görülse de matematik bir sanat, müzikte bir analiz ve gizli bir matematik eğitimidir.

Okul öncesi eğitim denilince çocukların daha bilinçli eğitilmeleri, yeteneklerinin ortaya çıkartılması, zeka düzeylerinin farklı çalıştırılması ve ortaya çıkarılması gibi belli başlı amaçların söz konusu olduğu bilinmektedir. Temel eğitimde verilen farklı disiplinlere ait çalışmalar çocukların zeka düzeylerini geliştirmekte daha bilinçli olmalarını sağlamaktadır. Bu anlamda okul öncesi dönemde verilen müzik eğitimi ve matematik eğitimi çocuklara bazı kavramların ve değerlerin kazandırılmasında oldukça etken bir yoldur. Okul öncesi dönem, gelişimin en hızlı olduğu, çocuğun aktif olarak temel kavramları kazandığı bir dönemdir. Matematik ve diğer disiplinlerin öğrenilmesinde gerekli olan temel becerilerin bu dönemde kazandırılması, çocuğun ileriki yıllardaki matematik bilgi ve kavramlarının temelini oluşturmaktadır. Okul öncesi dönemde matematik; sınıflandırma, sayı sayma, birebir ölçme, karşılaştırma, şekil, grafik, zaman vs gibi bir dizi kavramlardan oluşmakladır. Müzikte; doğru ezgilerin oluşturulmasında aynı kavramlar dizisinden oluşmaktadır. Sadece farklı olarak verilen bu eğitimler çocuğun algılamasında farklı gelişimler yapmaktadır. Bir nevi kavramlar çocuğun anlama yeteneğine, deneyimlerine bağlı olarak gelişmektedir. Gözleyebildiği, dokunabildiği, tadabildiği ve duyabildiği yani algılayabildiği sürece, çocuklar kavramları anlayabilmektedir.

* Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, tmalkoc@marmara.edu.tr

Okul öncesinde müzik eğitiminde; çocukların doğasında var olan yetenekler ve müzik ve matematiği oluşturan davranışlar birbirleriyle bağlantı kurdurularak, çocuğun gelişimi oluşturulmaktadır. Müzik etkinlikleri bilhassa şarkı söyleme çocukların matematik performansını olumlu yönde geliştirmekte, müzik eğitimi ile verilen matematik eğitimi etkili olmaktadır . Çünkü şarkı söylemesi, çocuğun sesini kullanmayı öğrenmesini sağlamakta, şarkı sözlerinde bilmediği sözcüklerin anlamlarını kavramasına yardımcı olmaktadır. Birlikte şarkı söyleme, çocukların seslerini birbirlerine göre kontrol etmelerine, ortak bir uyum için çaba göstermelerine, aynı etkinliği paylaşmanın zevkine varmalarına katkıda bulunmaktadır. Böylelikle çocukların dil, sosyal ve duygusal gelişmeleri desteklenmektedir.
Nitel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeli kullanılmış olan araştırmada okul öncesi dönem eğitimi, okul öncesi dönemde matematik eğitimi, okul öncesi dönemde kavram eğitimi,okul öncesi dönemde müzik eğitimi, okul öncesi dönem müzik eğitiminde şarkı eğitimi konulu tez ve makale çalışmaları incelenmiş ve elde edilmiş olan veriler analiz edilerek araştırmanın başlığında belirtildiği üzere analizler yapılarak önemli kısımlar okuyuculara sunulmuştur. Bu araştırmada; okul öncesi dönemdeki çocuklara şarkı söyleme eğitimi yoluyla matematik kavramlarının öğretilmesinin önemi ve hangi çalışmaların yapılabileceğinin sunulması amaçlanmış, şarkı söylemenin bu anlamda çocuk üzerindeki önemi de eğitimsel olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.
Anahtar kelimeler: Okul öncesi dönem, müzik, müzik eğitimi, kavramlar, matematik eğitimi

Abstract

When the studies in the field of education in the 21st century are examined, it can be observed that different disciplines support each other. Especially in the methods and approaches used in child education and development, existence of other disciplines related to music education is known. Different systematic studies are conducted with music education. For example, when we analyze the musical notation it is possible to see a perfect mathematics structure. Even though music education and mathematics education are seen as different disciplines; mathematics is arts and music is an analysis and it is a secret mathematics education.
It is known that there are some main purposes of preschool education such as educating children more consciously, discovering their talents, exercising and discovering their intelligence in different ways. In preschool period, studies from different disciplines develop the children's intelligence levels and make them more conscious. In this sense, providing children with music education and mathematics education in preschool period is a very effective way for them to learn some notions and morals. Preschool period is the stage in which the child actively learn basic notions and also the stage where the development is faster than any other period. Acquisition of the basic skills for learning mathematics and other disciplines in this period of time, is constituting the base for the child's knowledge of mathematics and its notions for the future. In preschool period mathematics consists of some notions such as classification, counting, one-to-one measuring, comparison, figures, graphics, time etc. In music, composing the right melodies also consists of these same notions. These different educations make different developments on the child's perception. Notions develop depending on the child's

comprehension capability and experiences. Children can understand the notions as long as they can see, touch, taste or hear them.

In preschool music education, child's development is being formed by connecting the abilities that exist in child's nature and behaviors that constitute music and mathematics. Music activities, especially singing, develop the children's mathematics performance positively. Teaching mathematics with music education is affective because singing helps children to learn how to control his/her voice and also to comprehend the meanings of the words that they don't know in lyrics. Singing together contributes to children's ability to control their voices in accordance with each other, to put in effort to have a joint harmony and to enjoy sharing the same activity. In this way, children's language, social and emotional developments are supported.

In this research where descriptive survey model being one of the qualitative research methodologies is used, thesis and articles on preschool education, mathematics education in preschool period, notion education in preschool period, music education in preschool period, singing in music education in preschool period are examined and the data obtained were analyzed. As it is indicated in the title, important parts were shared with the readers. This research aimed to present the importance of teaching mathematics concepts to preschool children through singing education and to present the possible studies that can be done. Moreover, the importance of singing in this sense was tried to be revealed educationally.

Keywords: Preschool period, music, music education, notions, mathematics education.

Giriş

Eski Yunanlılar müzik ve matematiğin birbirinden ayrılmaz bileşenler olduğunu düşünmüşlerdir. Müzik matamatikle ilişkili bir saha olarak ele alınmıştır. Müziği oluşturan seslerin arasındaki matematiksel ilişkiyi keşfetmişlerdir. Bunun başında Yunanlı matematikçi ve filozof Pisagor (Pythagoras) gelir. Pisagor'un öğretisine göre okullarda müzik de aritmetik, geometri ve astronomi ile aynı düzeyde ele alınmaktaydı. Müzik, ses ve melodinin bilimi olarak görülüyordu. Kulağımıza anlamlı gelen sesler arasında matematiksel anlamda bir ilişki olduğunu daha o zamanlar keşfetmişlerdi (Akoğlu,2012:24).

Ünlü felsefeci Platon'un "Müzik evrene ruh verir, fikirlerimize ve hayal güzümüze kanat takar" sözünden hareketle, müziğin yaşantımızda ne kadar önemli olduğunu yüzyıllardır kendi içerisinde bir armoni, uyum ve matematiksel bir ve ahenktedir.

Platon doğaya Pisagorcular gibi bakmış ve gerçeğin kilidini açacak anahtarın aritmetik ve geometri olduğuna inanmıştır. Buna rağmen matematikle ilgili orijinal denebilecek bir çalışması yoktur; katkıları daha çok felsefîdir. Fakat Platon'un bu fikirleri matematiğin diğer bilimler arasında seçkin bir konuma yerleşmesini sağlamıştır. Tablo 1'de görülen sınıflandırma, günümüzden yaklaşık yirmi altı yüzyıl önce Pisagor Okulu'nun müfredatında müziğin yerini göstermektedir (Wittkower, 1998;akt.Acar,2015:7)

"Ayrıklık özelliği olan nicelikler" ve "süreklilik özelliği olan büyüklükler"le uğraşan bilimler olmak üzere; aritmetik mutlak olan, müzik göreceli (bağıl) olan niceliklerle, geometri sabit duran, astronomi ise hareketli büyüklüklerle ilişkili olarak sınıflandırılırdı. Bu dönemde Pisagor'un öğrencileri yoğun bir matematik eğitimine tabi tutulur, öğrencilerinin matematik algısı aritmetik, geometri, astronomi ve müziği de içerirdi (Friedell,1999; akt. Acar,2015:8).

Jensen (2001) insan beyninin müzik ve matematik performansı ile ilgili alanlarında ortak bir çakışma olduğundan bahsetmektedir. Müzik ve matematik beynin iki yarım küresi arasında bir bağlantı oluşturmaktadır. Müzik beynin sağ yarım küresine ait bir aktivite olarak kabul edilirken, matematik beynin sol yarım küresine ait bir aktivite olarak kabul edilir. Sağ ve sol yarım kürelerdeki bu iki aktivite birlikte düşünüldüğünde, müzik ve matematiğin beynin her iki yarısını çalıştıran performanslar olarak birbirleriyle ilişki içinde oldukları ortaya çıkmaktadır. (akt.Gençel Ataman,2014:82)

Antik Yunan'dan günümüze kadar olan süreçte, matematiğin ne denli önemli ve hayatımızın içerisinde, günlük kullanımda yer ettiğinin farkındayız.

Spelke (2008, akt: Ayan ve Kaya, 2016, s. 465) müzik eğitimi alan bireylerin, müzik eğitimi almayan bireylere göre matematik ve geometride daha başarılı olduklarını vurgulamıştır. Ayrıca, müzikle orta okul ve lise yıllarında ilgilenen öğrencilerin 12. sınıfın sonunda matematik başarılarının müzikle ilgilenmeyen öğrencilere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Catterall, Chapleau, & Iwanaga, 1999). Müziğin okul öncesi öğrencilerinin başarısına etkisinin araştırıldığı çalışmada matematik başarısı ortaya konulmuştur(Karşal, 2004). Ayrıca okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 6 yaş çocuklarının sayı ve işlem kavramlarını kazanmalarında müzikli oyun etkinliklerinin bu kazanımları edinmede etkili olduğu vurgulanmıştır(Yılmaz, 2006). Bir müzik eğitim yöntemi olan Orff tekniği ile verilen müzik eğitiminin de matematik yeteneğini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır(Dikici, 2002). Ayrıca çoklu zeka kuramı açısından incelenince tüm zeka türleri birbiriyle ilişkili olarak gelişmektedir. Çocuklar zekalarını kullanarak diğer zeka alanlarını da geliştirdikleri Elibol(2002)'nin çalışmasında da ortaya konmuştur.

Müzik ve matematik ilişkisi incelendiğinde, müziğin duygu ve düşünceleri sayılarla, ölçülerle, fonksiyonlarla belirli bir armoni kuralı içinde ortaya koyduğu söylenebilir. Bu kural ezgilerle dolu sistematik bir kural olup, soyutu somuta çeviren sayılardan oluşan ölçülerdir. Yani müzik ve matematik içiçe bütünsel bir disiplindir.

Matematik ve müzik, yaşamımızın her alanında yer etmiş önemli disiplinlerdir. Hayatımızla iç içe olan bu iki alan arasındaki ilişki aslında çok önceden sayıların babası olarak da bilinen Yunanlı matematikçi ve filozof Pisagor tarafından fark edilmiştir. Müziğin yüzyıllar önce matematiğin bir dalı olarak sınıflandırılması merak uyandırıcı bir durumdur.Müziğin, köken olarak, nörolojik açıdan ve yetenek bazında matematikle ilişkisi kurulabilir. Müziğin temelinde matematik vardır ve müziğin armonik yapısı matematikseldir. Beyin aktivitelerini

inceleyen nörolojik çalışmalarda da müziğin matematikle ilişkili olduğu görülmüştür (Topçu ve Bulut, 2016: 536).

Müzik birçok bilim dalı ile içiçedir. Bilhassa ölçülerle başlayan ve sayılarla ifade edilen notalar matematiğin müzik üzerindeki önemini ortaya koymaktadır. Müziğin içersinde sayıların bulunması, ezgiyi düşünürken matematik kuralları ile hareket etmek farklı bir düşünmeyi, algıyı harekete geçirir.Bu algılamada müzikte güzeli, matematikte ise doğruyu gösterir.

Öğrencilerin gelişim süreçlerinde olumlu etkisi olan müzik eğitimi, eğitimin her aşamasında bireyin gelişimine katkı sağlar. İnsanın sosyal bir varlık olarak hayatını sürdürme ihtiyacı; kendi bedeninde taşıdığı ve özünde var olan doğal enstrümanı çevresiyle iletişim ve etkileşim anlamında kullanmasını ve geliştirmesini zorunluluk haline getirmiştir (Turhal ve Baydağ, 2019: 23).

Müzik ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, müziğin öğrenme durumunun diğer disiplinlerde olduğu gibi zeka ile ilişkisinin ne derece olduğu görülebilir. Müziğin insanın beyninde farklı bir gelişim sürecinde öğrenmeyi gerçekleştirdiği, özellikle matematikse, uzaysal kavramlar üzerinde soyut düşünceyi somut nasıl algıladığı ve olumlu olarak nasıl bir gelişim ortaya çıktığı aşikardır. Bilhassa son yıllarda farklı bestecilerin sonatları vs üzerine yapılan araştırmalarda, uygulama yapılan kişilerde beynin olumlu yönde analiz çalışması yaptığı ortadadır.

Müzik ve matematik beynin iki yarım küresi arasında bir bağlantı oluşturmaktadır. Müzik beynin sağ yarım küresine ait bir aktivite olarak kabul edilirken, matematik beynin sol yarım küresine ait bir aktivite olarak kabul edilir.(Gençel Ataman, 2014: 82).Sağ ve sol yarım kürelerdeki bu iki aktivite birlikte düşünüldüğünde, müzik ve matematiğin beynin her iki yarısını çalıştıran performanslar olarak birbirleriyle ilişki içinde oldukları ortaya çıkmaktadır (Booth 2001; Akt. Gençel Ataman, 2014: 82).

Gardner, Fox, Jeffery ve Knowles (1996) tarafından yapılan bir araştırmada, müzik programlarına katılan öğrencilerin matematik başarılarının, müzik programına katılmayan öğrencilerden çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Whitehead (2001) müziğin zihinsel kapasiteyi artırdığı, buna bağlı olarak da matematik öğretiminde kullanılmasıyla okulöncesi ve ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarını yükselttiğini belirtmektedir (Akt. Gençel Ataman, 2014: 83).

Matematikteki sayıların yada kavramların müzik aracılığı ile öğretilmesi daha eğlenceli ve daha etkili olmaktadır. Soyut düşünülen bir çok kavramın somuta dönüştürüldüğü ve öğrenildiği birçok araştırmada gözlemlenmektedir.

Müzik yazımlarında matematik kullanılmakta, ölçüler rakamla yazılmakta, vuruşlar dörtlük, ikilik vuruş gibi rakamsal ifadelerle belirtilmektedir (Atlı, 2007; Akt. Ata Doğan ve Akman, 2019: 40). Ayrıca birçok müzik aletinin biçimi de matematiksel kavramlarla ilgilidir

(telli ya da üflemeli çalgıların biçimleri x≤0 için y=2x eğrisinin grafiğine benzer) (Orhan, 2005; Akt. Ata Doğan ve Akman, 2019: 40). Pisagor'dan bugüne kadar matematik ve müzik arasındaki uyum dikkat çekmekte, ünlü besteci Debussy, müziği, 'seslerin matematiği' olarak tanımlamaktadır (Çuhadar, 2017; Akt. Ata Doğan ve Akman, 2019: 40).

Müzik eğitiminin matematiksel yetenekleri etkilediğini gösteren Shaw, bir araştırmasında, ilköğretim okulu ikinci sınıf öğrencilerine dört aylık bir piyano eğitimi verildiği zaman (deneklere uygulanan matematik öğretimi içinde) özellikle oran ve kesirlerle ilgili öğrenme başarısında gelişme görülmüştür (Göğüş, 2008: 82).

Okul öncesi dönemde müzik, müzik eğitimi

Eğitim-öğretime ilk adımın atıldığı okul öncesi çağı, çocukların okula uyum sağlamasını, sabır göstermesini ve dikkati geliştirmesini sağlayan önemli bir dönemdir. Onlara çocuk bakış açısıyla yaklaşmak çok önemlidir. Okul öncesi dönemde, sanat eğitimi etkinlikleri içinde bulunan müziğin çok önemli bir yeri vardır. Eğlenirken öğrendikleri müzik aktiviteleri, içerisine çeşitli öğrenme öğeleri yerleştirebileceğimiz müzik etkinlikleri, okul öncesi öğretmeninin veya müzik öğretmeninin en büyük yardımcılarındandır.(Solak,2019,s.19).

Müzik çocuğun anne karnında olduğu andan itibaren onun hayatında var olmaktadır. İlk başta annesinin karnından olanı dinleyen çocuğun seslerle tanışması böyle başlamaktadır. Bu serüven çocuk doğduğunda ve büyürken de devam etmektedir. Çocuk etrafında ilk başta yakın çevresindeki doğadan yola çıkarak sesleri duymakta sonrasında da yakın çevresinden uzak çevresine doğru giderek sesleri anlamlandırmaktadır. Örnek olarak ilk başta kuş sesinin nasıl olduğunu anlayan bir çocuk ileriki yaşantılarında başka hayvanlarında seslerini tanıyarak incelik kalınlık ayrımını yapabilecektir. Çocuğun var olduğu andan itibaren onun hayatında olan müzik okul öncesi dönemde de ona eşlik etmektedir. Çocuklar okul hayatlarından daha önce edindikleri müzik kazanımlarıyla okul öncesi eğitimlerine başlamaktadırlar(Baret, 2009; akt: Ayan ve Kaya, 2016, s. 464). Müzik çocukların sosyal, duygusal, bedensel, psikomotor, dil ve bilişsel becerilerini geliştirmekte ve yapılan etkinliklere daha iyi odaklanmalarını sağlamaktadır(Eskioğlu, 2003, s.117).

Çocuklar doğdukları andan itibaren müziğe eşlik edebilme yeteneği ile doğmaktadır. Bu sebeple eğitimde bir araç olarak kullanılması gereken kazanımları kazandırmada yardımcı olacaktır. Eski zamanlardan bugünlere bir çok eğitimci ve düşünür müziğin eğitimde kullanılabilirliğinin etkililiğine dikkat çekmişlerdir. Okul öncesi dönemde çocuğa kazandırılacak etkinliklerin müzik yoluyla kazandırılması çocuğun bütün vucudunu aktif olarak kullanabilmesini sağlayacaktır(Ayan ve Kaya, 2016, s.465). Aynı zamanda okul öncesi dönemde müzik eğitimini kullanmak çocukta var olan yaratıcılığında ortaya çıkmasında yardımcı olur (Özal Göncü, 2010, s.256).

Güler, (2008), s.49' a göre; "Çocukluk döneminden başlayan sağlıklı ve doğru yönlendirilmiş bir müzik yaşantısı, bireyleri gelecek yaşantılarında daha başarılı, daha mutlu ve dengeli kılacaktır. Çocuğun müziğe karşı doğuştan getirdiği ilgi çocukluk döneminde etkili bir eğitim aracı olarak kullanılabilir. Nitekim tarih boyunca dünyanın eski ve yeni bütün toplumlarının, müziğin eğitsel işlevini önemsedikleri görülür. Çocuğun doğal olarak sahip olduğu müzik ve dans eğilimi, aileler için çok değerli ve önemli bir eğitim aracıdır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde müzik başlı başına bir eğitim alanı ve aracı olarak algılanmaktadır. Tüm çağdaş eğitim sistemlerinde olduğu gibi, öteden beri gelen eğitim anlayışlarında müzik en önemli alanların başında gelmektedir. Geçmişte, pek çok eğitimci, pedagog, düşünür ve devlet adamı müziğin eğitimsel işlevine inanarak bu işlevden etkin olarak yararlanma yoluna gitmişlerdir. Örneğin Aristoteles, eğitimde müziğe önemli bir yer vermiş olup; "Duyguları tam olarak anlatma konusunda hiçbir şey ritim ve şarkı söyleme kadar güçlü değildir. Mademki bu o kadar güçlü bir etkidir, şu halde müzik çocukların eğitiminde mutlaka kullanılmalıdır", diyerek müziğin eğitimdeki önemine dikkat geçmiştir."(akt.Malkoç ,2011,s.257).

Okul öncesinde yapılan müzik eğitimi çocuğun hareket yetisinin, ritim duygusunun ve müzikal beğenisinin gelişimine destek olur. Yapılan müzik etkinliklerine çocuk, dolaylı olarak bedenini de eğitmiş olur; çünkü müzikte duyduğu seslerle bedenini bir koordinasyon içerisinde hareket ettirmeye çalışır. Okul öncesi müzik eğitimi yalnızca bedensel kazanımlar değil aynı zamanda ruhsal olarak da çocuğu rahatlatır ve dinginleştirir. Şarkı söyleme aktiviteleri dil gelişimine katkı sağlar. Uyulması gereken toplumsal kurallar, toplumsal değerler, kültür ve gelenekler ve somut bilgiler şarkılar yoluyla çocuklara aktarılabilir (Işın, 2008, s.10).

Okul öncesi dönemde matematik, matematik eğitimi ve becerileri

Erken çocukluk dönemindeki çocuklara matematik eğitimi verilmesi aslında oldukça eskiye dayanır. Örneğin; XIX. yüzyılda Almanya'da Friedrich Fröbel, kurduğu ve çok kısa zamanda dünyaya model olan "kindergarten", XX. yüzyıl başlarında İtalya'da Montessori okullarının kurucusu Maria Montessori tarafından geliştirilen matematik eğitimi buna örnek gösterilebilir(Dedeoğlu ve Alat, 2012, s.2264).

Dört yaşına kadar çocuklar sayma ve miktar bilgilerini henüz aradaki bağı kuramadan da olsa oluştururlar. Ana sınıfına geldiklerinde ise sayıları miktarla ilişkilendirebilirler. 6-7 yaş civarında ise bu entegre bilgiyi sembollere uygulayabilir, iki rakamlı sayılarla ve onluk sistem üzerinde çalışabilirler. Yaparak, dokunarak, problem çözerek ve etkileşim içinde matematik öğretimi gerçekleştirilmeli, kavram öğretimi ve sayısal hesaplama becerilerine yönelik çalışmalar bir arada yürütülmelidir (Aubrey, 1993; Griffin, 2004, akt: Dedeoğlu ve Alat, 2012, s.2265).

Okul öncesi dönem bilişsel, dil, sosyal ve duygusal gelişim alanlarında çocukların hızla yetkinleştikleri ve beyin gelişiminin en yoğun olduğu dönemdir. Bu dönemde çocukların keşfetmek ve öğrenmek için doğal bir eğilimleri olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çocuklarda öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirebilmek için zengin uyarıcıların yer aldığı bir çevrede çocukların tüm gelişim alanlarının desteklendiği etkinliklerin oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Okul öncesi eğitim programında yer alan ve çocukların özellikle bilişsel gelişim olmak üzere tüm gelişim alanlarını destekleyen etkinliklerden birisi de matematik etkinlikleridir. Matematik bu dünyayı anlamak ve keşfetmek için güçlü bir araçtır ve günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçasıdır. Okul öncesi dönemde verilen nitelikli matematik eğitimi çocuğun ileriki dönemlerdeki başarıları için temel oluşturmakta ve özellikle düşük sosyo ekonomik seviyedeki çocukların okul başarılarının desteklenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bilişsel gelişimle ilgili yapılan araştırmalar, küçük çocuklarla yapılan günlük matematik etkinliklerinin, çocukların öğrenme kapasitesini geliştirdiğini ve derin matematik bilgilerini artırdığını göstermektedir (Öngören ve Yazlık, 2018, s.1265).

Matematik eğitimi bireylerin yaratıcı düşüncelerini geliştirir; fiziksel ve sosyal çevrelerini, dünyayı anlamada bireylere bilgi, beceri ve estetik duygular kazandırmaktadır (Baykul, 2005:34). Matematiğin insan yaşantısındaki önemi ve bilimsel yaşamın gelişmesinde katkı sağlamasından dolayı, matematik öğretimi önem kazanmakta ve matematik öğretimine okul öncesinden başlayarak, ilköğretim ve sonrasında geniş zaman ayrılmaktadır.

Matematik eğitiminde çocukların en çok zorlandığı matematiği algılamada soyut düşünce oluşturmalarıdır. Çünkü yapılan bir çok etkinlik çocukların algılamalarının çok uzağındadır. Birçok matematik öğretmeni ile yapılan görüşmelerde matematiğe ait kavramların kavranmasında çocukların zorlandıkları ifade edilmektedir. Yapılan araştırmalarda çıkan sonuçlarda bu sonucu doğrulamaktadır. Oysa matematik eğitimini daha zevkli hale getirerek, işin içine biraz oyun biraz yaratıcılıklarını ve kavramalarını geliştirecek etkinlikler ilave edilirse, öğrenim esnasında yaşanan kaygılar azalacak, problem çözme, daha kolay bir bakış açısı geliştirme sağlanacaktır. Okul öncesi dönem çocuklarının yaş dilimleri düşünülürse oyun etkinlikleri içersinde sunulan her eğitim amaca ulaşacaktır.Aynı zamanda ilköğretim ve orta öğretimde de farklı disiplinlerin desteği gerekmektedir. Müzik eğitimi de bütün disiplinleri destekleyen özel bir eğitimdir.

İnsanı diğer canlılardan ayıran temel özellik düşünebilme ve olaylardan anlam çıkarıp koşulları kendine uygun olarak yeniden düzenleyebilme yeteneğidir. Matematik ise, düşünmeyi geliştirdiği bilinen en önemli araçlardan biridir. Bu nedenledir ki matematik eğitimi temel eğitimin önemli yapı taşlarından birini, belki de en önemlisini oluşturmaktadır. Matematik eğitimi sayıları, işlemleri öğretmekten, günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olan hesaplama becerilerini kazandırmaktan öte bir işlev üslenmektedir. Her geçen gün biraz daha karmaşıklaşan yaşam savaşında ayakta kalmayı sağlayan düşünme, olaylar arasında

bağ kurma, akıl yürütme, tahminlerde bulunma ve problem çözme gibi önemli destekler sağlamaktadır (Umay, 2003: 234).

Okul öncesi öğrencileri materyalleri gruplara ve koleksiyonlara ayırırken sınıflandırma, benzerlik ve farklılıklara göre gruplandırma sürecini kullanırlar. Çocuklar ayrıca müzik deneyimlerinde, sınıflandırma ile de çalışırlar çünkü müzik parçaları benzerliklere göre gruplandırılmıştır. Eğitim araştırmacısı Ann Epstein sayı kavramının, çocukların nesneleri ve deneyimleri sınıflandırmasıyla geliştiğini, bu nedenle çocukların müzik bağlamındaki benzerlikleri, farklılıkları idrak ettiklerinde ve cevapladıklarında matematikle ilgili düşüncelerinin de geliştiği görüşünü savunmuştur (Epstein, 2003a ve 2003; akt.Sawyers &Brandhagen,2014:47).

Okulöncesi dönem çocukları matematik kavramlarını formal ve informal olmak üzere kazanmaktadır. Formal öğrenme, okul müfredatında yer alan matematik kavramlarına ilişkin eğitimle öğrenmedir. İnformal ise; çocuğun kendi kendine deneme yanılma sonucunda günlük yaşam içerisinde öğrenmesidir. Yeterine informal deneyim kazanılmaması halinde çocukların ilkokuldan itibaren verilen formal matematiğe geçişte bazı öğrenme problemleri yaşayabilecekleri bilinmektedir. Çünkü Piaget'e göre kavramların öğrenilmesi belirli bir hiyerarşi izler ve çocuk bir önceki basamakta öğrenme gereken kavramları iyi öğrenmiş ise bir sonraki basamağa geçebilir.

Okulöncesi eğitimde matematik öğretimimnin neleri içermei gerektiği ile ilgili tam bir fikir birliği sağlanmamasına karşın,müfredatta sınıflandırma ya da gruplama, eşleştirme, sıralama, saya, sayılar, ordinal sayılar, geometri (temel şekiller) gibi ölçüler konularına yer verilmektedir (Hollis ve Felder,1982; akt.Dikici,2002: 26)

0-6 Yaş Çocuğunun Müziği Algılama Becerisi

Hayatın başlangıcından ihtiyarlığa, ölüme kadar insanlar sayısız iç ve dış etkenler altında kalırlar. Bu çerçeve içerisinde kullanılan iki anahtar kelime "kalıtım ve "çevre"dir. İnsanın belirli bir durumda faaliyette bulunması bu iki faktörden gelen etkilerin bir ürünü olarak karşımıza çıkar. Bu süreçleri gösteren kavram ise "gelişme"dir. "Gelişme bir organizmanın hayatının tümüne uygulanırsa yalnız büyüme ve olgunluğu değil, aynı zamanda durgunluk ve çöküşü de içine alır.

Çocuklar doğduklarından itibaren çevrelerini tanımaya ve duyuları aracılığıyla da çevrelerinde olanları algılamaya çalışmaktadırlar. Yaşamın ilk aylarında, bebekler müziği duyar, gözleriyle tepki verir sesin kaynağına doğru başını çevirir hatta sıklıkla müzikle birlikte sakinleşirler. İlk aylardan sonra müzik uyarıcısına kollarını ve bacaklarını sallayarak, hatta ses taklitleri yaparak tepki verirler. Böylece pasif dinlemeden aktif dinleme haline geçmektedir (Dikici,2002:8).

Sanat ve özellikle de müzik gerek aktif gerek pasif uygulamalarıyla gelişimin her evresine eşlik edebilecek bir potansiyel taşır. Ancak burada gelişme kavramının büyüme, yetişme, ilerleme genel anlamı içinde, insan ömrünün en etkin ve belirleyici olduğu okul öncesi dönemini ele almaya çalışacağız. Çocuk gelişimi, insan cinsine has istikrarlı bir süreç takip eder. Normal vücut gelişimi ve fiziksel kabiliyetlerin kazanılması da belirli bir düzen içerisinde gerçekleşir. Ana karnındaki fotüsü gözlem ve kayıt altına almayı başaran günümüz bilimi, onun eğitimi ve öğrenme sürecini de doğum öncesine indirgemektedir. Öğrenme yoluyla fotüsün davranışının değişip değişmeyeceği sorusundan hareketle yapılan araştırmaların buna olumlu bir cevap verdiği ileri sürülmüştür (Spelt,1948: 375-376.)

Doğumdan iki ay önceki dönemde sesli uyaranların hareketi arttırdığı bilinmektedir. Anneler, örneğin konsere gittikleri zaman fotüste etkinliğin arttığını çoğu zaman görmüşlerdir. "Spelt, yüksek ses çıkaran tahtadan bir şakşağı ses uyarıcısı olarak kullanır ve bunu annenin karnının yakınında şaklatır. Bu fotüste bir tür titreme meydana getirir. Bu uyarıcının hemen arkasından annenin midesinin üzerine titreyen bir maden diyapozon konur. Başlangıçta fotüsün titreşimlere gittikçe artan hareketlerle karşılıkta bulunmadığı görülmüştür. Böylece titreşimler şartlı yani öğrenilmiş karşı tepkiye götüren uyarıcı olarak kullanılmıştır. Önce titreşimler verilmiş ve 5 saniye sonra şakşak şaklatılmıştır. Çift verilen bu uyarıcı serilerden sonra görülmüştür ki, yalnız başına titreşimler Önce titreşimler verilmiş ve 5 saniye sonra şakşak şaklatılmıştır. Çift verilen bu uyarıcı serilerden sonra görülmüştür ki, yalnız başına titreşimler karşılık tepkilerini uyandırmaktadır." (Sandström,1982:25;akt. Başer,2004:2-4)

Vücut organlarının hareketi en çok bu yaşta olmaktadır. Beş yaşından önce güçlükle yapılan ritme uygun el çırpma hareketi altı yaş çocuklarının en sık yaptığı harekettir. Bu hareket çocukların çok hoşlandıkları şarkılı oyunlarda kullanılır. 5-6 yaş çocuklarında el çırpma hareketi müzik eşliğinde yapılan bir hareket olarak görülür. Bu nedenle, çocuklar, bu hareketi müziği duydukları zaman yaparlar. El çırpma hareketlerinin dışında müzikle kendiliğinden ortaya çıkan hareketler bu yaşlarda daha azdır. 5-6 yaşındaki bir çocuk şarkının sözlerini, ritmini anlaşılabilir şekilde söyleyebilir. Bu, çocuğun müzik yeteneğine bağlı olduğu için, bir çocuktan diğerine önemli ölçüde değişim gösterir. İmkan sağlanırsa ve gerekli eğitim verilirse, bu yaştaki bir çocuğun şarkı söyleme yeteneği önemli ölçüde geliştirilebilir. Bu yaştaki çocukların önemli özelliklerinden biri de tekrarı çok yapmalarıdır. Aynı hikayenin anlatılmasını devamlı isteyebildikleri gibi, aynı şarkılarında uzun süre söylenebilmesini isterler. Onları uzun süreden beri biliyor olsalar bile aynı hikaye ve şarkıların söylenmesini isterler (Akkaş,1993, s.93).

1-2 yaş arası çocuk artık birkaç sözcükle kendini ifade etmeye başlar. Müziğe olan ilgisi artar. Dinlediği bir ses ile bir şekil, hareket, resim veya başka bir ses arasında ilişki kurabilir. Müzik eşliğinde oturup kalkma, zıplama, belini öne eğme, asker gibi yürüme vb. hareketler yapabilir (Öztürk, 2003, s.59).

2 ve 3,5 yaş arası çocuklar kendiliğinden dört dakika süreyle şarkı söyleyebilirler. Bu dönemde şarkı söyleme, çocuklar için çok basit bir olaydır. Bu yaş çocuklarına çok kısa şarkılar öğretilebilir ve öğrenmeleri çok çabuk olur. Şarkı dinlemeleri kısa bir süre alır. Solunumları tüm şarkı boyunca hızlıdır. Bu yaş çocukları çok başarılı bir şekilde ses taklitleri yapabilirler. Daha çok ritim de hata yapmaktadırlar. Bu ritim söz düzenini takip etmediği zaman daha çok hata yapmaktadırlar. Bu yaşın önemli bir özelliği de çocuk öğrendiği şarkının sözlerini kendi hayali melodilerini veya hayali sözcüklerini bildiği bir melodiye uyarlar. Bu taklitler, çocuktaki yeteneğin fazla olduğunu göstermez. Kendi sözcüklerini müziğe eklemek istediğinde ortaya çıkar. Kendi var olan müzik tecrübesini kendi ses gelişimine katar (Akkaş, 1993, s.88).

3 – 4 yaş çocuğu, tam olmasa da artık belli bir ses tonuna sahiptir. Basit melodiler tekrarlayabilir, tam vuruşlu basit ritmik parçalara ritim tutabilir ve hızlı parçalardan hoşlanır. Ses sınırı henüz dardır ve genellikle 're1-la1' beşlisi içindedir. Sözcük dağarcığı henüz gelişme aşamasındadır. Öğretmen şarkıları seçerken, çocuğun bu özelliklerini göz önünde bulundurmalıdır. Şarkıların prozodisinin düzgün olmasına; ritmik yapının basit ve hızlı olmasına, geliştirmek istenilen kavramlarla ilgili sözcüklerden oluşan, bol tekrarlı şarkılar seçmeye, mümkünse bu şarkıların çocuğun yakın çevresinden olmasına, soyut kavramlardan kaçınmaya ve çocukları zorlamadan tamamının katılımını sağlamaya özen göstermelidir (Öztürk, 2003, s.59-60).

Çocuklarda yaş ilerledikçe müziksel becerilerde de artış görülür. 4-5 yaş arası bir çocuk birçok müziksel faaliyeti doğru olarak gerçekleştirebilir. Yüksek, alçak, gürültülü, sessiz, uzun, kısa gibi farklı çeşitlerde seslerin ayrımını yapabilir. Basit melodiyi enstrüman ile çalabilir. Enstrümantal olarak melodiler yaratmaya çalışır. Ses ifadesinde sınırlı olarak kelime haznesi kazanır. Şarkı söylemeye isteklidir. Hareket becerileri oldukça gelişmiştir (Özgül, 1993, s.45).

5-6 yaş çocuğu 3-4 yaş çocuğuna göre müzikal açıdan belirgin bir şekilde gelişmiştir. Ses sınırı bir oktav (Do1-Do2) genişliğindeki şarkıları söylemeye uygundur. Öğrendiği şarkıları tekrarlamaktan hoşlanırken, 5-6 yaş çocuğu dağarcığına yeni şarkılar katmaktan çoğu zaman zevk alır (Öztürk, 2003, s.60).

Okul Öncesinde Şarkı Söylemenin Önemi

Müzik eğitimi okul öncesi dönemden itibaren programlarda yer almaktadır. Fakat anaokulu öğretmenleri müzik etkinliklerine genellikle gereken önemi göstermemekte ve günlük planlarında müzik etkinliklerine sadece şarkı dinleme ve şarkı söyleme etkinlikleri olarak yer vermektedirler. Okulöncesi dönemde; şarkı söylemenin yanı sıra ses dinleme ve ayırt etme, ritim çalışmaları, müzikli öykü, yaratıcı hareket ve dans gibi etkinlikler müzik etkinlikleri içerisinde yer almaktadır. Bütün bu etkinlikler çocuklar için belirlenen hedeflere,

müzik eğitimi yoluyla farklı bir yoldan ulaşma imkânı sağlamaktadır. Okulöncesi dönem çocukları için müzik eğitimi programı planlanırken, çocukların doğuştan getirdikleri özellikleri, müzik deneyimleri ve gelişim düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır ve gelişimsel ardışıklığın olmasına dikkat edilmelidir (Fox, 1991; akt.Sığırtmaç,2002:30-31).

Şarkı eğitimi 2-6 yaş aralığı düşünülürse ki başlangıçta doğal olan bir öğretimdir, basitten zora doğru bir yol izlenmelidir. Çocuğun yaşı ve yapısı da algıladığı ölçüde şarkıyı ifade eder. Şarkıya eşlik, müzikle ritmik hareketler yoluyla verilmeye çalışılmalıdır. Bağımsız bir şekilde duyularıyla hareket eden çocuklar, müziği duyduklarında ritm tutarak ilk kazanımları gerçekleştirirler. Yaş ilerledikçe grup içerisinde Çocukların şarkı söyleyerek becerilerini geliştirmeleri dil yeteneğinin gelişimini hızlandırmaktadır.Mırıldanma, ezgiyi çıkartma, şarkıya dönüştürme, konuşma çocukların yapısında taklitle gerçekleşir.Bir çok çocuğun büyüme aşamasında dil yapısı gözlemlendiğinde konuşmadan önce şarkı söyledikleri görülebilir.

Ortak ses alanının saptanmasından sonra, önemli bir konu da şarkı seçme konusudur. Şarkı seçerken öğretilecek grubun özellikleri temel alınmalıdır. Seçilen şarkılar gurubu oluşturan çocukların ortak ses alanına, yaşlarına, gelişim düzeylerine ve ses sınırlarına uygun olmalıdır. Seçilen şarkı çocukların ilgisini çekmeli, şarkı sözleri sade ve anlaşılır olmalı, fazla uzun olmamalıdır. Küçük yaş grupları için tekrarlı bölümleri olan ve hafızada kolay kalabilecek şarkılar seçilmelidir. Şarkılar, ünitelerle ve çocukların günlük yaşamlarıyla ilgili olan konular arasından seçilmeli, seçilen şarkılar ünite konularıyla ilgili kavramları geliştirici nitelikte, kolaylıkla harekete yönlendirebilen, zevkli ve eğlendirici nitelikte olmalıdır. Şarkı seçerken dikkat edilmesi gereken bir başka hususta şarkının çocukların yaşları ve gelişim düzeyine uygun olmasıdır (Oğul,H.2009:38).

Şarkı söyleme eğitiminde amaç, müzikle ilgili diğer eğitimlerde olduğu gibi, çocuğa sadece müzik kalıplarını öğretmek değildir. Çocuklarda ritm ve denge geliştirme, bedensel hareketlerle vücudu koordine etme, psikolojik olarak huzurlu olmasını sağlama, pozitif bir kişilik geliştirerek kendini ifade etmesini sağlama gerçekleşmektedir. Şarkı söylerken aynı zamanda gelişmekte olan kas yapısı arasında dengeyi gözlemleyebilme, koordine edebilme ,zaman dilimleri arasında gelişimi gözlemleyebilme önemlidir.

Şarkı söylemek sadece bilgilerin hatırda tutulmasına yardımcı olmakla kalmaz. Aynı zamanda şarkı söylemek, çocukların önem verdiği bir işbirliği biçimidir (Russell, 2005, s.215; Akt. Topçu ve Bulut, 2016: 539). Şarkıya eşlik ederken el çırpmanın dahi kendine göre yararları vardır. Eller bedenin ortasında bir araya geldiğinden beynin sağ ve sol yarımküreleri birbiriyle bütünleşmiş olur. Böylece mantıksal ve estetik bilinç arasındaki uyum zirveye ulaşır (Campbell, 2002, s. 76; Akt. Topçu ve Bulut, 2016: 539).

Bütün çocuklar oyun oynamak kadar şarkı söylemekten de hoşlanırlar. Dinlendirici, eğitici ve eğlendirici yönleri olan müzik, okul öncesi çocuklarının ilgi alanı içerisindedir. Çocukların eğitiminde sözleri ezgisel konuşmanın ya da müziksel söylemenin ve şarkılaştırmanın

can alıcı bir yeri vardır (Güneş Modiri, 2010: 508). Çünkü insan sesi; iletişimin en güçlü yolu olmasının yanı sıra, insanın iç dünyasının dışa vurumu ve kendisini ifade etmesini sağlayan en önemli araçlardan biridir (Bolat ve Baydağ, 2014: 304). Dolayısıyla ilköğretim çağındaki çocukların daha küçük yaşlarda kendilerini rahatlıkla ifade edebilmeleri ve özgüvenli olabilmeleri, ancak şarkı söyleme ve müziği hayatlarına aktif olarak katmaları ile mümkün olabilecektir.

Temiz (2002)'e göre şarkı söylemek aynı zamanda yetenek ve dil düzeyini dikkate almaksızın tüm çocuklar için verimli bir dil deneyimi üretir. Ürkek, konuşmayan isteksiz bir çocuğun bile, şarkı söyleme sayesinde öz güven duygusunu ve kendini ifade etme yeterliliğini geliştirebileceği belirtilmektedir. Şarkı öğretimi bilinçli yapıldığı zaman, çocukların söylemede zorlandığı kelimeleri daha rahat söylemeye başlayacağının gözlenebileceği belirtilmektedir (Akt. Tan, 2016: 32).

Müziğin dil gelişimine birçok etkisi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir: Çocuk şarkı söylerken şarkının sözlerini öğrenir ve bu sayede çocuğun sözcük dağarcığı genişler. Sözlerin doğru söylenmesi özendirildiğinde, çocuk sözcükleri doğru söylemeyi öğrenmiş olur. Çocuğa dil çevikliği kazandırır ve akıcı bir konuşma becerisi elde emesine yardımcı olur (Sun ve Seyrek, 1998; Akt. Tan, 2016: 32).

Çocuklara şarkı öğretilirken birçok kavram konu anlatılmadan önceden şarkının sözlerinde öğretilerek kavratılmaktadır. Ya da çocukta bir davranış geliştirilmek istendiğinde doğal olarak şarkı sözlerinde önce dile, algıya sonra davranışa dökülmektedir.

Dünyada yapılan bilimsel çalışmalar da müzik ve matematiğin birbiriyle ilişkili olduğunun ve birbirini destekleyip tamamladığını göstermektedir. Çocukların gelişiminde müzik ve matematik bağlantıları şu şekilde gösterilmiştir:

Küçük çocuklar sezgilerinden hareketle müzik kalıplarıyla ve ritimleriyle okula gelirler İlk müzik deneyimleri genellikle ninniler, tekerlemeler, hikayeler ve şarkılar olmaktadır. Bu noktada, öğretmenler, çocukların müziğe gömülü ritimlere, kalıplara ve dizilere cevap vermeleri için matematiksel fırsatlar yaratabilirler.

Çocuklar, sayışmalı olan tekerlemeleri, tezahürat eder gibi ve şarkılar okuyarak saymayı öğrenebilmekte aynı zamanda , pratik yapabilmektedir.

Sayı dizilerinin gelişiminde tekrarlanan tekerlemeler, şarkılar ve hikayelerle sağlanabilir; çocuklar bu sayı adlarıyla bir değer katarak ilişkilendirmeye devam ederler (McGrath, 2010; Montague-Smith & Fiyat, 2012; Pound, 1999; Shilling, 2002; Kim, 1999;akt.Dooley ve diğ.,2014:56)

Şarkılarla Matematik ve Matematikle Yapılan Müzik Etkinlikleri

Pek çok yetişkin için matematik, anlaşılması zor ve sıkıcı derslerden birisi olmaktadır. Bu nedenle yetişkinlerde genellikle matematiğe ön yargıyla yaklaşma tutumu çok sık gözlenmektedir. Oysaki günlük yaşantıda matematiksel kavramlarla sıklıkla karşılaşılmakta ve çoğu zaman fark bile edilmeden bu kavramlarla ilgili yargılara varılabilmektedir. Özellikle okul öncesinde matematiksel kavramların eğlenceli oyunlar yolu ile verilmesi çocukların sonraki dönemlerde matematiği sevmelerinde ve günlük yaşantıda en etkili şekillerde kullanmalarında büyük rol oynamaktadır (Arı ve Öncü, 2005: 15).

Müzik matematiksel yollarla oluşturulur ve düzenlenir: melodileri, ritimleri ve armonileri yinelenen matematiksel kalıplar ve diziler üzerinde kuruludur. Çocuklar için müzik, kelimenin her anlamıyla bir oyundur. Ayrıca, başarılı ve eğlenceli müzikle ilgili ilk deneyimler, çocukları özellikle matematik olmak üzere diğer öğrenme alanlarında başarılı olmaya hazırlamaktadır.

Araştırmacılar küçük çocuklarda, ileri matematik çalışmaları yapılamayacağı fakat onlara çok hoşlanacakları için müzik dinletmenin de yüksek beyin fonksiyonlarını sağlayacağını düşünmektedirler. Shaw çocuğa, tercihen okulöncesi dönemden başlayarak, okullarda verilen müzik eğitiminin onun uzamsal temporal akıl yürütmesini, dolayısı ile de ileride matematik performansını olumlu etkileyeceğini ifade etmektedir. Daha kalıcı bir beyin gelişimi için çocuklarda uzun yıllar piyano eğitimi uygulamasını da önermektedir (Shaw,2000).

Müzik ve müzik terapisi üzerine yapılan araştırmalar müziğin beyin gelişimini çok erken yaşlardan itibaren etkilediğini göstermektedir Sürekli ritim, ritim, melodi ve tempo gibi müzikal unsurlar ayrıca sayılar, oranlar, oranlar, uzamsal özellikler, sıralama, sayma, modelleme ve birebir yazışmalar gibi içsel matematiksel ilkelere sahiptir. Onlar sadece bir kısmı hem matematikçiler hem de müzisyenler tarafından yönetilen kavramlar. Vücudumuz yardımcı olamaz ancak fizyolojik olarak müzikal girdilere tepki verir (Burack, 2005; Thaut ve Kenyon, 2003; akt.,Awopetu,2016:56). Bu, en küçük çocukların bile doğal olarak müziğe ve içerdiği matematiksel yapılara cevap verme potansiyeline sahip olduğu anlamına gelir. Bu nedenle, erken çocukluk sınıfında düzenli bir ritim düzenini dinlemenin, küçük çocuklarda daha iyi dikkat ve daha fazla katılım teşvik edebileceği düşünülebilir. Yapılan araştırmalar, çocukların erken müzik deneyimleri ile matematik yetenekleri arasında bir bağlantı olduğunu göstermektedir.

Frances Rauscher, Gordon, Shaw ve meslektaşları tarafından yapılan 1994 tarihli bir çalışmada, müzik derslerinin üç yaşındaki çocuklar üzerindeki etkilerini ölçmüşler; matematiksel akıl yürütmenin önemli bileşenleri olan "mekansal-zamansal" becerileri ölçen IQ testlerinde de ses ve piyano dersleri alan çocukların sekiz ila on puan arasında puan aldığını bulmuşlardır. (Rauscher, 1995'den aktaran: Sawyer&Brandhagen,2004:46).

Hem müziği hem de matematiği kavrayabilme gelişimi "algı, tanıma, hatırlama ve anlama" gibi nitel değişimleri izlemektedir. (Gordon, 2013; Sarama ve Clements, 2009, Mcdonel,2015:57). Bu çalışmanın, küçük çocukların öğrenmelerinin katı sıralılardan daha bütünsel ve döngüsel olabileceğine dair destekleyici kanıtları olmuştur. Ulusal Genç Çocukların Eğitim Derneği'nin (2009) erken çocukluk döneminde çocukta tüm öğrenme alanlarının etkileşime girdiğini bir diğer taraftan ise bunları etkilediğini doğrulamaktadır (Mcdonel,2015:57).

Sığırtmaç (2005)'a göre ise çocuklar müzik etkinlikleri yoluyla matematik kavramlarını şu şekilde kazanabilir: Çocukların isimleri ritim çalışmasında kullanılabilir. Müzikteki, sesli ve sessiz sesler, hızlı ve yavaş vuruşlar, yüksek ve alçak ritimler, uzun ve kısa melodilerle ilgili karşılaştırmalar yapılabilir. Matematikte yer alan sınıflandırma becerisi için nesneler seslerine göre sınıflandırılabilir (Akt. Bütüner, 2010: 25).

Konu ile ilgili birçok araştırmayı incelerken, şarkılı oyunların çocukların sayı saymalarında, kavram geliştirmelerinde çok önemli olduğu vurgulanmaktadır. Çocuğun yapısında olan hareketlilik sayesinde oyun içersinde kullandıkları şarkılar, birçok bilginin hafızada kalmasına sebep olmaktadır.

Müzik etkinlikleri, çocuğun müziksel zekâsının gelişimine katkıda bulunmanın yanı sıra, diğer beceri ve zekâlarını geliştirmek için de ona farklı fırsatlar sağlayabilmektedir (Güneş Modiri, 2010: 509).

Dinçer vd. (2009) tarafından ilköğretim öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada, müziklendirilmiş matematik oyunlarıyla yapılan matematik dersinin, öğrencilerin başarısı ve derse ilişkin tutumlarını arttırmada geleneksel öğretim yöntemleriyle yapılan matematik dersine göre, daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Akt. Yağışan, Köksal ve Karaca, 2014: 5).

Müzik çalışmaları sırasında, sesli-sessiz sesler, hızlı yavaş vuruşlar, yüksek-alçak ritimler, uzun-kısa melodiler ile karşılaştırma etkinlikleri yapılabilir. Enstrümanlarla yüksek – alçak ses, hızlı-yavaş vuruş çalışmaları yapılabilir. Çocukların isimlerini ritim çalışması içinde kullanabiliriz. Örneğin, Ali için iki kere el çırpılırken, Kamuran için üç kere el çırpılır. El çırpma yerine ayakları yere vurma, yürüme veya her heceye farklı hareket yapma şeklinde oyunlar oynanabilir. Ayrıca içerisinde matematik kavramlarını içeren çok sayıda şarkı bulunmaktadır. Sayıların ritim ve melodilerle birlikte kullanılması, çocuğun sayı kavramını öğrenmesini kolaylaştırır (Akt.Erdoğan ve Baran.2003,36-37)

Sonuç

Okul öncesi dönem, çocuğun öğrenme becerilerinin geliştirildiği, düşünme yeteneğinin daha hızla gelişime açık olduğu bir dönemdir. Farklı disiplinlerin birarada ilişki kurduğu,

benzerliklerin ve farklılıkların ayrıştırıldığı, bütünlük ve ayrılıkların önemli olduğu, becerilerin ev ortamından eğitim ortamına taşındığı bir dönemdir. Müzik eğitiminde analiz yeteneğinin, matematik becerilerinin gelişiminde muhakeme yeteneğinin gelişimi çok önemlidir. Bütün bu gelişimler gelecekteki dönemlerde çocuğun öğrenme başarısında, mutlak olumlu olacaktır.

Nitekim araştırma konusunu araştırırken, çocukların öğrenme kapasitelerinin , becerilerinin konu alanında verilen ilgili her eğitim sayesinde geliştiği gözlemlenmektedir. Çünkü farklı disiplinler birbirlerini destekler.

Eliason ve Jenkins (2003) müzikteki ritim ve melodinin, öğrenilen bilginin hafızada kalmasını kolaylaştırdığını; Jensen (2000, s.29-32) de müzik eşliğinde sunulan bilgilerin uzun süreli belleğe kodlanma olasılığını arttırdığını söylemektedir. Appel (2006) müzik öğretim programı ile diğer derslerin (bilhassa Matematik) öğretim programlarının entegre edilmesini sürekli savunmaktadır. Üç derste (Matematik, Hayat Bilgisi, Türkçe) şarkıları ayrı ayrı öğretim materyali şeklinde kullanarak başarıya etkisini inceleyen Talşık (2013)'ın araştırmasında, öğrencilerin dersler içerisinde özellikle matematik dersinde en fazla öğrenme performansını gösterdikleri belirtilmiştir. Şarkıların özellikle matematik dersinde daha yararlı olduğu vurgulanmıştır. Bütüner (2010) tarafından yapılan çalışmada da matematik şarkılarından yararlanılarak gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin matematik dersine yönelik başarıyı arttırmada daha etkili olduğu belirtilmiştir.(akt.Tan,2016:59).

İncelenen birçok araştırmada, oyun ile yapılan öğrenme şeklinde, kavramların ezgilerin içinde öğretilmesi, farkında olmadan olumlu bir öğrenme şeklini mutlak kılmıştır. Matematik kavramlarının şarkılar içersinde yer alması, oyun içersinde verilmesi, çocukların temel becerilerinin gelişimine sebep olmuştur. Bir çok çocuğun evde , parkta , çevresinde etkinlik yaparken oyunlar sayesinde sayıları öğrendiği bilinmektedir. Lego oynarken matematik becerileri gelişen çocuk, kavramlarla ilgili söylediği şarkılarla da o disiplini öğrenmektedir.

Şarkıların, sınıf içerisinde oyun içersinde öğretilmesi ile matematik öğretimini daha etkili hale getireceği ve öğrencilerin derse karşı ilgisinin artacağı düşünülmektedir. Bu sebeple okul öncesi, ilkokul vs programlarında matematik dersi ile müzik dersi öğretmenlerinin işbirliği içersinde olmaları önerilmektedir.

Sonuçta müzik eğitimi ile ilgili olarak, şarkı söyleme öncelikli olarak çünkü dil öncelikle gelişiyor; her kavram çocuğa küçük yaşta öğretilebilir. Bu öğretim içersinde çocuk için yazılan şarkıların, oyunların, etkinliklerin hepsinin eğitsel bir amacı olmalıdır. Okul-aile işbirliği içersinde çocuğun zekasını geliştirecek, eğlendirirken öğretecek programlar hazırlanmalıdır. Bu anlamda konu ile ilgili eğitim seminerleri düzenlenerek ailelerin, eğitimcilerin kullanımına sunulabilir, hizmet içi eğitimler, seminerler, çalıştaylar vs düzenlenebilir.

KAYNAKÇA

Acar, Didem (2015). Ses ve Mekan: Form Üretimi Üzerine Disiplinlerötesi Bir Yaklaşım, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,* İstanbul Teknik Üniversitesi.

Akkaş, S. (1993). Okul Öncesi Eğitimde Müzik. Ankara: Gazi Üniversitesi Mesleki Eğitim Fakültesi.

Akoğlu, Alp (2014) Ritim,Öölçü Ahenk Müzik ve Matematik, *Bilim ve Teknik*.ss. 19-25.

Arı, M. ve Öncü, E. Ç. (Ed.) (2005). Okul Öncesi Dönemde Fen-Doğa ve Matematik

Uygulamaları (Etkinlik örnekleri). Ankara: Kök Yayıncılık.

Ata Doğan, S. ve Akman, B. (2019). Okul Öncesi Eğitimden Lise Eğitimine Matematik-Müzik İlişkisini Ele Alan Ulusal Araştırmaların İncelenmesi. Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3(5):40-56.

Ayan, B. E. ve Kaya, S. (2016). Okul öncesinde müzik ve hareketin öğrenme üzerindeki etkisi. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18(1), 463-480.

Awopetu, Anna V. (2016). Musical Activities as a Stimulating Tool for Effective Early Years Education of a Whole, International Journal of Education and Research, Vol.4, No.5.

Başer ,F.Adile. (2004) Müziğin okul öncesi dönemde çocuk gelişimine katkısı, Sakarya niversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, S.8.ss.?

Baykul, Y. (2005). İlköğretimde Matematik Öğretimi 1-5. Sınıflar. Ankara: Pegem A Yayıncılık

Bolat, M., Baydağ, C. (2014). Tiyatro Anasanat Dalı Öğrencilerinin Bireysel Ses Eğitimi Dersine Karşı Tutumları. Uluslararası Müzik ve Sahne Sanatları Sempozyumu, 1 (500), 303-308. Zonguldak.

Bütüner, İ. (2010). İlköğretim Matematik Öğretiminde Şarkı Kullanımının Bazı Değişkenler Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Catterall, J., Chapleau, R., & Iwanaga, J. (1999). Involvement in the arts and human development: General involvement and intensive involvement in music and theatre arts. In E. Fiske (Ed.), Champions of change: The impact of the arts on learning (s.1-18). Washington DC: Arts Education Partnership and President's Committee on the Arts and Humanities

Dedeoğlu, N. ve Alat, Z. (2012). Okul öncesi eğitim ve ilköğretim programlarının matematik konu kazanımları temelinde uyumu. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi, 12(3), 2263-2288.

Dikici Sığırtmaç, A. (2002). *Orff Tekniği ile Verilen Müzik Eğitiminin Matematik Yeteneğine Etkisinin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Dooley, T, Dunphy E.ve diğ. (2014). *Mathematics in Early Childhood and Primary Education (3-8 years) Teaching and Learning.* Dublin: Research Report:8.

Elibol, O. F. (2002). Anasınıfına Devam Eden 6 Yaş Grubu Çocukların Çoklu Zeka Teorisine Göre Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Erdoğan,S,Baran G.(2003), Erken Çocukluk Döneminde Matematik,Ankara Üniversitesi Eğilim ve Bilim,Cilt 28, Sayı 130 (32-40).

Eskioğlu, I. (2003). Müzik eğitiminin çocuk gelişimi üzerindeki etkileri. Cumhuriyetin 80. Yılında Müzik Eğitimi Sempozyumu, Yayınlanmış Bildiriler, 116-123.

Gençel Ataman, Ö. (2014). Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Dersi Başarısında Mozart Müziği Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29(2): 81-93.

Göğüş, G. (2008). Müziksel ve Matematiksel Öğrenme Başarısı Arasındaki İlişki. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21 (1): 79-89

Güneş Modiri, I. (2010). Okul Önces, Müzik Aracılığı İle Yabancı Dil Öğretimi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23 (2): 505-516.

Gordon, E. E. (2013). A music learning theory for newborn and young children. Chicago, IL: GIA.

Işın, D. (2008). Okulöncesi Müzik Eğitiminde Uygulanan Orff Yaklaşımı'nın 5-6 Yaş

Grubundaki Çocukların Ritimsel Becerilerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi).

Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Güzel Sanatlar Eğitimi

Anabilim Dalı Müzik Eğitimi Bilim Dalı.

Karşal, E. (2004). Okul Öncesi Dönemi Çocuklarda Müzik Yeteneği ve Matematik Yeteneği İlişkisi ve Müzik Eğitiminin Matematik Performansı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Malkoç,T,Ceylan,F.(2011).Okul öncesi dönem işitme engelli çocukların müzik eğitimi etkinliklerinde dikkat eksikliğini geliştirme becerisine ait inceleme, Journal of educational and instructuonal studies in the World – Dünyadaki eğitim ve öğretim çalışmaları dergisi, November 2011, Volume 1 Issue 1 Article 9 ISNN: 2146-7463

Mcdonel, S. Jennifer (2015). Exploring Learning Connections Between Music and Mathematics in Early Childhood, *Bulletin of the Council for Research in Music Education* , No. 203,pp. 45-62.

Oğul,H.(2009). *Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Temel Ritim Algılama ve Şarkı Söyleme becerilerinin İncelenmesi*, Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Özal Göncü, İ. (2010). Okul öncesi eğitiminde müzik eğitiminin temel sorunları. Kastamonu Eğitim Dergisi, 18(2), 355-362.

Özgül, M. (1993). Abhaz, Azeri, Dağıstan, Kazak, Kırgız, Özbek, Tacik, Türkmen Edebiyatlarından Seçmeler. İstanbul: Cem Yayınevi.

Öztürk, A. (2003). Okul Öncesi Eğitimde Müzik. İstanbul: Morpa Kültür Yayınları.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning tra-jectories for young children*. New York,: Routledge

Sawyers Karen & J.-Brandhagen (2004). Music and Math: How Do We Make the Connection for Preschoolers, ss.46-49.

Shaw. G. (2000). Keeping Mozart in Mind. USA: Academic Press.

Spelt, D.K. (1948) "The Conditioning of the Human Foetus in Utero", J.Exp. Psychol,38.

Solak,S.(2019),2008-2018 yılları arasında yayımlanan okul öncesi şarkı dağarcığının incelenmesi,Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Umay, A. (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği. Hacettepe Üniversitesi. *Eğitim Fakültesi Dergisi*. Sayı: 24. s. 234-243

Tan, N. (2016). İlkokul Matematik Derslerinde Şarkı Kullanımının Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Sözcük Dağarcığı Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Topçu, H. ve Bulut, N. (2016). Şarkılarla Yapılan Matematik Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Etkisi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD). 17 (1): 535-553.

Turhal, E., Baydağ, C. (2019). Ses Eğitimi Dersi Alan Öğrencilerin Öz Düzenleme Algılarının İncelenmesi Gece Akademi.

Yağışan, N,, Köksal, O. ve Karaca, H. (2014). İlkokul Matematik Derslerinde Müzik Destekli Öğretimin Başarı, Tutum ve Kalıcılık Üzerindeki Etkisi, İdil Dergisi, 3(11): 1-26.

Yazlık, D. Ö. ve Öngören, S. (2018). Okul öncesi öğretmenlerinin matematik etkinliklerine ilişkin görüşleri ve sınıf içi uygulamalarının incelenmesi, Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(2), 1264-1283.

Yılmaz, E. (2006). Okul Öncesi Eğitim Kurumlarına Devam Eden 6 Yaş çocuklarının Sayı ve İşlem Kavramlarını Kazanmalarında Müzikli Oyun Etkinliklerinin Kullanılmasının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

22 HAZİRAN 2019 – CUMARTESİ

KAPANIŞ PANELİ

Prof. Dr. Ahmet Serkan ECE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü,
Gölköy Yerleşkesi, 14280 Bolu

Sayın Başkan, değerli kongre katılımcıları;

Marmara Üniversitesi Eğitim Fakültesi ev sahipliğinde gerçekleştirilen "Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi" nin Kapanış Paneli için bir aradayız.

Söz konusu bu kongrede iki gün boyunca birbirinden değerli çalışmalar, araştırmalar sunuldu, alanlara dönük eleştiriler getirildi. Çalışmaların kapsamı, "Tarihsel Süreç içindeki Matematik –Müzik İlişkisinden, Müzikle Matematik Öğretim Modeline, Müzikli Matematik Oyunlarından, Müzik Aracığı ile Yapılan etkinlikler/derslerin Matematik Ders Başarılarına etkisine, Gitar yapımındaki Matematikten, Matematiksel vb. kodlama yolu ile Türk Makam ve Farklı Türdeki Müzik Eserlerinin incelenmesine/analizine" ve son olarak yurtdışından kongremize katılan misafirlerimizin yine müzik/matematik alanına dönük sunumları ile geniş bir çeşitlilik göstermiştir. Söz konusu bu çeşitlilik, kongre sunu ve konuşmalarının gerek araştırma modeli kapsamında, gerek veri toplama aşamasında ve gerekse çalışmanın analiz ve değerlendirme aşamasında da kendini göstermiş, bir başka ifade ile farklı araştırma modelleri, çalışma gurupları, analiz yöntemlerinde yaklaşık olarak toplam 30 çalışma sunulmuştur.

Yukarıda örnek olarak söz ettiğim araştırma başlıklarında, disiplinler arası çalışmaların son derece güzel örnekleri sunum aşamasında da kendini gösterdi. Araştırmaların, çoğunlukla hem matematik alanından hem müzik alanında ortak bir disiplinle paylaşımlar yapılarak/görüş alınarak kurgulandığı, gerçekleştirildiği, yorumlandığı, raporlandığı ve kongrede sunulduğunu büyük bir mutlulukla görmekteyiz. Matematik ve Müzik alanının araştırmacıları, her biri kendi alanına dönük uygulama, teori ve yaklaşımlarını paylaşım içince sunmuşlardır. Tüm araştırmacıları ve konukları bu yaklaşım ve paylaşımlarından dolayı kutluyorum.

Sayın Başkan, değerli kongre katılımcıları,

Bilimin her an geliştiği, değiştiği, bir başka ifade ile, yüzlerce ulusal/uluslar arası veri tabanlarındaki binlerce dergideki milyonlarca makale/araştırma/rapor'un her geçen saniye/dakika da kendi alanlarına (Fen Bilimleri, Sosyal Bilimler, Sağlık Bilimleri vb.) dönük önemli katkılar sağladığı düşünüldüğünde, bu verimli kongrenin de (Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi) bu katkılardan birini sağlayacağına inanmaktayım.

Diğer taraftan bu ve bundan sonraki kongrelerde araştırmalardaki özellikle eğitim çıktılarının mutlaka raporlanması, paylaşılması söz konusu kongrenin bir Eğitim Fakültesi bünyesinde gerçekleştirilmesi ve sonuçlarının "mutfakta" başka bir ifade ile eğitim ortamlarında nasıl kullanılabileceği ile ilgili değerlendirmelerin/parametrelerin mutlaka sunulmasını önermekteyim ve bunun ülkemiz müzik ve matematik eğitimleri için önemli olduğunu düşünmekteyim. Söz konusu bu önem, uluslararası sınavlardaki (PISA, TIMSS vb.) matematik ders başarısı yetersizliklerini ve/veya nedenlerinin müzik gibi farklı bir alan ile ortaya konması bakımından da değerlidir.

Sonuç olarak verimli değerlendirmelerin olduğunu düşündüğüm bu kongreye davetiniz için teşekkür eder, kongrenin gerçekleşmesini sağlayan başta Atatürk Eğitim Fakültesi Dekanlığına ve Kongre Düzenleme ve Bilim Kuruluna ve tüm kongre katılımcılarına çalışmalarında başarılar dilerim.

MARMARA
ÜNİVERSİTESİ

Doç. Dr. Tülün MALKOÇ
Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü Müzik Eğitimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Merhabalar,

"Disiplinlerarası yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi" adı altında düzenlediğimiz kongremizin kapanış paneli için biraraya geldik. Davetli konuşmacılarımıza, sunum yapan değerli akademisyen arkadaşlarımıza ve dinleyici-katılımcılarımıza, misafirlerimize çok teşekkür ediyorum. Bu kongre Türkiye'de bir ilk olma özelliğini taşıyor, inşallah devamı gelir. Çünkü 2 gün boyunca çok değerli araştırmalar, tartışmalar, sorulan soruların kalitesi de kongrenin değerini katlayarak, böyle bir kongrenin yapılmasının ne kadar önemli olduğunu açığa çıkarttı.

Biliyoruz ki disiplinlerarası anlayış günümüzde çok önemli olup, "Müzik Eğitimi" hem bilimsel hem sanatsal bir yaklaşımda birçok disiplini ele almakta "Matematik Eğitimi" de bilimselliğinin yanında birçok disiplinlerarası çalışmayı içinde barındırmaktadır. İki gün içinde sunulan araştırmalarda Farabi'den, Pisagor'dan itibaren müziğin matematik alanına aktarımının nasıl olduğundan, günümüzdeki çalışmalardan, geçmişle-bugünün bağlantılarından konuştuk. Kongreyi "yapalım mı" diye düşündüğümüz andaki 3-4 çalışmanın, araştırınca 20-25 araştırmaya dönüştüğünü gördük. Bu yüzden bizi bu araştırmaları yapan kişileri bir araya toplamaya çalıştık. Olabildiğince de davet ettik. Ulaşamadığımız araştırmaların, kişilerin olduğunu düşünebiliriz ki eminiz vardır. İnşallah bir sonraki kongrede yeni araştırmalarla, araştırmacılarla biraraya geliriz. Bu kongremize yurt dışından 7 ülke katılım gerçekleştirecekti. Projenin başlangıcında kişileri ve üniversiteleri ile anlaşmıştık fakat tarihlerin sınav dönemine rastlaması ve bazı nedenlerden dolayı üniversitelerin kabul yazılarını iptal etmeleri bizi biraz zor durumda bıraktı. Bu yüzden sadece Kazakistan ve Litvanyadan yurt dışı araştırmacıları davet edebildik. İnşallah seneye hem yurtdışı, hem de yurt içi katılım daha fazla olur bundan mutluluk duyarız.

Kongremiz bilimsel, sanatsal ve mesleki açıdan bu konudaki araştırmaların paylaşılacağı ve bu alana emek veren araştırmacıların bir araya geldiği önemli bir platform oldu. Bu bağlamda; kongrenin gerçekleşmesini sağlayan Atatürk Eğitim Fakültesi Dekanı aynı zamanda kongre başkanı olan Sayın Prof. Dr.Ahmet Şükrü Özdemir'e, Düzenleme Kurulunda ve Bilim Kurulunda görev alan hocalarımıza desteklerinden dolayı çok teşekkür ediyorum.

Herşey eğitim için, aydınlanma için, geleceğimiz için. Paylaştığımız her bilgi için teşekkür ediyorum.

Sevgi ve saygı ile kalın…

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

Prof. Dr. Altay EREN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü,
Gölköy Yerleşkesi, 14280 Bolu

Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesinin değerli katkılarıyla ülkemizde ilk kez düzenlenen "Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresi", müzik ve matematik alanlarındaki farklı bakış açılarının/bilgilerin sentezlenmesiyle oluşturulan çalışmaların sunulmasına, tartışılmasına ve eleştirel bir bakış açısıyla yorumlanmasına yönelik sağlam bir bilimsel zemin oluşturmuştur. Böyle bir zeminin, yalnızca müzik ve matematik gibi önemli sanat ve bilim alanları arasındaki güçlü ilişkilerin fark edilmesi açısından değil, aynı zamanda matematik, müzik ve müzik eğitimi alanlarındaki belirgin problem durumlarının çözümüne yönelik çok daha kapsamlı, geçerli ve güvenilir bilgilere dayalı çözüm önerilerinin geliştirilmesi açısından da son derece önemli olduğu ifade edilebilir. Nitekim farklı bilim ve sanat alanlarına özgü olarak algılanan çeşitli problem durumlarına, yalnızca bu alanların sağladığı bakış açılarıyla çözüm önerilerinde bulunmak, söz konusu problem durumlarının içerdiği karmaşıklığın geçmişle kıyaslanamayacak ölçüde artması nedeniyle gerçekçi ve işlevsel bir yaklaşım olmaktan çıkmıştır. Bu noktada, 'disiplinlerarası' kongrelerin, farklı alanlardaki akademisyenlerin, öğretmenlerin ve öğrencilerin bir araya gelerek kendi alanlarına özgü tipik bilgileri izole bir bakış açısıyla sundukları toplantılar olarak algılanmalarının, bu ve gelecekte gerçekleştirilebilecek benzeri 'disiplinlerarası' kongreler açısından önemli bir risk faktörü olduğunun vurgulanması önemlidir. Bu açıdan, Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresinin, söz konusu algının değiştirilmesine yönelik katkı sağlama potansiyelinin güçlü olduğu ifade edilebilir. Ancak, öncü niteliğindeki bu ve benzeri birkaç kongre aracılığıyla kısa sürede, kapsamlı ve bütüncül bir 'disiplinlerarası' bakış açısı geliştirilebileceğine yönelik bir beklenti gerçekçi değildir. Dolayısıyla, 'disiplinlerarası' kongrelerin temel zeminini oluşturacak kapsamlı bir bakış açısı geliştirmenin hatalardan öğrenmeyi de içeren bir süreç olarak düşünülmesi ve ileride düzenlenmesi planlanan 'disiplinlerarası' kongrelerde sunulacak çalışmaların seçiminde, bu kongrede olduğu gibi 'nitelik' kavramından ödün verilmemesi gerektiği belirtilebilir. Daha açık bir ifadeyle, gelecekte düzenlenmesi planlanan 'disiplinlerarası' kongrelerde sunulacak çalışmaların; (a) hangi problem durumu ya da durumlarından hareket ettiğinin belirgin biçimde

açıklandığı; (b) problem durumuna uygun amaç/amaçların belirlendiği; (c) bu amaca ulaşmak için hangi soruların/hipotezlerin belirlendiğinin açıkça ifade edildiği; (d) amaca uygun yöntem ve desenlerin benimsendiği; (e) geçerli ve güvenilir ölçme araçlarının kullanıldığı/geliştirildiği; (e) verilerin uygun analiz teknikleri aracılığıyla çözümlendiği; (f) analizler sonucunda elde edilen bulguların disiplinlerarası bir bakış açısıyla tartışılarak, tutarlı sonuçlara ulaşıldığı; (g) sınırlılıklarının ve çok daha önemlisi; (h) teorik ve/veya pratik katkılarının somut biçimde vurgulandığı çalışmalar olmaları, söz konusu bakış açısının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabilir. Sonuç olarak, Disiplinlerarası Yaklaşımda Uluslararası Matematik ve Müzik Kongresini bu doğrultuda atılan önemli bir adım olarak gördüğümü ve değindiğim konulara yönelik olarak gösterilen hassasiyet açısından iyi bir örnek oluşturduğunu belirtir; başta Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Dekanlığı olmak üzere, kongrede emeği geçen tüm meslektaşlarıma ve öğrencilere teşekkür ederim.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

Doç. Dr. M. Kemal KARAOSMANOĞLU
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar Üniversitesi Müzik Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi

Öncelikle Kongre Eşbaşkanları Prof. Dr. Ahmet Şükrü Özdemir ve Doç. Dr. Tülün Malkoç ile Düzenleme Kurulu üyesi Dr. Oğuz Köklü başta olmak üzere, bu etkinliğin düzenlenmesinde emeği geçen herkesi kutlarım. Organizasyon ve ağırlama son derecede iyiydi.

Dileğim, bu Kongrenin bir gelenek haline getirilmesi ve iki ya da üç yıllık periyotlarla tekrarlanmasıdır. Matematik ve müzik dışındaki disiplinlere genelleştirilmesine ilişkin dilekler dile getirildi, ancak bence şimdiki çerçevenin korunması daha yerinde olacaktır.

İlk kongrenin gerçekleşmesinden edinilen deneyimlerle, ileriki yıllarda daha iyileştirmeler yapılabilir. Örneğin 'uluslararası' sıfatını daha da hakedecek bir dış katılım sağlanabilir. Önerilen bildiriler hakem sürecinden geçirilirken daha titiz davranılarak bilimsel kalite yükseltilebilir, aynı bir – iki konuda yoğunlaşmanın önüne geçilebilir.

Son cümlede dile getirdiğim iki hususa ilişkin şu örneği paylaşmak isterim:

Kongrenin ilk gününde yapılan konuşmalar ve sunulan bildirilerin pek çoğunda Fibonacci sayıları ve onunla bağlantılı altın oran konusu işlendi. Matematik ve müzikle ilgili bir kongrede bu konuda bir – iki sunum bulunabilir. Fakat gereğinden fazla ağırlık verilmesi, bilimdışı / uhrevî bazı kavramlara özel bir önem atfedildiği izlenimini yaratabilir. Matematik o sayı dizisinden ve müzikteki güzellik o orandan ibaret değildir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ

E-ISBN: 978-975-400-432-8



MARMARA ÜNİVERSİTESİ YAYINEVİ