



T.C.
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı
Müzik Eğitimi Doktora Programı

TÜRK VE BATI MÜZİĞİ ŞARKI FORMUNDAKİ ESERLERİN
YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ KARŞILAŞTIRMALI MÜZİKAL
ANALİZ MODELİ:
HACI ARİF BEY VE FRANZ SCHUBERT ÖRNEĞİ

Erhan ZETEROĞLU
Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. H. Seval KÖSE

İkinci Danışman
Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU

Burdur, 2023

T.C.
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı
Müzik Eğitimi Doktora Programı

TÜRK VE BATI MÜZİĞİ ŞARKI FORMUNDAKİ ESERLERİN
YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ KARŞILAŞTIRMALI MÜZİKAL
ANALİZ MODELİ:
HACI ARİF BEY VE FRANZ SCHUBERT ÖRNEĞİ

Erhan ZETEROĞLU
Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. H. Seval KÖSE

İkinci Danışman
Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU

Burdur, 2023



MAKÜ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOKTORA JÜRİ ONAY
FORMU**

M.A.K.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından tarihinde tez savunma sınavı yapılan Erhan ZETEROĞLU'nun "Türk ve Batı Müziği Şarkı Formundaki Eserlerin Yapay Zekâ Destekli Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli: Hacı Arif Bey ve Franz Schubert Örneği" konulu tez çalışması Müzik Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE (TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. H. Seval KÖSE

ÜYE (İKİNCİ DANIŞMAN) : Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU

ÜYE : Prof. Dr. Zeki NACAKCI

ÜYE : Prof. Dr. Arda EDEN

ÜYE : Doç. Dr. Neşe ÖZTÜRK GÜBEŞ

ÜYE : Doç. Dr. Resul BAĞI

ONAY

M.A.K.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/... sayılı kararı.

İMZA / MÜHÜR

BİLDİRİM

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu taahhüt edip, tezimin kaynak göstermek koşuluyla aşağıda belirttiğim şekilde fotokopi ile çoğaltılmasına izin veriyorum.

[✓] Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

[] Tezim/Raporum sadece Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

[] Tezimin/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

Erhan ZETEROĞLU

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

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ders aldığım tüm hocalarıma, tezime katkıda bulunan alan uzmanlarına, araştırmamın her aşamasında yanımda olup desteğini esirgemeyen danışmanlarım Prof. Dr. H. Seval KÖSE ve Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca fikirleriyle araştırmama değer katan Prof. Dr. Zeki NACAĞCI'ya, Prof. Dr. Arda EDEN'e, Doç. Dr. Resul BAĞI'ya, Doç. Dr. Neşe ÖZTÜRK GÜBEŞ'e, ilk müzik öğretmenim babam Ali ZETEROĞLU'na ve her zaman bana desteğini esirgemeyen yanımda olan eşim Duyal ZETEROĞLU'na teşekkür ederim.



**Türk ve Batı Müziği Şarkı Formundaki Eserlerin Yapay Zekâ Destekli
Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli: Hacı Arif Bey ve Franz Schubert
Örneği**

(Doktora Tezi)

Erhan ZETEROĞLU

ÖZ

Bu araştırmayla Türk ve Batı müziğinde şarkı formundaki eserlerin geleneksel müzikal analizine destek olacak müzik eğitiminde kullanılabilir bir model oluşturulup, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in bu formdaki eserlerinin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma, Türk ve Batı müziğinde şarkı formundaki eserlerin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizlerinin yapılabilmesi ve uygulanabilir bir model oluşturması bakımından önemlidir. Yine bu modelin Hacı Arif Bey ile Franz Schubert'in şarkılarını analiz etmesi ve mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerine destek sunacak olması bakımından da önem taşımaktadır. Bu çalışma ile oluşturulması hedeflenen karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin kapsamı için yapılandırılmamış görüşme ile uzmanlardan görüş alınmıştır. Gelen tüm öneriler literatürdeki algoritmaların yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizine yönelik olarak, olanakların elverdiği ölçüde değerlendirilmiştir. Böylece eserlerin usul-ritim farklılığı, ambitus, son perde/nota (karar sesleri), aralıklar, cümlecik ve dominant (güçlü) gibi özellikleri incelemeye alınmıştır. Bu inceleme sonrasında teksesliliğe uygun olarak perde özniteliklerinden 40, melodik aralık özniteliklerinden 24 ve ritim özniteliklerinden 32 öznitelik seçilip, yapılandırılmış görüşme ile uzmanların karşılaştırmalı müzikal analize uygun olan öznitelikleri seçmesi istenmiştir. Uzmanlar tarafından en az bir kere “evet” ya da “belki” denilen tüm öznitelikler dikkate alınmıştır. Sadece üç uzmanın da “hayır” diye işaretledikleri P-14 kodlu “perde ortalaması” çalışma dışı bırakılarak toplam 95 öznitelik belirlenmiştir. Bu özniteliklere MIDI Toolbox yazılımı üzerinde LBDM algoritması kullanılarak 2 yeni öznitelik olan “cümlecik adedi” ve “cümlecik başına düşen ortalama nota adedi” öznitelikleri dahil edilerek, eserlerin her birinin 97 özniteliği ile algoritmaların sınıflandırma yapması sağlanmıştır. Her bestecinin 100'er eseri örneklem olarak alınıp, literatürde en çok adı geçen OneR, J48, IBk, Random Forest, Logistic ve SMO algoritmaları ile iki farklı şekilde sınıflandırmaları yapılmıştır. Eserler öncelikle basılı notalar üzerindeki şekliyle notaya alınmıştır. Daha sonra iki bestecinin eserlerindeki ortalama perde yükseklikleri arasında büyük üçlü aralığı kadar bir fark olduğu gözlenmiş, algoritmaların sadece bu fark nedeniyle doğru sınıflandırma yapabileceği göz önünde bulundurularak, Hacı Arif Bey'in eserlerindeki perdeler pes yönde bir büyük üçlü aralığı kadar transpoze edilmiştir. Bu işlemten sonra da tüm algoritmaların sınıflandırma başarısının yüksek olduğu gözlenmiştir. Ardından, algoritma çıktılarından bir model oluşturulup, müzik eğitiminde kullanılabilirliğiyle ilgili uzman görüşleri alınmıştır. Yapılandırılmış görüşme ile uzmanların bu modeldeki 9 özniteliği “kullanılabilir”, “geliştirilerek kullanılabilir” ya

da “kullanılmaz” olarak işaretlemeleri istenmiştir. Sonuç olarak bu özniteliklerin çoğunlukla “kullanılabilir” olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Franz Schubert, Hacı Arif Bey, Müzikal Analiz, Şarkı Formu, Yapay Zekâ.

Sayfa Adedi: 116

Danışman: Prof. Dr. H. Seval KÖSE

İkinci Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU



Artificial Intelligence Aided Comparative Musical Analysis Model of Turkish and Western Music Lied Forms: The Case of Hacı Arif Bey and Franz Schubert

(Doctorate Thesis)

Erhan ZETEROĞLU

ABSTRACT

With this research, it is aimed to create a model that can be used in music education that will support the traditional musical analysis of lieds in Turkish and Western music, and to make an artificial intelligence supported comparative musical analysis of the works of Hacı Arif Bey and Franz Schubert in this form. The study is important in terms of making artificial intelligence supported comparative musical analysis of lieds in Turkish and Western music and creating a viable model. Also, this model is also important in that it analyzes the songs of Hacı Arif Bey and Franz Schubert and will support traditional analysis techniques in vocational music education. For the scope of the comparative musical analysis model, which is aimed to be created with this study, the opinions of the experts were obtained through an unstructured interview. All suggestions have been evaluated as much as possible for the artificial intelligence supported comparative musical analysis of the algorithms in the literature. Thus, the features of the works such as usul-rhythm differences, ambitus, last pitch/note (decision sounds), intervals, phrase and dominant were examined. After this examination, 40 features from pitch features, 24 features from melodic interval features, and 32 features from rhythm features were selected in accordance with monophony, and the experts were asked to select features suitable for comparative musical analysis with structured interview. All attributes that have been called “yes” or “maybe” at least once by experts have been taken into account. A total of 95 features were determined by excluding the P-14 coded "pitch average", which only three experts marked as "no". By using the LBDM algorithm on the MIDI Toolbox software, 2 new features, "number of phrases" and "average number of notes per phrase" were included in these features, and algorithms were able to classify the works with 97 features of each lied. 100 works of each composer were taken as an example and they were classified in two different ways with OneR, J48, IBk, Random Forest, Logistic and SMO algorithms, which are the most mentioned in the literature. The works were first notated as they were on the printed notes. Afterwards, it was observed that there was a difference between the average pitch heights in the works of the two composers, as much as the pitch of the major triad, and considering that the algorithms could only classify correctly due to this difference, the pitches in the works of Hacı Arif Bey were transposed as much as the pitch of a major triad in the lower direction. After this process, it was observed that the classification success of all algorithms was still high. Then, a model was created from the outputs of the algorithm and expert opinions were taken about its usability in music education. With the structured interview, the experts were asked to mark 9 attributes in this model as “usable”, “usable with development” or “not available”. As a result, these features were evaluated as mostly “usable”.

Key Words: Artificial Intelligence, Franz Schubert, Hacı Arif Bey, Lied Form, Musical Analysis,

Number of Pages: 116

Supervisor: Prof. Dr. H. Seval KÖSE

Co-supervisor: Doç. Dr. Mustafa Kemal KARAOSMANOĞLU



İÇİNDEKİLER

BİLDİRİM	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ	iii
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	x
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi	8
1.2.1. Alt Problemler.	8
1.3. Araştırmanın Amacı	9
1.4. Araştırmanın Önemi	9
1.5. Sayıltılar (Varsayımlar)	9
1.6. Sınırlılıklar.....	9
BÖLÜM II.....	10
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	10
2.1. Kuramsal Çerçeve	10
2.1.1. Müzikal Analiz.	10
2.1.2. Şarkı/Lied Formu.....	11
2.1.3. Hacı Arif Bey (1831-1885).....	13
2.1.4. Franz Schubert (1797-1828).	17
2.1.5. WEKA.	19
2.1.6. jSymbolic.	20
2.1.7. SymbTr.	21
2.2. İlgili Araştırmalar	22
BÖLÜM III	26
YÖNTEM.....	26
3.1. Araştırmanın Modeli	26
3.2. Evren ve Örneklem.....	28
3.3. Uzman Katılımcılar	28

3.4. Verilerin Toplanması.....	29
3.5. Araştırma Konusu Bağlamında Türk ve Batı Müziği.....	31
3.6. Verilerin Analizi.....	33
3.6.1. jSymbolic.....	33
3.6.2. MIDI Toolbox.....	33
3.6.3. WEKA.....	33
BÖLÜM IV	34
BULGULAR VE YORUM.....	34
4.1. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in Şarkı Formundaki Eserlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modelinde Kullanılabilecek Özellikleri Nelerdir?	34
4.2. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in Şarkı Formundaki Eserlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analizi için Gereken Yapay Zekâ Destekli Analiz Basamakları Nelerdir?	35
4.3. Hacı Arif Bey'in Şarkı Formundaki Eserlerinin, Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Model Aracılığıyla Müzikal Analizi Nasıl Bir Görünüm Sergilemektedir?	39
4.4. Franz Schubert'in Şarkı Formundaki Eserlerinin, Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Model Aracılığıyla Müzikal Analizi Nasıl Bir Görünüm Sergilemektedir?	41
4.5. Yapay Zekâ Destekli Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli Hacı Arif Bey ve Franz Schubert Eserlerini Doğru Sınıflandırmada Ne Derece Yeterlidir?	44
4.5.1. ZeroR Algoritması.....	45
4.5.2. OneR Algoritması.....	45
4.5.3. IBk Algoritması.....	47
4.5.4. J48 Algoritması.....	48
4.5.5. HAB ile SCH Eserlerinin Perde Ortalamasının Dengelenmesi.....	53
4.5.6. OneR Algoritması.....	54
4.5.7. IBk Algoritması.....	55
4.5.8. J48 Algoritması.....	57
4.5.9. Diğer Algoritmaların Bestecilere Yönelik Tahmin Sonuçları.....	59
4.6. Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modelinin Mesleki Müzik Eğitiminde Geleneksel Analiz Tekniklerinin Yanında Kullanılabilirliği ile İlgili Uzman Görüşleri Nelerdir?.....	66
BÖLÜM V	69
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	69
5.1. Sonuç ve Tartışma	69

5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	69
5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	69
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	70
5.1.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	71
5.1.5. Beşinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	71
5.1.6. Altıncı Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma.	72
5.2. Öneriler.....	73
KAYNAKLAR	75
İnternet Kaynakları.....	81
EKLER.....	82
EK-1	83
EK-2	86
EK-3	89
EK-4	90
EK-5	95

KISALTMALAR

HAB: Hacı Arif Bey

SCH: Franz Schubert

12-TET: 12 Ton Eşit Temperaman

ort: Ortalama



TABLolar DİZİNİ

<u>Tablolar</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1	Mozart'ın K. 545 Do Majör Piyano Sonatının Sergi Bölmesine Ait Ses Perdeleri Dağılımının İstatistik Analizi..... 4
Tablo 2	Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli için Uzman Görüşüne Sunulan Öznitelikler..... 31
Tablo 3	Perde Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri..... 36
Tablo 4	Melodik Aralık Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri..... 37
Tablo 5	Ritim Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri..... 38
Tablo 6	J48 ve OneR Algoritmalarının HAB ve SCH'nin Eserlerindeki Özniteliklerle Bestecisini Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayıları..... 43
Tablo 7	jSymbolic Çıktıları..... 44
Tablo 8	MIDI Toolbox Çıktıları..... 44
Tablo 9	OneR Algoritması Karıştırma Matrisi..... 45
Tablo 10	OneR Algoritmasının Yanlış Sınıflandırdığı Eserler..... 46
Tablo 11	OneR Algoritmasının Bestecilere Yönelik Tam Eslerin Oranı Özniteliği Olmadan Oluşturduğu Karıştırma Matrisi..... 46
Tablo 12	OneR Algoritmasının Bestecilere Yönelik Tam Eslerin Oranı Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Yanlış Sınıflandırdığı Eserler..... 47
Tablo 13	IBk Algoritması Karıştırma Matrisi..... 48
Tablo 14	J48 Algoritması Karıştırma Matrisi..... 48
Tablo 15	J48 Algoritmasının Yanlış Sınıflandırdığı Eserler..... 49
Tablo 16	J48 Algoritmasının Tam Eslerin Oranı Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karıştırma Matrisi..... 50
Tablo 17	J48 Algoritmasının Adımsal Hareket Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karıştırma Matrisi..... 52
Tablo 18	OneR Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi..... 54
Tablo 19	OneR Algoritmasının Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırılan Eserler..... 55

Tablo 20	IBk Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi.....	55
Tablo 21	IBk Algoritmasının Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırılan Eserler.....	56
Tablo 22	J48 Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi.....	57
Tablo 23	J48 Algoritmasının Perde Dengelemesi Sonrası Tam Eslerin Oranı ve Adımsal Hareket Öznitelikleri Olmadan Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırdığı Eserler.....	59
Tablo 24	Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Öncesi Oluşturduğu Karıştırma Matrisi.....	60
Tablo 25	Diğer Algoritmaların Yanlış Sınıflandırdığı Eserler.....	61
Tablo 26	Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi.....	63
Tablo 27	Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Yanlış Sınıflandırdığı Eserler.....	63
Tablo 28	Tüm Algoritmaların Tahminleri Sonucu Yanlış Sınıflandırılan HAB Eserleri Listesi.....	64
Tablo 29	Tüm Algoritmaların Tahminleri Sonucu Yanlış Sınıflandırılan SCH Eserleri Listesi.....	66
Tablo 30	Oluşturulan Modelin Mesleki Müzik Eğitiminde Geleneksel Analiz Tekniklerinin Yanında Kullanılabilirliğine Yönelik Uzman Görüşleri.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekiller</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1 Anthonello de Caserta'nın Balladı Beaute Parfeiti Eserinin Üç Partisinin Renkli Haritalaması.....	3
Şekil 2 J48 Algoritmasının Bestecilere Yönelik Tahmininde Oluşturduğu Karar Ağacı.....	49
Şekil 3 J48 Algoritmasının Tam Eslerin Oranı Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karar Ağacı.....	51
Şekil 4 J48 Algoritmasının Adımsal Hareket Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karar Ağacı.....	52
Şekil 5 J48 Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Yaptığı Sınıflandırmanın Karar Ağacı.....	58

RESİMLER DİZİNİ

<u>Resim</u>		<u>Sayfa</u>
Resim 1	Kürdilihicazkâr Makamı Dizileri (Aydemir, 2016, s. 81)	15
Resim 2	Müsemmen Usulü (Özkan, 2015, s. 637)	15
Resim 3	Müsemmen Usulünün Kudümle Vuruluşu (Özkan, 2015, s. 637)....	16
Resim 4	jSymbolic 2.2 Ekran Görüntüsü.....	20
Resim 5	Hacı Arif Bey'in Meyhane Tarabgah-ı Adlı Eserinin Bir Bölümü...	40
Resim 6	Schubert'in Das Wandern Adlı Eserinden Bir Bölüm.....	41
Resim 7	IBk Algoritmasının Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırdığı Eserlerin Notaları.....	56
Resim 8	Schubert'in Ave Maria Adlı Eserinin Bir Bölümü.....	61
Resim 9	Hacı Arif Bey'in Çeşm-i Mahmûrun Adlı Eserinin Bir Bölümü.....	62
Resim 10	Hacı Arif Bey'in Bahar Erdi Adlı Eserinin Bir Bölümü.....	65
Resim 11	Hacı Arif Bey'in Zahirî Hale Adlı Eserinin Bir Bölümü.....	65
Resim 12	Hacı Arif Bey'in Gönlümün Hayli Adlı Eserinin Bir Bölümü.....	65

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, problem cümlesi ve alt problemleri ile araştırmanın amacı, önemi, sayıtları ve sınırlılıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Müziği bir bilim olarak işleyen her araştırmacı, bu alanda kendine bir yol çizmiştir. Kimi araştırmacılar müzik enstrümanları üzerine araştırmalar yaparken, kimileri müzik teorisi veya müzik kültürü vb. araştırmalara yönelmiştir. Araştırmacılar, yöneldikleri müzik alanlarında giderek daha geniş bilgiye, daha derin konulara girmeye çalışmışlardır. Bu durum, teknolojinin de hızla gelişmesi nedeniyle araştırmacıları teknoloji destekli çalışmalara da yöneltmiştir. Böylece araştırmaların kapsamı daha geniş olmaya başlamıştır.

Müzik biliminde derinlemesine araştırma yapılan çalışmalardan biri de müzik analizi olmuştur. Müzik analizinde geçmişten günümüze hesaplamalı, renkli, teknoloji (bilgisayar) destekli birçok araştırma yapılmıştır. Onlarca yıldır müzik eğitiminde “geleneksel” diye tabir edilen yöntemle, eser incelemesi ve müzikal analizler nota üzerinde yapılmıştır. Fakat teknolojinin de ilerlemesiyle teknoloji destekli analiz modelleri geliştirilmiştir. Batı müziğinde yapılan çoğu araştırmalar, sistem farklılıklarından dolayı makamsal özelliği olan Türk müziğine tam olarak uygulanamamıştır. İki müzik türüne de uygulanabilen teknoloji destekli bir analiz programının kullanılması, Batı müziği eserleriyle Türk müziği eserlerini karşılaştırma olanağı sağlayacaktı. Fakat araştırmacılar teknoloji destekli analizleri ya Türk müziğinde ya da Batı müziğinde yapmışlardır.

Bu araştırmada şarkı formunun iki büyük bestecisi olan Hacı Arif Bey (HAB) ve Franz Schubert’in (SCH) şarkıları ele alınmıştır. Bu bestecilerin seçilmesinin nedeni, Hacı Arif Bey’in Türk müziğinde, Franz Schubert’in ise Batı müziğinde şarkı formunun

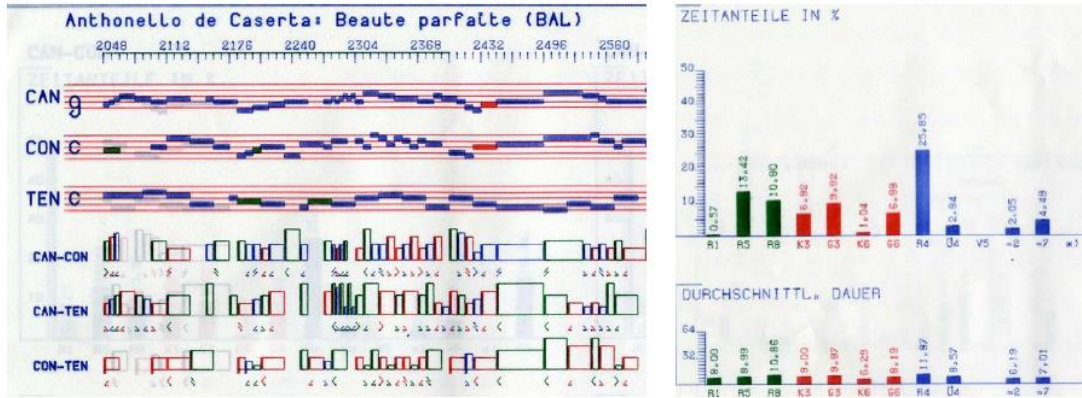
önemli temsilcileri olarak tanınmaları ve eserlerini, müzik tarihi açısından bakıldığında yakın dönemlerde vermiş olmalarıdır. Birbirlerine yakın dönemlerde yaşamış olan çoğu bestecilerin, istisnalar hariç birbirlerinden etkilenmeleri doğaldır. Bu konuda Ak (2018, s. 100) kitabında, Türk müziğinin klasik dönemini başlatan, büyük bestekârlardan biri olan İtri ile ilgili şunu yazmıştır: “Ondan önceki bestecilerde, bir ölçü de olsa, Orta ve Yakın Doğu müziklerinin izleri sezilir. Bu etkiler onda bütünüyle silinmiş, klasik Türk müziği diye adlandırılan, Osmanlı-Türk üslûbu en belirgin çizgileriyle ortaya çıkmıştır”. Bahsedildiği gibi birçok besteci diğer müziklerden etkilenmiştir. Mozart ve Beethoven’ın mehter müziğinden etkilenip Türk marşı yazmaları da diğer müziklerden etkilenmeye bir örnektir. Yine aynı dönemde yaşamış olan, Türk ve Batı müziği şarkı formunun iki büyük ismi Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in seçilen şarkıları bu araştırmaya konu olmuştur. Bu bestecilerin seçilen eserleri örneklemeyle müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılmak üzere yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modeli oluşturulması hedeflenmiştir.

Müzik analizinde teknolojik yaklaşımlara yönelme çabaları çok eskilere dayanmamaktadır. Bu yaklaşımlar yaklaşık 40-50 yıl öncesinden günümüze kadar süregelmiştir. Batı müziğinde yapılmış teknoloji destekli ilk araştırmalardan bazıları şunlardır:

“Alman sistematik müzikolog Norbert Böker-Heil, 1970 ve 1980’lerde Almanya’da bilgisayar destekli araştırmaların sayısız denemelerini yapmıştır. Bu müzikolog, MIDI protokollerinin oluşturulmasından önce bilgisayar güdümlü ses sentezini (1983) araştırdı; RISM AII (el yazması envanteri) projesinin (1975) internete kamu erişimi olmadan yirmi yıl önce bilgisayar olanaklarını özetledi; beyaz ölçü notasyonunun girdisi ve çizici çıktısı için bir sistem geliştirdi (1971); orijinal gösterimin yakın bir tıpkıbasımının üretilmesini; polifonik müzikte müzikal yapıyı otomatik olarak tanımlamak için bir araç geliştirmeye çalıştı (1972); bilgisayar tabanlı araştırmacıların makine yetenekleri geliştikçe karşılaşılabilecek sorunlar hakkındaki düşünceleriyle gelecekteki araştırmacılara bir işaret verdi” (Wiki.ccarh, 2022).

Böker-Heil, renklerle oluşturduğu müzikal analiz yöntemini Anthonello de Caserta’nın balladı olan *Beaute parfaite* eserinin üç partisine uygulayarak haritalamasını (Şekil 1) yapmıştır. Bu 3 sesli eserin analizinde, eserin ritim-perde

hareketini ve sesler arasında meydana gelen aralık türlerini hesaplamıştır. Ayrıca belirli zaman dilimlerinde oluşan üç partili armonileri, ortalama süreyi ve cümle uzunluğunu oluşturan kontrpuantal ayrıntıları incelemiştir.



Şekil 1. Anthonello de Caserta'nın Balladı Beaute Parfeiti eserinin üç partisinin renkli haritalaması (Wiki.ccarh, 2022).

Yine bu yıllarda teknoloji destekli başka bir araştırmadan da şöyle bahsedilmektedir: “Hiller ve Bean 1966’da Illinois Üniversitesi müzik okulu deneysel müzik stüdyosunda Mozart’ın K. 545 Do majör Piyano Sonatının, Beethoven’ın Op. 90 Mi minör Piyano Sonatının, Berg’in Op. 1 Si minör Piyano Sonatının ve Hindemith’in Sol majör 2. Piyano Sonatının sergi bölümlerinin tonal yapılarını ve perde dağılımlarını istatistiksel olarak analiz etmişlerdir. Birim olarak cümle yapılarını temel almışlar, her veri evrenini öncelikle cümle ile sınırlandırmışlardır” (Fışkın, 2018, s. 294). Tablo 1’de Mozart’ın K. 545 Do majör piyano sonatının sergi bölmesine ait ses perdeleri dağılımının istatistik bilgileri yer almaktadır. Eserde numarası verilen ölçülerde kullanılan her notanın belirtilen ölçülerdeki toplam kullanım sayısı ilgili bölümün altına yazılmıştır.

Tablo 1.

Mozart'ın K. 545 Do Majör Piyano Sonatının Sergi Bölmesine Ait Ses Perdeleri Dağılımının İstatistik Analizi

Ölçüler	1-4		5-12		13-17		18-21		22-26		27-28	
Notalar	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
C	10	29	21	44	10	10	9	18	24	48	4	10
C#	0	0	2	2	4	4	0	0	0	0	0	0
D	3	5	19	33	42	44	11	17	9	24	7	16
D#	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
E	8	19	20	32	0	0	8	11	17	35	0	0
F	4	7	16	45	0	0	0	0	0	0	0	0
F#	0	0	1	2	4	10	7	10	4	4	2	2
G	17	40	29	48	6	22	10	16	8	15	15	42
G#	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.5	0	0
A	3	12	18	37	8	10	8	17	8	33	4	10
A#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	2	8	17	24	26	28	11	23	13	16.5	10	18
	47	120	143	267	100	128	64	112	86	178	42	98

(Hiller & Bean, 1966, s. 104)

Bu bölüme kadar Batı müziğine yönelik teknoloji destekli müzikal analiz çalışmaları ve buna yönelik araştırmaların bazılarında bahsedildi. Makamsal müziğin teknoloji destekli müzikal analiziyle ilgili araştırmaların daha çok XXI. yy. başlarında ortaya çıktığı, yeni araştırmaların ve uygulamaların yoğunlaştığı görülmektedir.

Hesaplamalı ve teknoloji kullanılarak yapılan analiz modellerine hem ulusal hem de uluslararası literatürde birçok kaynakta rastlamak mümkündür. Makam müziği üzerine yapılmış fakat yine de Türk müziğinde uygulanmamış araştırmalar bulunmaktadır. Makam müziğinde teknoloji destekli analiz denilince yabancı kaynaklarda ilk göze çarpan çalışmalardan biri, Lartillot ve Ayari'nin (2006) motiflerin özelliklerini sayısal olarak ifade ederek açıkladığı ve onları otomatik analiz etmek amacıyla yaptıkları çalışmadır. Bu çalışmalarında, tekrarlayan motif olarak nitelendirdikleri sekvensleri hesaplamalı olarak da açıklamışlardır. Nota aralıklarını bir üst perde için +1, bir alt perde için -1, iki üst perde için +2, aynı perde için 0 vb. gibi rakamlar yazarak ve nota vuruş değerlerini sayısal olarak ifade etmiş ve geliştirdikleri algoritmayla motif özelliklerini teknoloji destekli olarak analiz etmişlerdir. Lartillot ve Ayari'nin (2008) yine bu alanda yapmış oldukları bir başka çalışma da literatüre girmiştir. Bu çalışmada makamsal Arap müziğindeki eserler için dinleyicilerin (uzmanların) ve bilgisayarın yaptığı analizler karşılaştırılmış ve büyük oranda örtüşme sağlanmıştır. Bu iki araştırmacının bu alandaki diğer araştırmaları alana önemli katkılar sunmuştur. Fakat

bu çalışma, sadece Arap müziği eserleri için yapılmıştır. Daha sonra benzer çalışmayı Lartillot ve Ayari (2009), aynı yöntemle Tunus müziği için yapmışlardır. Makam müziğinde “ezgi bölütleme” ile ilgili ilk hesaplamalı çalışmalardan olan Lartillot ve Ayari’nin bu çalışmalarının ortak özellikleri, bir eserde ezgileri en küçük anlamlı parçalara bölütleme işlemini yapma hedefinde olmalarıdır.

Bu araştırmalara benzer çalışmalar yakın zamanlarda Türk müziğinde de görülmeye başlamıştır. Türk müziğinde otomatik ezgi bölütleme çalışmaları ilk olarak Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı ve Yazıcı (2014) tarafından yapılmıştır. Ülkemizde ilk olma özelliği taşıyan bu çalışmada, makam ve usul bilgisine dayanan iki yeni öznitelik tanımlanıp kullanılmıştır. “Bu çalışmada istatistiksel öğrenme tabanlı bir otomatik ezgi bölütleme yöntemi sunulmuş ve önerilen sistemin literatürdeki tekniklerden daha yüksek başarımlı düzeyine sahip olduğu geniş veri kümeleri üzerinde yapılan testlerle gösterilmiştir” (Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı ve Yazıcı, 2014, s. 450-451). Bahsi geçen yazarların araştırmalarında da bahsettikleri gibi daha önce bu konuyla ilişkili dört analiz modeli geliştirilmiştir. Batı müziğine yönelik olarak daha önce geliştirilen modeller şunlardır: Zamansal Gestalt (Temporal Gestalt Units), Yerel Sınır Belirleme Modeli (Local Boundary Detection Model), Grouper ve Kesit Olasılıkları (Segment Probabilities). Bu çalışma müzik analizinde kullanılabilir fakat sadece Türk müziğine yönelik yapılmıştır. Yine Bozkurt vd. (2014) araştırması ise, makam geçkileri, motif gibi bazı müzikal öğeleri otomatik olarak bulması bakımından diğerlerinden farklı olup, mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilecek bir özelliktedir.

Görüldüğü üzere, son zamanlarda Türk müziği eserleri de bilgisayar ve teknoloji destekli olarak Markov modeli vb. istatistiksel, hesaplamalı yöntemlerle analiz edilmiştir. İstatistiksel yöntemlerle perdelerin sıklığı, süre değerleri, sık kullanılan diziler, perde dağılımları vb. özellikler tespit edilmiştir. Buna örnek olarak Göher’in (2006) doktora tezi verilebilir. Araştırmacı doktora tezinde Türk ve Batı müziği çocuk şarkılarının karşılaştırmalı analizini bahsi geçen özellikleri inceleyerek yapmıştır. Ayrıca Yener’in doktora tezinde (2004) Markov modeli ile Türk sanat müziği Hicaz taksimlerinde kalıplaşmış ezgiler araştırılmış ve 50 Hicaz şarkının 3, 4, 5, 6, 7, 8 notadan oluşan dizilimleri sayılmış ve taksimler içinde en çok tekrar edenleri tespit edilmiştir.

Müezzinoğlu (2004) yüksek lisans tezinde, zeybeklerin ezgi analizinde SQL kullanımını önermiştir. Ezgi hareketlerini Markov modeli ile incelemiş ve SQL'in ileriye dönük potansiyelini ortaya koymuştur. Erol Düzbastılar'ın (2013) "ikili Markov zinciri ve bilgisayar destekli analiz yoluyla Kreutzer keman metodunun araştırılması" adlı makalesinde, Kreutzer'in keman metodundaki etütlerin toplam ses alanı, notaların kullanım sıklığı, art arda gelen notalar arasındaki geçişler ve bu geçişlerde aralıkların kullanım durumları belirlenmiş, sonuçlar tablo ve grafiklerle gösterilmiş ve sonuçlardan yola çıkılarak metod için yapılabilecek ön çalışmalar önerilmiştir. Bu çalışma ve Müezzinoğlu'nun yüksek lisans tezinde, Cihat Can tarafından yazılmış olan Alfarabi adlı müzikal analiz yazılımı kullanılmıştır. Aynı yöntemi kullanarak Levendoğlu ve Şengün de (2005) "Selahattin Pınar bestelerinde *hicaz* makamının işleniş ve çağdaş bestekarlarla karşılaştırılması" adlı makaleyi yazmışlardır.

Markov modelini müzikte kullanan bir diğer araştırmacı ikilisi ise, Şentürk ve Chordia (2011) olmuştur. "Modelling melodic improvisation in Turkish folk music using variable-length Markov models" adlı makalelerinde, Türk halk müziğinin uzunhava formundaki eserlerine yönelik, yaklaşık 6600 nota içeren 64 şarkıyla, değişken uzunluklu Markov modeli uygulayarak yeni bir veritabanı oluşturmuşlardır. Bu modelin uzunhava formundaki ezgilere yönelik doğru tahminlerde bulunduğunu tespit etmişlerdir. Model Hicaz ve Hüseyini makamlarında kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Bu modelde mikrotonal perdelerin seslendirilmesinden bahsedilmemiştir. Batı müziğine ek olarak, makamsal ve ölçsüz olan bir yapı olan uzunhavalarda başarı sağlamasından dolayı önerilmiştir.

Ünal, Bozkurt ve Karaosmanoğlu (2014) tarafından yazılan "A Hierarchical Approach to Makam Classification of Turkish Makam Music, Using Symbolic Data" başlıklı araştırmada Türk makam müziğinin makam sınıflandırmasında sembolik veriler kullanılarak hiyerarşik bir yaklaşım sunmuşlardır. Makamları teorik ve istatistiksel bulguları hiyerarşik bir şekilde uygulayarak sınıflandırmak üzere bir algoritma önerilmiştir. Önerilen algoritmayla, eserler sınıflandırılmış, benzer notaları kullanan makamlar öncelikle birlikte gruplandırılmış ve daha sonra ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Hiyerarşik sonucun ilk seviyesi, dizilerin n-gram olasılığı tarafından sağlanan istatistiksel bilgilerine dayanmaktadır. Sonuç olarak hiyerarşik yaklaşımın,

basit bir n-gram sınıflandırmasına göre Hüseyini-Muhayyer ve Rast-Mahur makamları gibi benzer perde dizilerine sahip makamlarda daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Araştırmalarda görüldüğü gibi bilgisayar destekli analizler hem Türk hem de Batı müziğinde kullanılmıştır. Fakat karşılaştırma durumları, bu müziklerin kendi içlerinde olmuştur. Yılmaz, Başara ve Çelik'in (2019) yazmış olduğu, "Bûselik makamında bestelenmiş klasik Türk müziği eserleri ile bu makama ait nazari bilgilerin bilgisayar destekli karşılaştırılması" adlı makalede, araştırmanın içinde bulunan Serdar Çelik tarafından bu araştırma için "Seyr-i MIDI" isimindeki analiz programı yapılmıştır. Bûselik makamındaki eserler, geleneksel olarak ve bu program ile analiz edilmiş, daha sonra sonuçları karşılaştırılmıştır. Yine bu program da sadece Türk müziğine yönelik yapılmıştır.

Başka bir araştırmada da Özek (2011), Türk müziğinde çeşni kavramı ve icra-teori farklılıklarını bilgisayar ortamında incelemiştir. Türk müziğinde günümüzdeki usta müzisyenlerin icraları ile geçmişteki usta müzisyenlerin ses kayıtlarından elde ettiği verileri bilgisayar ortamında analiz etmiştir. Analizleri Holder koması ve cent cinsinden teorik olarak ele almıştır. Daha sonra var olan notasyon ile elde edilen verileri karşılaştırarak analiz etmiştir. Börekçi ve Nacakcı (2019) tarafından Teke yöresi Gurbet havasının bilgisayar destekli analizi yapılmıştır. Bu araştırmada seyir özelliği, makamsal ve ezgisel yapı ile perde sıklığı incelenmiştir. İnceleme yapılırken Bozkurt (2010) tarafından geliştirilen, sonradan Atıcı tarafından Java ortamına uyarlanan "Makambox" adlı yazılım ile perde kullanım sıklığı tablolar halinde incelenmiştir.

Teknoloji kullanılarak eserlerin analiz edilmesi, eserlerdeki çoğu özelliklerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesine imkân sağlamıştır. Teknoloji kullanımı çoğu zaman fark edilmeyen bir ayrıntının yapay zekâ ile fark edilebilmesine olanak tanımıştır. Örneğin jSymbolic adı verilen bir yazılım ile "dijital olarak temsil edilen sembolik müzik koleksiyonlarından çok sayıda öznitelik çıkarılmaktadır. Bu öznitelikler daha sonra müzik araştırmacılarına, analizlerinde doğrudan yardımcı olmak için kullanılabilir" (McKay, Cumming & Fujinaga, 2018, s. 348). Bahsi geçen bu yazılım, Türk müziği eserlerinde daha önce kullanılmamıştır.

Görüldüğü üzere hesaplamalı, istatistiksel ya da otomatik analiz yöntemlerine yönelik ileri seviyede çalışılan araştırmalar yapılmış olsa da otomatik ezgi bölütleme üzerine yapılan araştırma hariç eğitim modeli olarak, geleneksel yöntemle destek olacak yeni bir yöntem/model tasarlanmamıştır. Bu araştırmamızda ise geleneksel analiz tekniklerinin yanında karşılaştırmalı müzikal analiz modeli önerilmiş ve mesleki müzik eğitiminde kullanılmak üzere uzman görüşleriyle desteklenerek son halini almıştır. Bu tür araştırmaların hem makam hem de Batı müziğinde, karşılaştırmalı bir müzikal analiz modeli oluşturularak ilerlemesi ve çok daha verimli uygulama alanlarına yönelmesi beklenmektedir.

1.2. Problem Cümlesi:

Türk ve Batı müziği şarkı formundaki eserlerin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modeli Hacı Arif Bey ve Franz Schubert örneğinde nasıl olmalıdır?

1.2.1. Alt problemler. Bu araştırmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

1. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formundaki eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analiz modelinde kullanılabilecek özellikleri nelerdir?
2. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formundaki eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizi için gereken yapay zekâ destekli analiz basamakları nelerdir?
3. Hacı Arif Bey'in şarkı formundaki eserlerinin, oluşturulan yapay zekâ destekli model aracılığıyla müzikal analizi nasıl bir görünüm sergilemektedir?
4. Franz Schubert'in şarkı formundaki eserlerinin, oluşturulan yapay zekâ destekli model aracılığıyla müzikal analizi nasıl bir görünüm sergilemektedir?
5. Yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modeli Hacı Arif Bey ve Franz Schubert eserlerini doğru sınıflandırmada ne derece yeterlidir?
6. Oluşturulan yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliği ile ilgili uzman görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırma ile şarkı formunda bestelenmiş Türk ve Batı müziği eserlerinin müzikal analizinin yapılabilmesi için bir model oluşturulup, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in eserlerinin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizinin yapılması ve mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğinin tespiti amaçlanmıştır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu araştırma, Türk ve Batı müziğinde şarkı formunda yazılmış eserlerin müzikal analizlerinin yapılabilmesi ve uygulanabilir bir model ortaya koyacak olması bakımından önemlidir. Bu bağlamda şarkı formunun önemli bestecilerinden Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in eserlerinin oluşturulmuş yapay zekâ destekli analiz modeli yardımıyla analiz edilecek olması önemlidir.

Araştırmanın nihai hedefi bağlamında; örneklem olarak seçilen Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formunda bestelenmiş eserlerinin müzikal analizinin mesleki müzik eğitimi öğrencilerine yönelik, geleneksel analiz tekniklerinin yanında yapay zekâ destekli karşılaştırmalı bir müzikal analiz modeli sunacak olması bakımından önemlidir.

1.5. Sayıtlar (Varsayımlar)

Araştırma, gerekli kaynaklara yeterli düzeyde ulaşarak yürütülmüştür. Yöntem gereği elde edilen çıktılar doğruyu ve gerçeği yansıtmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

Araştırma, doktora tezi için belirlenen takvim ve doktora eğitimi sürecinin olanaklarıyla sınırlıdır. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in örnekleme dahil edilen 100'er eserinin müzikal analiziyle sınırlandırılmıştır. Ayrıca araştırma kapsamında ulaşılabilen bilgi, belge ve kaynaklarla sınırlıdır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde araştırmanın konusu ile ilgili olan literatür taranarak araştırmanın kuramsal çerçevesi oluşturulmuştur.

2.1.1. Müzikal analiz. Bir müzik eserini oluşturan notalar, kendi aralarında birtakım yapılar oluşturmaktadır. Notaların oluşturduğu küçük müzik yapılarına motif (nakış, örgen) denilmektedir. Bu yapıların özelliği, tek başına bir anlam ifade etmeyen notaların birleşimiyle oluşan, müzikteki anlamlı en küçük yapıdır. “Kendine özgü, melodik, ritmik, (çoksesli ise armonik) özelliği olan motif, gelişmeye elverişli en küçük fikir, en önemli yapıtaşısıdır. Bu en küçük yapıtaşısı kuvvetli zamana sahipse buna motif denir. Bir ses, bir harf gibi, bir fikir oluşturmadığından motif en az iki sestene meydana gelir” (Demir, 2017, s. 56). Müzikal analizde notaların oluşturduğu motifler, motiflerin oluşturduğu cümlecik, fraz (ibare), cümle, dönem (devir) gibi özellikler incelenir.

Batı müziğinin müzikal analizinde kullanılan terminoloji bir standart oluşturmuştur fakat Türk müziğinde bu terminolojide bir karmaşa yaşanmaktadır. Demir, (2017, s.75) “aynı hacimli ve birbiriyle uyuşan (cevaplaşan) iki motifin birleşmesinden meydana gelen yapıya fraz (Fr. phrase, ibare) denir”, Cangal (2004, s.15) ise “daha derli toplu bir fikri bize açıklayan ve bir anlam bütünlüğüne varabilen cümle, çoğu kez birbirini tamamlayan iki motiften oluşur” demektedir, aynı sayfada dipnot olarak cümleyi “Fr. phrase” olarak göstermektedir. Bu fikirlerden yola çıkarak cümle ile frazın aynı anlamda gösterildiği anlaşılabılır. Cangal’ın kitabında fraz (ibare) cümle ile eş anlamda kullanılıp, ayrıca bir yapı ya da konu olarak ele alınmamıştır. Fakat Demir, (2017, s.76) “...motifleri birleştirerek ibareyi, ibareleri birleştirerek cümleyi oluşturmaktayız” ifadesini kullanmıştır. Bu ifadeye göre iki ibare (fraz) cümleyi oluşturmaktadır.

Genel olarak ulaşılan tüm kaynaklarda motif terimi üzerinde fikirbirliği vardır. Fakat bazı kaynaklar incelendiğinde motifin oluşturduğu yapılarla ilgili bir anlam karmaşası olduğu göze çarpmaktadır. Akdoğu (1996, s.54), “cümlecik bir motif olabileceği gibi, birden fazla motiften de oluşabilir” şeklinde, diğer kaynaklara göre farklı bir terim kullanmıştır. Yine Akdoğu (1996, s.55), “birbirlerini tamamlayan en az iki cümlecğin oluşturduğu ezgisel bütüne cümle denilir” yazmıştır. Aynı kaynakta bu kez daha farklı bir terim ele alınmıştır: “İçinde cümlecik bulunmayan cümleye *söylem* denilir. Cümle gibi tam ya da yarım kararlı olabilir” (Akdoğu, 1996, s. 58).

Yavaşca, (2002) yine Akdoğu gibi farklı bir terminoloji kullanmıştır. Motiften bahsederken “unsur (öge, motif, çiçek)” diye bir ifade kullanmıştır. “Unsur veya çiçek, bir devrenin oluşumuna yardımcı olan lâhnî (ezgisel) ve îkâî (düzümsel) en küçük varlıktır” (Yavaşca, 2002, s. 11). Burada bahsi geçen “devre” terimi motiflerin oluşturduğu, bazı kaynaklarda geçen fraz, ibare gibi terimler yerine kullanılmıştır. Yavaşca (2002, s. 9), “bir ezginin en büyük parçasına cümle (phrase musicale) denir. Cümleyi meydana getiren bölümler ise ‘devre’leridir” yazmış; yine aynı kaynakta (Yavaşca, 2002, s. 72), Salih Dede’nin Uşşak Saz Semâîsinde ilk altı ölçüyü ikişer ikişer ayırmış ve her birine devrecik adını vermiştir. Bu altı ölçünün üç adet devrecikten oluşmuş olduğunu ifade edip, bu üç devreciğe 1. devre ismini vermiştir.

Literatürdeki bilgilerde bir fikirbirliği olmaması sebebiyle bu araştırma için bir terminoloji seçilmesi gereksinimi doğmuştur. Bu çalışmada en küçük anlamlı müzikal yapı için *motif*, motiflerin oluşturduğu yapı için *cümlecik*, cümleciklerin oluşturduğu yapı için ise *cümle* terimleri kullanılmıştır.

Müzikal analizde sadece bir eser üzerinde analiz yapılabildiği gibi bazen de bu analiz karşılaştırmalı olarak birkaç eserde de yapılmaktadır. Karşılaştırma kelimesi TDK’da (2022) “kişi ve nesnelerin benzer veya aynı yanlarını incelemek için kıyaslama” olarak tanımlanmaktadır. Karşılaştırmalı müzikal analizlerde ise, karşılaştırma yine benzer yanlar olan eserin türü, formu, bestecisi, yöresi, biçimi vb. gibi özellikler üzerinden yapılmaktadır.

2.1.2. Şarkı/Lied formu. Bu form Batı müziğinde lied, Türk müziğinde ise şarkı olarak adlandırılmaktadır. Türk ve Batı müziğinde romantizmin ortaya çıkmasına

doğru, besteciler bu formlarda daha yoğun bir şekilde eserler vermeye başlamışlardır. Bu form Türk müziğinde Hacı Arif Bey ile, Batı müziğinde ise Franz Schubert ile zirveye çıkmıştır. Kendilerinden önce de bu formda eserler veren besteciler olmuştur, fakat bu bestecilerin şarkı formunda çok sayıda ve nitelikli eserler vermesi, onların bu formun öncüleri olarak tanınmasını sağlamıştır.

Şarkı formları Türk müziğinde din-dışı sözlü musikinin küçük formlarından biridir. Akdoğu (1996, s.271) şarkı formundan şöyle bahsetmiştir: “Doğu ile ilgili (doğrusu Şarkî). Eskiden teganni, daha da eskiden Ir denilmiştir. Kırsal kesimde sözel tüm ezgilere türkü denilmesi gibi, kentsel kesimde de sözel tüm ezgiler, genel bir anlatımla şarkı olarak adlandırılmışlardır”. Şarkılar, Türk müziğinde küçük usullerle bestelenmişlerdir. Genelde küçük usuller kullanılmaktadır fakat bazı kaynaklarda bu formdaki bazı eserlerde büyük usuller de kullanıldığı yönünde görüş bulunmaktadır. “Şarkı tarzının bir nevi tarihi sayılacak Hâfız Post ve Tanburi Hanende Mehmet Çelebi’nin, Topkapı Sarayı, Revan Köşkü’nde el yazması 1724 numarada kayıtlı mecmualarından XVII. yüzyılda bestelenmiş birçok şarkının güfte örneklerini görmekteyiz. Bu mecmuadan, o zamanki şarkılarda küçük usullerden başka, büyük usullerin de kullanıldığını gözlemliyoruz” (Yavaşca, 2002, s. 122).

Türk müziğinde şarkı formu 4 bölüme ayrılmış ve bu bölümlerin her birine bir ad verilmiştir. Bunlar zemin, nakarat, miyan ve nakarat olarak belirlenmiştir. 4 mısralı şarkılarda 1. mısraya zemin, 2. mısraya nakarat, 3. mısraya miyan, 4. mısraya ise tekrar nakarat denilmektedir. 5 ya da daha fazla mısralı şarkı formlarında bu durum biraz daha farklı olabilmektedir. “Türk musikisinin küçük bir söz eseri formu olup, en çok kullanılan bir şekildir. 4, 5, 6, veya daha fazla mısralı şiirlerin terennümsüz olarak bestelenmesine denir” (Akdoğan, 2010, s. 139). Şarkı formunda eserler dize adına göre adlandırılmıştır. “2 mısralı müsennâ, 3 mısralı şarkılar müselles, 4 mısralılar murabba, 5 mısralılar muhammes, 6 mısralılar müseddes, 7 mısralılar müsebbâ, 8 mısralılar müsemmen, 9 mısralılar müteşâ, 10 mısralılar muaşşer ve 12 mısralılar isnâaşer” olarak adlandırılmaktadır (Özkan, 2015, s. 111).

Batı müziğinde şarkı formuna lied formu da denilmektedir. Cangal (2004, s. 35) şarkı formlarını 4 başlıkta ele almıştır. Bunlar bir, iki, üç ve katlı (triolu) şarkı formudur. Yurga (2005, s. 54) lied biçimlerinden “bir bölmeli (A), iki bölmeli (AB), üç bölmeli (ABA) bazen katlı (triolu) şarkı (AB CDC AB), (ABA CD ABA), (ABA CDC ABA)”

diye bahsetmiştir. Şarkı formunun en yaygın kullanılan biçimleri açıklamalarda belirtildiği gibidir. Bunlara ek olarak Sağer & Albuz (2008, s. 25) küçük Rondo formu (nakaratlı şarkı formu) olarak bir başlık eklemiştir. Bu formu, sürekli tekrarlanan nakarat bölümü olması sebebiyle ABACADA/ABA'CA''DA''' şeklinde ifade etmişlerdir. Türk müziğinde şarkı formu sözlü eserlerden oluşmasına rağmen, Batı müziğinde hem sözlü hem de sözsüz eserler bu formda olabilmektedir.

Lied formu ikiye ayrılmaktadır. Yurga (2005, s.55) bunlardan şöyle bahsetmektedir: “Alman halk şarkılarına ‘Volslied’ denmektedir ve geçmişi orta çağa kadar uzanır. Almanların sanatsal şarkılarına ise, ‘Kunstlied’ denir ve geçmişi 17. yy.’ın ortalarına değin uzanır. Kunstlied bugün bilinen anlamdaki lieddir”. Bu açıklamaya göre Schubert’in liedlerine “Kunstlied” denilmektedir.

2.1.3. Hacı Arif Bey (1831-1885). İstanbul’un Eyüp semtinde dünyaya gelmiştir. Gerçek adı Mehmed Arif’tir. Küçük yaşından beri musikiye verdiği önem ve sesinin güzelliği ile dikkat çekmiştir. Türk musikisinde *Romantik Dönem* diye bilinen, şarkı formu ile küçük formda eserlerin diğer formlara göre daha çok bestelendiği dönemi başlatan bestekâr olmuştur.

Daha ilkökul çağlarındayken musiki öğrenimine başlamıştır. Musiki öğrenimi ile ilgili olarak bazı kaynaklarda şu ifadeler geçmektedir: “Mehmed Zekâi Efendi’den (Dede) musiki dersleri almış, daha sonra onun aracılığı ile ilahi hocası olan ve aynı zamanda Mızıka-i Humayûnda ders veren Eyyûbi Mehmed Bey’den ders almaya devam etmiştir” (Özalp, 1986, s. 246). Küçük yaştayken bile büyük bestekârların dikkatini çekmiş ve övgüsünü kazanmıştır. “Mehmed Zekai Efendi, henüz 12 yaşlarındayken Arif Bey’i Dede Efendi’ye götürüp elini öptürmüştü. Dede Efendi onu dinlemiş, beğenmiş ve geleceğin büyük bir musiki ustası olacağını işaret etmiştir” (Özalp, 1986, s. 249).

O yıllarda Türk müziği ayrı bir önem kazanmış ve değer görmüştür. Bunun nedenlerinden biri padişahların müziğe verdiği önem olarak gösterilebilir. Padişah III. Selim’in (1761-1808) müzisyen olması ve saraylarda sık sık fasıllar düzenlemesi, saray tarafından Türk müziğine verilen değeri göstermeye yeter. O dönemlerde Türk müziğindeki sanatsal olarak büyük formdaki eserlerin yanında küçük formda bir tür

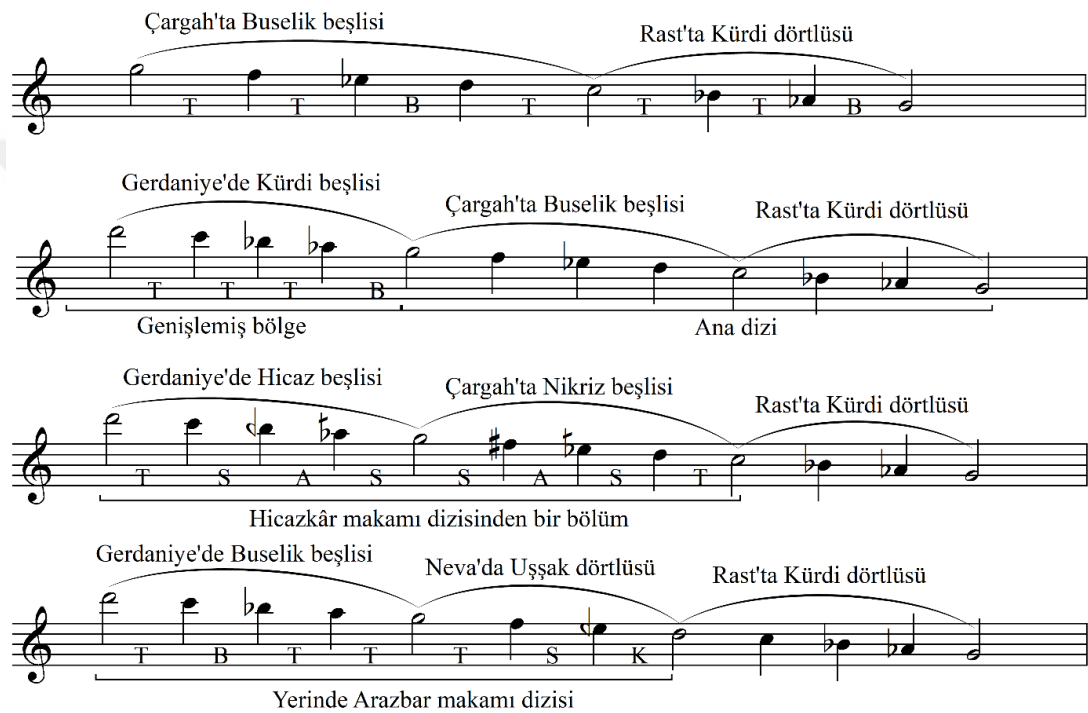
olan şarkı formunda eserler verilmiştir. Dönemin en ünlü bestekarlarından Dede Efendi, III. Selim ve Dellâlzade İsmail Efendi gibi bestekarlar bu formda eserler vermişlerdir. Giderek yaygınlaşan şarkı formu Hacı Arif Bey ile zirveye ulaşmıştır.

Hacı Arif Bey'in şarkı formunda 1000'den fazla eser verdiği bilinmektedir. Günümüze ulaşan eser sayısı ise 350 civarındadır. Bazı kaynaklarda bu sayılar tam olarak verilmiştir. "Bugün elde 386 şarkısı, 8 dini eseri ve bir de büyük formda din dışı eseri bulunmaktadır" (Aksüt, 1992, s. 165). Şarkı formu dışındaki eserleri çoğu kaynakta da geçtiği gibi, şarkıları kadar başarılı ve ünlü olmamıştır. "Bugün elimizde bulunan 8 kadar durak, tevşih, ilahi de dikkatleri çekme noktasından uzaktır" (Salgar, 2011, s. 58). Öztuna (1986, s.68) dini formdaki eserleri hakkında "hiç olmazsa 100'ün üzerinde ilâhî bestelemiştir. İlâhîlerin unutulmasının sebebi, bir tekkeye, bir tarikata mensup bulunmamasıdır" diye bahsetmiştir.

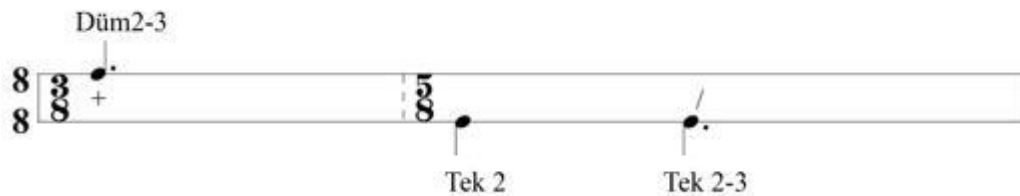
Bestekarlığı birçok kaynakta övgüyle anılmıştır. "Hiçbir saz çalmadığı ve tek nota da bilmediği halde, sırf hafızasının kuvveti sayesinde şarkıları hatasız okumuş ve binden fazla beste yapmıştır" (Türk ve Dünya Meşhurları Ansiklopedisi, 1962, s. 43). Arif Bey'e yapılan övgüler genelde şarkı bestekarlığı üzerinedir. "Şarkılarından bir bölümünü ünlendiği diğer eserlerle beraber *Mecmuai Arifi* adlı yayınında yayımladı. Müzik alanındaki hizmetlerinden dolayı Abdülmecit, *Mecidi* nişanıyla, İran Şahı da Şir ü *Hurşit* nişanının 4. rütbesiyle onurlandırdılar" (Sözer, 1986, s. 297). Fakat şarkı formu dışında yapmış olduğu eserlere övgü yapıldığına pek rastlanmaz. Nihavend makamında, çember usulündeki bir bestesi için Salgar (2011, s. 58) şunları yazmıştır: "‘Gahi gönül firâkın’ güfteli bestesi, muhtemelen ilk yıllarında bir deneme mahiyetinde yapmış olduğu bir eserdir. Makamın Nihavend oluşu, çember usulünü değerlendirdişi ve terennüm olarak kullandığı mısra, Arif Bey'in farklı bir şeyler yapmak istediği izlenimini verir fakat eser, beste formundan ziyade şarkı formuna benzemektedir".

Hacı Arif Bey, Türk musikisi makamlarından Kürdilihicazkâr makamını (Resim 1) ve Müsemmen (Katakofti-Katikofti) usulünü (Resim 2) bulmuştur. "Müsemmen (katikofti) usulü ilk defa hanende Hacı Arif Bey tarafından kullanılmış veya yine onun tarafından bulunmuş bir usuldür" (Özkan, 2015, s. 637). Kürdilihicazkâr makamı için bazı kaynaklarda bu makamı terkîb etmiştir diye geçmektedir. "En büyük Türk şarkı bestekârlarından biri olan Hacı Ârif Bey'in takriben 1855 yılına doğru terkîb ettiği

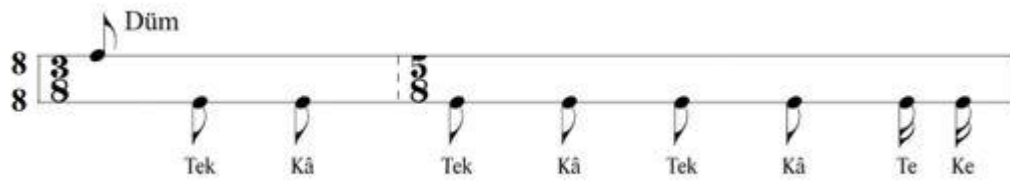
Kürdilihicazkâr makamı, 1855'ten itibaren Türk Mûsikisi'nin hemen hemen en çok kullanılan makamlarının başında gelmesine rağmen, aslında yeni bir makamdır" (İşal, 1995, s. 6). "Kürdi'li Hicazkâr makamı hanende Hacı Arif Bey'in buluşu olan bir makamdır" (Özkan, 2015, s. 245). Birçok kaynak Kürdilihicazkâr makamının Hacı Arif Bey tarafından bulunduğu bahsetse de bazı kaynaklarda farklı bilgiler yer almaktadır. "İsmi konmamış olmakla beraber Kürdilihicazkâr renginin Hacı Arif Bey'den önce de var olduğu şüphesizdir" (Ünsal, 1992, s. 220).



Resim 1. Kürdilihicazkâr makamı dizileri (Aydemir, 2016, s. 81).



Resim 2. Müsemmen usulü (Özkan, 2015, s. 637).



Resim 3. Müsemmen usulünün kudümle vuruluşu (Özkan, 2015, s. 637).

Hacı Arif Bey sadece eser bestelemekle kalmamış, Mızıka-i Humayûnda ders vermiş ve birçok değerli öğrenci yetiştirmiştir. Sarayda da cariyelere ders verdiği bilinmektedir. “Sultan Abdülmecid, Arif Bey’i affedip mâbeynci olarak saraya aldı ve Hârem-i Humayûn’da cariyelere musiki hocalığı yaptırmaya başladı” (Aksüt, 1992, s. 163).

Hacı Arif Bey’in öğrencileri de değerli besteler yapmış ve eserleriyle günümüze kadar tanınmış kişiler olmuşlardır. Salgar (2011, s.56) öğrencilerini şöyle sıralamıştır: “Servet Efendi, Gırlızen Asım Bey, Santuri Edhem Efendi, Kanuni Mehmet Bey, Şevki Bey ve Lemi Atlı”. Bazı kaynaklarda öğrencileri olarak farklı adlara da rastlanılmaktadır. “...bu dahi bestekâr, Şevki Bey, Şeyh Mustafa Servet Efendi, Kanuni Mehmed Bey, Leon Hancıyan, Zâtî Arca gibi çok kıymetli müzisyen-bestekârlara hocalık etmiştir” (Aksüt, 1992, s. 167).

En tanınmış öğrencilerinden biri olan Şevki Bey’in (1860-1891), hocası gibi 1000’den fazla eser verdiği bilinmektedir. Yaşamının 31 yıl sürmesi ve şarkı formunda çok eser vermesi sebebi ile Batı müziğinin büyük *lied* (şarkı) bestecisi Franz Schubert’e benzetilmektedir. “Şevki Bey’i kendisinden 62 yıl önce ölmüş modern *lied*’in yaratıcısı Schubert’e benzetebiliriz. O da Schubert gibi, hislerinin bütün sıcaklığını, inceliğini şarkılarıyla terennüm etmiş 600’e yakın şarkı bestelemiş ve Schubert gibi 30. yaşında ölmüştür”(Ediboğlu, 1962, s. 130). Başka bir kaynakta da Şevki Bey’den şöyle bahsedilmiştir: “Türkler’in Schubert’i denen ve öldüğü yaş kadar, şarkı formundaki büyük başarısı ve mütevazi hayatı da Schubert’e benzeyen...” (Öztuna, 1976, s. 286). Schubert (1797-1828) ile benzeşen en önemli yanları yaşam sürelerinin aynı olması ve şarkı formunda tanınmış en değerli bestecilerden olmalarıdır. Fakat Türk müziğinde şarkı formunun en büyük isminin Hacı Arif Bey olması, yaşadığı

yılların Schubert ile daha yakın olması gibi özelliklerden dolayı bu iki bestekârı birbirine benzetmek daha uygun görünmektedir.

2.1.4. Franz Schubert (1797-1828). Adı genel olarak Franz Schubert olarak bilinmesine rağmen, bazı kaynaklarda Franz Peter Schubert diye de geçmektedir. 1797 yılında Viyana’da dünyaya gelmiştir. Müziğe küçük yaşta babasından keman öğrenerek başlamıştır. Babası belki de dünyaca ünlü bir bestekâr olacak olan bu çocuğun yeteneklerini sezmişti.

Franz Schubert, dünyada olduğu kadar ülkemizde de tanınmaktadır. Yener (1978, s.4) Schubert hakkında şu bilgileri vermiştir: “Babadan keman, büyük kardeş İgnaz’dan piyano, koro yöneticisi Michael Holzer’den teori” dersleri almıştır. Holzer ile bir anısı şöyle aktarılmaktadır: “Holzer, sırayla çocuğun yeteneklerine şaşırdı ve babasını daha önce hiç böyle bir öğrencisi olmadığı konusunda temin etti. Holzer, babasına, ‘ona, o an bir şey öğretmeyi istersem, onu zaten bildiğini görüyorum! Sadece onu şaşkınlıkla dinleyebiliyorum’ diye açıkladı” (Rowbotham, 2017, s. 208).

Schubert, Wenzel Ruzicka’dan piyano ve org eğitimi almıştır. Ruzicka, Schubert’in yeteneği için “bu tanrıdan öğrenmiş” (Woodford, 1984, s. 10) diyerek ondan övgüyle bahsetmiştir. Aynı kaynakta Beethoven ve Liszt gibi bestecilere de öğretmenlik yapan o zamanın ünlü müzisyeni Antonio Salieri’nin (1750-1825) de Schubert’e ders verdiği aktarılmaktadır. Schubert açıklamalarda bahsedildiği gibi o zamanın birçok müzik hocasından ders almıştır. Yeteneği eğitim ile gelişmiş, müzikte dünyaca tanınan bir besteci olmuştur.

Ünlü besteci 600’den fazla lied, 9 senfoni, çok sayıda opera, piyano eserleri ve oda müziği bestelemiştir. Kaynaklarda *lied* formundan bahsedilirken çoğunda kendisinin adı geçer. “Lied’in ustası olarak da Franz Schubert gösterilmektedir. 604 Lied’i bulunan Schubert, ‘Lied’in Babası’ olarak tarihe geçmiştir” (Yurga, 2005, s. 55). Başka bir kaynakta ise şöyle bahsedilmiştir: “Beethoven romantik Lied’in öncülüğünü yapmıştır, ama gerçek lied yükselişini Schubert’le bulmuş, Schumann’la mutlu bir yenilenme çağına girmiştir” (Hodeir, 2016, s. 47).

Schubert’in eserleri dünyada ünlenmiş, birçok araştırmanın konusu olmuştur. Cangal, 2004 yılında yazdığı Müzik Formları adlı kitabında, Schubert’in eserlerinden şu

örnekleri vermektedir. “Schubert Lied’lerden, değişik şarkı formuna ait örnekler: bir bölmeli şarkı formu, Das Wandern; iki bölmeli şarkı formu, Die Liebe Farbe... Schubert’in, Erlkönig eseri sekiz kıtadan oluşan Goethe’nin bu şiiri, baştan sona her kıtası ayrı olarak bestelenmiştir” (Cangal, 2004, s. 63). Cangal gibi çalışmasında şarkı veya lied formundan bahseden birçok araştırmacı Schubert’in eserlerinden örnek vermiştir. “İki bölümlü şarkı formuna örnek olarak size Schubert’in güzel valsini (si bemol majör vals) vermek istiyoruz” (Say, 2001, s. 140).

Schubert’in eserleri günümüzde halen müzik bölümlerinde, konservatuvarda ve müzik eğitimi veren birçok kurumda öğretilmektedir. “Schubert’in çalgı yapıtlarında bile ses müziğine ne kadar bağlı kaldığı Wandererphantasie adlı yapıtında belirgin biçimde gözükmeştir. Piiano parçaları bu yüzden *şarkılamayı* öğreten en güzel örnekler olarak günümüz müzik okullarında da kullanılmaktadır” (Say, 1997, s. 332). Eserleri, şan eğitiminde sıkça kullanılmakta ve örnek eserler olarak gösterilmektedir. “Şan repertuvarına kazandırdığı 600’den fazla Lied’le Schubert, Lied sanatında tartışmasız bir önem ve yere sahip olmuştur. Mükemmel Lied’leri yaratmanın yolunun en doğru şiirleri seçmekte olduğuna inanmış ve Goethe, Klopstock, Schiller, Heine, Rellstab gibi zamanın en iyi şairlerinin şiirleri üzerine beste yapmıştır” (Akkılıç, 2010, s. 434). Buradan da anlaşılabileceği gibi Schubert, ünlü şairlerin şiirleri üzerine mükemmel ezgiler yazarak, onları müzik dünyasına taşımış ve ölümsüzleştirmiştir.

Ünlü bestecinin eserlerinde yalnızca bahsedilen ses müziğine yönelik olarak değil, piyano eşliğine yönelik de çalışmalar yaptığı görülmektedir. “...Önemli olan, bu şarkıların nitelikleridir ve Schubert’le birlikte ses ve piyano için müzik yazmanın tam anlamıyla bir başlangıca varmış olmasıdır. Mozart, Haydn ve Beethoven bu ortamda eserler yazmışlardır. Fakat Schubert’in eserlerine göre ayırık ve etkisiz olaylar gibi kalırlar” (Mimaroglu, 1995, s. 89). Eserlerinin nitelikleriyle kendisinden önceki bestecilerin Lied formundaki eserlerinin önüne geçmiş ve kendisinden sonraki bestecilere de örnek olmuştur. Mimaroglu (1995, s.89), Schubert’ten sonra gelen besteciler hakkında şunları eklemiştir: “Schubert’ten sonraki bütün şarkı bestecilerinin yapıtları, Schumann, Brahms, Mahler liedleri, Fauré ve Debussy şarkıları hep, onun sağladığı verilerin şu ya da bu yenilikle zenginleştirilmesinin sonucudurlar”.

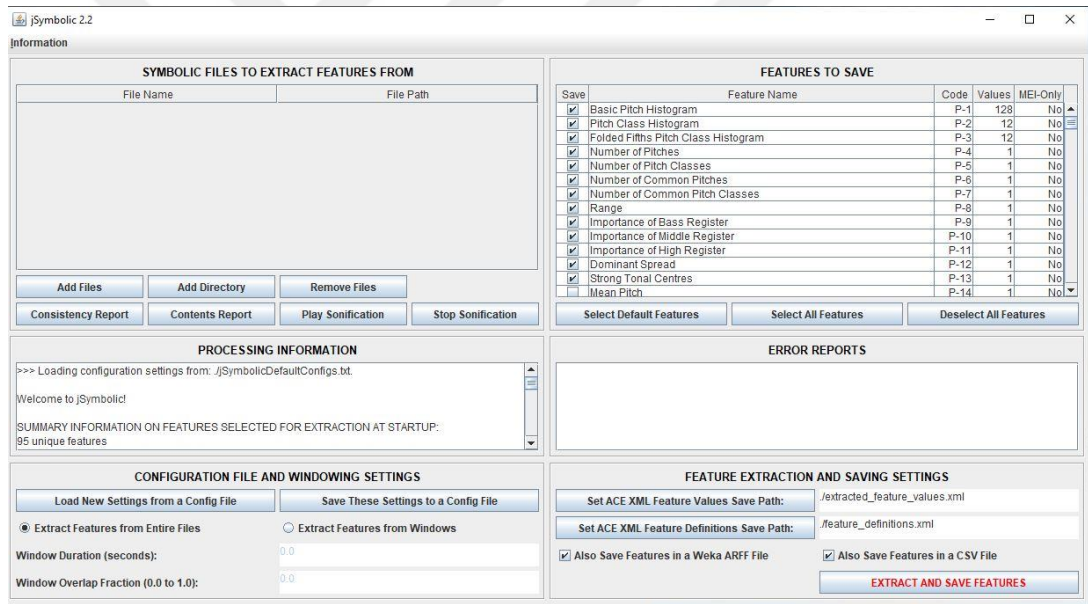
2.1.5. WEKA. WEKA, veri madenciliği ve yapay öğrenme (*machine learning*) için kullanılmak üzere Java programlama dilinde yazılmış açık kaynak kodlu bir program paketidir. Yeni Zellanda'da bulunan Waikato Üniversitesi'nde geliştirilmiştir. Sınıflandırma ve kümeleme algoritmaları bakımından zengindir. Bu algoritmalar, genellikle sayısal olarak girilen verilerin, doğrudan görülemeyebilen ilintilerini tespit ederek onları birbirinden ayırabilmek için ipuçları verir. Bu nedenle birçok alanda kullanılmaktadır.

Yapay öğrenme şöyle açıklanabilir: "... verilerin bütününden yeni çıkarımlar elde edilmesini sağlar. Mevcut büyük verilerle, ileride tahmin edilebilecek sonuçların üretilmesine zemin oluşturur" (Gökalp, 2022, s. 2). Veriler WEKA programı içinde çeşitli algoritmaların yürüttüğü tahminler doğrultusunda işlenmektedir. Bu algoritmalar denenerek içlerinden en uygunu seçilip, yaptığı tahminler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Coşkun ve Baykal (2011, s. 55) araştırmalarında WEKA programını şu şekilde açıklamışlardır: "Ham verinin işlenmesi, öğrenme metotlarının veri üzerinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi, ham verinin ve ham veriden öğrenilerek çıkarılan modelin görsel olarak izlenmesi gibi veri madenciliğinin tüm basamaklarını destekler."

Program içerisine veriler daha önce oluşturulmuş .csv, .data veya .arff gibi birçok dosya türünden girilebilmekte ve bu dosyalarla çalışılabilmektedir. WEKA programı genellikle algoritmaları teker teker çeşitli parametrelerle deneyerek kullanılmaktadır. Ancak daha sonra geliştirilmiş olan Auto-WEKA gibi araçlar bu denemelerin otomatik olarak yapılabilmesini ve en uygun algoritmanın ve parametrelerin seçilmesini sağlayabilmektedir. Bu da en uygun algoritmanın belirlenmesini kolaylaştırmıştır. "Python, R Project, Knime ve Java tabanlı diller ve araçlardan WEKA'ya bağlanarak içerisindeki ya da Package Manager'a eklenebilen 3. parti uzantılarla ilgili algoritmaları kullanmak oldukça kolaydır. Aynı zamanda büyük veriyi (3V, 4V, 5V...) işlemek ve Derin Öğrenme alanında kullanabilmek de mümkündür" (Veribilimiokulu, 2022). Buradan da anlaşılacağı gibi WEKA programı sadece yapay öğrenmede değil, derin öğrenmede (deep learning) de kullanılabilmektedir.

2.1.6. jSymbolic. jSymbolic, Java programlama dilinde yazılmış, MIDI ve MEI¹ formatındaki müzik eserlerinden istatistiksel bilgilerin elde edilmesine yarayan açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Müzik eserlerinden elde edilen bilgiler, onlar hakkında daha derinlemesine bilgi edinilmesini ve müzikal analizlerinin daha kapsamlı yapılmasını sağlamaktadır. Bu tür yazılımlar genelde müzik teorisi, müzik bilgi erişimi (MIR) ve müzikoloji alanlarında kullanılmaktadır.

jSymbolic yazılımı Cory McKay, Julie E. Cumming ve Ichiro Fujinaga tarafından geliştirilmiştir. “jSymbolic, kendisini bugüne kadarki en kapsamlı sembolik öznitelik özütleme kılana 1497 farklı değerden oluşmuş 246 benzersiz öznitelik sağlar. 135 yeni benzersiz öznitelik sağlamasına ek olarak, jSymbolic'in 2.2 sürümü, sembolik müziğin nasıl kodlandığıyla ilgili önyargıları önlemek üzere işlevselliğe özel bir odaklanma getirmektedir” (McKay, Cumming & Fujinaga, 2018, s. 348).



Resim 4. jSymbolic 2.2 Ekran Görüntüsü

Resim 4’teki görüntünün sol üstünde yer alan “Symbolic files to extract features from” bölümünde, işlenmek istenen MIDI ve MEI dosyalarının seçilmesi vb. işlemler gerçekleştirilir. Sağ üstteki “Features to save” başlıklı pencerede ise istenen öznitelikler belirlenir. “Processing information” kısmında (sol orta) işlem süreci

¹ Music Encoding Initiative/Müzik Kodlama Girişimi:
<https://music-encoding.org/>

görünür. Programın işleyişindeki hatalar (Error reports) sağ orta kısmında gösterilmektedir. “Configuration file and windowing settings” (sol alt) kısmında da yapılandırma dosyası ve pencereleme ayarları, “Features extraction and saving settings” (sağ alt) kısmında ise, öznitelikleri çıkarma ve kaydetme ayarları mevcuttur. “Features extraction and saving settings” kısmında öznitelikleri ayrıca WEKA ARFF ya da CSV formatlarında kaydetme seçenekleri bulunmaktadır.

jSymbolic 2.2 sürümündeki öznitelikler 8 gruba ayrılmıştır. Bunlar, perde istatistikleri, ezgisel aralıklar, akorlar ve dikey aralıklar, ritim, enstrümantasyon, doku, MEI’ye özgü öznitelikler ve dinamiklerdir. Bu programın üzerinde çalıştığı iki dosya formatından biri olan MEI’den, MIDI dosyalarından elde edilemeyen bazı öznitelikler çıkarılabilmektedir.

2.1.7. SymbTr. SymbTr, Türk makam müziğini sembolik veri formatında gösterebilmek için M. Kemal Karaosmanoğlu tarafından tasarlanıp oluşturulmuş bir format ve veritabanıdır². Bu veritabanı sayesinde Türk müziği notaları sayısal/kategorik verilere çevrilebilmiş ve böylelikle bilgisayarla hesaplamalı analiz yapılabilmesine olanak tanınmıştır. Veritabanında yer almayan eserlerin notaları Mus2 programıyla³ yazılıp SymbTr formatında kaydedilmek suretiyle kullanıma sokulabilir. SymbTr geniş bir veritabanıdır. Veritabanındaki notalar güvenilir kaynaklardan elde edilmiştir. Metin, PDF ve MIDI formatlarındaki dosyalardan oluşur (Karaosmanoğlu, 2012, s. 223). İkinci versiyona MusicXML ve ABC (3. parti) formatlarındaki dosyalar da eklenmiştir.

“SymbTr’de 53TET’in kapsayıcı format olarak seçilmesi klasik Türk musikisi ve Türk halk müziği eserlerini sembolik olarak aynı terminolojiyle ifade edebilmenin yanı sıra, eserleri her âhenge öteleyebilmeyi de mümkün kılmıştır” (Karaosmanoğlu, 2015, s. 31). SymbTr’de eserlerdeki perdeler, Türk müziğinde adı geçirilmese de yaygın olarak kullanılan *Holder koması* birimiyle kodlanmıştır. Holder koması “Pisagor koması ile sentonik koma arasında bir genişliğe sahip olması nedeniyle, günümüzde kısaca koma denilince akla gelen aralık olmaktadır” (Karaosmanoğlu, 2017, s. 88). Oktavı işitsel

² <https://github.com/MTG/SymbTr>

³ <https://mus2.com.tr/>

olarak eşit 53 aralığa böler. SymbTr dosyalarındaki *komaAE* adlı sütunda yer alan değerler, Sadettin Arel ve Suphi Ezgi'nin önerdikleri Türk müziği ses ve makam sistemine göre hesaplanmıştır. *koma53* sütundaki değerler ise pratikte kullanılan tonlamaları ifade eder. Bazı makamlardaki eserlerin kimi perdelerinde *komaAE* ile *koma53* sütunlardaki değerler bu nedenle aynı değildir.

2.2. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde ulusal ve uluslararası kaynaklarda yer alan yapay zekâ/teknoloji destekli müzikal analiz modelleri hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

Hüseyin Yükrük yüksek lisans tezinde (1998) H. F. Olson yöntemini Türk halk müziği ezgilerinin analizinde kullanmıştır. Bu yöntemle Aşık Veysel'in 6 türküsünün ikili ve üçlü nota zincirlerini belirleyip çizelge halinde göstermiştir. Farklı bir yöntemmiş gibi görünse de kullandığı Markov modelidir. Zaten "Markov modelini müzikte ilk kullanan Olson olmuştur" (Yalçinkaya, 2004, s. 11).

Nooijer, Wiering, Volk, Tabachneck-Schijf (2008) yaptıkları çalışmada 40 uzmanın işaretlediği 10 ezgiden oluşan veri kümesi ile TGU's, LBDM, Grouper, Melodic Similarity Model (MSM) ve Information Dynamics (ID) algoritmalarının sonuçları karşılaştırılmıştır. Uzman işaretlemelerine en yakın sonucu veren 3 algoritma tespit edilmiştir. Bu algoritmalar LBDM, Information Dynamics (ID) ve Grouper algoritmalarıdır.

Bozkurt, Gedik ve Karaosmanoğlu (2011) tarafından yapılan araştırmada, klasik Türk müziği için otomatik notaya dökme sistemi geliştirmiş, Türk müziğinin Batı müziğinden farklı özellikleri açıklanmıştır. Ses sinyallerinden frekans ölçümü, frekansların dağılımından otomatik karar sesinin frekans tespiti, makam tanıma, frekans bilgisinin aralık bilgisine dönüştürülmesi, frekans/süre nicemleme adımları arasındaki ilişkiler tanımlanmış ve oluşturulan sistem içerisindeki fonksiyonlar açıklanmıştır.

Erol Düzbastılar (2013), yaptığı çalışmada ikili Markov zincir tekniğini, ünlü bir keman metodunun üzerinde ardıl hareketleri belirlemek amacıyla kullanmıştır. Metottaki ses alanı, notaların kullanım sıklığı, geçişler gibi özellikler incelenerek

tablolar ve grafikler oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ön çalışmalar önerilmiştir.

Müzik teknolojisini kullanarak Türk müziği icralarının analizini yapan Gedik vd. (2013), Türk müziği icralarındaki perdeleri MIDI formatında temsil edebilecek bir araç geliştirmiştir. Bu araçla Türk müziği icralarından yola çıkarak, icraları görsel olarak temsil biçimi ortaya koymuştur. Türk müziğindeki icralarda kullanılan bazı notaların, teoride karşılığı tam olarak yoktur. Bu çalışmada, icrada kullanılan ve teoride karşılığı olmayan notaların MIDI formatında nasıl temsil edilebileceği ele alınmıştır.

Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı, Ünal (2014) yayınladıkları makalede, Türk makam müziği notaları için otomatik ezgi bölütleme yöntemi sunmuşlardır. Uluslararası literatürde yer alan yöntemler Türk müziği eserlerinde sınanmış, usul ve makam arasındaki ilişkiye yönelik iyileştirmeler önerilmiştir. İstatistiksel öğrenme tabanlı bir otomatik ezgi bölütleme yöntemi ortaya konulmuş ve önerdikleri bu sistemin literatürdeki tekniklerden daha yüksek başarı sağladığını bildirmişlerdir.

Giraud, Groult ve Levé (2015), yaptıkları araştırmada müzik bilgi erişimi (MIR) algoritmalarıyla form analizi ve bölütleme kümesi çalışmaları yapmışlardır. Müzik formlarının kodlanması ve otomatik analizi üzerine çalışmışlardır. Füg ve Sonat formundaki eserlere yönelik, yapay öğrenme ile bilgisayarın tahmin yapmasını sağlamışlardır.

Çelik (2016) yaptığı araştırmada veritabanını birinci ve ikinci sıra Markov analizi ile işleyebilen Micro-Markov uygulaması programlanmıştır. Bu program MIDI dosyasını, veritabanı oluşturarak melodik ve ritmik olarak analiz etmektedir. Ayrıca Türk müziği perdelerinin sent değerini -99 ve +99 birimleri arasında değişimli olarak seslendirebilmektedir. Eserleri Türk müziği sistemiyle notaya alabilen Micro-Markov, perde sent değerleri gerçek zamanlı değiştirilebilen ilk mikrotonal algoritmik besteleme örneği olarak literatüre girmiştir.

Gulati, Serra, Ishwar, Şentürk ve Serra (2016), araştırmalarında vektör uzayı modellemesi kullanarak otomatik rĀga tanıma üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalarında Hint müziğindeki tecrübeli uzmanların verileri doğrultusunda rĀgaları

motif ve cümlelere ayırmışlardır. RĀga tanımaya yönelik bir dizi sınıflandırma stratejisi kullanarak, tahmine dayalı bir model oluşturmuşlardır.

Abidin, D., Öztürk, Ö., & Öztürk, T. Ö. (2017), çalışmalarında klasik Türk müziğinde makam tanıma için veri madenciliği kullanımını deneysel yöntem ile incelemişlerdir. Çalışmada 1261 Türk müziği eseri içeren veri kümesi kullanmış, yapay öğrenme ile hangi makama ait olduklarını tahmin etmek üzere öznitelik çıkarımı gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak makam tanımada % 89.7 oranında başarı sağlamışlardır.

McKay, Cumming ve Fujinaga (2017), yaptıkları araştırmada eserler üzerinden, 7 rönesans dönemi bestecisine yönelik yapay zekânın tahmin yapmasını sağlamışlardır. Bunun için eserlerin jSymbolic yazılımından öznitelikleri çıkarılıp, WEKA ile algoritmaların tahminine sunulmuştur. Elde edilen çıktılar bestecilere ait eserlerin özniteliklerini ortaya çıkarmıştır.

Yılmaz, Başara ve Çelik (2019), yaptıkları çalışmada Buselik makamının günümüz kullanımı ile Cumhuriyet öncesi kullanımını incelenmişlerdir. Geleneksel yöntem ve Serdar Çelik tarafından bu araştırma için yazılmış olan “Seyr-i MIDI” adlı analiz programı ile şarkı formunda yazılmış 20 eser analiz edilmiş, veriler günümüz Türk müziği sistemi olan Arel nazariyesi ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Buselik makamının günümüz tanımından daha karmaşık bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yang ve Tsal (2021), yapmış oldukları araştırmada piyano notaları, MIDI ve ses verileriyle, bestecilerin stillerinin öğrenilmesini ve bunun tahminlerde kullanılmasını çalışmışlardır. Bu çalışmayı, daha önceki üç araştırmalarını genişletmek üzere yapmışlardır. Tek geçişte öğrenme, çapraz modal transfer öğrenimi ve veri artırma yöntemlerini deneyip sonuçlarını araştırmaya eklemişlerdir. Birincisinde rastgele kaldırılan nota ya da nota gruplarının, perde değişimine bağlı olarak, müzik motiflerini artırma planlarının birkaçını keşfetmişlerdir. İkincisinde önceki modelleri değiştirmenin yolunun, modeller arası transfer öğrenimini değiştirmek olduğunu tarif etmişlerdir. Tamamen nota üzerinde bir modelin eğitildiği ses veya MIDI verileri, besteci sınıflandırılmasını gerçekleştirmek için kullanılabilir. Üçüncü olarak 1 aşamalı (yapay) öğrenme ile öğrenilmiş model performansını ve hangi modelin

öğrenmeye dahil edilmeyen besteciler arasında sınıflandırma yapabildiğine yönelik performansını tespit etmişlerdir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örneklem, uzman katılımcılar, verilerin toplanması ve analizi alt bölümleri ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada nitel araştırma deseni kullanılmıştır. “Nitel araştırmalar, geleneksel araştırma yöntemleriyle ifade edilmesi zor olan sorulara cevap bulmak için gereklidir” (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, ve Demirel, 2018, s. 252). Araştırmada doküman incelemesi yanında fenomenolojik (olgubilim) yaklaşımı gereğince görüşme tekniğinden yararlanılmıştır. “Araştırmacının görüşülen bireyle güven ve empatiye dayalı bir etkileşim ortamı oluşturabilmesi önemlidir. Böyle bir ortam içinde bireyler kendilerinin bile daha önce farkında olmadıkları ya da üzerinde fazla düşünmedikleri yaşantıları ve anlamları ortaya koyabilirler.” (Büyüköztürk, vd. 2018, s. 22).

Bu araştırmayla oluşturulması hedeflenen şarkı formundaki eserlerin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modeline yönelik işlem basamakları şunlardır:

- 1. Aşama:** Türk ve Batı müziğinin şarkı formunda bestelenmiş eserlerinin, karşılaştırmalı müzikal analizinde bulunması gereken özelliklerini belirlemeye yönelik uzmanlardan yapılandırılmamış görüşme yoluyla görüş alınması,
- 2. Aşama:** 1. aşamada alınan görüşler doğrultusunda, araştırmacı tarafından jSymbolic yazılımındaki özniteliklerden araştırmaya uygun olanlar seçilip; Türk ve Batı müziğinin şarkı formunda bestelenmiş eserlerinin analiz basamaklarını oluşturmaya yönelik uzmanlardan yapılandırılmış görüşme yoluyla görüş alınması,
- 3. Aşama:** Örneklemi oluşturan Hacı Arif Bey ve Franz Schubert ’in şarkı formunda yazılmış 100’er adet eserinin, yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizini yapmak üzere toplanıp, nota yazım programı ile yazılması. Bu aşamada bestecilerin

eserleri nota yazım programında yazılırken, seçilen 200⁴ eserdeki perdeler en yakın 12-TET perdelerine dönüştürülmüş ve ardından öznitelikler, dönüştürülen bu verilerden hesaplanmıştır. Bunun iki nedeni vardır:

1. Kullandığımız 90 dolayındaki özniteliğin jSymbolic uygulamasına hesaplatılmış olması ve bu uygulamanın sadece 12 ton eşit tamperaman (12-TET) verilerini işleyebilmesi,
2. Schubert'in yaşadığı dönemde 12 ton eşit tamperaman sisteminin kullanılmış olduğuna dair kesin bir bilgiye rastlanmamasıdır.

jSymbolic uygulaması öznitelikleri, müzik eserlerinin MIDI formatındaki temsillerini girdi olarak alıp hesaplamaktadır. MIDI dosyaları perde sündürme (*pitch-bend*) mesajları aracılığıyla AEU-24 sistemindeki gibi mikrotanal perdeleri seslendirebiliyor olsa da, jSymbolic öznitelikleri en yakın 12-TET notası entonasyonları üzerinden hesaplar. Dolayısıyla jSymbolic çıktısı öznitelikler, hem Hacı Arif Bey'in hem de Schubert'in eserlerini 12-TET sisteminde bestelenmiş/notaya alınmış gibi belirlemektedir. Öznitelikler, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in eserlerindeki perdelerin en yakın 12-TET notalarına dönüştürülmüş versiyonlarıyla hesaplanmasında sakınca görülmemiştir.

4. Aşama: 2. aşamada uzmanlar tarafından seçilen öznitelikleri elde etmek üzere örneklemdeki 200 eserin MIDI dosyalarının, jSymbolic yazılımından çıktılarından alınması,

5. Aşama: jSymbolic yazılımının çıktılarından elde edilen verilere, MIDI Toolbox yazılımı Matlab üzerinden çalıştırılarak, LBDM algoritması ile “*Cümlecik adedi*” ve “*Cümlecik başına düşen ortalama nota adedi*” adında 2 yeni öznitelik eklenilmesi,

6. Aşama: Ulaşılan çıktıların senteziyle Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in belirlenen eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizinin WEKA yazılımıyla yapılması,

7. Aşama: Yapılan analiz sonuçlarının araştırmaya aktarılması,

8. Aşama: Bestecilerin eserlerinin ayırt edici öznitelikleri ile analiz modelinin oluşturulması,

⁴ Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formundaki 200 eserine <https://www.researchgate.net/profile/Erhan-Zeteroglu> linkinden ulaşılabilir.

9. Aşama: Oluşturulan analiz modelinin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik uzman görüşlerinin alınması.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formundaki tüm eserleri oluşturmaktadır. Örneklemi ise şarkı formundaki eserleri içinden; Hacı Arif Bey'in 100, Franz Schubert'in 100 eseri oluşturmaktadır. Örneklem tespitinde, amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Ölçüt örnekleme "bir araştırmada gözlem birimleri belli niteliklere sahip kişiler, nesneler ya da durumlardan oluşturulabilir. Bu durumda örnekler için belirlenen ölçütü karşılayan birimler, nesneler, olaylar örnekleme alınır" (Büyüköztürk, vd. 2018, s. 94-95). Bu bağlamda Hacı Arif Bey'in eserlerinin tespitinde SymbTr veri tabanında kayıtlı eserlerin yanısıra TRT nota arşivinin bulunduğu "www.notaarsivleri.com" ve <http://www.devletkorosu.com/> üzerinden erişilebilen <http://www.sanatmuziginotalari.com/> (Türk müzik kültürünün hafızası) adlı internet sitelerinden indirilmiştir. Franz Schubert'in eserleri ise "https://imslp.org/" adlı internet sitesinden indirilerek, Die schöne Müllerin, Winterreise, Schwanengesang, Ausgewählte Lieder albümlerindeki tüm şarkıları ile Max Friedlaender'in düzenlemiş olduğu Band II albümünden toplamda 100 eser seçilmiştir.

3.3. Uzman Katılımcılar

Araştırmanın 1. aşamasında karşılaştırmalı müzikal analizini belirlemeye yönelik olarak yapılandırılmamış görüşme formu (EK-3) yoluyla Türk ve Batı müziği teorisi alanındaki uzmanlardan; 2. aşamasında Türk ve Batı müziğinde şarkı formunda bestelenmiş eserlerin karşılaştırmalı müzikal analiz basamaklarına yönelik yapılandırılmış görüşme formu (EK-4) yoluyla müzik teorisi, müzikoloji ve müzik teknolojisi kullanarak çalışmalar yapmış olan alan uzmanlarından görüş alınmıştır. Son olarak araştırmanın 9. aşamasında oluşturulan modelin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik yine yapılandırılmış görüşme formu (EK-5) yoluyla müzik eğitimi, müzik teorisi ve müzikoloji alanlarında çalışmaları olan uzman katılımcılardan yararlanılmıştır.

Uzman katılımcılar Prof. Dr., Doç. Dr. ve Dr. unvanlarını almış ve halen üniversitelerin müzik bölümlerinde çalışmakta olan öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkılarının karşılaştırılmalı müzikal analizi için hangi özelliklere bakılmasıyla ilgili yapılandırılmamış görüşme yoluyla 2 uzmandan görüş alınmıştır. Daha sonra yine bu eserlerin karşılaştırmalı müzikal analizi için gereken yapay zekâ destekli analiz basamaklarını belirlemek üzere 4 uzmandan yapılandırılmış görüşme yoluyla görüş alınmıştır. Son olarak oluşturulan modelin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliği ile ilgili yapılandırılmış görüşme yoluyla 11 uzmandan görüş alınmıştır. Araştırmada toplam 17 uzmandan görüş alınmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Verilerin toplanmasına ilk olarak Türk ve Batı müziği teorisi alanındaki uzmanların görüşlerinin alınmasıyla başlanmıştır. Uzmanlardan, Türk ve Batı müziği şarkı formunda yazılmış eserlerin karşılaştırmalı müzikal analizi için eserlerin hangi yönlerinin incelenmesi gerektiği ile ilgili olarak EK-3'te sunulan yapılandırılmamış görüşme formu yoluyla bilgi alınmıştır. “Yapılandırılmamış görüşme yönteminde, karşılaştırma ve analiz kolaylığı amacıyla seçmeye zorlamak yerine açık uçlu sorular aracılığıyla zengin ve yeterli bilgi toplanması hedeflenmektedir” (Büyüköztürk, vd. 2018, s. 159). Daha sonra yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modelini oluşturmak için, yine müzik teorisi, müzikoloji ve müzikte teknoloji kullanarak çalışmalar yapmış olan alan uzmanlarından EK-4'te sunulan yapılandırılmış görüşme ile görüş alınmıştır. Uzmanlara yapılandırılmış görüşme formu uygulanarak, bu öz nitelikleri seçerken “evet”, “belki” ya da “hayır” kutucuklarını işaretlemeleri istenmiştir. Bu görüşmede uzmanların perde öz niteliklerinden 40, melodik aralık öz niteliklerinden 24, ritim öz niteliklerinden ise 32 olmak üzere toplam 96 öz nitelik arasından, modele uygun olduğunu düşündükleri öz nitelikleri değerlendirmeleri istenmiştir. En sonunda oluşturulan karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik olarak müzik eğitimi, teorisi ve müzikoloji alanlarında çalışmaları olan alan uzmanlarından EK-5'te sunulan yapılandırılmış görüşme formu yoluyla görüş alınmıştır. “Yapılandırılmış görüşmelerde en temel amaç hipotezi oluşturacak ya da

kanıtlayacak veriyi elde etmek için önceden planlanmış sorularla ve güzergahla kişilere başvurmaktır” (Karahasanoğlu ve Yavuz, 2015, s. 17).

Uzmanlar tarafından araştırmaya uygun olan özniteliklerin seçiminden sonra, literatür taraması yapılmış ve araştırmanın örneklem olarak kullanılacak eserlerin notaları toplanmıştır. Franz Schubert’in şarkı formunda yazılmış eserleri “<https://imslp.org/>” adlı internet sitesinden, Hacı Arif Bey’in bu formda yazılmış eserleri ise, TRT nota arşivinin bulunduğu “www.notaarsivleri.com” ve “<http://www.devletkorosu.com/>” üzerinden erişilebilen <http://www.sanatmuziginotalari.com/> (Türk müzik kültürünün hafızası) adlı internet sitelerinden indirilmiştir. Bunlardan halihazırda SymbTr veritabanında bulunmayanlar Mus2 adlı nota yazım programıyla yazılarak analizlerde kullanılmak üzere MIDI ve SymbTr formatlarında kaydedilmişlerdir. Ayrıca, oluşturulacak yapay zekâ destekli karşılaştırmalı analiz modelinin, mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik uzmanlardan yapılandırılmış görüşme yoluyla veriler toplanmıştır.

Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in eserleri sadece melodileri üzerinden değerlendirildiği için eşlik ve düzenleme notaları çalışma dışı bırakılmıştır. Dolayısıyla Tablo 2’deki liste, yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizine uygun olarak araştırmacı tarafından, jSymbolic yazılımının öznitelikleri arasından seçilmiştir. Daha sonra 2. aşamada analiz basamaklarını belirlemek üzere uzmanlara aralarından seçim yapmaları için gönderilmiştir.

Tablo 2.

Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli için Uzman Görüşüne Sunulan Öznitelikler (Feature/Attribute)

Perde Öznitelikleri	Melodik Aralık Öznitelikleri	Ritim Öznitelikleri
P-1 Temel perde histogramı	M-1 Melodik aralık histogramı	R-1 İlk zaman işareti (zaman/ritmik değer)
P-2 Perde sınıfı histogramı	M-2 En yaygın melodik aralık	R-8 Metrik çeşitlilik
P-3 Katlanmış beşliler perde sınıfı histogramı	M-3 Ortalama melodik aralık	R-9 Toplam nota sayısı
P-4 Perde sayısı	M-4 Yaygın melodik aralıkların sayısı	R-10 Çeyrek nota başına nota yoğunluğu
P-5 Perde sınıfı sayısı	M-5 En baskın iki melodik aralığın birbirine uzaklığı	R-12 Çeyrek nota başına nota yoğunluğu değişkenliği
P-6 Yaygın perdelerin sayısı	M-6 En yaygın melodik aralığın yayılımı	R-13 Ritmik değer histogramı
P-7 Yaygın perde sınıfları sayısı	M-7 En yaygın iki melodik aralığın göreceli yayılımı	R-14 Ritmik değerlerin yayılımı
P-8 Menzil	M-8 Arpegyasyon miktarı	R-15 Mevcut değişik ritmik değerlerin sayısı
P-9 Pes sicilin önemi	M-9 Tekrarlanan notalar	R-16 Mevcut yaygın ritmik değerlerin sayısı
P-10 Orta sicilin önemi	M-10 Kromatik hareket	R-17 Çok kısa ritmik değerlerin yaygınlığı
P-11 Üst sicilin önemi	M-11 Adımsal hareket	R-18 Kısa ritmik değerlerin yaygınlığı
P-12 Baskın saçılımı	M-12 Melodik üçlüler	R-19 Orta ritmik değerlerin yaygınlığı
P-13 Güçlü tonal merkezler	M-13 Melodik tam dörtlüler	R-20 Uzun ritmik değerlerin yaygınlığı
P-14 Perde ortalaması	M-14 Melodik tritonlar	R-21 Çok uzun ritmik değerlerin yaygınlığı
P-15 Perde sınıfı ortalaması	M-15 Melodik tam Beşliler	R-22 Noktalı notaların yaygınlığı
P-16 En yaygın perde	M-16 Melodik altılılar	R-23 En kısa ritmik değer
P-17 En yaygın perde sınıfı	M-17 Melodik yedililer	R-24 En uzun ritmik değer
P-18 En yaygın perdenin egemenliği	M-18 Melodik oktavlar	R-25 Ortalama ritmik değer
P-19 En yaygın perde sınıfının egemenliği	M-19 Büyük melodik aralıklar	R-26 En yaygın ritmik değer
P-20 Tepedeki iki perdenin göreceli egemenliği	M-20 Küçük- büyük melodik üçlü oranı	R-27 En yaygın ritmik değerlerin yaygınlığı
P-21 Tepedeki iki perde sınıfının göreceli egemenliği	M-22 Melodik hareketin yönü	R-28 En yaygın ritmik değerlerin göreceli yaygınlığı
P-22 En egemen perdelerin oluşturduğu aralık	M-23 Melodik kavislerin ortalama uzunluğu	R-29 En yaygın ritmik değerler arasındaki fark
P-23 En egemen perde sınıflarının oluşturduğu aralık	M-24 Melodik kavislerin kapsadığı ortalama aralık	R-30 Ritmik değer sapması
P-24 Perde değişkenliği	M-25 Melodik perde çeşitliliği	R-31 Ritmik değer çarpıklığı
P-25 Perde sınıfı değişkenliği		R-32 Ritmik değer sivriliği
P-26 Katlamadan sonraki perde sınıfı değişkenliği		R-41 Tam eslerin yüzdesi
P-27 Perde çarpıklığı		R-46 Ortalama tam es süresi
P-28 Perde sınıfı çarpıklığı		R-54 Güçlü ritmik vuruş sayısı
P-29 Katlamadan sonraki perde sınıfı çarpıklığı		R-55 Orta ritmik vuruş sayısı
P-30 Perde sivriliği		R-57 En güçlü ritmik vuruş
P-31 Perde sınıfı sivriliği		R-59 En güçlü iki ritmik vuruşun uyumu
P-32 Katlamadan sonra perde sınıfı sivriliği		R-64 Ritmik değişkenlik
P-34 İlk perde		
P-35 İlk perde sınıfı		
P-36 Son perde		
P-37 Son perde sınıfı		
P-38 Glissando egemenliği		
P-39 Glissandoların ortalama menzili		
P-40 Vibrato egemenliği		
P-41 Mikroton egemenliği		

(McKay, Cumming & Fujinaga, 2018, s. 350)

3.5. Araştırma Konusu Bağlamında Türk ve Batı Müziği

Tezde eserleri incelenen iki bestecinin mensup oldukları müzik kültürlerinin farklılığı araştırma sürecinde bir takım ortak paydaları tespit etmeyi gerektirmiştir. Dolayısıyla bu farklılık Türk ve Batı müziğinin kullanmış olduğu ses/perde sistemleri farklılığıdır.

Bu farklılık araştırma sürecinde bir takım ortak paydanın tespiti için bazı gereklilikler doğurmuştur. Bu gerekliliklerden yola çıkarak eserler sadece ezgisel çizgileriyle yani melodileriyle ele alınmıştır. Daha açık bir ifadeyle Hacı Arif Bey'in eserlerinde eşlik bulunmadığı için eserler olduğu gibi ele alınmış; Franz Schubert'in eserlerinde tıpkı Hacı Arif Bey'in eserlerindeki gibi, eserlerin sadece şan için olan sözlü kısmındaki notalar ele alınarak, müzikal analizde eşlik düzenlemeleri araştırmada kapsam dışı bırakılmıştır. Böylelikle her iki türün de melodileriyle incelenmesi ve analiz edilmesi sağlanmıştır. Bu tespit yapılırken bilindiği gibi iki bestecinin kullandıkları ses/perde sistemleri bambaşkadır. Schubert'in lied'lerinde bir oktavda 12, Hacı Arif Bey'in şarkılarında ise çok daha fazla (17 ya da 24) nota kullanılmıştır. Dolayısıyla, perdelerle ilgili öznitelikler yapay öğrenme algoritmalarına hiçbir dönüşüm uygulanmadan girdi olarak verildiği takdirde, tezde hedeflenen amaçtan çok uzaklaşmış olacaktır. Çünkü oktavdaki perde sayılarının farklılığı nedeniyle, algoritmalar sınıflandırma işlemini neredeyse perde sayısı ile ilgili olan dışında başka hiçbir özneliği dikkate almadan başarıyla yerine getirebilirler. Oysa odaklanılması gereken, bu iki bestecinin müziklerini ayırt edecek tüm müzikal özellikler olmalıdır. Bu nedenle, iki bestecinin ses/perde sistemlerini aynı bir düzleme getirecek bir dönüşüm yapılması kaçınılmaz olmuştur.

Ancak bu sorunun çözümü çok da kolay değildir. Çünkü sistem farkı yalnızca oktavdaki perde sayısından ibaret değildir: Hem Hacı Arif Bey hem de Schubert'in benimsedikleri ses/perde sistemlerinin ne olduğu da çok net değildir. Bu konu 'Rauf Yekta Bey'in Önerdiği 12 Tonlu Ses Sisteminin Türk ve Batı Müziği Ortak Sembolik Derlemlerinde Kullanılma Potansiyeli' (Karaosmanoğlu, 2022) başlıklı bir makalede de irdelenmiştir. Buna göre, ünlü Türk müzikolog Rauf Yekta Bey'in bir monografisinde (Yekta, 1986), önerdiği 12 perdeli sistem de, bu tür araştırmalar için uygun bir seçenektir. Çünkü Rauf Yekta Bey, bu sistemin Türk musikisi ve Batı müziği eserlerine uygun olduğunu dolaylı olarak ifade etmiştir. Karaosmanoğlu'nun çalışmasında Türk ve Batı müziği eserlerinden oluşan ortak bir derlemdeki perdeler önce en yakın 12 ton eşit temperaman, 12 tonlu Pisagor sistemi ve Rauf Yekta Bey'in 12 tonlu sistemindeki en yakın notalara dönüştürülmüş, bunlardan 16 öznitelik hesaplanmış, ardından yapay öğrenme algoritmaları ile makam/tonalite sınıflandırmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar arasında istatistik olarak anlamlı bir fark bulunmadığı gözlenmiştir.

3.6. Verilerin Analizi

Uzmanlardan gelen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. “İçerik analizi özellikle gözlem ve görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde kullanılır” (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2018, s. 259). Ayrıca araştırmanın bestecilere yönelik sınıflandırılması sırasında analiz kontrolünün sağlanması amacıyla, giriş ve bölüm aralarındaki uzun esler içeren eserlerde iki ayrı analiz tercih edilmiştir. Şöyle ki uzun eslerle ilgili *Tam eslerin oranı* özniteliği bu analiz sırasında hem analiz kapsamında, hem de analiz dışında tutularak iki ayrı bulgu elde edilmiştir. Bulgular arasındaki benzerlik ve farklılıklar ilgili alanda irdelenmektedir.

Hacı Arif Bey’in 100 ve Franz Schubert’in 100 şarkısına ait notalar (sembolik veri dosyaları) şu üç yazılımla işlenmiştir:

3.6.1. jSymbolic. Eserlerin MIDI formatındaki dosyaları jSymbolic 2.2 programına okutularak, uzmanlar tarafından belirlenen öznitelikler hesaplatılmıştır.

3.6.2. MIDI Toolbox. Eserlere ait SymbTr formatındaki dosyalar, Matlab platformunda geliştirilmiş MIDI Toolbox (Eerola, ve Toivainen, 2004) yazılımı kullanılarak bu bestecilerin eserleri en doğru şekilde cümleciklere ayıran algoritmayla bölütlenmiştir. Bu amaçla Karaosmanoğlu, M. K., Bozkurt, B., Holzapfel, A., & Doğrusöz Dişiaçık, N. (2014) makalesi ile paylaşımına açılan veri kümesindeki, uzmanlar tarafından bölütlenmiş veriler eğitim kümesi olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda en uygun algoritmanın Local Boundary Detection Model (LBDM) olduğu tespit edilmiştir. Bu yolla elde edilen cümlecik sayıları öznitelik olarak öznitelikler listesine eklenmiştir.

3.6.3. WEKA. En sonunda tüm öznitelikler WEKA 3.8.6’ya aktarılarak bu iki bestecinin eserlerinin ne oranda ayırt edilip edilemediği saptanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, çalışmanın problem ve alt problemlerine cevap olan verilerin işlenmesi sonucunda elde edilen bulgular ve yorumlara yer verilmiştir.

4.1. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in Şarkı Formundaki Eserlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modelinde Kullanılabilecek Özellikleri Nelerdir?

Karşılaştırmalı müzikal analiz basamaklarını oluşturmak üzere yapılan görüşmeler sonucunda, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkılarındaki karşılaştırma kapsamına alınan müzikal özellikler iki uzmanın önerileriyle belirlenmiştir. Uzmanların Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in şarkılarında karşılaştırma yapmaya değer gördükleri özellikler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Şarkıların motif, cümle ve periyod özelliklerinin incelenmesi, yani biçim kurgularına bakılması,
- Şarkıların ses renklerine göre mi yoksa genel ses rengine göre mi bestelendiği? Örneğin, bir şarkının soprano ses için ya da tenor ses için bestelenmesi gibi...
- Kullanılan ritimlerin çeşitliliği, tartım özellikleri, kavram olarak usul-ritim farklılığı, düzum, kuvvetli-zayıf zaman, eserlere eksik ölçü ya da eksik usul ile başlanması,
- Sekvensler, kalıp motifler, geçkiler, çeşniler, modülasyonlar, alterasyonlar, dizi kullanımları, geleneksel çarpma alışkanlıkları, üslup kavramı ve geleneksel ezgi yapısı,
- Tonalite kavramının, kadans anlayışının makam kullanımıyla benzerlikleri-ayrılıkları,
- Atlamalı (üçlü, dördü, beşli ve altılı) aralıkların kullanımı ve arpejleme (Türk müziği için, Batı müziğinden etkilenme durumunun tespiti),
- Şarkıların yazıldığı ton ya da karar sesleri,
- Cümle-ezgi tekrarları ve periyodik cümle kullanımı,

- Biçimsel yönden “ABA”, “ABC”, “ABCB” gibi karşılaştırılabilir özellikleri,
- Bölme-periyod kullanım sayısı,
- Basit-bileşik usul ve ölçü kullanımı,
- Eserlerin diğer edisyonları arasındaki farklılıkları,
- Ambitus özelliği,
- Usullerde velvele, ritimlerde varyasyon kullanımı,
- Güçlü ve asma kalış perdelerinin kullanımı,
- Ezgilerdeki makam ve tonalite ilişkisi,
- Ezgilerdeki tetrakord, pentakord gibi kurgular,
- Melismatic veya Syllabic yoğunluklarını ve yaklaşımlarını ölçme,
- Prozodi uyumu.

Şarkı formunun farklı kültürlerdeki örnekleri arasında karşılaştırmalı bir analiz yapılabilmesi için, örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıkların, şarkı formunun gerekleri doğrultusunda doğru bir şekilde ortaya konabilmesi araştırmanın temel ilkesi olarak tercih edilmiştir. Bu nedenle uzman görüşleri bu ilkeye uygun olarak hazırlanan görüşme formu yoluyla alınmıştır. Türk müziğinin makamsal, Batı müziğinin ise tonal olması sebebiyle, karşılaştırmalı müzikal analiz; uzman görüşleri doğrultusunda sistemsal değil yapısal olarak yapılmıştır. O nedenle uzmanların görüşleri doğrultusunda yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizi için iki müzik türündeki sistem farklılıkları konu içeriğine dahil edilmemiştir. Makam-ton ilişkisinde araştırmaya, güçlü, karar ve menzil gibi özellikler dahil edilmiştir. Ayrıca cümle, usul/ölçü, karar sesleri ve aralıklar da çalışma kapsamına alınmıştır. Tüm öneriler yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizine yönelik olarak literatürdeki algoritmaların olanak tanıdığı ölçüde değerlendirilmeye alınmıştır.

4.2. Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in Şarkı Formundaki Eserlerinin Karşılaştırmalı Müzikal Analizi İçin Gereken Yapay Zekâ Destekli Analiz Basamakları Nelerdir?

Araştırmanın bu aşamasında Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in şarkı formundaki eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizi için gereken yapay zekâ destekli analiz basamakları, daha önce yapılandırılmamış görüşme ile yapılmış olan uzman

görüşmesine uyumlu olarak düzenlenmiştir. Bu değerlendirmeye 4 uzman katılmıştır. Bu uzmanların değerlendirmeleri Tablo 3, 4 ve 5'te yer almaktadır.

Tablo 3.

Perde Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri

Perde Öznitelikleri	Evet	Belki	Hayır
P-1 Temel perde histogramı	% 100		
P-2 Perde sınıfı histogramı	% 75	% 25	
P-3 Katlanmış beşliler perde sınıfı histogramı	% 75		% 25
P-4 Perde sayısı	% 50	% 25	% 25
P-5 Perde sınıfı sayısı	% 25	% 50	% 25
P-6 Yaygın perdelerin sayısı	% 100		
P-7 Yaygın perde sınıfları sayısı	% 75	% 25	
P-8 Menzil	% 100		
P-9 Pes sicilin önemi	% 100		
P-10 Orta sicilin önemi	% 100		
P-11 Üst sicilin önemi	% 100		
P-12 Baskın saçılımı	% 100		
P-13 Güçlü tonal merkezler	% 100		
P-14 Perde ortalaması		% 25	% 75
P-15 Perde sınıfı ortalaması		% 50	% 50
P-16 En yaygın perde	% 75	% 25	
P-17 En yaygın perde sınıfı	% 100		
P-18 En yaygın perdenin egemenliği	% 75	% 25	
P-19 En yaygın perde sınıfının egemenliği	% 75	% 25	
P-20 Tepedeki iki perdenin göreceli egemenliği	% 75	% 25	
P-21 Tepedeki iki perde sınıfının göreceli egemenliği	% 50	% 50	
P-22 En egemen perdelerin oluşturduğu aralık	% 75	% 25	
P-23 En egemen perde sınıflarının oluşturduğu aralık	% 50	% 50	
P-24 Perde değişkenliği	% 75	% 25	
P-25 Perde sınıfı değişkenliği	% 25	% 50	% 25
P-26 Katlamadan sonraki perde sınıfı değişkenliği	% 75	% 25	
P-27 Perde çarpıklığı	% 50	% 50	
P-28 Perde sınıfı çarpıklığı		% 100	
P-29 Katlamadan sonraki perde sınıfı çarpıklığı		% 100	
P-30 Perde sivrililiği	% 100		
P-31 Perde sınıfı sivrililiği	% 100		
P-32 Katlamadan sonra perde sınıfı sivrililiği	% 100		
P-34 İlk perde	% 100		
P-35 İlk perde sınıfı	% 75	% 25	
P-36 Son perde	% 100		
P-37 Son perde sınıfı	% 75	% 25	
P-38 Glissando egemenliği	% 75		% 25
P-39 Glissandoların ortalama menzili	% 75		% 25
P-40 Vibrato egemenliği	% 75		% 25
P-41 Mikroton egemenliği	% 50	% 25	% 25

Perde öznitelikleri arasından uzmanların % 25'i, 8 özniteliği *hayır* olarak işaretlemişlerdir. Uzmanların % 50'si P-15 kodlu *Perde sınıfı ortalaması* özniteliğini ve % 75'i ise P-14 kodlu *Perde ortalaması* özniteliğinin kullanımını *hayır* olarak işaretlemişlerdir. Uzmanlar arasından çoğunluğun P-14 kodlu *Perde ortalaması* özniteliğini uygun görmemesi sonucunda, bu öznitelik araştırmaya dahil edilmemiştir.

Bu öznitelik dışında uzmanların en az yarısının (% 50) *evet* ya da *belki* olarak seçmiş olduğu tüm öznitelikler araştırmaya dahil edilmiştir.

Perde özniteliklerini uzmanların tamamı (%100) 14 özniteliği, % 75'i 15 özniteliği, % 50'si 5 özniteliği ve % 25'i 2 özniteliği *evet* olarak işaretleyerek kullanılabilir olduklarını belirtmişlerdir. Yine perde öznitelikleri arasından uzmanların tamamı 2 özniteliği, % 50'si 6 özniteliği ve % 25'i 14 özniteliği *belki* kullanılabilir olarak işaretlemişlerdir.

Tablo 4.

Melodik Aralık Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri

Melodik Aralık Öznitelikleri	Evet	Belki	Hayır
M-1 Melodik aralık histogramı	% 75		% 25
M-2 En yaygın melodik aralık	% 100		
M-3 Ortalama melodik aralık	% 100		
M-4 Yaygın melodik aralıkların sayısı	% 50		% 50
M-5 En baskın iki melodik aralığın birbirine uzaklığı	% 50	% 25	% 25
M-6 En Yaygın melodik aralığın yayılımı	% 25	% 25	% 50
M-7 En yaygın iki melodik aralığın göreceli yayılımı	% 50	% 25	% 25
M-8 Arpeggasyon miktarı	% 50	% 50	
M-9 Tekrarlanan notalar	% 100		
M-10 Kromatik hareket	% 50	% 25	% 25
M-11 Adımsal hareket	% 50	% 50	
M-12 Melodik üçlüler	% 75	% 25	
M-13 Melodik tam dörtlüler	% 100		
M-14 Melodik tritonlar	% 75	% 25	
M-15 Melodik tam beşliler	% 100		
M-16 Melodik altılılar	% 75	% 25	
M-17 Melodik yedililer	% 75	% 25	
M-18 Melodik oktavlar	% 100		
M-19 Büyük melodik aralıklar	% 100		
M-20 Küçük- büyük melodik üçlü oranı	% 50	% 25	% 25
M-22 Melodik hareketin yönü	% 100		
M-23 Melodik kavislerin ortalama uzunluğu	% 75	% 25	
M-24 Melodik kavislerin kapsadığı ortalama aralık	% 50	% 50	
M-25 Melodik perde çeşitliliği	% 75	% 25	

Tablo 4'te görüldüğü gibi melodik aralık özniteliklerinin arasından 24 öznitelik uzmanların görüşüne sunulmuştur. Uzmanların tamamı 8 özniteliği, % 75'i 7 özniteliği, % 50'si 8 özniteliği ve % 25'i 1 özniteliği *evet* olarak değerlendirmiştir. Görüldüğü gibi uzmanların çoğu melodik aralık özniteliklerinin kullanılabilir olduğu görüşündedirler.

Uzmanların % 50'si 3 özniteliği, % 25'si ise 11 özniteliği *belki* olarak işaretlemişlerdir. Yine uzmanların % 50'si 2 özniteliği, % 25'i ise 5 özniteliği *hayır* olarak

değerlendirmişlerdir. Bu bilgilerden de anlaşılacağı gibi çoğu uzman 24 melodik öznitelik kullanılabildiği görüşündedirler.

Tablo 5.

Ritim Özniteliklerine Yönelik Uzman Görüşleri

Ritim Öznitelikleri	Evet	Belki	Hayır
R-1 İlk zaman işareti (zaman/ritmik değer)	% 100		
R-8 Metrik çeşitlilik	% 100		
R-9 Toplam nota sayısı	% 50	% 50	
R-10 Çeyrek nota başına nota yoğunluğu	% 100		
R-12 Çeyrek nota başına nota yoğunluğu değişkenliği	% 75	% 25	
R-13 Ritmik değer histogramı	% 100		
R-14 Ritmik değerlerin yayılımı	% 75	% 25	
R-15 Mevcut değişik ritmik değerlerin sayısı	% 75	% 25	
R-16 Mevcut yaygın ritmik değerlerin sayısı	% 100		
R-17 Çok kısa ritmik değerlerin yaygınlığı	% 50	% 50	
R-18 Kısa ritmik değerlerin yaygınlığı	% 50	% 25	% 25
R-19 Orta ritmik değerlerin yaygınlığı	% 75	% 25	
R-20 Uzun ritmik değerlerin yaygınlığı	% 50	% 50	
R-21 Çok uzun ritmik değerlerin yaygınlığı	% 100		
R-22 Noktalı notaların yaygınlığı	% 75	% 25	
R-23 En kısa ritmik değer	% 50	% 50	
R-24 En uzun ritmik değer	% 50	% 50	
R-25 Ortalama ritmik değer	% 100		
R-26 En yaygın ritmik değer	% 75		% 25
R-27 En yaygın ritmik değerlerin yaygınlığı	% 100		
R-28 En yaygın ritmik değerlerin göreceli yaygınlığı	% 50	% 50	
R-29 En yaygın ritmik değerler arasındaki fark	% 50	% 50	
R-30 Ritmik değer sapması	% 25	% 75	
R-31 Ritmik değer çarpıklığı	% 25	% 75	
R-32 Ritmik değer sivrililiği	% 75	% 25	
R-41 Tam eslerin yüzdesi	% 50	% 25	% 25
R-46 Ortalama tam es süresi	% 75		% 25
R-54 Güçlü ritmik vuruş sayısı	% 75	% 25	
R-55 Orta ritmik vuruş sayısı	% 75	% 25	
R-57 En güçlü ritmik vuruş	% 75		% 25
R-59 En güçlü iki ritmik vuruşun uyumu	% 25	% 25	% 50
R-64 Ritmik değişkenlik	% 100		

Tablo 5'te görüldüğü üzere uzmanların tamamı 9 özniteliği, % 75'i 11 özniteliği, % 50'si 9 özniteliği ve % 25'i 3 özniteliği *evet* olarak işaretlemişlerdir. % 75'i 2 özniteliği, % 50'si 7 özniteliği ve % 25 ise 11 özniteliği *belki* olarak değerlendirmişlerdir. Uzmanların % 25'i 5 özniteliğin ve % 50'si 1 özniteliğin kullanımına yönelik *hayır* seçeneğini seçmişlerdir. Uzmanların çoğunun ritim özniteliklerini *evet* ve *belki* olarak işaretlemesi nedeniyle, bu özniteliklerin tümü araştırmaya dahil edilmiştir.

Perde özniteliklerin sayısı 40 iken, uzman görüşleri sonucunda P-14 kodlu Perde Ortalamasının çalışma dışı bırakılması sonucu 39 olmuştur. Melodik aralık öznitelik sayısı 24 ve ritim öznitelikleri sayısı 32 olarak kalmıştır. Daha sonra jSymbolic

yazımından elde edilen çıktılarına 2 yeni öznitelik eklenmiştir. Bu öznitelikler Matlab R2017b platformunda geliştirilmiş MIDI Toolbox yazılımı kullanılarak, daha önce bir araştırmada (Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı & Ünal, 2014) yapılmış olan uzman bölütlemeleriyle uyumlu olarak ve çeşitli algoritmalar denenerek (Segment prob, Segment gestalt), en uygun sonucu veren LBDM (Local Boundary Detection Model) algoritması ile bölütleme yapmak suretiyle elde edilmiştir. “...Türk makam müziği için özellikle LBDM’nin iyi sonuçlar ürettiği anlaşılmaktadır” (Karaosmanoğlu & Yazıcı, 2010, s. 95). Bu durumda 95 olan öznitelik sayısına, “*Cümlecik adedi*” ve “*Cümlecik başına düşen ortalama nota adedi*” adında eklenen 2 yeni öznitelik ile bu sayı 97 olarak güncellenmiştir.

4.3. Hacı Arif Bey’in Şarkı Formundaki Eserlerinin, Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Model Aracılığıyla Müzikal Analizi Nasıl Bir Görünüm Sergilemektedir?

Hacı Arif Bey’in eserlerinde, Schubert’in eserlerindeki gibi yoğun esler bulunmamaktadır. Bunun nedeni, eserlerinin tek partiyonlu olmasıdır. Eserlerinde ikili aralıklar, Schubert’in eserlerinden daha çok kullanılmıştır. 14 eserinde küçük ikili aralığını (HAB eserleri için gerçekte bakiye ve küçük mücenneb) belirgin bir şekilde kullandığı görülmüştür. Yine tam dörtlü aralığının yoğun kullanımı 97 eserde ayırt edici bir şekilde göze çarpmaktadır. 81 eserinde 4 zamanlıdan daha büyük usuller kullanmıştır. Bu zamandan büyük usullere bir örnek olarak Resim 6’da notasının bir kısmı verilen Devr-i Hindi (7/8) usulündeki Muhayyer şarkı verilebilir.

Meyhane Tarabgah-1

Muhayyer Şarkı

Beste: Hacı Ârif Bey

Devr-i Hindî (7/8)
♩ = 120

Mey hâ ne ta rab gâh_ ı mey i a
şâm_ ı ci hân dır SAZ . . .
Pey ma ne sa fa bah şı di
Zi ra ki o gam def i ne

Resim 5. Hacı Arif Bey'in Meyhane Tarabgah-1 adlı eserinin bir bölümü

Bestecinin 98 eserinde basılı notalarda La olarak görülen düğâh perdesi ile beşlisi (Mi) belirgin bir şekilde kullanılmıştır. Örneklem olarak seçilen eserlerinin neredeyse tamamı bu özelliktedir. 5 eserinde yaygın melodik aralıkların sayısı 3 ya da 3'ten azdır. Bu öznelik, tüm melodik aralıkların en az % 9'u kadar olan farklı melodik aralıkların sayısını vermektedir. Buna göre besteci, 5 eserinde farklı melodik aralıkları oldukça az kullanmıştır. Yaygın perdelerin sayısı özneliği ile 2 eser ayırt edilmiştir. Bu eserlerdeki Yaygın perdelerin sayısı 4'ten fazladır. Ayrıca 98 eserinde Adımsal hareket belirgin bir şekilde kullanmıştır. Bu eserlerde Adımsal hareket oranı % 58.6'dan büyük veya eşittir.

Hacı Arif Bey'in eserlerinde ortalama 30 cümlecik kullanmıştır. Bu cümleciklerde ortalama 15 perde bulunmaktadır. Eserlerinde ortalama 14 benzersiz perde kullanmıştır. En yaygın kullandığı perde düğâh(La4)'tır. Eserlerindeki ilk perde ortalaması ise rast(Sol4)'tır. Eserlerindeki en yaygın kullandığı melodik aralık Bakiye (B: 90 cent) ve Küçük mücennep (S: 114 cent) aralıklarıdır.

4.4. Franz Schubert'in Şarkı Formundaki Eserlerinin, Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Model Aracılığıyla Müzikal Analizi Nasıl Bir Görünüm Sergilemektedir?

Schubert'in eserlerinin basılı notalarından sadece şan partiyonları kullanılmıştır. Bundan dolayı, Resim 6'da Das Wandern örneğinde görüleceği gibi giriş ve bölüm aralarında tekrarlayan esli ölçüler yer almaktadır.

Das Wandern

(Orig. B dur) Fr. Schubert, Op. 25
(Für tiefe Stimme)

Mäßig geschwind

Singstimme

Pianoforte

1. Das

1. Wan - dern ist des Mül - lers Lust, das Wan - dern! Das
 2. Was - ser ha - ben wir's ge - lerat, vom Was - ser! Vom
 3. sehn wir auch den Rä - dern ab, den Rä - dern! Das
 4. Stei - ne selbst, so schwer sie sind, die Stei - ne! Die
 5. Wan - dern, Wan - dern, mei - ne Lust, o Wan - dern! O

Resim 6. Schubert'in Das Wandern adlı eserinden bir bölüm

Algoritmalar bestecilere göre sınıflama yaparken analiz kontrolünün sağlanması amacıyla, giriş ve bölüm aralarındaki uzun esler içeren eserlerde iki ayrı analiz tercih edilmiştir.

Örneklem olarak seçilen eserler incelendiğinde Schubert'in 95 eserinin, 7 ya da daha küçük zamanlı ölçülerle yazıldığı görülmüştür. Yine 89 eserinin son perdeleri La³⁵ notasından daha tiz notalar ile bitmiştir. Her biri tüm melodik aralıkların en az % 9'u kadar görülen benzersiz melodik aralıkların sayısı (*Yaygın melodik aralık sayısı* özneliği) 3'ten büyük olan 5 eseri vardır. Eserdeki tüm notaların en az % 9'una eşit benzersiz perdelerin sayısı (*yaygın perdelerin sayısı* özneliği) 4 ya da daha az olan 3 eseri bulunmaktadır. Tam dörtlü aralığını 9 eserinde % 5.7'den daha büyük oranda kullanmıştır. Ayrıca 94 eserinde % 58.6'dan daha küçük oranda adımsal hareket mevcuttur.

İlk ölçü zamanı 4 veya 4'ten küçük olan, Küçük ikili aralığı kullanım oranı % 35'ten küçük veya eşit olan eserlerinin arasında, melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısı (*Melodik kavislerin ortalama uzunluğu*) 2 ya da daha az olan 95 eseri mevcuttur. Bu eserlerde çoğunlukla ikili aralığı yerine daha büyük aralıklar kullanmıştır. Bu sonuçlardan, bestecinin eserlerini bestelerken notaları monotonluktan uzak bir şekilde ustalıkla işleyerek kullandığı anlaşılmaktadır. Schubert'in eserlerinin sanatsal nitelikte olması sebebiyle, şan derslerinin çoğunda eserlerinden örnekler icra edilmesi bu özellikten kaynaklansa gerektir.

Schubert, eserlerinde ortalama 14'er cümlecik kullanmıştır. Bu cümleciklerde ortalama 16'şar nota bulunmaktadır. Eserlerinde kullandığı ortalama benzersiz nota sayısı ise 13'tür. En yaygın kullandığı perde Sol⁴'tür. Eserlerindeki ilk perde ortalaması ise Fa⁴'tür. Eserlerinde en yaygın kullandığı melodik aralık küçük ikili aralıktır.

⁵MIDI standardına uyularak yapılan bu kodlamada nota adlarının sonundaki sayı, oktav numarasını göstermektedir. 4. oktav, portenin alt kısmında yer alan birinci ek çizgideki Do notasından başlayıp, 3. çizgideki Si notası ile biten oktavdır.

Tablo 6.

J48 ve OneR Algoritmalarının HAB ve SCH'nin Eserlerindeki Özniteliklerle Bestecisini Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayıları

ÖZNİTELİKLER	SCH	HAB
İlk usul/ölçü zamanı (J48, dengeleme öncesi)	95 eser	81 eser
Son perde/nota (J48, dengeleme öncesi)	89 eser	-
Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi (J48, dengeleme öncesi)	9 eser	97 eser
Yaygın perdelerin sayısı (J48, dengeleme öncesi)	3 eser	2 eser
Melodik kavislerin ort. uzunluğu (J48, dengeleme öncesi)	95 eser	-
Adımsal hareket (OneR, dengeleme sonrası)	94 eser	98 eser
Perdenin beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı (J48, dengeleme sonrası)	-	98 eser
Yaygın melodik aralıkların sayısı (J48, dengeleme öncesi)	5 eser	5 eser
Küçük ikili aralığı yüzdesi (J48, dengeleme öncesi)	-	14 eser

Tablo 6’da J48 ve OneR algoritmalarının HAB ve SCH’nin eserlerinde, sınıflandırma yapmak üzere kullandığı öznitelikler ile doğru sınıflandırdığı eser sayıları yer almaktadır. Özniteliklerin yanında yer alan parantezde, eserleri sınıflandırmada hangi algoritmaların kullanıldığı yazmaktadır. Bu algoritmaların yanında, elde edilen sonucun perde ortalaması dengelemesinin hangi durumunda elde edildiğine dair bilgi vermektedir.

Algoritmalar eserlerin ilgili özneliğin çıktıları doğrultusunda bazen iki besteciye yönelik, bazen de bir besteciye yönelik tahminde bulunmuştur. *İlk usul/ölçü zamanı* özneliği ile her iki bestecinin eserleri belirlenirken, *Son perde/nota* özneliği ile sadece SCH’nin eserleri belirlenmiştir. Bu durum, algoritmanın HAB’ın eserlerindeki son perdelerde ayırt edici bir özellik olmadığını ya da algoritmanın böyle bir özelliği bulamadığını göstermektedir.

Melodik kavislerin ort. uzunluğu özneliği ile J48 algoritması SCH’nin 95 eserini ayırt etmiş, fakat HAB’ın eserlerinde bu özneliği kullanarak ayırt edici bir özellik bulmamıştır. *Perdenin beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı* özneliği ile 98, *Küçük ikili aralığı yüzdesi* özneliği ile 14 HAB eseri J48 algoritması tarafından ayırt edilmiş fakat SCH eserlerinde bu özniteliklerin ayırt edici bir özelliğine rastlanmamıştır.

Tablo 7.

jSymbolic Çıktıları

ÖZNİTELİKLER	SCH	HAB
Eserdeki ortalama perde sayısı	13	14
En yaygın kullanılan perde	Sol4	La4
Eserlerdeki ilk perde ortalaması	Fa4	Sol4
Melodik aralıkların ortalaması	Tam ses	Tanini
Melodik üçlülerin yüzdesi	16	10
Melodik tam dörtlülerin yüzdesi	7	2
Melodik tam beşlilerin yüzdesi	2	1
Melodik altılıların yüzdesi	2	0.6
Melodik yedililerin yüzdesi	0.6	0.3
Melodik oktavların yüzdesi	0.8	0.2

jSymbolic yazılımıyla elde edilen çıktılar Tablo 7’de yer almaktadır. Elde edilen bu çıktılar Excel’de hesaplanarak tabloya aktarılmıştır.

Tablo 8.

MIDI Toolbox Çıktıları

ÖZNİTELİKLER	SCH	HAB
Ortalama cümlecik sayısı	14	30
Cümleciklerdeki ortalama nota sayısı	16	15

LBDM algoritması MIDI Toolbox yazılımı Matlab üzerinde çalıştırılarak, öznitelikler arasına Tablo 8’de yer alan 2 yeni öznitelik dahil edilmiştir. Yine bu çıktıların ortalamaları Excel’de hesaplanarak elde edilmiştir.

4.5. Yapay Zekâ Destekli Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli Hacı Arif Bey ve Franz Schubert Eserlerini Doğru Sınıflandırmada Ne Derece Yeterlidir?

Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in örneklem olarak seçilmiş eserlerinin jSymbolic ve MIDI Toolbox yazılımlarıyla elde edilen özniteliklerinden hareketle, WEKA yazılımındaki çeşitli algoritmalar kullanılarak besteciler sınıflandırılmış ve başarımlar oranları ölçülmüştür. Ancak ilk denemelerde, algoritmaların bazı sınıflandırmaları Schubert eserlerindeki perdelerin Hacı Arif Bey eserlerindeki göre daha pes bölgede yer almalarına göre yaptıkları görülmüştür. Bu fark, basılı notalara göz atınca da görülebilmektedir. Bunun üzerine, iki bestecinin ayrıntılara gizlenmiş özelliklerini de belirleyebilmek amacıyla, transpozisyon (göçürme) yapmak suretiyle perde

kullanım bölgelerini dengeleme yoluna gidilmiştir. Bunun için her bir bestecinin 100'er eserinde kullandıkları perdelerin ortalamaları alınmış, ardından gerekli transpozisyon yapılmıştır. Türk müziği eserleri yalnızca yazıldıkları notalarda değil, 12 farklı ahenkte icra edilebildikleri için, bu göçürme bir sakınca yaratmaz. Ancak bu işlemin sonuçları nasıl etkilediğini de görmek amacıyla bu iki farklı veri kümesinden öznitelikler ayrı ayrı hesaplanarak algoritmalar bu iki küme için de çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar her algoritmanın çıktıları yorumlanırken ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Bestecileri, elde edilen özniteliklere bakarak ayırt edebilmek için literatürde en çok kullanılan ve aşağıda adı geçen algoritmalar kullanılmıştır.

4.5.1. ZeroR algoritması. Bu algoritma tüm çıktıları, en fazla örneğe sahip sınıftan kabul eder. Veri sayılarının eşit olduğu durumlarda ise, herhangi bir sınıfı seçer. Böyle bir algoritma tanımlanmasında ve kullanılmasındaki amaç, en kötü skoru belirlemektir. Bu çalışmada hem SCH hem de HAB verilerinin 100'er adet olması sebebiyle, başarı oranı % 50'dir sağlamıştır.

4.5.2. OneR algoritması. Bu algoritma tek bir öznitelik üzerinden sınıflandırma yapmaktadır. Hangi özniteliği seçeceğini, her bir öznitelik için, onu seçtiği takdirde en yüksek başarıyı elde edeceğini hesaplayarak ve bunların en büyüğüne karar vererek belirlemektedir.

Tablo 9.

OneR Algoritması Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı		Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
93	7			
8	92		185	% 92.5

Görüldüğü gibi, algoritma bestecileri % 92.5 oranında doğru sınıflandırmıştır. Sonuç raporuna bakılınca, *Tam eslerin oranı (Complete rests fraction)* özniteliğinden yola çıktığı görülür: Bu oran % 14.7'den küçük veya eşit ise HAB eseri, bu orandan daha büyük ise SCH eseri olarak karar vermiştir. Buna göre HAB eserlerinde dikkat çekici

ve ayırt edici oranda eser kullanılmadığı anlaşılmaktadır. Karıştırma matrisinde görüldüğü gibi 100 HAB eserinin 93'ünü doğru, 7'sini yanlış; 100 SCH eserinden ise, 92'sini doğru, 8 tanesini yanlış tahmin etmiştir. Görüldüğü gibi bu algoritma HAB ve SCH eserlerini büyük oranda ayırt etmiştir. Bu sonuç bu iki bestecinin bu eserlerinin özgünlüğünü göstermektedir. Yanlış sınıflandırılan eserler Tablo 10'da yer almaktadır.

Tablo 10.

OneR Algoritmasının Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

HAB olarak sınıflandırılan SCH eserleri	SCH olarak sınıflandırılan HAB eserleri
Liebe schwärmt	Dil-i Nalanı
Ave Maria	Gönlüm Aldın
Du bist die Ruh	Zahiri Hale
Ständchen	Bahar Erdi
Rastlose Liebe	Rengi Ruhsarın
Auf dem Wasser zu singen	Beni Candan
Das Rosenband	Gönlümün Hayli
Lob der Tränen	

Yukarıda SCH eserleri bu çalışma için notaya alınırken tek seslilik düşünülerek eşliklerin notaya dahil edilmediği belirtilmişti. HAB eserleri ise zaten tek seslidir ve bunlarda uzun uzun eser söz konusu değildir. Bu nedenle algoritmanın en önemli öz nitelik olarak belirlediği *Tam eslerin oranı* öz niteliğinin bestecileri sınıflandırmada önemli bir ayırt edici olmaması gerektiği düşüncesiyle bu öz nitelik çalışma dışı bırakılarak algoritma tekrar çalıştırılmıştır (Tablo 11).

Tablo 11.

OneR Algoritmasının Bestecilere Yönelik Tam Eslerin Oranı Öz niteliği Olmadan Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı		Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH		Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
95	5			
7	93		188	% 94

Algoritma *Tam eslerin oranı* özneliği çalışma dışı bırakıldığında, *Adımsal hareket* (Stepwise motion) özneliğine göre tahminde bulunmuş ve daha başarı oranı % 92.5'ten % 94'ye yükselmiştir. *Adımsal hareket* oranının % 58'den küçük veya eşit olduğu durumlarda SCH, büyük olduğu durumlarda ise besteciyi HAB olarak sınıflandırmıştır. Bu özelliğin 93 SCH eserinde % 58'den küçük veya eşit oranda, 95 HAB eserinde ise daha büyük oranda kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç müzik bağlamında HAB şarkılarındaki perde diziliminin SCH'dekilere göre daha düzenli olduğu; bir başka deyişle, SCH eserlerinin daha sürprizli melodik yürüyüşlere sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu algoritmanın *Tam eslerin oranı* özneliği olmadan yaptığı tahmin sonucunda, yanlış sınıflandırdığı eserler listesi Tablo 12'de yer almaktadır.

Tablo 12.

OneR Algoritmasının Bestecilere Yönelik Tam Eslerin Oranı Özneliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

HAB olarak sınıflandırılan SCH eserleri	SCH olarak sınıflandırılan HAB eserleri
Das Rosenband	Gönlümün Hayli
Das Wandern	Akıbet Bezirdi
Pax Vobiscum	Pabusuna Ermek
Du bist die Ruh	Bahar Erdi
Ave Maria	Zahiri Hale
Liebe schwärmt	
In der Ferne	

4.5.3. IBk algoritması. K-en yakın komşu algoritmasının (K-nearest neighbours classifier) WEKA'daki uygulamasıdır. Çıktıları birbirine yakınlık ilişkisine göre sınıflandırır. Yakınlık ilişkisi genelde Öklid mesafesi ile hesaplanır. Veri kümesindeki öznelik sayısı, mesafenin ölçüleceği uzayın boyutuna eşittir. Sınıfı bilinmeyen örneğin hangi sınıfa dahil edileceğine, o örneğe en yakın k tane komşunun çoğunluğu hangi sınıftan olduğuna bakılarak karar verilir. Örneğin k = 3 olduğunda, sınıfı bilinen en yakın 3 komşu değerlendirmeye alınır ve yeni eklenen örnek bu 3 komşudan en az 2'si hangi sınıftansa onların sınıfından kabul edilir. Bu algoritmanın bestecilere yönelik yapmış olduğu sınıflandırma Tablo 13'te yer almaktadır.

Tablo 13.

IBk Algoritması Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı	
99	1		HAB		
1	99		SCH	198	% 99

Bu algoritma bestecilere yönelik tahmininde % 99 başarı elde etmiştir. Önceki algoritmalarla göre en başarılı tahmini bu algoritma yapmıştır. İki bestecinin sadece birer eserini yanlış sınıflandırmıştır. Bunlar HAB'a ait olan Rast şarkı Çeşm-i mahmurun ve SCH'ye ait olan Liebe schwärmt adlı eserlerdir.

4.5.4. J48 algoritması. C4.5 karar ağacı olarak bilinen algoritmanın Java'ya uyarlanmış halidir. WEKA gibi açık kaynaklı yazılımlarda kullanılabilmesi için yeniden yazılmış ve J48 olarak adlandırılmıştır. Bu algoritma Shannon'un bilgi teorisindeki entropi hesabıyla, en “öz” bilgiyi veren öz nitelik en tepede olmak üzere özyinelemeli bir karar ağacı oluşturur:

$$Entropi(p_1, p_2, \dots, p_n) = -p_1 \log_2 p_1 - p_2 \log_2 p_2 - \dots - p_n \log_2 p_n$$

Aynı süreç, bütün örneklerin aynı sınıftan olduğu bir yaprağa ulaşılan kadar tekrarlanır. Bu sürecin sonucuna ilişkin bir karar ağacı örneği Şekil 2'dedir.

Tablo 14.

J48 Algoritması Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı	
97	3		HAB		
6	94		SCH	191	% 95.5

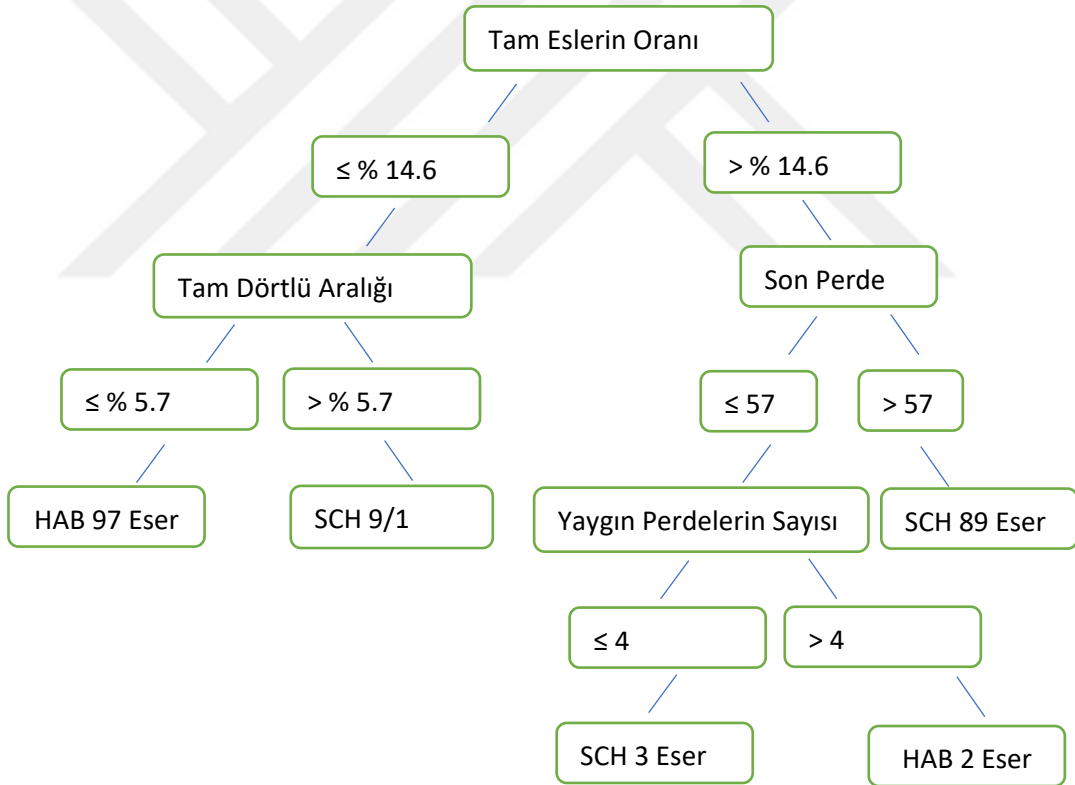
Bu algoritma yaptığı tahminde % 95.5 doğru sonuç elde etmiştir. HAB'ın 3, SCH'nin ise 6 eserini yanlış tahmin etmiştir. Bu eserler Tablo 15'te yer almaktadır.

Tablo 15.

J48 Algoritmasının Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

HAB olarak sınıflandırılan eserleri	SCH olarak sınıflandırılan HAB eserleri
Sei mir gegrüßt	Gönlüm Aldın
Rastlose Liebe	Rengi Ruhsarın
Auf dem Wasser zu singen	Akıbet Bezdirdi
Das Rosenband	
Lob der Tränen	
Meeres Stille	

J48 algoritmasının bestecilere yönelik tahmininde oluşturduğu karar ağacı Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. J48 algoritmasının bestecilere yönelik tahmininde oluşturduğu karar ağacı

J48 algoritması Şekil 2’deki karar ağacında görüldüğü gibi *Tam eslerin oranından* yola çıkıp diğer özneliliklerle devam eden bir süreç sonunda sınıflandırma yapmıştır. Algoritmalar daha önce çalıştırılırken çalışma dışı bırakılan bu öznelilik, bu

algoritmanın ilk çalıştırılışından önce dahil edilmiştir. Fakat yine en önemli öznelilik olarak görüldüğü için tekrar çalışma dışı bırakılmıştır. Çünkü yararlı bir bilgi üretmez; Schubert eserlerinde bazı sözsüz eşlik kısımlarının var olduğunu gösteren özel bir durumdur.

Karar ağacı algoritmasının sonuçlarında *Tam eslerin oranı* özneliliği dışında dikkat çeken bir başka öznelilik *Tam dörtlü aralığı yüzdesidir*. *Tam eslerin oranının* % 14.6'dan küçük veya eşit olduğu eserler arasından, *Tam dörtlü aralığı yüzdesine* bakarak HAB'ın 97 eserini doğru sınıflandırmıştır. Bu değer % 5.7'den küçük ya da eşit ise HAB olarak, değilse SCH (9 doğru, 1 yanlış) olarak sınıflandırmıştır. HAB'ın eserlerinin neredeyse tamamını bu özneliliğe bakarak doğru bir şekilde tahmin etmiştir. Bu bilgiden, bestecinin eserlerinde tam dörtlü aralığını, tüm aralıkların % 5.7'sinden çok kullanmadığı anlaşılmaktadır.

Algoritma, *Tam eslerin oranı* % 14.6'dan daha büyük olan eserlerin son perdelerine bakarak, La3 perdesinden tiz olanları SCH (89 eser) olarak doğru sınıflandırmıştır. Türk müziği eser notalarında perdeler genellikle 4. ve 5. oktavda yoğun oldukları halde böyle bir durum gözlenmesi ilginçtir. Yine eserlerin *Yaygın perdelerinin sayısına* bakarak, 4'ten küçük veya eşit olanları SCH (3 eser), büyük olanları ise HAB (2 eser) olarak sınıflandırmıştır. Bu öznelilik, eserdeki tüm notaların en az % 9'una eşit benzersiz perdelerin sayısına bakmaktadır.

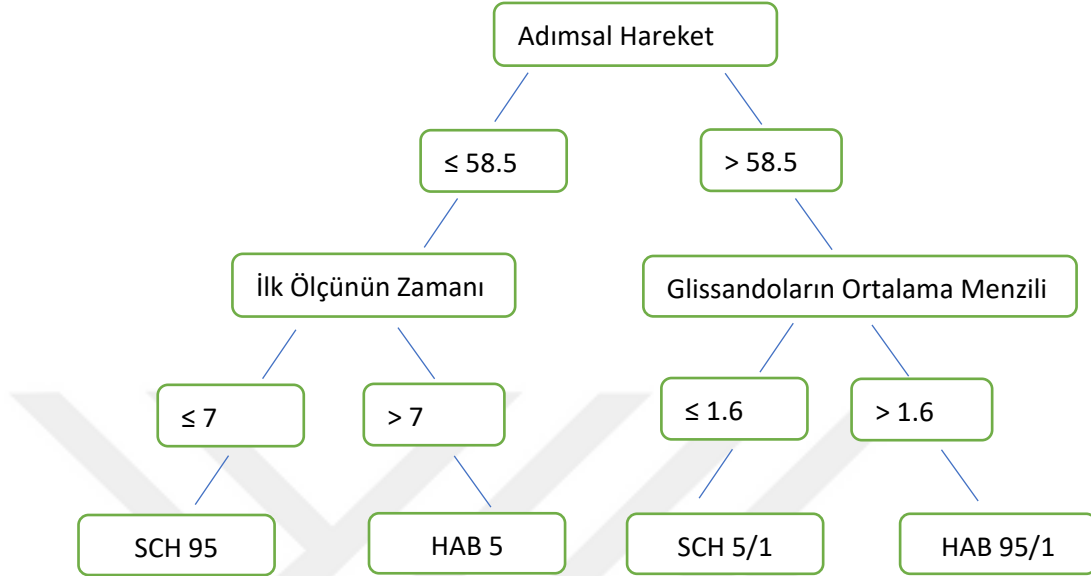
Tablo 16.

J48 Algoritmasının Tam Eslerin Oranı Özneliliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH			Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
97	3	HAB			
4	96	SCH		193	% 96.5

Tablo 16'da görüldüğü gibi bu algorithmada *Tam eslerin oranı* özneliliğinin çalışma dışı bırakılması sonucunda doğru tahmin yüzdesi % 96.5 olmuştur. Bu özneliliğin çalışma dışı bırakılmasında sonra, bestecilerin eserlerindeki başka öznelilikler ön

plana çıkmıştır. Üstelik bunun sonucunda tahmin başarısı % 1 oranında artış göstermiştir. HAB'ın 3, SCH'nin ise 4 eserini yanlış sınıflandırmıştır.



Şekil 3. J48 algoritmasının tam eslerin oranı özneteliği çalışma dışı bırakıldıktan sonra oluşturduğu karar ağacı

Şekil 3'te görüldüğü gibi *Tam eslerin oranı* özneteliğinin çalışma dışı bırakılmasından sonra algoritma en önemli öznetelik olarak *Adımsal hareket* (Stepwise motion) özneteliğini tespit etmiştir. Ardından, *Adımsal hareketin* % 58.5'ten küçük ya da eşit olduğu eserlerin *İlk ölçülerinin zamanına* bakmıştır. *İlk ölçü zamanı* 7'den küçük veya eşit ise SCH eseri (95 eser), değilse HAB eseri (5 eser) olarak doğru sınıflandırmıştır. Bu çıktılar doğrultusunda SCH'nin hem *Adımsal hareket* oranı % 58.5 ya da daha küçük oranda, hem de 7 ya da daha küçük zamanlı ölçüyle bestelenmiş 95 eseri bulunmuştur.

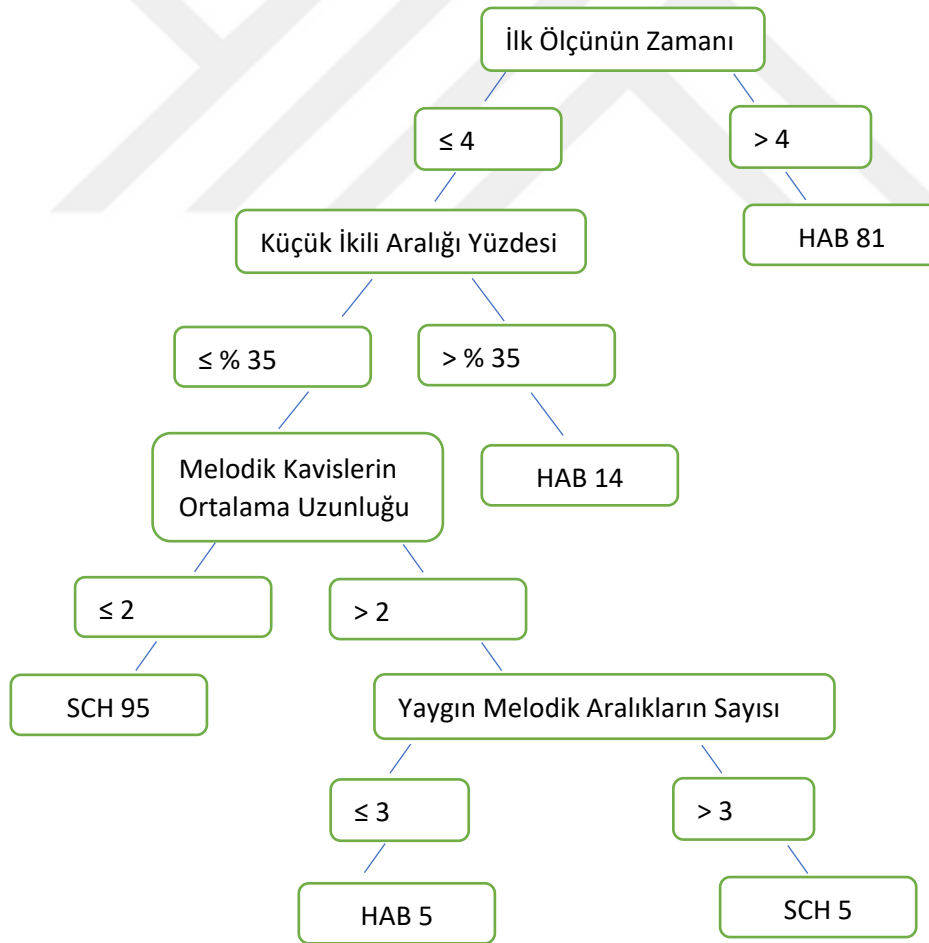
Adımsal hareket oranı % 58.5'ten büyük ise, algoritma *Glissandoların ortalama menziline* bakmıştır. Glissando, bir notadan diğer notaya kaydırma tekniği ile geçilmesidir. Bu kaydırma MIDI dosyalarında Pitch Bend mesajı ile gerçekleştirilebilir. Bu çalışmadaki MIDI dosyalarından oluşan veri kümesinde ise Pitch Bend mesajı, Türk müziğine özgü ara sesleri duyurmak amacıyla kullanılmıştır. jSymbolic yazılımı glissando kullanılan eserlermiş gibi algıladığından, bu öznetelik değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 17.

J48 Algoritmasının Adımsal Hareket Özniteliği Çalışma Dışı Bırakıldıktan Sonra Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı		Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH		Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
93	7			
8	92	SCH	185	% 92.5

Adımsal hareket özniteliğinin de çalışma dışı bırakılması sonucunda, Tablo 17’de de görüldüğü gibi algoritma başarısı % 96.5’tan, % 92.5 oranına düşmüştür. HAB eserlerinin 7 tanesini, SCH eserlerinin ise 8 tanesini yanlış sınıflandırmıştır. Bu durumda algoritmanın oluşturduğu karar ağacı Şekil 4’tedir.



Şekil 4. J48 algoritmasının adımsal hareket özniteliği çalışma dışı bırakıldıktan sonra oluşturduğu karar ağacı

Adımsal hareket özneliliğinin de çalışma dışı bırakılması sonucunda J48 algoritması Şekil 4'teki karar ağacını oluşturmuştur. İki bestecinin eserini ayırt etmede öncelikle *İlk ölçünün zamanını* dikkate almıştır. İlk ölçünün 4 zamandan büyük olan eserleri HAB (81 adet) eseri olarak sınıflandırmıştır. Bestecinin 81 eserinin 4 zamanlı usullerden daha büyük usullerle bestelediği anlaşılmaktadır. *İlk ölçü zamanı* 4 zamandan küçük veya eşit olan eserlerin *Melodik aralık histogramı_1* (Küçük ikili aralığı yüzdesi) özneliliğine bakmıştır. Bu histogram yarım ses aralıklarla dizilmiş silolardan oluşmaktadır. Yarım ses aralığı kullanım oranı % 35'ten büyük ise HAB (14 adet), küçük veya eşit ise *Melodik kavislerin ortalama uzunluğuna* (Average length of melodic arcs) bakmıştır. Bu öznelilik melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısını vermektedir. Bu nota sayısının ortalaması 2'den küçük veya eşit ise SCH (95 adet) olarak tahminde bulunmuştur. SCH'nin 4 zamanlı ölçüden küçük veya eşit ve yine *Küçük ikili aralığı yüzdesi* % 35'ten küçük veya eşit olan eserlerinin içinden, melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısının 2 ya da daha az olduğu 95 eseri bulunmaktadır. Bu eserlerdeki ortalama nota sayısının iki ya da daha az olması, SCH'nin daha büyük aralıkları sıkça kullandığını göstermektedir.

Algoritma, melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısı 2'den büyük olan eserlerin, *Yaygın melodik aralıklarının sayısına* (Number of common melodic intervals) bakmıştır. Bu öznelilik, her biri tüm melodik aralıkların en az % 9'u kadar olan farklı melodik aralıkların sayısını hesaplamaktadır. Bunun sonucunda çıkan değer 3'ten büyük ise SCH (5 adet), küçük veya eşit ise HAB (5 adet) olarak sınıflandırmıştır. Bestecilerin kaç eserinin bu şekilde bulunduğu parantez içinde verilmiştir.

4.5.5. HAB ile SCH eserlerinin perde ortalamasının dengelenmesi. Daha önce de belirtildiği gibi SCH eserlerinin basılı notalarındaki perdeler, HAB eserlerindelerden daha pes bölgede yer almaktadır. Bazı algoritmaların bu farkı da göz önüne alarak sınıflandırma yapmaları sebebiyle eserler transpoze edilmiştir. İki bestecinin eserlerinde kullandıkları notaların ortalama peslik - tizlik değerleri yapılan hesap sonucunda dengelenmiştir. Örneklem olarak kullanılan HAB eserlerinin perdelerinin ortalaması olan 71.7 yaklaşık Do5 perdesine, SCH eserlerinin perde ortalaması olan 67.5 ise yaklaşık Sol4 perdesine denk gelmektedir. Aradaki fark olan

4.2 koma, majör üçlü ile tam dörtlü arası bir aralık kadardır. Bu değer majör üçlü (iki tam ses) aralığına daha yakın olduğu için HAB eserleri pes tarafa doğru bu aralık kadar transpoze edilmiştir. (Bu işlem, Türk musikisi terminolojisiyle, HAB eserlerinin Mahsur âhengi yerine Davud Mabeyni âhenginde icra edildiği şeklinde ifade edilebilir ve bu müzik kültüründe göçürme çok yaygın olduğu için herhangi bir sakınca yaratmaz.) Bunun ardından, SCH eserleriyle transpozese yapılmış HAB eserleri üzerinde algoritmalar tekrar çalıştırılmıştır.

4.5.6. OneR algoritması. OneR algoritması, perde ortalamasının dengelenmemiş sonucundan farklı bir sonuç vermiştir. Daha önce çalışma dışı bırakılan *Tam eslerin oranı* özniteliği tekrar dahil edilerek algoritmanın tahmin yapması sağlanmıştır. Fakat bu öznitelik çalışma dışı bırakıldığında ya da tekrar dahil edildiğinde, algoritma aynı sonucu vermiştir. Perde dengelemesinin bu algoritmanın sonucunu etkilemediği görülmüştür.

Tablo 18.

OneR Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH			Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
98	2	HAB			
6	94	SCH		192	% 96

Çıktılarda görüldüğü gibi algoritmanın tahminde başarı oranı % 96'dır. Perde ortalamasının dengelenmesinden önce % 92.5 oranında doğru tahmin yapan algoritma, dengeleme sonrasında % 96 başarı oranına ulaşmıştır. Bir öznitelik üzerinden tahminde bulunan OneR algoritması, transpoze sonrası *Adımsal hareket* (Stepwise motion) özniteliğini seçerek daha başarılı tahminde bulunmuştur. *Adımsal hareket* % 58.6'dan küçük ise SCH, büyük veya eşit ise HAB olarak bestecileri tahmin etmiştir. Bu özniteliğe göre HAB eserlerinin 2 tanesini SCH eseri, SCH eserlerinin ise 6 tanesi HAB eseri olarak yanlış sınıflandırmıştır. Yanlış sınıflandırılan bu eserler Tablo 19'da yer almaktadır

Tablo 19.

OneR Algoritmasının Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırılan Eserler

HAB olarak sınıflandırılan SCH eserleri	SCH olarak sınıflandırılan HAB eserleri
Das Rosenband	Zahiri Hale Bakıp
Pax Vobiscum	Beni Bizar Ederken
Liebe schwärmt	
Du bist die Ruh	
Ave Maria	
Das Wandern	

4.5.7. IBk algoritması. Daha önce yapıldığı gibi yeniden hesaplanmış öznitelikler, yine bu algoritmanın da tahminine sunulmuştur. Algoritmanın yaptığı tahmin sonucu Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20.

IBk Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın	
HAB	SCH		Bestecinin Adı	
100	0	HAB		Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı
4	96	SCH		Başarı Oranı
				196
				% 98

Tablo 20’de görüldüğü gibi bu algoritma HAB eserlerinin hepsini doğru, SCH eserlerinin 96 tanesini doğru ve 4 tanesini yanlış tahmin etmiştir. Algoritmanın eserleri perde dengelemesinden önceki çıktılarla yaptığı tahminde % 99 doğru tahminde bulunan bu algoritma, dengeleme sonrası % 98 oranında başarı sağlamıştır. HAB eseri olarak yanlış tahmin ettiği 4 SCH eseri Tablo 21’de yer almaktadır.

Tablo 21.

IBk Algoritmasının Yeniden Düzenlenmiş Özniteliklerle Yanlış Sınıflandırılan Eserler

HAB olarak sınıflandırılan SCH eserleri
Sei mir gegrüßt
Danksagung an den Bach
Der Müller Und Der Bach
Auf dem Wasser zu singen

La Bemol Majör Lied
Auf dem Wasser zu singen
F. Schubert

$\text{♩} = 120$

Mi Bemol Minör Lied
Der Müller und der Bach
F. Schubert

$\text{♩} = 100$

Mi Bemol Majör Lied
Danksagung an den Bach
F. Schubert

$\text{♩} = 100$

Si Bemol Majör Lied
Sei mir gegrubt
F. Schubert

$\text{♩} = 100$

Resim 7. IBk algoritmasının yeniden düzenlenmiş özniteliklerle yanlış sınıflandırdığı eserlerin notaları

Bu dört eserin ortak özelliği, notalarda değiştirici işaretlerin (diyez, bemol, natürel) sıkça kullanılmış olmasıdır. Algoritma, Türk müziği şarkı formlarının miyan bölümünde genelde geçkiler yapıldığı için bu eserleri yanlış tahmin etmiş olabilir. Ayrıca SCH, Der müller und der bach eserinde ton değişikliği (modülasyon) yapmıştır. Bu da miyan bölümlerindeki makam geçkilerine benzemektedir. Sei mir gegrüßt eseri hariç diğerlerinde Türk müziği eserleri gibi kısa süreli notalar yoğunlukla bulunmaktadır. Besteci diğer üç eserinde, çoğunlukla onaltılık olmak üzere, bir eserinde altmışdörtlük nota da kullanmıştır. Ayrıca bu dört eserin de tonu majördür.

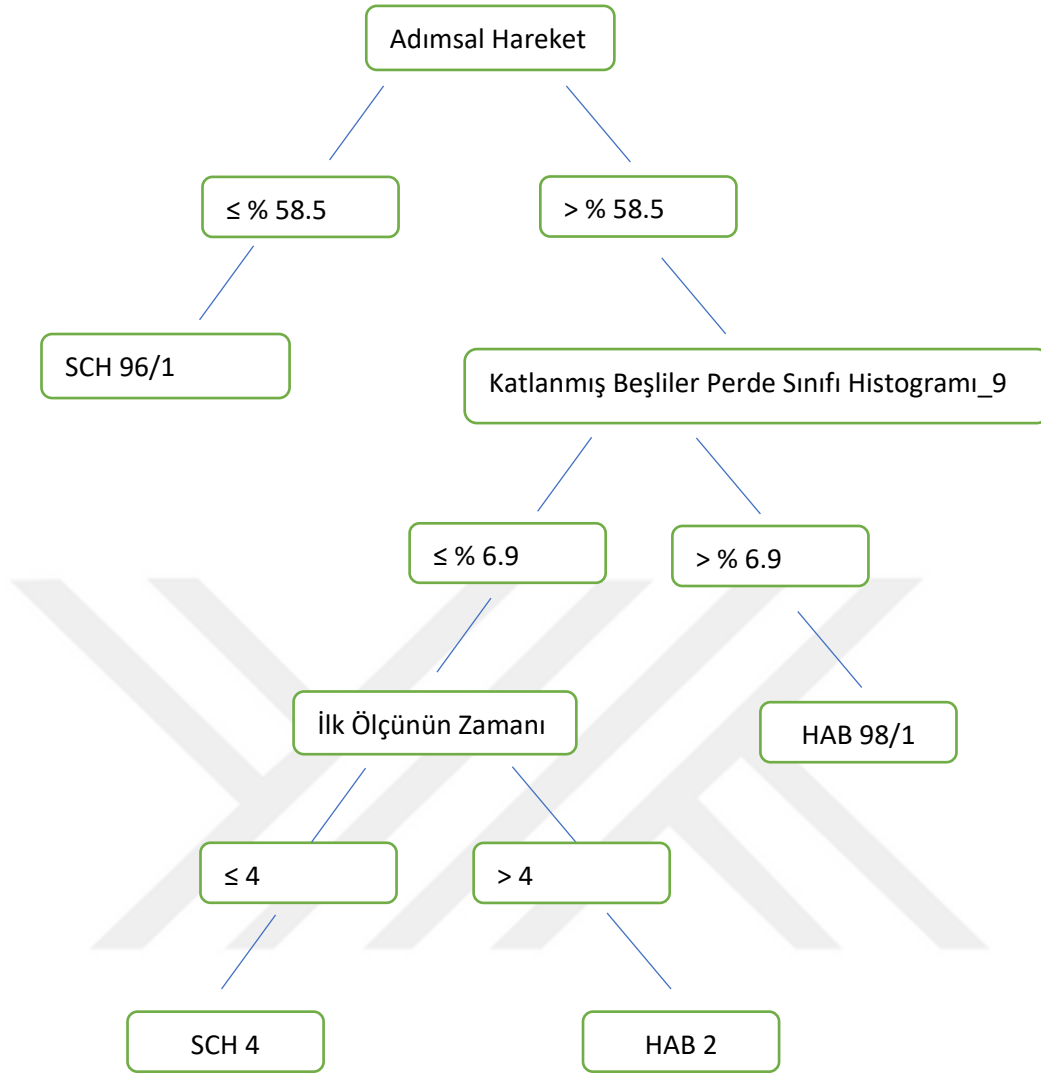
4.5.8. J48 algoritması. Bu algoritmanın perde ortalamasına göre dengelemeden sonra yaptığı tahminler Tablo 22’de yer almaktadır.

Tablo 22.

J48 Algoritmasının Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın	
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
95	5			
4	96		191	% 95.5

Çıktılara göre algoritmanın doğru tahmin oranı, transpoze öncesi doğru tahmin oranı ile aynı olmuştur. Bu kez SCH’nin 4 eserini HAB olarak, HAB’ın 5 eserini SCH olarak yanlış tahmin etmiştir. Algoritma, perde ortalamasının dengelenmesinin öncesi ve sonrası % 95.5 oranında doğru tahminde bulunmuştur. Bu çıktılara göre algoritmanın oluşturduğu karar ağacı Şekil 5’te yer almaktadır.



Şekil 5. J48 algoritmasının perde ortalamasının dengelenmesi sonrası yaptığı sınıflandırmanın karar ağacı

Algoritma, oluşturduğu ağaca göre ilk olarak *Adımsal hareket* (Stepwise motion) özneliliğine bakmıştır. Şekil 5'teki karar ağacında görüldüğü gibi *Adımsal hareket* kullanım oranı % 58.5'ten küçük veya eşit olan SCH'ye ait 96 eseri doğru, 1 eseri yanlış olarak sınıflandırmıştır. Algoritma bu orandan büyük olanların, P-3 kodlu öznelilik olan *Katlanmış beşliler perde sınıfı histogramı_9* (Folded fifths pitch class histogram_9) özneliliğine bakmıştır. Sondaki 9 rakamı histogramdaki silo numarasıdır. Her bir silo 12 perdeden oluşan perde sınıfının birine denk gelmektedir. C (do) notası sıfırıncı silo olduğuna göre 9. silo, başlangıç sesiyle 9 yarım ses (4.5 tam ses) yani büyük altılı aralık uzaklığındaki perde demektir. Bu da La notasıdır. Yani bu öznelilik La ile tam beşlisinin (Mi) kullanımına bakmıştır. Eserlerdeki La perde

sınıfında ortaya çıkan notaların sayısının, diğer tüm perde sınıflarının sayısına olan oranını göstermektedir. Bu oran % 6.9'dan büyük ise besteciyi HAB (98 doğru, 1 yanlış) olarak sınıflandırmıştır. HAB eserlerindeki *Adımsal hareket* oranının % 58.5'ten büyük olanların arasından, La notası ile tam beşlisinin % 6.9 oranından daha çok kullanıldığı 98 eseri bulunmuştur.

Türk müziğinde La (dügâh) perdesinin birçok makamın karar sesi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, tam beşlisi olan Mi (Hüseyni) perdesi ile kullanılmış olma olasılığı da yüksektir. Bu öz niteliğin sonuçlarına göre algoritmanın HAB'ın 98 eserini doğru sınıflandırmasının sebebinin, çoğunlukla La kararlı eserlerden kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Bu öz nitelik genelde Batı müziğindeki güçlü-tonik (I-V) ilişkilerini ölçmek üzere kullanılmaktadır.

La perdesinin katlanmış beşlilerinin oranı % 6.9'dan küçük veya eşit olduğu durumlarda, algoritma ilk ölçü zamanlarına bakmıştır. İlk ölçü 4 zamandan büyük ise HAB (2 eser), küçük veya eşit ise SCH (4 eser) eseri olarak tahminde bulunmuştur. Yani *Adımsal hareket* oranı % 58.5'ten büyük olan, La perdesinin katlanmış beşlisi oranı % 6.9'dan küçük veya eşit ve aynı zamanda ilk ölçü zamanları 4'ten büyük olan 2 HAB eseri, küçük veya eşit olan 4 SCH eseri bulunmaktadır. Algoritmanın yanlış sınıflandırdığı eserler Tablo 23'te yer almaktadır.

Tablo 23.

J48 Algoritmasının Perde Dengelemesi Sonrası Tam Eslerin Oranı ve Adımsal Hareket Öz nitelikleri Olmadan Yeniden Düzenlenmiş Öz niteliklerle Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

SCH olarak sınıflandırılan HAB eserleri	HAB olarak sınıflandırılan SCH eserleri
Zahiri Hale	Pax Vobiscum
Bahar Erdi	Du bist die Ruh
Hatırmadan Çıkmaz Asla	Ave Maria
Sûziş-i Sinem	Das Wandern
Yine Mürğ-i	

4.5.9. Diğer algoritmaların bestecilere yönelik tahmin sonuçları. Önceki başlıklarda algoritmaların bestecilere yönelik tahmin sonuçları ayrıntılı bir şekilde verilmişti. Çıktılardaki perde ortalamaları dengelenmeden önceki ve sonraki tahmin

sonuçları verildiğinden dolayı yine bu iki durumda da yeni algoritmaların sonuçları değerlendirilmiştir. Tabii bu kısımda diğer çıktılarından daha sonra çalışma dışı bırakılan tam eslerin oranı özneteliği yine çalışma dışı bırakılarak veriler algoritma tahminine sunulmuştur.

Tablo 24.

Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Öncesi Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

SMO Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı	
99	1		HAB		
1	99		SCH	198	% 99
Logistic Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı	
99	1		HAB		
1	99		SCH	198	% 99
Random Forest Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Algoritmanın		
HAB	SCH	Bestecinin Adı	Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı	
99	1		HAB		
0	100		SCH	199	% 99.5

Tabloda görüldüğü gibi SMO algoritması % 99, Logistic algoritması yine % 99 ve Random Forest algoritması % 99.5 başarı oranı ile bestecilere yönelik tahminde bulunmuştur. SMO ve Logistic algoritmaları bestecilere yönelik yaptığı tahminde her bestecinin birer eserini yanlış tahmin etmiştir. Random Forest algoritması ise sadece HAB'ın bir eserini SCH olarak yanlış tahmin edip, aralarında en başarılı tahmin yapan algoritma olmuştur.

Tablo 25.

Diğer Algoritmaların Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

Algoritmalar	Algoritmaların Yanlış Sınıflandırdığı Eserler
SMO	Kudretin Kâfi - Ave Maria
Logistic	Çeşmi Mahmurun - Ave Maria
Random Forest	Çeşmi Mahmurun

SMO ve Logistic algoritmaları iki eseri yanlış tahmin etmiştir. Random Forest algoritması ise bir eseri yanlış tahmin ederek daha başarılı bir sonuç elde etmiştir. Logistic ve Random Forest algoritmaları, HAB'ın Çeşm-i Mahmûrun adlı eserini SCH'nin eseri olarak yanlış tahminde bulunmuşlardır. Böylece Tablo 25'te görüldüğü gibi Ave Maria ve Çeşm-i mahmurun eserleri iki algoritmada da yanlış tahmin edilmiştir. Bu iki eserin notalarının bir bölümü Resim 8 ve 9'da yer almaktadır.

Ave Maria

Franz SCHUBERT

The image displays a musical score for 'Ave Maria' by Franz Schubert. It consists of three staves of music in G major (one sharp) and 3/4 time. The lyrics are in German. The first staff contains the lyrics 'a ve Ma ri a! Jung frau'. The second staff contains 'mild erhö re ei ner Jung frau Fle hen aus die sem Fel sen starr und'. The third staff contains 'wild soll mein Ge bet zu dir hin we hen. Wir'. The score includes various musical notations such as treble clef, key signature, time signature, and dynamic markings like '3' for triplets.

Resim 8. Schubert'in Ave Maria adlı eserinin bir bölümü

SMO ve Logistic algoritmaları Ave Maria adlı SCH eserini, HAB'ın eseri olarak tahmin etmişlerdir. Önceki algoritmalar tahminlerini, *Adımsal hareket* ve *Tam eslerin kullanımı* vb. gibi öznelitliklere yönelik yapmışlardı. Resim 8'de görüldüğü gibi bu

durumun nedeninin, komşu notaların (*Adımsal hareket*) sıklıkla kullanılmış olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çeşm-i Mahmûrun Sebebidir

Rast Şarkı

Beste: Hacı Ârif Bey

Devr-i Hindî
♩ = 102

Çeş mi mah mû run se beb dir

nâ le vû fer yâ dı

ma Tî ri gam zen riş a çar

Resim 9. Hacı Arif Bey'in Çeşm-i Mahmûrun adlı eserinin bir bölümü

Resim 8'deki notada HAB'ın eserlerindeki *Adımsal hareket*in bu eserde (Resim 9) de var olduğu görülmektedir. Yine SCH'nin çoğu eserindeki gibi ara ezgiler olmadığı için şan partiyonunda eslerin sıkça kullanılmadığı da görülmektedir. Fakat HAB'ın eserlerinde ikilik ve dörtlük notalara, SCH eserlerindeki kadar çok rastlanmamaktadır. Algoritma Resim 9'daki HAB eserini bu yönüyle SCH eseri olarak yanlış sınıflandırmış olabilir. Ayrıca J48 algoritması Şekil 3'te de yer aldığı gibi 7 ve daha küçük zamanlı yazılmış olan eserleri SCH (95 eser) olarak tahminde bulunmuştur. Bu algoritmaların da adı geçen özniteliklere bakarak tahminde bulunmuş oldukları düşünülebilir.

Tablo 26.

Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Oluşturduğu Karıştırma Matrisi

SMO Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH			Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
100	0	HAB			
0	100	SCH		200	% 100
Logistic Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH			Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
99	1	HAB			
1	99	SCH		198	% 99
Random Forest Algoritması					
Kim Olarak Sınıflandırdığı			Bestecinin Adı	Algoritmanın	
HAB	SCH			Doğru Sınıflandırdığı Eser Sayısı	Başarı Oranı
99	1	HAB			
0	100	SCH		199	% 99.5

Perde ortalamasının dengelenmesi sonrasında yapılan algoritma tahmininde SMO algoritması % 100, Logistic algoritması % 99 ve Random Forest algoritması % 99.5 başarılı tahmin yapmıştır. Bu dengeleme sonrasında algoritmaların yanlış sınıflandırdığı eserler Tablo 27’de yer almaktadır.

Tablo 27.

Diğer Algoritmaların Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası Yanlış Sınıflandırdığı Eserler

Algoritmalar	Algoritmaların Yanlış Sınıflandırdığı Eserler
SMO	
Logistic	Fruhlingsglaube - Gönümün Hayli Zaman
Random Forest	Pax Vobiscum

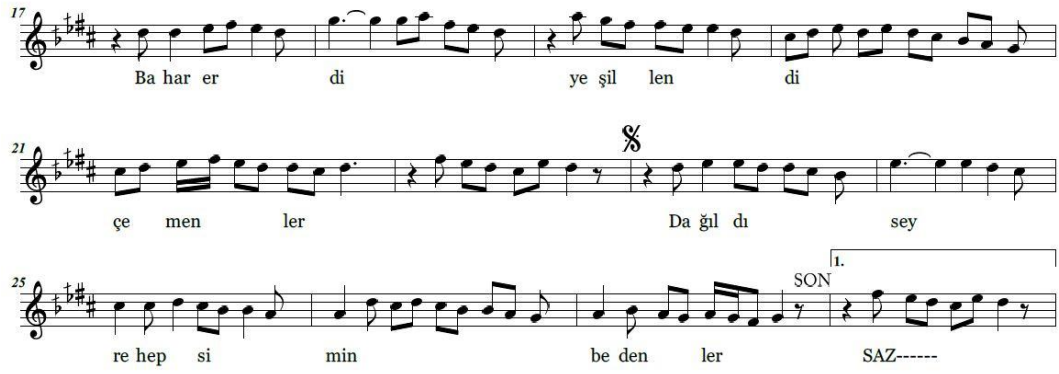
Perde ortalamasının dengelenmesi sonrası SMO algoritması bestecilerin hiçbir eserini yanlış sınıflandırmamıştır. Logistic algoritması iki eseri, Random Forest algoritması ise bir eseri yanlış sınıflandırmıştır.

Tablo 28.

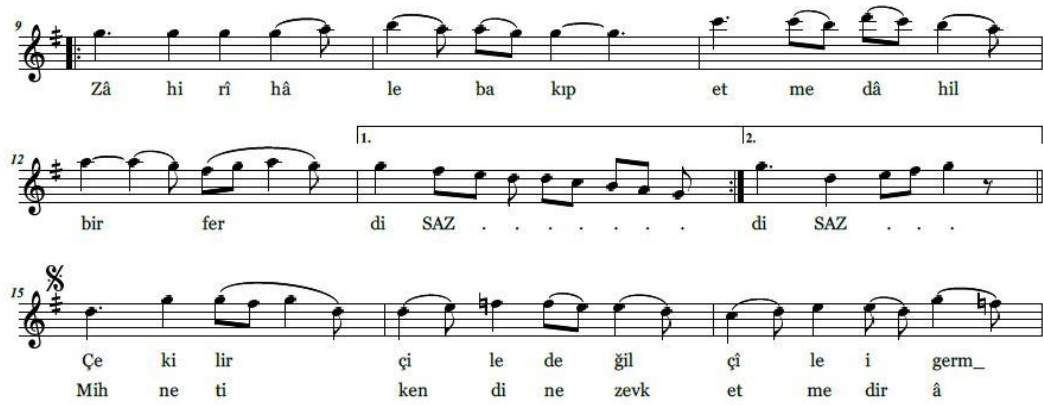
Tüm Algoritmaların Tahminleri Sonucu Yanlış Sınıflandırılan HAB Eserleri Listesi

Perde Ortalamasının Dengelenmesi Öncesi		Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası	
Eser Adı	Yanlış Sınıflandırma Sayısı	Eser Adı	Yanlış Sınıflandırma Sayısı
Beni Candan	1	Hatırımdan Çıkmaz	1
Gönlüm Aldın	2	Yine Mürgi	1
Rengi Ruhsarın	2	Sûziş-i Sinem	1
<i>Bahar Erdi</i>	2	<i>Bahar Erdi</i>	1
<i>Zahiri Hale</i>	2	<i>Zahiri Hale</i>	2
<i>Gönlümün Hayli</i>	2	<i>Gönlümün Hayli</i>	1
Çeşm-i Mahmurun	3	Beni Bizar Ederken	1
Dil-i Nalanı	1		
Gönlümün Hayli	2		
Akıbet Bezdi	2		
Pabusuna Ermek	1		
Kudretin Kâfi	1		

HAB'ın eserlerinde yapılan perde ortalaması dengelemesinin öncesi ve sonrasında bazı eserler algoritmalar tarafından her iki durumda da yanlış sınıflandırılmıştır. Her iki durumda da yanlış sınıflandırılan eserler Tablo 28'de italik olarak görülmektedir. Bu eserler Bahar Erdi, Zahiri Hale ve Gönlümün Hayli adlı eserlerdir. Perde dengelemesi öncesinde algoritmaların ikişer defa yanlış tahmin ettiği bu eserler, perde dengelemesi sonrasında Zahiri Hale adlı eser 2 kere, diğer iki eser ise birer kere yanlış tahmin edilmiştir. Yanlış sınıflandırılan eserlerin notalarının bazı bölümleri Resim 10, 11 ve 12'de yer almaktadır.



Resim 10. Hacı Arif Bey'in Bahar Erdi adlı eserinin bir bölümü



Resim 11. Hacı Arif Bey'in Zahirî Hale adlı eserinin bir bölümü



Resim 12. Hacı Arif Bey'in Gönülümün Hayli adlı eserinin bir bölümü

Tablo 29.

Tüm Algoritmaların Tahminleri Sonucu Yanlış Sınıflandırılan SCH Eserleri Listesi

Perde Ortalamasının Dengelenmesi Öncesi		Perde Ortalamasının Dengelenmesi Sonrası	
Eser Adı	Yanlış Sınıflandırma Sayısı	Eser Adı	Yanlış Sınıflandırma Sayısı
<i>Pax Vobiscum</i>	1	<i>Pax Vobiscum</i>	3
<i>Liebe schwärmt</i>	3	<i>Liebe schwärmt</i>	1
<i>Das Wandern</i>	1	<i>Das Wandern</i>	2
<i>Das Rosenband</i>	3	<i>Das Rosenband</i>	1
<i>Sei mir gegrüßt</i>	1	<i>Sei mir gegrüßt</i>	1
<i>Ave Maria</i>	4	<i>Ave Maria</i>	2
<i>Du bist die Ruh</i>	2	<i>Du bist die Ruh</i>	2
<i>Auf dem Wasser zu singen</i>	2	<i>Auf dem Wasser zu singen</i>	1
<i>Meeres Stille</i>	1	<i>Fruhlingsglaube</i>	1
<i>Lob der Tränen</i>	2	<i>Danksagung an den Bach</i>	1
<i>Ständchen</i>	1		
<i>In der Ferne</i>	1		
<i>Rastlose Liebe</i>	2		

HAB eserlerinde olduğu gibi SCH eserlerinde de perde ortalamasının dengelenmesinin öncesi ve sonrası bazı eserler yine yanlış olarak sınıflandırılmıştır. Bu eserler Tablo 29’da italik olarak gösterilmiştir. Yanlış sınıflandırılan SCH eserleri, Pax vobiscum, Liebe schwärmt, Das wandern, Das rosenband, Sei mir gegrüßt, Ave Maria, Du bist die ruh ve Auf dem wasser zu singen adlı eserlerdir. Bu eserlerin tümü majör tonunda bestelenmiş eserlerdir.

4.6. Oluşturulan Yapay Zekâ Destekli Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modelinin Mesleki Müzik Eğitiminde Geleneksel Analiz Tekniklerinin Yanında Kullanılabilirliği ile İlgili Uzman Görüşleri Nelerdir?

Franz Schubert ve Hacı Arif Bey’in şarkı formundaki eserlerinin örneklemiyle oluşturulan yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliği üzerine,

yapılandırılmış görüşme ile, en ayırt edici oldukları gözlenen 9 öznelikle ilgili olarak 12 uzmandan görüş talep edilmiş, 11 uzmandan görüş alınabilmektedir. Uzmanlar farklı üniversitelerde görev yapan Türk müziği devlet konservatuvarları, Batı müziği devlet konservatuvarları, eğitim fakülteleri ile güzel sanatlar fakültelerinin müzik bölümlerinde görev yapmakta olan akademisyenlerden oluşmuştur. Uzman görüşlerine sunulan modelin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik görüşme sonuçları Tablo 30'da yer almaktadır.

Uzmanların yorumuna model oluşturmaya yönelik olarak sunulan öznelilikler ve tanımları şöyledir:

1. İlk usulün/ölçünün zamanı: Eserin başlangıçtaki ölçüsü/usulü.
2. Son perde/nota: Eserdeki son nota.
3. Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi: Eserde kullanılan tam dörtlü aralıkları sayısının, eserde kullanılan tüm müzikal aralıklara göre yüzdesi.
4. Yaygın perdelerin sayısı: Eserdeki tüm notaların en az % 9'una eşit benzersiz perdelerin sayısı.
5. Melodik kavislerin ortalama uzunluğu: Melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısı.
6. Adımsal hareket: Küçük veya büyük ikiliye karşılık gelen melodik aralıkların yüzdesi.
7. Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı: Eserlerdeki Güçlü-Tonik (I-V) perspektifine yönelik bir özneliktir. Bu öznelilik perdeler ile beşlilerinin eserlerdeki kullanımını belirlemektedir.
8. Yaygın melodik aralıkların sayısı: Her biri tüm melodik aralıkların en az % 9'u kadar görülen benzersiz melodik aralıkların sayısı.
9. Küçük ikili aralığı yüzdesi: Küçük ikili aralığının, diğer aralıklara göre kullanım yüzdesi.

Tablo 30.

Oluşturulan Modelin Mesleki Müzik Eğitiminde Geleneksel Analiz Tekniklerinin Yanında Kullanılabilirliğine Yönelik Uzman Görüşleri

Öznitelikler	Kullanılabilir	Geliştirilerek Kullanılabilir	Kullanılamaz
İlk usulün/ölçünün zamanı	% 90.9	% 9.1	
Son perde/nota	% 72.7	% 18.2	% 9.1
Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi	% 90.9	% 9.1	
Yaygın perdelerin sayısı	% 72.7	% 27.3	
Melodik kavislerin ort. uzunluğu	% 72.7	% 18.2	% 9.1
Adımsal hareket	% 81.8	% 9.1	% 9.1
Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı	% 54.5	% 36.4	% 9.1
Yaygın melodik aralıkların sayısı	% 72.7	% 27.3	
Küçük ikili aralığı yüzdesi	% 45.4	% 27.3	% 27.3

Oluşturulan modelin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğine yönelik alınan görüşler arasından uzmanların % 36.4'ü tüm özniteliklerin kullanılabilir olduğunu ifade etmişlerdir. Görüşmeler sonucunda *İlk usulün/ölçünün zamanı* ve *Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi* özniteliklerini % 90.9'u; *Yaygın perdelerin sayısı*, *Melodik kavislerin ortalama uzunluğu*, *Son perde/nota* ve *Yaygın melodik aralıkların sayısı* özniteliklerini ise % 72.7'si kullanılabilir olarak işaretlemişlerdir. *Adımsal hareket* özniteliğini % 81.8'i; *Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı* özniteliğini % 54.5'i ve *Küçük ikili aralığı yüzdesi* özniteliğini % 45.4'ü kullanılabilir olarak cevaplamışlardır.

Son perde/nota ve *Melodik kavislerin ortalama uzunluğu* özniteliklerini uzmanların % 18.2'si; *İlk usulün/ölçünün zamanı*, *Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi* ve *Adımsal hareket* özniteliklerini % 9.1'i geliştirilerek kullanılabilir olarak belirtmişlerdir. *Yaygın perdelerin sayısı*, *Yaygın melodik aralıkların sayısı*, *Küçük ikili aralığı yüzdesi* özniteliklerini % 27.3'ü; *Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı* özniteliğini ise % 36.4'ü geliştirilerek kullanılabilir olduğu yönünde fikir belirtmişlerdir. Ayrıca *Son perde/nota*, *Melodik kavislerin ortalama uzunluğu*, *Adımsal hareket* ve *Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı* özniteliklerini % 9.1'i; *Küçük ikili aralığı yüzdesi* özniteliğini ise uzmanların % 27.3'ü kullanılamaz olarak yorumlamışlardır. Görüş talep edilen bir uzman ise, konunun panel gibi bir ortamda ayrıntılarıyla üzerinde konuşup değerlendirebileceğini söyleyerek sorulara cevap vermemiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde çalışmanın bulgularına dayalı olarak sonuçları ve bu sonuçlar doğrultusunda önerilere yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

5.1.1. Birinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. Birinci alt problem kapsamında, karşılaştırmalı müzikal analizinde incelenmeye değer görülen 19 özellik tespit edilmiştir. Bu 19 özelliğin içinden yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analize yönelik kullanılan algoritmaların olanak tanıdığı ölçüde aralıklar, son perde/nota (karar sesleri), ambitus (ses menzili), usul-ritim farklılığı, cümlecik ve dominant (güçlü) nota ile ilgili özniteliklerin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Geleneksel müzikal analiz yönteminde kullanılan yöntemler ile tespit edilen 19 özellik birbirini destekler niteliktedir. Akdoğu (1996, s. 126-128), eser analizinde yöntem başlığı altında şu başlıklardan bahsetmiştir: “Genel saptamalar (makam, usul, biçim...), özel saptamalar: makam, usul, sözel eserlerde sözlere yönelik, estetik, güzellik, sanatsallık, biçim ve türe yönelik saptalamalar”.

5.1.2. İkinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. İkinci alt problem sonucuna göre “P-14 *Perde ortalaması*” özniteliğinin dışında jSymbolic yazılımından elde edilen tüm özniteliklerin uygun olduğu tespit edilmiştir. Böylece çıkarılan 1 perde özniteliğinin sonucunda 39 perde özniteliği kaldığı görülmüştür. Böylece toplamda oluşan 95 özniteliğin 39 adedini perde öznitelikleri, 24 adedini melodik aralık öznitelikleri ve 32 adedini ritim öznitelikleri oluşturmuştur. MIDI Toolbox yazılımı ile Matlab üzerinden LBDM algoritması kullanılarak eklenen 2 yeni öznitelikle beraber araştırmada karşılaştırmalı müzikal analiz için 97 özniteliğin kullanıldığı tespit edilmiştir.

LBDM algoritması daha önce bir araştırma (Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı & Ünal, 2014) için yapılmış olan uzman bölütlemeleriyle çoğunlukla aynı yerlerde bölütlemeler yapmıştır. Bu algoritmanın bazı eserlerde, uzmanlardan farklı yerlerde bölütleme yaptığı da olmuştur. Fakat uzmanların yaptığı bölütlemelerde bile, bazı eserlerde aynı yerlerde bölütleme yapmadıkları görülmüştür. Yine de uzmanların yaptığı bölütleme sayısını yüksek oranda başarılı bir şekilde elde etmiştir. Bu araştırmada da sadece bölütleme (cümlecik) sayısı ve cümlecik başına düşen nota adedi öznitelikleri kullanıldığından, araştırmaya uygun olduğu tespit edilip, öznitelikler arasına dahil edilmiştir. Fakat bu özniteliklerin SCH ve HAB eserlerinde belirleyici bir analiz basamağı olmadığı tespit edilmiştir.

Batı müziğinin eser analizlerinde tekrar işaretleri dikkate alınmaz. Bununla ilgili Cangal (2004, s. 41) şöyle bahsetmiştir: “İki bölmeli şarkı formunun şeması A (a-b) B (c-b)’dir. Bölmeler kendi aralarında dönüş işaretleri ile tekrar edilebildikleri gibi, bir bütün olarak da eser baştan sona tekrar edebilir. Tekrar işaretleri hiçbir zaman formu etkilemez.” Fakat bu durumun perde (*Perde sayısı, En yaygın perde...*) ve melodik aralıklarla (*Adımsal Hareket, En yaygın melodik aralık...*) ilgili öznitelikleri etkileyip, yanlış sonuç verebileceğinden dolayı tekrar işaretleri dahil edilerek cümleciklere ayrılmıştır. Araştırmadaki bölütlemelerin bir cümle kadar uzun olmadığı ve bir motif kadar kısa olmadığı gözlemlenip, ikisinin arası olan cümlecik terimi kullanılmasına karar verilmiştir.

5.1.3. Üçüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. Üçüncü alt problem bağlamında *Tam dörtlü aralığı yüzdesi* (97 eser), *İlk ölçünün zamanı* (81 eser), *La notasının, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı* (98 eser) ve *Adımsal hareket oranı* (98 eser) öznitelikleri Hacı Arif Bey eserlerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunların dışında *Küçük ikili aralığı* (14 eser), *Yaygın melodik aralıkların sayısı* (5 eser), *Yaygın perdelerin sayısı* (2 eser) olarak daha az eserde ayırt edici bir görünüm sergilemiştir. Bu sonuçların J48 ve OneR algoritmalarının verdiği sonuçlar üzerinden elde edildiği tespit edilmiştir.

La notasının, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımına bağlı olarak Kemal İlerici’nin Türk müziğine yönelik ortaya koymuş olduğu dörtlü armoni diye adlandırılan özel armoni sisteminde benzer bir özellik bulunmaktadır. “Kemal İlerici’nin Hüseyini

dizisindeki kalın bölgede yer alan durucu uygusu (pesten tize doğru) Mi-La-Re şeklindedir. La-Re-Mi ise bu uygunun birinci çevrimidir ve akorlar dörtlülerle kurulmaktadır” (Yalınkılıç, 2019, s. 131-132). Yine Türk müziğinde birçok makamın karar sesinin La olması ve “İlerici’nin ana makam olarak kabul ettiği Hüseyini makamının” (Özdemir, 2017, s. 7) durucu seslerinin La-Re-Mi perdeleri olması gibi bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, bu sonucun çıkması beklenen bir durum olmuştur.

5.1.4. Dördüncü alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. Dördüncü alt problemin sonucuna göre *İlk ölçünün zamanı* (95 eser), *Son perde/nota* (89 eser), *Adımsal hareket* (94 eser) ve *Melodik kavislerin ortalama uzunluğu* (95 eser) özniteliklerini, Franz Schubert’in ayırt edici bir şekilde kullandığı tespit edilmiştir. Bunların dışında *Yaygın melodik aralık sayısı* (5 eser), *Yaygın perdelerin sayısı* (3 eser) ve *Tam dörtlü aralığı* (9 eser) öznitelikleri daha az eserde ayırt edici bir görünüm sergilediği görülmüştür. Bu sonuçların J48 ve OneR algoritmasının verdiği sonuçlar üzerinden elde edildiği tespit edilmiştir. Özellikle OneR algoritması iki bestecide de *Adımsal hareket* özneliliğine bakarak yüksek sayıda eser (SCH 94, HAB 98) tespit etmiştir. “OneR algoritması, eğitim verilerindeki her özellik için bir kural oluşturur, ardından minimum hata oranına sahip kuralı ‘tek kural’ olarak seçer” (Parsania, Jani ve Bhalodiya, 2014, s. 61).

5.1.5. Beşinci alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. Beşinci alt problem kapsamında tahmin yapmak üzere ZeroR, OneR, J48, IBk, Random Forest, Logistic ve SMO olmak üzere 7 algoritma kullanılmıştır. ZeroR algoritması dışındaki algoritmalar, bestecileri sınıflandırmada en az % 92.5 oranında başarı sağlamıştır. Yüksek oranlarda yapılan sınıflandırmalar ise perde dengelemesi öncesi IBk (% 99), SMO (% 99), Logistic (% 99) ve Random Forest (% 99.5) algoritmaları tarafından yapılmıştır. Perde dengelemesi sonrasında ise, IBk (% 98), SMO (% 100), Logistic (% 99) ve Random Forest (% 99.5) algoritmalarının yüksek oranlarda başarı sağladığı tespit edilmiştir.

Perde dengelemesi öncesinde yüksek başarı gösteren algoritmaların, dengeleme sonrası daha düşük başarı göstermesi beklenmiş, fakat bazılarının daha yüksek oranda

başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Dengeleme öncesi SCH eserleri, HAB eserlerinden daha pes perdelerde yer almaktaydı. Sadece bu durumdan bile algoritmaların yüksek oranda başarı sağlayacağı düşünülmüştü. Fakat algoritmaların, beklenenin aksine başka öznitelikler üzerinden sınıflandırma yaptığı tespit edilmiştir.

Kullanılan algoritmalar arasından ayırt edici öznitelikler J48 ve OneR algoritmaları ile elde edildiği tespit edilmiştir. Tüm öznitelikler arasından karşılaştırmalı müzikal analiz modeli oluşturmaya yönelik sadece 9 öznitelik elde edilmiştir. Bu 9 özniteliğin arasından her bir besteci için 7 özniteliğin sonuç verdiği görülmüştür. Bu 7 öznitelik arasından her bir besteci için 4'er adet öznitelikle tamamına yakın eserlerin, 3'er adet öznitelikle ise daha az sayıda eserlerin sınıflandırıldığı tespit edilmiştir.

Algoritmaların çıktıları sonucunda, perde dengelemesi öncesi ve sonrasında yanlış sınıflandırılan üç HAB eseri tespit edilmiştir. Bu eserlerin üçü de curcuna usulünde (10/8) usulünde bestelenmiştir. Bahar Erdi adlı eser Neveser, Gönülümün Hayli eseri Bayati Araban ve Zahiri Hale eseri Mahur makamlarında bestelenmiş oldukları anlaşılmıştır.

Algoritmaların perde dengelemesi öncesi ve sonrasında yanlış sınıflandırdığı 8 SCH eseri tespit edilmiştir. Bunlar Pax vobiscum, Liebe schwärmt, Das wandern, Das rosenband, Sei mir gegrüßt, Ave Maria, Du bist die ruh ve Auf dem wasser zu singen eserleridir. Bu eserlerde dikkat çeken en önemli özelliklerden biri, şan derslerinde en çok kullanılan SCH eserlerinden olmalarıdır. Ayrıca bu eserlerin ortak özelliği majör tonunda olmalarıdır. Ave Maria 4 zamanlıdır (4/4). Diğer eserlerin ise daha küçük zamanlı (2/2, 2/4, 3/4, 3/8, 6/8) ölçüler ile bestelendiği tespit edilmiştir.

5.1.6. Altıncı alt probleme yönelik sonuç ve tartışma. Altıncı alt problem kapsamında elde edilen veriler ile oluşturulan yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin, mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Bazı uzmanlar değerlendirme yaparken, karşılaştırmalı müzikal analiz söz konusu olduğu için, iki bestecide de sonuç veren özniteliklerin kullanılabilir olduğuna kanaat getirmiştir. Bazı uzmanlar ise, karşılaştırma yapılmasa bile her bir bestecinin eserlerinin özelliklerini çıkaran bu modelin tüm özniteliklerinin kullanılabilir olduğu görüşünde olmuştur.

Bazı araştırmalarda, Özdemir (2014) araştırmasındaki gibi geleneksel ya da mevcut modele bir alternatif olarak model oluşturulmuştur. Fakat bu araştırmayla, geleneksel müzikal analize destek olacak bir model ortaya konulmuştur.

5.2. Öneriler

Araştırmanın sonuçları doğrultusunda sunulan öneriler şunlardır:

- Araştırmada birinci alt problemin çözümlüne yönelik uzmanlardan yapılandırılmamış görüşme ile alınan görüşler, algoritmaların sunduğu imkanlar doğrultusunda araştırmaya dahil edilmiştir. Bu görüşlerin tamamı ya da bu araştırmada yer almayan kısımları yapay zekâ destekli yeni çalışmalarla değerlendirmeye alınabilir.
- Türk müziğinin günümüzde kullanılan Arel-Ezgi-Uzdilek sistemine uygun daha çok sayıda öznitelik çıkarma yazılımı tasarlanabilir.
- Araştırmaya eklenen form ile ilgili iki yeni öznitelikten başka öznitelikler de çıkarılabilir. Bu da bu iki öznitelik için kullanılan Matlab R2017b platformunda geliştirilmiş MIDI Toolbox yazılımı ile ya da daha farklı yazılımlar kullanılarak yapılabilir.
- Hacı Arif Bey ve Franz Schubert örneklem olarak seçilen eserlerinden başka, iki farklı Türk müziği bestecisi ya da iki farklı Batı müziği bestecisinin de şarkı formundaki karşılaştırmalı müzikal analizleri yapılabilir. Ayrıca bu bestecilerin dışında diğer Türk ve Batı müziği bestecilerinin de bu formdaki eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizleri yapılabilir.
- Algoritmaların, bestecisi bilinmeyen Türk veya Batı müziği eserlerinin bestecilerini tahmin etmek üzere çalıştırılmaları sağlanabilir.
- Müzik eğitiminde kullanılmak üzere başka formlar için de yapay zekâ destekli karşılaştırmalı bir model geliştirilebilir. Bu model istenirse karşılaştırmalı da olmayabilir.
- Türk ve Batı müziği eserlerinin yapay zekâ destekli analizi ile dönemsel (romantik dönem, klasik dönem...) özellikleri incelenebilir.
- Örneklem olarak seçilen eserlerde algoritmaların bulduğu en önemli öznitelikler çalışma dışı bırakılıp, başka önemli öznitelikleri bulmak için

algoritmaların tekrar tahmin yapmaları sağlanabilir. Böylece eserlerin ayrıntıya gizlenmiş özellikleri de tespit edilebilir.



KAYNAKLAR

- Ak, A. Ş. (2018). *Türk mûsikîsi tarihi*. Ankara: Akçağ Yayınları.
- Akdoğan, B. (2010). *Örneklerle Türk mûsikîsinde formlar*. Ankara: Bilge Ajans & Matbaa.
- Akdoğu, O. (1996). *Türk müziğinde türler ve biçimler*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Aksüt, S. (1993). *Türk musikîsinin 100 bestekârı*. İstanbul: İnkılap Kitabevi.
- Akkılıç, D. (2010). Lied Sanatında F. Schubert ve Schwanengesang Lied Dizisinden “Standchen”in İncelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(1), 434-444).
- Aydemir, M. (2016). *Türk müziği makam rehberi*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Bozkurt, B., Karaosmanoğlu, M. K., Karacalı, B. ve Yazıcı, Z. F. (2014). Türk Makam Müziğinin Otomatik Ezgi Analizi <https://www.researchgate.net/publication/271461529> sayfasından erişilmiştir.
- Bozkurt, B. Karaosmanoğlu, M. K., Karaçalı, B. ve Ünal, E. (2014). Türk Makam Müziği Notaları için Otomatik Ezgi Bölütleme <https://www.researchgate.net/publication/271461529> sayfasından erişilmiştir.
- Börekçi A. ve Nacakcı Z. (2019). The Cry of Teke Region: Computer-Supported Musical Analysis of Gurbet Havası. *Porte Akademik*. (18/19), 25-41.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cangal, N. (2004). *Müzik formları*. Ankara: Arkadaş Yayınevi.

- Çelik, S. (2016). Micro-Markov: Markov Analizi ile Mikrotonal, Algoritmik Besteleme Uygulaması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 9(43), 2564-2572.
- Coşkun, C. ve Baykal, A. (2011, Şubat). Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Bir Örnek Üzerinde Karşılaştırılması. *Akademik Bilişim'11-XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* içinde (s. 51-58). İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Demir, Ş. (2017). *Eğitim müziği besteleme teknik bilgileri ve uygulama*. İstanbul: Ötüken Neşriyat A.Ş.
- Ediboğlu, B. S. (1962). *Ünlü Türk bestekârları*. İstanbul: Ak Kitabevi.
- Eerola, T. & Toivainen, P. (2004, Ekim). *Mir in Matlab: The Midi Toolbox*. 5th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR) içinde, Barcelona, İspanya
- Erol Düzbastılar, M. (2013). İkili Markov Zinciri ve Bilgisayara Destekli Analiz Yoluyla Kreutzer Keman Metodunun Araştırılması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(3), 1147-1161.
- Fışkın, Ü. (2018). Sistematik Müzikolojide 20. Yüzyıl Analiz Yöntemleri. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 5(12), 281-314.
- Gedik, A. C. (2013). Türk Müziği İcralarının Analizi için Bir Midi Projesi. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*. 10, 81-92.
- Giraud, M., Groult, R. & Leve, F. (2015), *Computational Music Analysis*. New York: Springer, Cham. 113-136.
- Göher, F. (2006). *Türk ve Batı Çocuk Şarkılarının Karşılaştırmalı Analizi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Gulati, S., Serra, J., Ishwar, V., Şentürk, S. & Serra, X. (2016). *Phrase-based rĀga recognition using vector space modelling*. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). Shanghai.
- Hiller, L. & Bean, C. (1966). Information Theory Analyses of Four Sonata Expositions. *Journal of Music Theory*, 10(1), 96-137.
- Hodeir, A. (2016). *Müzikte türler ve biçimler* (İ. Usmanbaş, Çev.). İstanbul: Pan Yayıncılık.
- İşal, K. (1995). *Kürdilihicazkâr Makamı* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Karaosmanoğlu, M. K. (2012). *A Turkish Makam Music Symbolic Database For Music Information Retrieval: SymbTr*. Paper presented at the Ismir 13th International Society for Music Information Retrieval Conference, Porto.
- Karaosmanoğlu, M. K. ve Yazıcı, F. (2014). Türk Makam Müziğinde Ezgi Sınırlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Porte Akademik*. 6(10), 88-97.
- Karaosmanoğlu, M. K., Bozkurt, B., Holzapfel, A. ve Doğrusöz Dişiaçık, N. (2014, Ocak). A Symbolic Dataset of Turkish Makam Music Phrases. 4th International Workshop on Folk Music Analysis (FMA2014). İstanbul.
- Karaosmanoğlu, M. K. (2015). *Türk Musikisi Sembolik Veriler Üzerinde Hesaplamalı Ezgi Analizi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karaosmanoğlu, M. K. (2017). *Müzik aritmetiği ve ses sistemleri*. İstanbul: İTÜ Vakfı Yayınları.
- Lartillot, O. & Ayari, M. (2006). Motivic Pattern Extraction in Music, And Application to the Study of Tunisian Modal Music. *ARIMA/SACJ*. 36. 15-28.
- Lartillot, O. & Ayari, M. (2008). *Segmenting Arabic Modal Improvisation: Comparing Listeners' Responses With Computer Predictions*. Proceeding of the fourth

Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM08). Greece 3-6 July 2008. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Segmenting-Arabic-modal-improvisation%3A-Comparing-Lartillot-Ayari/f3d2cf18dacb9a1fab3e85e42d24b92f3c0abebf>

Lartillot, O. & Ayari, M. (2009). *Segmentation of Tunisian Modal Improvisation: Comparing Listeners' Responses with Computational Predictions*. Journal of New Music Research, 38(2). 117-127.

Levendoğlu, O. ve Şengün, N. (2005). Selahattin Pınar Bestelerinde Hicaz Makamının İşleniş ve Çağdaş Bestekarlarla Karşılaştırılması. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 19, 239-252.

McKay, C., Cumming J. E. & Fujinaga, I. (2017). *Characterizing composers using jSymbolic2 features*. Extended Abstracts for the Late-Breaking Demo Session of the 18th International Society for Music Information Retrieval Conference.

McKay, C., Cumming J. E. & Fujinaga, I. (2018). *jSymbolic 2.2: Extracting Features From Symbolic Music For Use In Musicological and MIR Research*. Paper presented at the Proceeding of the 19th ISMIR Conference, Paris.

Mimaroglu, İ. (1995). *Müzik tarihi*. İstanbul: Varlık Yayınları A.Ş.

Müezzinoğlu, A. (2004). *Zeybeklerin "SQL" Sorgulama Analizi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Nooijer, J. de, Wiering, F., Volk, A. & Tabachneck-Schijf, H.J.M. (2008). *Cognition-Based Segmentation for Music Information Retrieval Systems*, In Proceedings of the Fourth Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM08) 399-407, Sapporo.

Özalp, M. N. (1986). *Türk musikisi tarihi derleme (1.Cilt)*. Ankara: Trt Basılı Yayınlar Müdürlüğü.

Özdemir, G. (2017). *İlerici armonisine giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.

- Özdemir, M. (2014). *Müzik Öğretmenliği Klasik Gitar Eğitimi Dersi için Eklektik Bir Model Önerisi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özek, E. (2011). *Türk Müziği'nde Çeşni Kavramı ve İcra Teori Farklılıklarının Bilgisayar Ortamında İncelenmesi* (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi). Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özkan, İ. H. (2015). *Türk mûsikîsi nazariyatı ve usûlleri kudüm velveleleri*. İstanbul: Ötüken Neşriyat A.Ş.
- Öztuna, Y. (1986). *Hacı Ârif Bey*. Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.
- Öztuna, Y. (1976). *Türk musikisi ansiklopedisi*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Parsania, V. S., Jani, N. N. & Bhalodiya, N. H. (2014). Applying Naive Bayes, BayesNet, PART, JRip and OneR Algorithms on Hypothyroid Database for Comparative Analysis. *International Journal of Darshan Institute on Engineering Research & Emerging Technologies*, 3 (1). 60-64.
- Rowbotham, F. J. (2017). *Büyük müzisyenlerin yaşam öyküleri* (A. Uysal, Çev.). İzmir: Lilit Yayınevi.
- Sağır, T. ve Albuz, A. (2008). *Eğitim müziği besteleme teknikleri*. Ankara: Maya Akademi.
- Salgar, M. F. (2011). *Hacı Arif Bey*. İstanbul. Ötüken Neşriyat A.Ş.
- Say, A. (2001). *Müziğin kitabı*. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.
- Say, A. (1997). *Müzik tarihi*. Ankara: Müzik Ansiklopedisi Yayınları.
- Sözer, V. (1986). *Müzik ve müzisyenler ansiklopedisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi A.Ş. Yayınları.

- Şentürk, S. ve Chordia, P. (2011). *Modelling melodic improvisation in Turkish folk music using variable-length Markov models*. Paper presented at the Ismir 12th International Society for Music Information Retrieval Conference, Miami.
- Ünal, E., Bozkurt, B. ve Karaosmanoğlu, M. K. (2014). A Hierarchical Approach to Makam Classification of Turkish Makam Music, Using Symbolic Data. *Journal of New Music Research*. 43 (1), 132-146.
- Ünsal, N. (1992). *Hacı Ârif Bey'in Şarkı Formu Açısından Mûsikimizdeki Yeri* (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi). İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Woodford, P. (1984). *The Illustrated Lives of the Great Composers. Schubert*. Hungary: Omnibus Press.
- Yalçinkaya, B. (2004). *Geleneksel Türk Sanat Müziği Eserlerinin Bilgisayar Destekli İstatistiksel Analizi ve Bir Algoritmik Kompozisyon Örneği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yalınkılıç, E. (2019). *Besteci, Müzikolog Kemal İlerici'nin "Bestecilik Bakımından Türk Müziği ve Armonisi" ve Öğrencisi M. Ertuğrul Bayraktarkatal'ın Makamsal Armoni Yaklaşımları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yang, D. & Tsal, TJ. (2021). *Composer Classification With Cross-Modal Transfer Learning and Musically-Informed Augmentation*, Paper presented at the Ismir 22nd Conference, Online.
- Yavaşca, A. (2002). *Türk mûsikisinde kompozisyon ve beste biçimleri*. İstanbul: Türk Kültürüne Hizmet Vakfı.
- Yekta, R. (1986). *Türk musikisi*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Yener, F. (1978). XIX. yy. Başında Avrupa'yı Saran Romantik Akımın Başyapıtlarını Veren Besteci: Schubert. *Milliyet Sanat Dergisi*. 281. 4-7.

Yener, S. (2004). *Bilgisayar Destekli Analiz Yoluyla Geleneksel Türk Sanat Müziği Hicaz Taksimlerinde Kalıplaşmış Ezgilerin Araştırılması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yılmaz, K., Başara, E. ve Çelik, S. (2019). Buselik Makamında Bestelenmiş Klasik Türk Müziği Eserleri ile Bu Makama Ait Nazari Bilgilerin Bilgisayar Destekli Karşılaştırılması. *Route Educational and Social Science Journal*. 6(9), 1-12.

Yurga, C. (2005). *Dünya coğrafyasında uluslararası sanat müziği türleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

Yükrük, H. (1998). *Türk Halk Müziği Ezgilerinin Analizinde H. F. Olson Yöntemi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

İnternet Kaynakları

Ccarh.wiki. (2021, Eylül 25). https://wiki.ccarh.org/wiki/Norbert_B%C3%B6ker-Heil adresinden alındı.

Gökalp, E. M. (2022, Eylül 28). *Makine Öğrenmesi – Machine Learning*, Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/357974983>

Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (2022, Aralık 17). <https://sozluk.gov.tr/>

Veribilimiokulu. (2022, Nisan 13). <https://www.veribilimiokulu.com/association-rules-analysis-with-weka/>



EKLER

EK-1

Hacı Arif Bey'in Örnekleme olarak seçilen 100 eseri

1. bestenigar--sarki--aksak--cok_gordu--haci_arif_bey
2. beyatiaraban--sarki--aksak--lutfunu_kestin--haci_arif_bey
3. beyatiaraban--sarki--curcuna--gonlumun_hayli--haci_arif_bey
4. beyatiaraban--sarki--devrihindi--gonlum_aldin--haci_arif_bey
5. buselik--sarki--yuruksemai--suzis-i_sinem--haci_arif_bey
6. evcara--sarki--devrihindi--olup_askinla--haci_arif_bey
7. hicaz--sarki--agirevfer--bak_ne_hale--haci_arif_bey
8. hicaz--sarki--aksak--tasdi_edeyim--haci_arif_bey
9. hicaz--sarki--devrihindi--kudretin_kafi--haci_arif_bey
10. hicaz--sarki--sofyan--ey_dil--haci_arif_bey
11. hicaz--sarki--turkaksagi--saydeyledi_bu--haci_arif_bey
12. hicazkar--sarki--agiraksak--ah_u--haci_arif_bey
13. hicazkar--sarki--aksak--acil_ey_gonce--haci_arif_bey
14. hicazkar--sarki--curcuna--guldu_acildi--haci_arif_bey
15. hicazkar--sarki--sofyan--bir_halet--haci_arif_bey
16. hicaz_humayun--sarki--agirduyek--var_mi_cana--haci_arif_bey
17. hicaz_humayun--sarki--aksak--kurbanin_olam--haci_arif_bey
18. hicaz_uzzal--sarki--aksak--kurdu_meclis--haci_arif_bey
19. hicaz_uzzal--sarki--musemmen--kamer_cehre--haci_arif_bey
20. huzzam--sarki--curcuna--guzel_gun_gormedi--haci_arif_bey
21. huzzam--sarki--duyek--bahar_oldu--haci_arif_bey
22. huzzam--sarki--senginsemai--hal-i_dil-i--haci_arif_bey
23. huzzam--sarki--turkaksagi--meftun_olali--haci_arif_bey
24. isfahan--sarki--murekkepsofyan--canda_hasiyyet--haci_arif_bey
25. karcigar--sarki--agiraksak--dinle_aklin--haci_arif_bey
26. karcigar--sarki--agiraksak--rengi_ruhsarin--haci_arif_bey
27. karcigar--sarki--aksak--dagda_tavsanlar--haci_arif_bey
28. karcigar--sarki--aksak--gerci_kiyamam--haci_arif_bey
29. karcigar--sarki--duyek--aski_pinhan--haci_arif_bey
30. karcigar--sarki--senginsemai--bir_goncaya--haci_arif_bey
31. karcigar--sarki--turkaksagi--varken_gonulde--haci_arif_bey
32. kurdilihicazkar--sarki--agiraksak--gecti_zahm-i--haci_arif_bey
33. kurdilihicazkar--sarki--aksak--kanlar_dokuyor--haci_arif_bey
34. kurdilihicazkar--sarki--aksak--muntazir_tesrifine--haci_arif_bey
35. kurdilihicazkar--sarki--aksak--nicin_terkeyleyip--haci_arif_bey
36. kurdilihicazkar--sarki--aksak--sirma_sacli--haci_arif_bey
37. kurdilihicazkar--sarki--curcuna--duser_mi--haci_arif_bey
38. kurdilihicazkar--sarki--curcuna--sende_acep--haci_arif_bey
39. kurdilihicazkar--sarki--devrihindi--nerdesin_ey--haci_arif_bey
40. kurdilihicazkar--sarki--duyek--arifem_ahkami--haci_arif_bey
41. kurdilihicazkar--sarki--kapali_curcuna--gurub_etti--haci_arif_bey
42. kurdilihicazkar--sarki--musemmen--iftirakindir_sebep--haci_arif_bey
43. kurdilihicazkar--sarki--yuruksemai--bais_figan--haci_arif_bey
44. kurdilihicazkar--sarki--yuruksemai--berdar_olali--haci_arif_bey

45. mahur--sarki--curcuna--zahiri_hale--haci_arif_bey
46. mahur--sarki--musemmen--gosterip_agyare--haci_arif_bey
47. muhayyer--sarki--aksak--deva_yokmus--haci_arif_bey
48. muhayyer--sarki--aksak--ey_ates-i--haci_arif_bey
49. muhayyer--sarki--aksak--humari_yok--haci_arif_bey
50. muhayyer--sarki--aksak--iltimas_etmeye--haci_arif_bey
51. muhayyer--sarki--devrihindi--meyhane_tarabgah-i--haci_arif_bey
52. muhayyer--sarki--sofyan--nicin_mahzun--haci_arif_bey
53. muhayyersunbule--sarki--aksak--acilmamis_bir--haci_arif_bey
54. neveser--sarki--curcuna--bahar_erdi--haci_arif_bey
55. nihavent--sarki--agiraksak--ahter-i_duskun--haci_arif_bey
56. nihavent--sarki--aksak--bakmiyor_cesm-i--haci_arif_bey
57. nihavent--sarki--aksak--dil-i_nalani--haci_arif_bey
58. nihavent--sarki--aksak--meyler_suzulsun--haci_arif_bey
59. nihavent--sarki--aksak--yadigar_kaldi--haci_arif_bey
60. nihavent--sarki--curcuna--cozulme_zulfune--haci_arif_bey
61. nihavent--sarki--curcuna--soyle_nedir--haci_arif_bey
62. nihavent--sarki--curcuna--uyur_daim--haci_arif_bey
63. nihavent--sarki--curcuna--vucud_ikliminin--haci_arif_bey
64. nihavent--sarki--devrihindi--ask_atesi--haci_arif_bey
65. nihavent--sarki--turkaksagi--ben_buy-i--haci_arif_bey
66. nihavent--sarki--yuruksemai_ii--vucud_ikliminin--haci_arif_bey
67. rast--sarki--aksak--mukedder_derd-i--haci_arif_bey
68. rast--sarki--curcuna--asik_oldur--haci_arif_bey
69. rast--sarki--curcuna--neyledi_gor--haci_arif_bey
70. rast--sarki--devrihindi--cesm-i_mahmurun--haci_arif_bey
71. rast--sarki--devrihindi--ehl-i_dil--haci_arif_bey
72. rast--sarki--kapali_curcuna--hatirimdan_cikmaz--haci_arif_bey
73. rast--sarki--musemmen--vuslatindan_gayri--haci_arif_bey
74. rast--sarki--turkaksagi--esti_nesim-i--haci_arif_bey
75. rast--sarki--turkaksagi--ey_gulnihal-i--haci_arif_bey
76. saba--sarki--devrihindi--nigah-i_mestine--haci_arif_bey
77. segah--sarki--aksak--bulbul_yetisir--haci_arif_bey
78. segah--sarki--curcuna--olmaz_ilac--haci_arif_bey
79. segah--sarki--devrihindi--bakip_ahval-i--haci_arif_bey
80. suzinak--sarki--agiraksak--suzinak_etme--haci_arif_bey
81. suzinak--sarki--aksak--cekme_elemi--haci_arif_bey
82. suzinak--sarki--aksak--edemem_kimseye--haci_arif_bey
83. suzinak--sarki--aksak--eski_hali--haci_arif_bey
84. suzinak--sarki--aksak--meclis_bezendi--haci_arif_bey
85. suzinak--sarki--aksak--uslanmadi_hala--haci_arif_bey
86. suzinak--sarki--aksak--yine_murg-i--haci_arif_bey
87. suzinak--sarki--curcuna--gozumden_gitmiyor--haci_arif_bey
88. suzinak--sarki--curcuna--pabusuna_ermek--haci_arif_bey
89. suzinak--sarki--devrihindi--bir_dil--haci_arif_bey
90. suzinak--sarki--turkaksagi--beni_candan--haci_arif_bey
91. suzinak--sarki--turkaksagi--yandim_o--haci_arif_bey
92. suzinak_zirgule--sarki--aksak--beni_bizar--haci_arif_bey
93. suzinak_zirgule--sarki--yuruksemai--husn_alemini--haci_arif_bey
94. ussak--sarki--aksak--aglamaz_mi--haci_arif_bey

95. ussak--sarki--aksak--bir_melek--haci_arif_bey
96. ussak--sarki--aksak--meyhane_mi--haci_arif_bey
97. ussak--sarki--aksak--olmaz_dilim--haci_arif_bey
98. ussak--sarki--curcuna--akibet_bezdirdi--haci_arif_bey
99. ussak--sarki--senginsemai--ey_suh-i_cefa--haci_arif_bey
100. ussak--sarki--turkaksagi--saki_icelim--haci_arif_bey



EK-2

Franz Schubert'in Örneklem olarak seçilen 100 eseri

1. do_diyez_minor--lied--2_4--aufenthalt--schubert
2. do_major--lied--12_8--im_dorfe--schubert
3. do_major--lied--3_4--letzte_hoffnung--schubert
4. do_major--lied--3_4--liebe_schwarzt--schubert
5. do_major--lied--4_4--mein--schubert
6. do_major--lied--6_8--standchen--schubert
7. do_minor--lied--2_4--auf_dem--schubert
8. do_minor--lied--4_4--der_sturmische--schubert
9. do_minor--lied--4_4--erster_verlust--schubert
10. do_minor--lied--6_8--schafers_klagelied--schubert
11. fa_major--lied--2_2--das_rosenband--schubert
12. fa_major--lied--3_4--die_nebensonnen--schubert
13. fa_major--lied--3_4--himmelsfunken--schubert
14. fa_major--lied--4_4--an_silvia--schubert
15. fa_major--lied--6_8--das_fischermädchen--schubert
16. fa_major--lied--6_8--des_müllers--schubert
17. fa_major--lied--6_8--frühlingstraum--schubert
18. fa_major--lied--6_8--tranenregen--schubert
19. fa_major--lied--2_4--frühlingssehnsucht--schubert
20. fa_minor--lied--2_4--mut--schubert
21. fa_minor--lied--3_4--der_leiermann--schubert
22. fa_minor--lied--6_8--am_feierabend--schubert
23. fa_minor--lied--6_8--die_wetterfahne--schubert
24. fa_minor--lied--6_8--romanze--schubert
25. la_bemol_major--lied--12_8--die_junge--schubert
26. la_bemol_major--lied--2_4--frühlingsglaube--schubert
27. la_bemol_major--lied--2_4--geheimes--schubert
28. la_bemol_major--lied--2_4--jagers_abendlied--schubert
29. la_bemol_major--lied--2_4--lachen_und--schubert
30. la_bemol_major--lied--3_4--morgengrüb--schubert
31. la_bemol_major--lied--4_4--ganymed--schubert
32. la_bemol_major--lied--4_4--nacht_und--schubert
33. la_bemol_major--lied--6_8--auf_dem--schubert
34. la_bemol_major--lied--6_8--halt--schubert
35. la_major--lied--2_2--am_meer--schubert
36. la_minor--lied--2_4--die_krahe--schubert
37. la_minor--lied--2_4--einsamkeit--schubert
38. la_minor--lied--2_4--rast--schubert
39. la_minor--lied--3_4--der_greise--schubert
40. la_minor--lied--3_4--die_stadt--schubert
41. la_minor--lied--3_4--lied_eines--schubert
42. la_minor--lied--4_4--die_liebe--schubert
43. la_minor--lied--6_8--der_jäger--schubert
44. la_minor--lied--6_8--gretchen_am--schubert

45. mi_bemol_major--lied--2_2--die_taubenpost--schubert
46. mi_bemol_major--lied--2_2--pax_vobiscum--schubert
47. mi_bemol_major--lied--2_4--danksagung_an--schubert
48. mi_bemol_major--lied--2_4--liebesbotschaft--schubert
49. mi_bemol_major--lied--3_4--wasserflut--schubert
50. mi_bemol_major--lied--4_4--das_wirtshaus--schubert
51. mi_bemol_major--lied--4_4--im_abendrot--schubert
52. mi_bemol_minor--lied--2_4--der_wegweiser--schubert
53. mi_bemol_minor--lied--3_4--der_atlas--schubert
54. mi_bemol_minor--lied--3_4--ruckblick--schubert
55. mi_bemol_minor--lied--3_8--der_muller--schubert
56. mi_major--lied--2_2--der_wanderer--schubert
57. mi_major--lied--2_4--rastlose_liebe--schubert
58. mi_major--lied--2_4--wohin--schubert
59. mi_major--lied--3_4--ungeduld--schubert
60. mi_minor--lied--2_4--eifersucht_und--schubert
61. mi_minor--lied--4_4--erlkonig--schubert
62. mi_minor--lied--6_8--lied_der--schubert
63. re_bemol_major--lied--12_8--nahe_des--schubert
64. re_bemol_major--lied--2_4--die_forelle--schubert
65. re_bemol_major--lied--4_4--litanei--schubert
66. re_major--lied--2_2--an_die_musik--schubert
67. re_major--lied--2_4--heidenroslein--schubert
68. re_major--lied--3_4--der_lindenbaum--schubert
69. re_major--lied--3_4--lob_der--schubert
70. re_major--lied--3_4--standchen--schubert
71. re_major--lied--3_8--an_die--schubert
72. re_major--lied--4_4--der_kreuzzug--schubert
73. re_major--lied--6_8--jagers_liebeslied--schubert
74. re_minor--lied--2_2--der_tod--schubert
75. re_minor--lied--2_2--gefrorne_tranen--schubert
76. si_bemol_major--lied--2_2--des_baches--schubert
77. si_bemol_major--lied--2_2--meeres_stille--schubert
78. si_bemol_major--lied--3_4--sei_mir--schubert
79. si_bemol_major--lied--3_8--du_bist--schubert
80. si_bemol_major--lied--4_4--ave_maria--schubert
81. si_bemol_minor--lied--2_4--des--madchens--schubert
82. si_bemol_minor--lied--2_4--gute_nacht--schubert
83. si_bemol_minor--lied--3_4--kriegers_ahnung--schubert
84. si_major--lied--4_4--abschied--schubert
85. si_major--lied--6_8--die_post--schubert
86. si_minor--lied--2_4--trockne_blumen--schubert
87. sol_bemol_major--lied--4_4--wanderers_nachtlied--schubert
88. sol_diyez_minor--lied--3_4--in_der--schubert
89. sol_major--lied--2_4--das_wandern--schubert
90. sol_major--lied--2_4--der_neugierige--schubert
91. sol_major--lied--2_4--die_bose--schubert
92. sol_major--lied--2_4--mit_dem--schubert
93. sol_major--lied--4_4--pause--schubert
94. sol_major--lied--6_8--der_musensohn--schubert

- 95. sol_major--lied--6_8--tauschung--schubert
- 96. sol_minor--lied--2_2--ihr_bild--schubert
- 97. sol_minor--lied--2_4--die_liebe--schubert
- 98. sol_minor--lied--3_4--der_doppelganger--schubert
- 99. sol_minor--lied--3_8--irrlucht--schubert
- 100. sol_minor--lied--4_4--erstarrung--schubert



EK-3

Yapılandırılmamış Görüşme Formu

**TÜRK ve BATI MÜZİĞİ ŞARKI FORMUNDAKİ ESERLERİN YAPAY
ZEKÂ DESTEKLİ KARŞILAŞTIRMALI MÜZİKAL ANALİZ MODELİ:
HACI ARİF BEY ve FRANZ SCHUBERT ÖRNEĞİ
UZMAN GÖRÜŞ FORMU**

Şarkı formunda bestelenmiş Türk ve Batı müziği eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizlerini yapay zekâ ve müzik teknolojilerinden yararlanarak yapmak ve *şarkı formunun* analiz yapılan örnekler bağlamında öne çıkan karakteristiklerini betimleyerek incelemek istiyoruz. Örneklem olarak, bu formun alanlarındaki önemli iki bestecisi olan Hacı Ârif Bey ve Franz Schubert'in şarkı formundaki 100'er eserini aldık.

Kullanacağımız hesaplamalı modellerin sonuçlarını değerlendirebilmek için, Türk ve Batı Müziği teorisi alanında uzman olan sizlerin, uzmanlık alanınızda *müzikal analiz/ karşılaştırmalı müzikal analiz* yapmakta kullandığınız ölçütlerinizle ilgili (*Perde, Melodik aralık, Ritim, Biçim, vb*) değerli görüşlerinize ihtiyaç duymaktayız.

Tercihinize göre bir-iki paragraf ya da sayfa uzunluğunda vereceğiniz bilgi, çalışmamıza çok değerli katkılar sağlayacaktır.

Şimdiden teşekkürlerimi sunarım.

Öğr. Gör. Erhan ZETEROĞLU

Manisa Celal Bayar Üniversitesi,

Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi,

Müzik Bölümü, Müzikoloji ABD

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Müzik Eğitimi Doktora Öğrencisi

EK-4

Yapılandırılmış Görüşme Formu

**TÜRK ve BATI MÜZİĞİ ŞARKI FORMUNDAKİ ESERLERİN YAPAY
ZEKÂ DESTEKLİ KARŞILAŞTIRMALI MÜZİKAL ANALİZ MODELİ:
HACI ARİF BEY ve FRANZ SCHUBERT ÖRNEĞİ
GÖRÜŞME FORMU**

Sayın Uzman,

Şarkı formunda yazılmış Türk ve Batı müziği eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizlerini yapmak üzere, yapay zekâ teknikleriyle bir model oluşturmaya yönelik olarak yürütmekte olduğumuz araştırmamız için değerli görüşlerinize ihtiyaç duymaktayız. Bu tekniklerle oluşturmak istediğimiz karşılaştırmalı müzikal analiz modelinin amaca uygun olarak tasarlanması önemlidir. Amacımız, şarkı formunda bestelenmiş Türk ve Batı müziği eserlerinin müzikal analizinin yapılabilmesi için bir model oluşturulup, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert’in eserlerinin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizinin yapılması ve mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğinin tespitidir. Dolayısıyla aşağıda değerli görüşlerinize sunduğumuz “1) Perde, 2) Melodik aralık, 3) Ritim” başlıkları altında toplanan öznitelikleri, amacımıza uygun olarak değerlendirmeniz; modelde olması gerektiğini düşündüklerinizde ‘Evet’ seçeneğini, çok zorunlu görmediğiniz öznitelikler için ‘Belki’ seçeneğini ve bulunmasını gerekli görmediğiniz öznitelikler için ‘Hayır’ seçeneğini işaretleyerek görüşlerinizi belirtebilirsiniz. Özniteliklerin açıklamalarına ekteki dosyadan ulaşabilirsiniz.

Değerli görüşleriniz için teşekkür ederim.

Saygılarımla.

MAKÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Müzik Eğitimi Doktora Öğrencisi

Erhan ZETEROĞLU

PERDE ÖZNİTELİKLERİ

	EVET	BELKİ	HAYIR
P-1 Temel Perde Histogramı	☐	☐	☐
P-2 Perde Sınıfı Histogramı	☐	☐	☐
P-3 Katlanmış Beşliler Perde Sınıfı Histogramı	☐	☐	☐
P-4 Perde Sayısı	☐	☐	☐
P-5 Perde Sınıfı Sayısı	☐	☐	☐
P-6 Yaygın Perdelerin Sayısı	☐	☐	☐

P-7 Yaygın Perde Sınıfları Sayısı	☐	☐	☐
P-8 Menzil	☐	☐	☐
P-9 Pes Sicilin Önemi	☐	☐	☐
P-10 Orta Sicilin Önemi	☐	☐	☐
P-11 Üst Sicilin Önemi	☐	☐	☐
P-12 Baskın Saçılımı	☐	☐	☐
P-13 Güçlü Tonal Merkezler	☐	☐	☐
P-14 Perde Ortalaması	☐	☐	☐
P-15 Perde Sınıfı Ortalaması	☐	☐	☐
P-16 En Yaygın Perde	☐	☐	☐
P-17 En Yaygın Perde Sınıfı	☐	☐	☐
P-18 En Yaygın Perdenin Egemenliği	☐	☐	☐
P-19 En Yaygın Perde Sınıfının Egemenliği	☐	☐	☐
P-20 Tepedeki İki Perdenin Göreceli Egemenliği	☐	☐	☐
P-21 Tepedeki İki Perde Sınıfının Göreceli Egemenliği	☐	☐	☐
P-22 En Egemen Perdelerin Oluşturduğu Aralık	☐	☐	☐
P-23 En Egemen Perde Sınıflarının Oluşturduğu Aralık	☐	☐	☐
P-24 Perde Değişkenliği	☐	☐	☐
P-25 Perde Sınıfı Değişkenliği	☐	☐	☐
P-26 Katlamadan Sonraki Perde Sınıfı Değişkenliği	☐	☐	☐
P-27 Perde Çarpıklığı	☐	☐	☐
P-28 Perde Sınıfı Çarpıklığı	☐	☐	☐
P-29 Katlamadan Sonraki Perde Sınıfı Çarpıklığı	☐	☐	☐
P-30 Perde Sivrililiği	☐	☐	☐
P-31 Perde Sınıfı Sivrililiği	☐	☐	☐
P-32 Katlamadan Sonra Perde Sınıfı Sivrililiği	☐	☐	☐
P-34 İlk Perde	☐	☐	☐
P-35 İlk Perde Sınıfı	☐	☐	☐
P-36 Son Perde	☐	☐	☐

P-37 Son Perde Sınıfı	☐	☐	☐
P-38 Glissando Egemenliği	☐	☐	☐
P-39 Glissandoların Ortalama Menzili	☐	☐	☐
P-40 Vibrato Egemenliği	☐	☐	☐
P-41 Mikroton Egemenliği	☐	☐	☐

MELODİK ARALIK ÖZNETELİKLERİ

	EVET	BELKİ	HAYIR
M-1 Melodik Aralık Histogramı	☐	☐	☐
M-2 En Yaygın Melodik Aralık	☐	☐	☐
M-3 Ortalama Melodik Aralık	☐	☐	☐
M-4 Yaygın Melodik Aralıkların Sayısı	☐	☐	☐
M-5 En Baskın İki Melodik Aralığın Birbirine Uzaklığı	☐	☐	☐
M-6 En Yaygın Melodik Aralığın Yayılımı	☐	☐	☐
M-7 En Yaygın İki Melodik Aralığın Görelî Yayılımı	☐	☐	☐
M-8 Arpegyasyon Miktarı	☐	☐	☐
M-9 Tekrarlanan Notalar	☐	☐	☐
M-10 Kromatik Hareket	☐	☐	☐
M-11 Adımsal Hareket	☐	☐	☐
M-12 Melodik Üçlüler	☐	☐	☐
M-13 Melodik Tam Dörtlüler	☐	☐	☐
M-14 Melodik Tritonlar	☐	☐	☐
M-15 Melodik Tam Beşliler	☐	☐	☐
M-16 Melodik Altılılar	☐	☐	☐
M-17 Melodik Yedililer	☐	☐	☐
M-18 Melodik Oktavlar	☐	☐	☐
M-19 Büyük Melodik Aralıklar	☐	☐	☐
M-20 Küçük- Büyük Melodik Üçlü Oranı	☐	☐	☐

M-22 Melodik Hareketin Yönü	☐	☐	☐
M-23 Melodik Kavislerin Ortalama Uzunluğu	☐	☐	☐
M-24 Melodik Kavislerin Kapsadığı Ortalama Aralık	☐	☐	☐
M-25 Melodik Perde Çeşitliliği	☐	☐	☐

RİTİM ÖZNİTELİKLERİ

	EVET	BELKİ	HAYIR
R-1 İlk Zaman İşareti (Zaman/Ritmik Değer)	☐	☐	☐
R-8 Metrik Çeşitlilik	☐	☐	☐
R-9 Toplam Nota Sayısı	☐	☐	☐
R-10 Çeyrek Nota Başına Nota Yoğunluğu	☐	☐	☐
R-12 Çeyrek Nota Başına Nota Yoğunluğu Değişkenliği	☐	☐	☐
R-13 Ritmik Değer Histogramı	☐	☐	☐
R-14 Ritmik Değerlerin Yayılımı	☐	☐	☐
R-15 Mevcut Değişik Ritmik Değerlerin Sayısı	☐	☐	☐
R-16 Mevcut Yaygın Ritmik Değerlerin Sayısı	☐	☐	☐
R-17 Çok Kısa Ritmik Değerlerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-18 Kısa Ritmik Değerlerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-19 Orta Ritmik Değerlerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-20 Uzun Ritmik Değerlerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-21 Çok Uzun Ritmik Değerlerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-22 Noktalı Notaların Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-23 En Kısa Ritmik Değer	☐	☐	☐
R-24 En Uzun Ritmik Değer	☐	☐	☐
R-25 Ortalama Ritmik Değer	☐	☐	☐
R-26 En Yaygın Ritmik Değer	☐	☐	☐
R-27 En Yaygın Ritmik Değerin Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-28 En Yaygın Ritmik Değerin Göreli Yaygınlığı	☐	☐	☐
R-29 En Yaygın Ritmik Değerler Arasındaki Fark	☐	☐	☐

R-30 Ritmik Değer Sapması	☐	☐	☐
R-31 Ritmik Değer Çarpıklığı	☐	☐	☐
R-32 Ritmik Değer Sivriligi	☐	☐	☐
R-41 Tam Eslerin Yüzdesi	☐	☐	☐
R-46 Ortalama Tam Es Süresi	☐	☐	☐
R-54 Güçlü Ritmik Vuruş Sayısı	☐	☐	☐
R-55 Orta Ritmik Vuruş Sayısı	☐	☐	☐
R-57 En Güçlü Ritmik Vuruş	☐	☐	☐
R-59 En Güçlü İki Ritmik Vuruşun Uyumu	☐	☐	☐
R-64 Ritmik Değişkenlik	☐	☐	☐

EK-5

Yapılandırılmış Görüşme Formu

**TÜRK ve BATI MÜZİĞİ ŞARKI FORMUNDAKİ ESERLERİN YAPAY
ZEKÂ DESTEKLİ KARŞILAŞTIRMALI MÜZİKAL ANALİZ MODELİ:
HACI ARİF BEY ve FRANZ SCHUBERT ÖRNEĞİ
GÖRÜŞME FORMU**

Sayın Hocam,

Şarkı formunda yazılmış Türk ve Batı müziği eserlerinin karşılaştırmalı müzikal analizlerini yapmak üzere, yapay zekâ teknikleriyle bir model oluşturmaya yönelik olarak yürütmekte olduğumuz araştırmamızın mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliği konusunda değerli görüşlerinize ihtiyaç duymaktayız. Amacımız, şarkı formunda bestelenmiş Türk ve Batı müziği eserlerinin müzikal analizinin yapılabilmesi için bir model oluşturulup, Hacı Arif Bey ve Franz Schubert'in eserlerinin yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizinin yapılması ve mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliğinin tespitidir. Bu doğrultuda araştırma sürecinde uzman görüşleri ile belirlediğimiz öznitelikler bağlamında oluşturulan *Karşılaştırmalı Müzikal Analiz Modeli*, örnek olarak Franz Schubert (SCH) ve Hacı Ârif Bey'in (HAB) 100'er eseri üzerinde etkili sonuçlar vermiştir.

Araştırmamızın nihai amacı gereği, modelimizde yer verilen öznitelikleri aşağıdaki görüşme formu ile, değerli görüşlerinize sunuyoruz. Dileğimiz, bu öznitelikler yoluyla oluşturulan karşılaştırmalı analiz modelinin mesleki müzik eğitiminde, geleneksel analiz tekniklerinin yanında kullanılabilirliği konusunda görüş ve önerilerinizle katkıda bulunmanızdır. Görüşlerinizi '*Kullanılabilir*', '*Geliştirilerek kullanılabilir*', '*Kullanılamaz*' seçeneklerinden uygun gördüğünüzü seçerek belirtebilirsiniz.

Araştırma sürecinde oluşturulan yapay zekâ destekli karşılaştırmalı müzikal analizi sonuçları ve özniteliklerin ayrıntılı açıklamaları *Tablo 1'de yer almaktadır*

Değerli görüşleriniz için teşekkür ederim.

Saygılarımla.

MAKÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müzik Eğitimi Doktora Öğrencisi

Erhan ZETEROĞLU

	Kullanılabilir	Geliştirilerek Kullanılabilir	Kullanılamaz
İlk usulün/ölçünün zamanı	☐	☐	☐
Son perde	☐	☐	☐
Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi	☐	☐	☐
Yaygın perdelerin sayısı	☐	☐	☐
Melodik kavislerin ort. uzunluğu	☐	☐	☐
Adımsal hareket	☐	☐	☐
Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı	☐	☐	☐
Yaygın melodik aralıkların sayısı	☐	☐	☐
Küçük ikili aralığı yüzdesi	☐	☐	☐

Tablo 1. HAB ve SCH'nin eserlerinde ön plana çıkan öznitelikler ve bu özniteliklere bakarak yapay zekânın belirlediği eser sayısı

	SCH	HAB
İlk usul/ölçü zamanı	95 Eser	81 Eser
Son perde	89 Eser	-
Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi	9 Eser	97 Eser
Yaygın perdelerin sayısı	3 Eser	2 Eser
Melodik kavislerin ort. uzunluğu	95 Eser	-
Adımsal hareket	94 Eser	98 Eser
Notanın, beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı	-	98 Eserde
Yaygın melodik aralıkların sayısı	5 Eser	5 Eser
Küçük ikili aralığı yüzdesi	-	14 Eser

Tabloda sol tarafta verilen özniteliklerin, bestecilerin kaç eserini ayırt etmede ön plana çıktığı karşılıklarında yer almaktadır. Bazı öznitelikler sadece bir bestecinin eserlerini, bazıları ise iki bestecinin eserlerini ayırt etmede yararlı olmuştur. Son perde ile Melodik kavislerin ort. uzunluğu öznitelikleri HAB eserlerinde; Perdenin beşlisi ile kullanımı ve Küçük ikiliği aralığı yüzdesi öznitelikleri SCH eserlerinde ayırt edici bir sonuç vermediğinden, ilgili alana “-” konulmuştur.

ÖZNİTELİKLERİN AÇIKLAMALARI

İlk usulün/ölçünün zamanı: Eserin başlangıçtaki ölçüsü/usulü.

Son perde: Eserdeki son nota.

Tam dörtlü aralığı kullanım yüzdesi: Tam dörtlü aralığı oluşturan notaların kullanımının yüzdesi.

Yaygın perdelerin sayısı: Eserdeki tüm notaların en az % 9'una eşit benzersiz perdelerin sayısı.

Melodik kavislerin ort. uzunluğu: Melodik tepeleri ve vadileri ayıran ortalama nota sayısı.

Adımsal hareket: Küçük veya büyük ikiliye karşılık gelen melodik aralıkların yüzdesi.

Notanın beşlisi (katlanmış beşli) ile kullanımı: Eserlerdeki Güçlü-Tonik (I-V) perspektifine yönelik bir özneliktir. Bu öznelik perdeler ile beşlilerinin eserlerdeki kullanımını belirlemektedir.

Yaygın melodik aralıkların sayısı: Her biri tüm melodik aralıkların en az %9'u kadar görülen benzersiz melodik aralıkların sayısı.

Küçük ikili aralığı yüzdesi: Küçük ikili aralığının, diğer aralıklara göre kullanımının yüzdesi.

