

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ  
MÜZİK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

**DİZİ TEMELLİ EZGİ KARŞILAŞTIRMA:  
ALGISAL PERDE HİYERARŞİSİNDE  
TONAL - DİYATONİK AYRIMI**

Cihan IŞIKHAN

Danışmanlar  
Prof. Dr. Yetkin ÖZER  
Yrd. Doç. Dr. Adil ALPKOÇAK

İZMİR - 2006

## YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Dizi Temelli Ezgi Karşılaştırma: Algısal Perde Hiyerarřisinde Tonal-Diyatonik Ayrımı” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

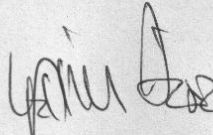
31 / 10 / 2006


Cihan IŞIKHAN

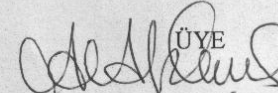
TUTANAK

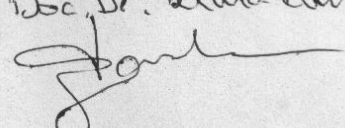
Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün 02 / 11 / 2006 tarih ve 26... sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği' nin 30..... maddesine göre Müzik Bilimleri Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Cihan Işıkkhan' nın Doğru Tanımlı Eski Kraliçlerin Algul Beden Hiyerarşik Tarih konulu tezi incelenmiş ve aday 28 / 11 / 2006 tarihinde, saat 15:00' da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

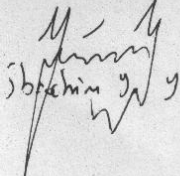
Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 30 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin başarıyla..... olduğuna oy birliği..... ile karar verildi.

  
Prof. Dr. Letim Der BAŞKAN

ÜYE  
  
Yrd. Doç. Dr. İsmail Köse

ÜYE  
  
Y. Doç. Dr. Asit Arıdoğan

Yrd. Doç. Dr. Davut Kurtuluş  


Yrd. Doç. Dr. İbrahim Y. Yücesel  


## YÖK DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU

Tez No:

Konu No:

Üniv. Kodu:

• Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır

### Tez Yazarının:

Soyadı: IŞIKHAN

Adı: CİHAN

Tezin Türkçe Adı: Dizi Temelli Ezgi Karşılaştırma: Algısal Perde Hiyerarşisinde Tonal-Diyatonik Ayrımı

Tezin Yabancı Dildeki Adı: Sequence-Based Melody Comparison: Tonal-Diatonic Distinguishing on Perceptual Pitch Hierarchy

### Tezin Yapıldığı:

Üniversite: Dokuz Eylül  
Üniversitesi

Enstitü: Güzel Sanatlar  
Enstitüsü

Yıl: 2006

Diğer Kuruluşlar:

### Tezin Türü:

Yüksek Lisans:

Doktora:

Tıpta Uzmanlık:

Sanatta Yeterlilik:

Dili: Türkçe

Sayfa Sayısı: 128

Referans Sayısı: 53

### Tez Danışmanlarının:

Ünvanı: Prof. Dr.  
Yard.Doç.Dr.

Adı: Yetkin  
Adil

Soyadı: Özer  
Alpkoçak

### Türkçe Anahtar Kelimeler:

- 1- Müzik Sorgulama Sistemi
- 2- Ezgi Benzerlik Ölçümü
- 3- Perde Hiyerarşisi
- 4- Diyatonic Algılama
- 5- Müzik Dizisi

### İngilizce Anahtar Kelimeler:

- 1- Music Information Retrieval
- 2- Melody Similarity Measures
- 3- Pitch Hierarchy
- 4- Diatonic Perception
- 5- Music Sequence

Tarih: 31.10.2006

İmza:

Tezimin Erişim Sayfasında Yayınlanmasını İstiyorum: Evet:  Hayır:

## ÖZET

Müzik Sorgulama Sistemi ezgi karşılaştırmasında kullanılan *Edit-Distance* ölçümü değiştirme işleminde, Mongeau&Sankoff tarafından ortaya atılan ve atlamalı aralıklı perdelerin algıda tonal bir değerlendirmeyele oluşturduğu hiyerarşiyi gösterir ağırlık değerleri, algıdaki diyatonik değerlendirmeyele ortaya çıkan farklı perde hiyerarşisi nedeniyle yanaşık aralıklı perdelerden oluşan ezgilerin karşılaştırmalarında hatalı sonuçlar verebilir. Bu hata, kullanıcıya dönen karşılaştırma sonuçlarının sıralanması aşamasında ortaya çıkar ve kullanıcının sorgusuna en benzer olacak bir ezgi sıralamada son sıralarda veya en benzemeyen bir ezgi sıralamada ilk sıralarda yer alabilir.

Sıralamadaki bu tür bir hatayı ortadan kaldırmak için bu çalışmada, Müzik Sorgulama Sistemi uygulamasında kullanıcı tarafından söylenebilecek herhangi bir ezgiyi koşul olarak ele alan bilişsel bir deney, *Probe-Ton* yöntemi kullanılarak denekler üzerinde uygulanmıştır. Somut olarak, perdeler arası algısal hiyerarşiyi sayısal değerlerle gösterecek bir tablo oluşturmanın amaçlandığı bu bilişsel çalışma sonucunda elde edilen sayısal değerler, değiştirme işleminde ağırlık değerlerini oluşturur.

İstatistiksel analizlerle desteklenen deney sonuçlara göre, ezgideki atlamalı veya yanaşık perdeler algıda perde hiyerarşisini; dolayısıyla karşılaştırmada kullanılacak perde ağırlık değerlerini yakından etkiler. Ezgideki atlamalı/yanaşık perde hareketleri, algulamada tonal veya diyatonik ayrımı gösteren iki farklı perde hiyerarşisi oluşmasını sağlar. Bunlardan atlamalı aralıklı perdelerin oluşturduğu hiyerarşi Mongeau&Sankoff tarafından kullanılan ağırlık değerleriyle örtüşürken; yanaşık aralıklı perdelerde algıdaki diyatonik değerlendirme nedeniyle yeni bir ağırlık tablosu ortaya çıkar. Ezgideki perde hareketine göre bu iki ağırlık tablosunun Müzik Sorgulama Sistemi ezgi karşılaştırmalarında *Edit-Distance* ölçümü değiştirme işleminde ağırlık değeri olarak kullanılması, kullanıcıya döndürülen ezgilerde daha sağlıklı bir sıralama sunduğu örneklerle gösterilmiştir.

## **ABSTRACT**

**The measurement called Edit-Distance for the sequence-based melody comparison in Music Information Retrieval may give inaccurate results in exchange procedure, in comparisons of conjunct interval melodies due to the weighted values depending on hierarchy of disjunct intervals on perception, suggested by Mongeau&Sankoff, for the hierarchy of conjunct interval melodies differs on perception. That is, the melody, the most similar to the query by user may come at the bottom in the ranking of results.**

**This study proposes a solution to the problem with a cognitive research applying probe-tone method. A melody is used in the experiment as a stimulus and a table showing numeric values of perceptual pitch hierarchy to be rated by participants. Statistical results show that perceptual hierarchy of pitches changes according to the character of the melody, i.e. whether it has more disjunct intervals than conjunct intervals, or, vice versa. This phenomenon leads to the attempt to redefine the concepts of tonality and diatonic, for disjunctive interval melodies are more associated with tonality, emphasizing the significant pitches of tonality, while conjunct interval melodies are with diatonic, relating to the other pitches of diatonic scale as well, in the hierarchy.**

**Although melodies with disjunct interval of pitches coincide directly with weighted values of Mongeau&Sankoff, melodies with conjunct interval of pitches consist of a new weighted values and table because of diatonic evaluation on perception. If the new weighted values created in this study are used in the Edit-Distance measurement for sequenced-based melody comparison, melodies retrieved to user would have a more credible ranking.**

## İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ .....	ii
TUTANAK.....	iii
YÖK DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU.....	iv
ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
EKLER LİSTESİ.....	xv
ÖNSÖZ .....	xvi
GİRİŞ .....	xvii
I. ANAHTAR KAVRAMLAR .....	1
A. Ezgi ve Müzik Dizisi.....	1
B. Müzik Dizilerinin Karşılaştırılması: ED Ölçeği .....	2
1. Düzeltme Operasyonu .....	3
2. Bedel Fonksiyonları .....	5
3. Ağırlıklar .....	6
C. Aralıklar, Aşıt ve Aşıt Dereceleri.....	6
II. PROBLEM TANIMI.....	9
A. M & S Ezgi Benzerlik Karşılaştırması.....	10
1. Dizi Oluşturma.....	10
2. Mesafe Ölçümüyle Matris Oluşturma .....	11

B. Değiştirme İşleminde Ağırlık Değerini Hesaplama .....	13
1. BÜPD .....	13
2. Derecelerine Göre Diyatonic Aşıtta Perde Ağırlıkları .....	14
3. Kromatik Aşıttaki Tüm Perdelerin Ağırlıkları.....	14
C. Probleme Yönelik rnek .....	18
D. Sonuç .....	21
III. LİTERATÜR DEğERLENDİRME .....	22
A. Genel Değerlendirme .....	22
1. MSS'de Perde ve Süre Kullanımı.....	22
2. Ezgide Benzerlik Karşılaştırmaları .....	24
3. Tonal Müzikte Algısal Perde Hiyerarşisi Arama.....	27
B. Krumhansl Probe–Tone Deneyleri.....	33
1. P-T Deneyi 1: C Majr Tonallıkta Perde Hiyerarşisi.....	34
a. Yntem.....	34
b. Denekler.....	34
c. Koşullandırma .....	35
d. Sonu .....	35
(1) 1. Grup Denekler.....	36
(2) 2. Grup Denekler.....	36
(3) 3. Grup Denekler.....	36
2. P-T Deneyi 2: C Major/Minor Tonallıklarda Perde Hiyerarşisi .....	37
a. Yntem.....	38
b. Denekler.....	38
c. Koşullandırma .....	38
d. Sonuç .....	39
3. P–T Deneyi 3: Kromatik Tüm Perdelerde Hiyerarşiyi lmlenme.....	40
a. Yöntem.....	40
b. Denekler.....	40
c. Koşullandırma .....	40
d. Sonuç .....	41
C. Krumhansl ve M&S Perde Hiyerarşisi Sonuçlarının Karşılaştırması .....	43



IV. DENEY: Perde Hiyerarşisi – P-T Yöntemi.....	45
A. Hipotez .....	45
B. Yöntem .....	46
C. Uygulama.....	47
1. Denekler.....	47
2. Yerleşim ve Malzemeler.....	47
3. Koşullandırma.....	48
a. AA Koşullandırma Ezgileri .....	48
(1) AA1: Love Story - AA2: Mozart 40. Sinfoni.....	48
b. YA Koşullandırma Ezgileri .....	49
(2) YA1: Bethooven 9. Sinfoni – YA2: Üsküdar.....	49
c. P -T .....	50
4. Ölçümleme.....	51
5. Prosedür.....	51
D. Sonuçlar .....	52
1. İstatistik için sayısal dönüşümler .....	52
2. Ortalama Değerler .....	53
3. Kendall Uyuşumu.....	54
4. Faktör Analizi .....	57
E. Sonuçların Yorumlanması.....	61
1. Ortalama Değerlere Göre:.....	61
a. AA hareketi gösteren ezgilerde değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdeler.....	61
b. YA hareketi gösteren ezgilerde değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdeler.....	62
c. Değiştirilen Perdeden Bir Önceki Perdenin Algılamadaki Etkisi .....	63
2. Faktör Analizine Göre: .....	64
a. AA perdeleri 1. faktörleri arasında gözlenen ortak hareket.....	64
b. YA perdeleri 1. faktörleri arasında gözlenen ortak hareket.....	64
c. AA ve YA ezgi perdelerinde tüm faktörler arasındaki ilişki .....	65
F. Sonuçların Hipotezle Karşılaştırılması .....	66
G. AA ve YA Perde Hiyerarşisi Ağırlık Tabloları .....	68

1. Hiyerarşiyi Oluşturan Kriterler .....	68
a. AA ve YA Ezgisini Saptama.....	68
b. Referans Perde .....	69
c. Çakışan Perdeler.....	71
2. AA Perde Hiyerarşisinde Perdeler Arası Ağırlık Tablosu .....	71
3. YA Perde Hiyerarşisinde Perdeler Arası Ağırlık Tablosu .....	72
4. Ağırlık Tablolarının MSS' de Kullanımına Yönelik Öneri.....	75
5. Karşılaştırmalı Örnekler .....	76
a. Örnek 1: Jingle Bells .....	77
b. Örnek 2: G majör tema üzerine 6 varyasyon, WoO.77 .....	79
SONUÇ .....	81
KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	91
EK: Bazı Deneklerin Yanıt Formları .....	92
ÖZGEÇMİŞ	

## KISALTMALAR

AA	Atlamalı Aralık
BÜPD	Beşli Üçlüsel Perde Dizgesi
C'	C perdesinin Oktavı
ÇP	Çakışan Perde
DP	Değişen Perde
ED	Edit – Distance
GP	Gestalt Prensipleri
GUIDO	Guido d'Arezzo (990:1050) tarafından geliştirilen müzik notasyon formatı
k	Deneydeki perde sayısı
M&S	Mongeau & Sankoff
MELDEX	MELody inDEX.
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MSS	Müzik Sorgulama Sistemi
N	Denek sayısı
P-T	Probe–Tone
RP	Referans Perde
SM	String Matching
YA	Yanaşık Aralık

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Ezgiden müzik dizisi oluşturma.....	2
Şekil 2: İki dizinin ‘ED’ ile karşılaştırılması. ....	5
Şekil 3: Diyatonik/Kromatik aşıt ve aralık kavramı. ....	7
Şekil 4: Dizi Oluşturma.....	10
Şekil 5: İki dizi arasında mesafe ölçümüyle matris oluşturma.....	12
Şekil 6: M&S ağırlık değerleriyle karşılaştırılan iki örnek ezginin sonucu.....	18
Şekil 7: Problemi niteler örnek ezgiler ve dizileri. ....	19
Şekil 8: Örnek ezgilerin karşılaştırılması sonucu M&S değerlerine göre oluşan benzerlikler .....	20
Şekil 9: M&S karşılaştırmasına göre oluşan sıralama.....	20
Şekil 10: Tonal değerlendirmede merkezci perde arama.....	30
Şekil 11: Deutsch deneyinde düzenli ve düzensiz ezgi. ....	31
Şekil 12: Krumhansl 1. deneyinde koşullandırma, P-T ve sonuçlar.....	35
Şekil 13: Krumhansl 2. deneyinde kullanılan koşullandırma perde aralığı .....	39
Şekil 14: Yanaşık ve Atlamalı Aralıklar. ....	46
Şekil 15: AA koşullandırma ezgileri. ....	49
Şekil 16: YA koşullandırma ezgileri .....	50
Şekil 17: P-T perdeleri .....	50
Şekil 18: Ortalama değerleri gösteren histogram .....	54
Şekil 19: Değiştirilen perdeden önceki perdelerin ortalama değerleri. ....	63
Şekil 20: AA koşul ezgileri ilk faktörlerindeki benzer aralık hareketleri.....	64
Şekil 21: YA koşul ezgileri ilk faktörlerindeki benzer aralık hareketleri.....	64
Şekil 22: Hipoteze göre ortaya çıkan genel sonuç.....	67
Şekil 23: Ezgide AA hareketi tespiti.....	69
Şekil 24: İlk faktörlere ve ortalama değere göre RP tespiti. ....	70
Şekil 25: YA ezgilerinde gözlemlenen perde çevrimleri.....	73
Şekil 26: Merkezi RP olan YA perde hiyerarşisinde aralık çevrimleri .....	73
Şekil 27: YA perde hiyerarşisinde ağırlık değerini gösteren sayısal dağılım .....	74
Şekil 28: YA ve AA tablosu kullanım önerisine yönelik örnek ezgi .....	75
Şekil 29: Karşılaştırmada 1. Örnek Ezgi: Jingle Bells.....	77

Şekil 30: Karşılaştırmada 2. Örnek Ezgi: Tema ve Varyasyonlar.....80

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: BÜPD kuramıyla oluşturulmuş bir oktav içindeki perde oranları.....	13
Tablo 2: Diyatonik aşttaki derece farklarını kromatik aşttta birleştirme.....	15
Tablo 3: ton(m) değerinin hesaplanmasıyla oluşan ağırlık değerleri.....	16
Tablo 4: Denklem 3'e göre, tüm perdelerin ağırlık değerleri.....	16
Tablo 5: M&S perde ağırlık değerleri.....	17
Tablo 6: Krumhansl 1.Deney C majör perdeleri arasındaki hiyerarşi.....	37
Tablo 7: Krumhansl 2.Deney sonuç sayısal değerleri.....	39
Tablo 8: Krumhansl major ve minor sonuç perde hiyerarşisi.....	42
Tablo 9: Krumhansl ve M&S sonuçlarının karşılaştırılması.....	43
Tablo 10: Krumhansl ve M&S hiyerarşi oranlarının karşılaştırılması.....	44
Tablo 11: P-T deneyi malzeme teknik özellikleri.....	48
Tablo 12: Sayısal dönüşümde 1. aşama.....	52
Tablo 13: Sayısal dönüşümde 2. aşama.....	53
Tablo 14: Sayısal dönüşümde 3. aşama.....	53
Tablo 15: Ortalama Değerler.....	53
Tablo 16: Kendall Uyuşumu değeri için YA1 örneği.....	55
Tablo 17: Tüm ezgilerin W, Ki-Kare ve p değerleri.....	56
Tablo 18: AA1 için faktör analizi ön sonuçları.....	58
Tablo 19: AA2 için faktör analizi ön sonuçları.....	58
Tablo 20: YA1 için faktör analizi ön sonuçları.....	59
Tablo 21: YA2 için faktör analizi ön sonuçları.....	59
Tablo 22: Faktör analizi sonuçları.....	60
Tablo 23: AA ezgilerinde ortalamaya göre sıralanmış perdeler.....	61
Tablo 24: YA ezgilerinde ortalamaya göre sıralanmış perdeler.....	62
Tablo 25: Tüm koşul ezgilerinde faktörlere göre gruplanan perdeler.....	65
Tablo 26: Yorumlamada ortaya çıkan sonuçlar.....	65
Tablo 27: RP'si C olan YA perde hiyerarşisinde ağırlık değerleri.....	74
Tablo 28: YA perde hiyerarşisine göre tüm perdelerin ağırlık değerleri.....	75
Tablo 29: 1.Örnek için karşılaştırma sonuçları.....	78
Tablo 30: 2.Örnek için karşılaştırma sonuçları.....	79

## **EKLER LİSTESİ**

Ek: Bazı Deneklerin Yanıt Formları

## ÖNSÖZ

Gelecekte söz etmek, genellikle, teknolojinin günlük yaşantımıza getireceği kolaylıklardan bahsetmekle başlar. Bugün için internet teknolojisinin sağlamaya çalıştığı aranımları çabuk ve içeriğine uygun olarak bulabilme hizmeti sadece bir başlangıç kabul edilirse; kahvaltıda aklınıza takılan bir ezginin ne olabileceği, kim tarafından yaratıldığı veya onu nerede bulabileceğiniz, herhangi bir bilgisayar yardımıyla internette kusursuz bir arama yöntemi olarak toplumun her kesimine gelecekte sunulacaktır. Bu çalışmada, böyle bir amaca ulaşabilmek amacıyla oluşturulan Müzik Sorgulama Sistemleri'ne bilişsel bir katkı sağlanmıştır. Çalışmada ortaya çıkan algılamadaki tonal-diyatonik ayrımının sisteme dahil edilmesiyle, sistemin daha sağlıklı çalışacağı üzerinde durulmuştur.

Böyle bir çalışmanın ortaya çıkışı ve şekillenmesinde başından bu yana büyük katkısı ve emeği olmuş Yrd. Doç. Dr. Adil Alpoçak'a; konusunda üstün bilgi birikimi ve tecrübesiyle yönümü belirlememde yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Yetkin Özer'e; istatistik hesaplamalarında sabırla zamanımı ayıran Yrd. Doç. Dr. Timur Köse'ye; fikirleriyle büyük emeği olan Yrd. Doç. Dr. Damla Gürkan Kuntalp'e; danıştığım her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Fırat Kutluk ve Prof. Turgut Aldemir'e; başından sonuna çalışmanın içinde olmuş ve yardımlarıyla katkı sağlamış değerli meslektaşım Araş. Gör. Gıyasettin Özcan, Ali Cenk Gedik ve Mustafa Kaya'ya; özellikle birtakım uygulama aşamalarında vakit gözetmeksizin bizzat desteklerini sağlamış Osman Kızak ve Mustafa Kızak'a; bana sağladıklarıyla attığım her adımda kendilerini asla unutmayacağım ve kendilerine çok şey borçlu olduğum değerli hocalarım Serhat Akyol ve Serhad Durmaz'a ve son olarak, çalışmanın başından sonuna bana hayat vermiş ve böyle bir çalışmanın ortaya çıkışındaki manevi desteğiyle beni her zaman ayakta tutmuş sevgili hayat arkadaşım/eşim Serap Savaş Işıkhana sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Cihan IŞIKHAN



## GİRİŞ

Günümüzde, çokluortam (*multimedia*) verilerinin çoğalması ve yaygınlaşmasıyla, internet üzerinden istenilen veriye ulaşmada yaygın olarak kullanılan metin tabanlı arama yöntemleri yetersiz kalır. Çünkü veri, salt metin tabanlı olmanın dışında resim, video, müzik vb. biçimlerde de bulunabilir. Bu durumda, çokluortam biçimlerine özel arama tekniklerinin kullanılması zorunlu hale gelir. Çokluortam Sorgulama Sistemleri (*Multimedia Information Retrieval*) olarak bilinen bu alanda sorgulama işlemi, aranılacak verinin doğrudan içeriğinin dikkate alınması temel ilkesine dayanır ve İçerik Tabanlı Erişim (*Content-Based Information Retrieval*) olarak adlandırılır.

Müzik de bir çokluortam biçimi olduğuna göre, müzik aramaya yönelik sorgulama sistemlerine Müzik Sorgulama Sistemi (*MSS, Music Information Retrieval*) adı verilir. Genel olarak MSS, kullanıcının sorgusunu doğrudan müzik olarak bilgisayara girdiği ve arama motorları sayesinde tüm veritabanlarının dolaşarak sorguya benzer ezgiyi içeren müziklerin karşılaştırılıp en benzerden en az benzeyene doğru sıralı olarak kullanıcıya sunulduğu karmaşık sistemlerdir.

MSS’de sorgu, doğrudan müzik verisinin özgün biçimi<sup>1</sup> olarak veritabanına iletildiği gibi müziği mırıldanarak, ısıklı ya da söyleyerek bilgisayara tek sesli müzik, bir başka ifadeyle ‘ezgi’ olarak da girilebilir. Müzikler bir veritabanında tutulur ve sorgu, bu veritabanındaki müziklerle karşılaştırılır. İşte bu karşılaştırma aşaması, sistemin en önemli noktasıdır. Burada ağırlıklı olarak, sorgudan gelen ezgiye ait perde (*pitch*) ve süre (*duration*) ile veritabanındaki müziklerin perde ve süreleri karşılaştırılır. Çünkü sayısal ortamda ezgiyi niteler müzikteki en önemli öznitelikler perde ve süredir (Downie, 2003; 317).

MSS ezgi karşılaştırma aşamasında perde hareket şeklini (*pitch contour*) kullanmak oldukça yaygındır (Ghias, 1995; Bainbridge, 1999; Rolland, 1999). Ezgiyi niteleyen perdeler *R*, *U* ve *D* harfleri kullanılarak hareket şekline göre

---

<sup>1</sup> Özgün biçim, müzik verisinin kaynağını olduğu gibi sorgu olarak kullanılmasını ifade eder. Örneğin herhangi bir kaset, cd vb. ortamdaki müziğin bir bölümü ya da tamamı sorgu olarak kullanılabilir.

kodlanır. Bir perdenin hareket şekli bir öncekiyle aynıysa "*Repeat (R)*", diğerinden yukarıdaysa "*Up (U)*" ya da aşağıdaysa "*Down (D)*" olarak tanımlanır. Sorgu ve veritabanı bu harflerle kodlanarak karşılaştırılır. Bu tür bir yöntemin sağladığı en büyük avantaj, ezgiden detaylı özneliklerin çıkartılmasına gerek olmayışıdır. Tınlatılan perdenin bir öncekine göre yükseklik/alçaklık göstergesi, sorgu ve ezgi karşılaştırmaları için yeterlidir. Sistemin dezavantajıysa, tüm perde hareket şekli benzer olsa bile perde değerlerinin farklı olmasıyla iki ezgi birbirinden taban tabana zıt olabilir. Örneğin sisteme göre "*u*" hareketi olan C ve G perdeleri arasındaki tam beşli aralıkla; C ve C# perdeleri arasındaki küçük ikili olan aralığın algılanması farklıdır. Ancak sistem, her iki aralık için de "*u*" hareketini kullanır.

Bir diğer karşılaştırma, hareket yerine doğrudan perde ve sürenin kullanılmasıdır. Ezgideki her bir perde MIDI, GUIDO (Holger, 2001), HumDrum (Huron, 1991) gibi sembolik ifadelerle çevrilir. Örneğin Lemström (2000) tarafından SEMEX projesinde kullanılan böyle bir yöntemle, gerek sorgu gerekse veritabanındaki ezgi perdeleri özel sembollere çevrilmiştir.

Çevrimin sonucunda her bir perde ve sürenin ayrıntısı oluşur. Karşılaştırma çoğu defa, metin tabanlı karşılaştırma yöntemlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak perde ve süreler yönüne yönelik kullanılmasıyla oluşur (Mongeau & Sankoff, 1990; Sonoda, 2000; McNab, 1997). Her sorgu perdesi veritabanındaki ezgi perdeleriyle birebir karşılaştırılır.

Birebir perde karşılaştırmalarında, sorgu ezgisindeki perdeyle veritabanındaki ezgiye ait perdeler her zaman aynı olmayabilir. Çünkü kullanıcılar, mırıldanma vb. biçimde bilgisayara aktardıkları sorgularında perde hataları yapmış olabilirler. Bu durum olağandır, çünkü sıradan bir kullanıcının her zaman perdeleri doğru tınlatması beklenemez. Örneğin, sorgudaki B ve E perdeleriyle veritabanındaki bu zamanlara karşılık gelen G ve A perdeleri aynı değildir. Bu durumda, her iki perdenin metin tabanlı karşılaştırmalarda olduğu gibi tam benzemez olduğu söylenemez. Çünkü algılamada, bu iki farklı perde birbirlerine oldukça yakın ya da uzak olabilir.

MSS’de farklı iki perdenin sorgu-veritabanı ezgi karşılaştırmasında birbirleriyle olan ilişkisini saptamak için, algılamadaki perde hiyerarşisinden alınan sonuçlar, M&S tarafından karşılaştırma sırasında kullanılır. Algıdaki hiyerarşik yapı, karşılaştırma sırasında her perde için bir ağırlık değeri oluşturur. Bir başka ifadeyle, perde karşılaştırmasını kullanan M&S, tüm perdeler için algısal perde hiyerarşisine dayalı bir ağırlık değeri kullanılır.

Tonal müzikte, perdeler arası algısal bir hiyerarşi vardır. Bazı perdeler bir diğerinin yerine geçebilir. Örneğin C majör bir ezginin başlangıç ve bitiş perdeleri genellikle C–E–G perdeleridir ve bu üç perde aynı anda tınlatıldığında C majör bir aşıtta tüm perdeler algılanabilir. Dolayısıyla aşıtta birinci, üçüncü ve beşinci perde, algılamada diğer perdelerden daha ön plandadır ve bu perdeler ezgi içinde bir başka perdenin yerini alabilirler. Bu durum, algılamadaki tonal bir değerlendirmenin sonucudur (Krumhansl, 1990). MSS perde karşılaştırmalarında algıdaki bu tonal değerlendirmeden yararlanılırsa, iki farklı perdenin birbirine ne kadar benzeyebileceği ölçülebilir.

MSS’de ezgi perdeleri karşılaştırması, bir ezginin herhangi bir yerinden olabilir. Dolayısıyla algılamadaki hiyerarşi, ezgi çizgisi koşuluyla değerlendirilmelidir. Bu da birbirlerine göre aralıklı ya da yanaşık olarak yatay bir seyir izleyen perdelerin tonal bağlamın ötesinde, algılamada farklı bir hiyerarşiyi oluşturmasına yol açar. Vurma (2006) tarafından yapılan deneyde, deneklere koşul olarak ikili, üçlü ve beşli aralıklardan oluşan perdeler verilmiştir. Deney sonucunda, performans olarak ikili ve beşli aralıkların üçlülerden çok daha hatasız tınlatıldığı; ancak algılamada ikili aralıklarla üçlü ve beşli aralıkların birbirlerinden ayrıldığı gözlemlenmiştir. Deneklere göre algılamada üçlü ve beşli aralıklar daha nettir. Bu da gösteriyor ki, aralıklı perdeler algıda daha çok ön plana çıkarken; ikili aralığa sahip, yani YA perdeler belki de tonal değerlendirmenin üzerine çıkan farklı bir algısal perde hiyerarşisini ortaya çıkarabilir.

M&S’a göre tonal müzikteki algısal perde hiyerarşisi, aralıkların birbirleriyle olan uyumuyla doğru orantılıdır. Örneğin 8’li ve 5’li aralıklar 2/1 ve 3/2 gibi tam

sayı oranları taşıması nedeniyle diğer perdelerden algısal olarak daha önceliklidir. Batı Müziği günümüz perde dizgesi oluşturma kuramında “Beşli Üçlüsel Perde Dizgesi (BÜPD)” adıyla kullanılan bu kuramın (Uz, 1964; 20)<sup>2</sup>, birtakım küçük değişikliklerle M&S tarafından doğrudan kendi algoritmaları için kullanıldığı görülür. M&S, bu kurama göre her perde aralığı için bir ağırlık değeri oluşturur ve bunu MSS uygulamasının sorgu-veritabanı karşılaştırmasının *Edit-Distance* (ED) hesaplanması aşamasında kullanır.

Amacı doğrudan MSS olmasa da tonal müzik perdeleri algısal hiyerarşisine yönelik en kapsamlı çalışmalar Krumhansl (1990)’a aittir. 1980’li yılların başından başlayarak günümüze kadar uzanan ve temelinde “*Probe-Ton* (P-T)” yönteminin bulunduğu perde hiyerarşisine yönelik tüm deneylerinde Krumhansl, algısal perde hiyerarşisini ölçümler. Deney sonuçları, algılamada tam anlamıyla bir tonal değerlendirmenin olduğunu gösterir. Algıda önce majör ve minör ayrımı yapılır ve her iki tonallıkta ağırlıklı olarak aşkın ilk, beşinci ve üçüncü perdeleri hiyerarşinin ilk perdelerini oluşturur.

Krumhansl’ın sonuçlarına göre, müzikte tonal yapı algıda belirleyicidir. Deneklere sunduğu koşul ezgisi (majör-minör aşıt) tonal değerlendirmeyi şartlandırır. Aynı şekilde M&S’un kullandığı hiyerarşide de perdeler arasındaki tonal yapıya yönelik ilişki kullanılır. Oysa tonal çerçeveyi önceden belirlemek ve bu koşul içinde bir hiyerarşi beklentisi içine girmek MSS amaçlı perde hiyerarşisi aramada şartlı bir sonuç oluşturma gibi görünüyor. MSS uygulamalarında sorgunun ezgi olduğu ve bu ezginin müziğin herhangi bir yerinden gelebileceği düşünülürse; kullanıcıların bu yapıdaki bir müzikte önceden herhangi bir tonal koşulu algısal olarak değerlendirip değerlendirmede merak konusu olabilir. Bunu öğrenmenin en iyi yolu, hiyerarşiye yönelik bilişsel bir ölçümlemede tonal şartlandırmadan kurtulup, doğrudan MSS uygulamasında kullanıcı tarafından söylenebilecek herhangi bir ezgiyi koşul olarak almaktır. Böylece algıdaki perde hiyerarşisini ortaya

---

<sup>2</sup> Musiki İstılahatı’nda, doğal büyük üçlü ile tam beşliden türetilmiş aralıkları gösteren aşıt olarak tanımlanan ‘doğal aşıt’ BÜPD ile aynı anlamda kullanırken; Prof. Dr. Gültekin Oransay, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü “akustik” ders notlarının 143.48’inci sayfasında BÜPD’yi ayrıntılarıyla açıklar.

çıkabilecek bağlam, ezgi çizgisindeki perdelerin yatay ilişkisiyle daha gerçekçi bir boyut kazanabilir. Bu durum, tonal şartlandırmadan kurtulup farklı bir algısal değerlendirmeyi yaratabilir.

MSS perde karşılaştırma aşaması, sistemin en önemli noktasıdır. Bu noktada sorgu ve veritabanındaki perde ve süreleri birbiriyle karşılaştırılır. Kullanıcının mırıldanma, ıslık veya doğrudan söyleyerek bir mikrofon aracılığıyla veritabanına ilettiği ezgide tüm perdelerin doğru sırayla olması doğal olarak her zaman beklenemez. İşte bu noktada, veritabanındaki perdeyle sorgu perdelerinin karşılaştırmasında aynı olmayan perdeler arasında bir sorun başlar. Algısal hiyerarşi gereği bu iki farklı perde, aynı denebilecek kadar birbirine yakın olabilir. Bunu değerlendirmek için her perdenin bir ağırlık değeri olmalı ve perdeler birbiriyle karşılaştırılırken bu değerlerden yararlanılmalıdır. Örneğin bu durum, bir klavyeli çalgıda herhangi bir notaya ait tuşun çalışmadığında, o klavyede çalınan bir ezgide bozuk tuşun yerine ezgiyi bozmayacak en yakın başka bir notanın/tuşun kullanılması gibidir.

Her perde için ağırlık değerinin anlamı, koşulu ezgi olan perdelerin nasıl bir hiyerarşiyle algılandığının saptanması anlamına gelir. Daha önce yapılan çalışmalarda böyle bir hiyerarşi için algıda tonal bir değerlendirme yargısı ön plana çıkar. Ancak MSS'de değerlendirmenin ezgi çizgisi kapsamında oluşu, algılamada yanaşık perdelerden kaynaklanan diyatonik bağlama yönelik farklı bir algısal perde hiyerarşisini ortaya çıkarabilir

Bu çalışmanın amacı, tonal müzikteki perdeler arası algısal hiyerarşiyi MSS amaçlı bilişsel bir deneyle sınyıp sonuçları sayısal değerlere çevirmek ve bu sayısal değerlerle ezgi karşılaştırmalarında perde hiyerarşisine yönelik bir ağırlık tablosu oluşturmaktır.

Perde hiyerarşisini ortaya çıkaracak koşul, ezgi çizgisi olmalıdır. Dolayısıyla bu çalışmada gerçekleştirilen deneyde herkes tarafından bilinen kısa temalardan oluşan dört ezgi koşullandırma olarak seçilmiş ve karşılaştırmada benzerliği aranan

ezgilerin algısal hiyerarşide kendi içinde birbirinden bağımsız tonal ve diatonik bağlamda algılandığına yönelik hipotez ortaya atılmıştır. Bu hipotezi kapsayan iki Atlamalı Aralık (AA) ve iki Yanaşık Aralık (YA) perde hareketini içeren ezgiler, müzik eğitimi almış 20 deneğe P-T yöntemiyle sunulmuştur.

Deney sonuçları, Kendall uyuşumu ve faktör analizi kullanılarak istatistiksel yöntemlerle değerlendirilip, çıkan sayısal değerlerle ağırlık tablosu oluşturularak MSS uygulamalarında bu tablonun nasıl kullanılabileceğine yönelik bir öneri de sunulmuştur.

Diğer taraftan, MSS teori ve uygulamalarında farklı disiplinlerin bir araya gelmesiyle zorunlu olarak oluşan terminolojik sıkıntı nedeniyle, bu çalışmada da zaman zaman aynı anlama gelebilecek kavramlar farklı disiplinlere ait terimlerle kullanılmış olabilir. Böyle bir terminolojik sıkıntıyı en aza indirmek amacıyla çalışma boyunca bazı terimler için Türkçe kelimeler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, çalışma boyunca kullanılacak olan anahtar kavramlar açıklanmış; ikinci bölümde çalışmanın amacı olan problem tanımlaması başlıklar altında anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, problemden ortaya çıkan ve çözüme yönelik kullanılacak olan tonal müzikte algısal perde hiyerarşisine yönelik daha önce yapılan çalışmalar, literatür değerlendirmesi başlığı altında aktarılmış ve son bölüm olan dördüncü bölümde, bu çalışmanın amacı ve sonucunu gösteren bilişsel deney ayrıntılarıyla aktarılmış; deney sonucu ortaya çıkan ve problemin çözümünü gösteren ağırlık tabloları oluşturularak, tablodaki değerlerin MSS ezgi karşılaştırmasında nasıl kullanılabileceğine yönelik bir öneri sunulmuş; örnek popüler bir ezgi ve varyasyonlar üzerinde M&S ve bu çalışmada ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır.

## I. ANAHTAR KAVRAMLAR

MSS disiplinler arası bir sistemdir ve sistemi oluşturan her disiplinin kendine ait kavramları iç içe girerek bir bütünü meydana getirdiğinden her kavramın tam olarak nasıl ifade edildiği önem kazanır (Futrelle, 2002). Bu çalışmada da çalışma boyunca kullanılacak olan ve anahtar olarak ön plana çıkan kavramlar mevcuttur. Bu nedenle çalışmanın bu ilk bölümünde ezgi ve müzik dizisi, dizi temelli karşılaştırmada ED ölçeği, aralıklar, aşıt ve aşıt dereceleri kavramlarının açıklaması yapılmıştır

### A. Ezgi ve Müzik Dizisi

MSS, kullanıcı sorgusuna benzer ezgiyi içeren müziklerin karşılaştırılıp en benzerden en az benzeyene doğru sıralı olarak kullanıcıya tekrar sunulduğu karmaşık sistemlerdir. Sorgu, perdeleri yazıyla kodlayarak ya da müzikten doğrudan örnek alınarak bilgisayara girilebildiği gibi kullanıcı tarafından genellikle mırıldanarak, ıslıkla veya doğrudan söylenerek bilgisayara teksesli müzik, bir başka ifadeyle “ezgi” olarak da girilebilir<sup>3</sup> ve bu durumda sorgudan gelen ezgiyle veritabanındaki ezgiler karşılaştırılır.


Ezgi, ardı ardına dizilen perde ve sürenin algıda oluşturduğu bir bütündür. Yüksek (*high*) ve alçak (*low*) olarak müzikte kullanılan sesleri ifade eden her bir perde, ezgide bir önceki bitmeden başlamaz. Bu yapı, sayısal bir diziye (*sequence*) benzer. Dizinin elemanlarını perde ve süre oluşturur. Metin tabanlı sorgulamalar, *bio-computing* gibi birçok uygulamada kullanılan dizi karşılaştırma yöntemi, elemanları perde ve süre olan ezginin tam bir dizi oluşturması nedeniyle MSS uygulamalarında da kullanılır ve MSS’de bu tür dizilere müzik dizisi (*music sequence*) adı verilir.

---

<sup>3</sup> MSS amacıyla şimdiye kadar tasarlanmış çeşitli uygulamalarda müziğin hangi biçimlerde bilgisayara aktarıldığını özetleyen ve bu aktarımlar sırasında karşılaşılan problemleri irdeleyen en kapsamlı araştırma Garay (2002) ve Downie (2003) tarafından yayınlanmıştır.

Diğer taraftan süre, perde uzunluğunu gösteren birimlerle ölçülür ve birim, iki veya üçe katlanarak perde uzunluklarına yönelik katlamalı bir eşitlik sağlar. Örneğin, dörtlük birime sahip bir perdenin iki katı uzunluğundaki bir diğer perde ikilik birime sahiptir. Bunun bir başka ifadesi, ikilik birimdeki bir perde, iki tane dörtlük birime sahip perdenin toplamından oluşur. Aynı zamanda suslar için de aynı değerleri taşıyan perde süre birimleri şunlardır: Birlik (*semibreve*), ikilik (*minim*), dörtlük (*crotchet*), sekizlik (*quaver*), onaltılık (*semiquaver*)...

Şekil 1’de basit bir dizi oluşturma örneği verilmiştir. Diziyi oluşturmak için ilk olarak ezgiden alınacak öznitelikler saptanır. Şekildeki örnekte bunun için perde ve süre alınmıştır. Hemen ardından tüm perde ve süreler ardı ardına dizilir. Böylece, basit bir müzik dizisi meydana gelir.

ezgi	
perde ve süre	C'G' C'E' G E   F G'E' C D   G' E A' G'F' E   E F'D' C
müzik dizi	C G C E G E F G E C D G E A G F E E F D C
	': Sekizlik

**Şekil 1** : Ezgiden müzik dizisi oluşturma

## B. Müzik Dizilerinin Karşılaştırılması: ED Ölçeği

Dizi karşılaştırmalı MSS uygulamalarının bazılarında, iki müzik dizisinin elemanlarını karşılaştırmak amacıyla ED adı verilen bir ölçek kullanılır. Bu ölçekte, sorgudan gelen kaynak diziyile (*source sequence*:  $S_k = a_1, a_2, \dots, a_m$ ), veritabanındaki hedef dizi (*target sequence*:  $S_h = b_1, b_2, \dots, b_n$ ) karşılaştırılır. Ölçeğin temeli,  $S_k$  elemanlarının  $S_h$  içerisinde olup olmadığına bakarak  $S_k$  dizisini  $S_h$  dizisine dönüştürmektir. Dönüştürme yapılırken işlem sayısı hesaplanır. Bu sayı ne kadar az ise iki dizi birbirine o kadar benzer.



ED ölçeğinde, ilk satırı  $S_h$  ve ilk sütunu  $S_k$  elemanlarından oluşan bir matris oluşturulur ve  $S_k = a_1, a_2, \dots, a_m$  ve  $S_h = b_1, b_2, \dots, b_n$  dizileri için  $1 \leq i \leq m$  ve  $1 \leq j \leq n$  olmak şartıyla ( $i$ , satır;  $j$ , sütun) iki dizi arasındaki benzerlik denklem 1 ile bu matris içinde hesaplanır. Benzerlik sayı değerini matrisin  $d_{mn}$  (son satır ve sütun hücresi) hücresi gösterir ve bu değer, diziler arasındaki dönüştürme işlem sayısı ile doğru orantılı olarak değişir.

$$d_{ij} = \min \begin{cases} d_{i-1,j} + w(a_i, \emptyset) \\ d_{i-1,j-1} + w(a_i, b_j) \\ d_{i,j-1} + w(\emptyset, b_j) \end{cases} \quad (\text{denklem 1})$$

$d_{ij}$ ,  $S_h$  ve  $S_k$  dizilerinin minimum benzerliğini gösterir.  $d_{i-1,j}$ ,  $d_{i-1,j-1}$  ve  $d_{i,j-1}$  matriste o anda benzerliği ( $d$ ) hesaplanan dizi elemanlarına ait hücreye göre sırasıyla üst, sol üst çapraz ve solundaki hücreyi belirtir.  $(a_i, \emptyset)$ ,  $(a_i, b_j)$  ve  $(\emptyset, b_j)$ , dönüştürme sırasında kullanılan düzeltme operasyonu işlemlerini (sırasıyla silme, değiştirme ve ekleme) ve son olarak  $w$ , bu işlemler için kullanılacak bedel fonksiyonu ve ağırlık değerini belirtir.

ED ölçeği hesaplamasını matris üzerinde gösteren bir uygulama, bu çalışmanın problem tanımını anlatan ikinci bölümünde Şekil 5 ile gösterilmiştir.

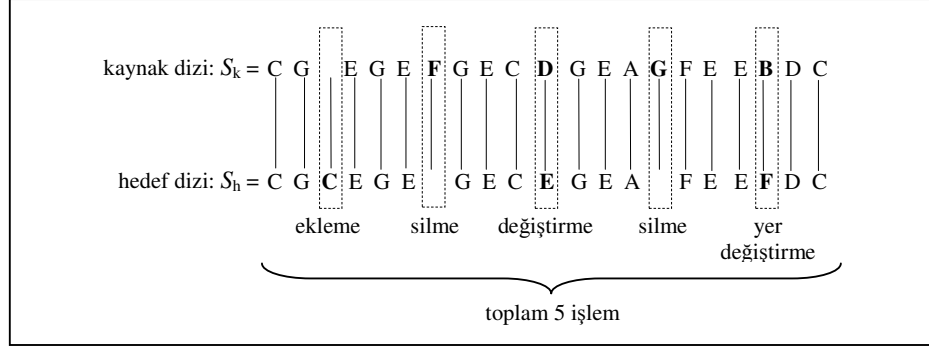
## 1. Düzeltme Operasyonu

Düzeltme operasyonu, dizi elemanları değişimi sırasında kullanılan işlemlerin tamamına denir ve daha önce oluşturulan setlerle belirlenir. Operasyon için kullanılan üç temel işlem:

- silme (*deletion*,  $(a_i, \emptyset)$ ),
- ekleme (*insertion*,  $(a_i, b_j)$ ),
- değiştirme (*replacement*,  $(\emptyset, b_j)$ )'dir.

Kaynak dizideki bir eleman hedef dizide yok ise, kaynak dizi elemanı silinir. Kaynak dizide olmayan bir eleman hedef dizide varsa bu kez hedef dizideki eleman kaynak diziyeye eklenir. Değiştirme işlemi, kaynak dizide olan elemanın karşısında, yani o andaki karşılaştırmada hedef dizi elemanı farklıysa uygulanır ve hedef dizi elemanı kaynak dizi elemanı ile değişir (Grachten, 2004). Özetle, tüm bu süreç boyunca kaynak-hedef dizi dönüşümü için gerekli olan minimum işlem sayısı hesaplanır.

şekil 2, sorgudan gelen kaynak diziyeye ( $S_k$ ), veritabanındaki hedef dizinin ( $S_h$ ) ED ölçeğiyle yapılan karşılaştırmada düzeltme operasyonu olarak kullanılan işlemleri gösterir en basit örnektir. Örneğe göre, dizilerin ilk iki elemanları aynıyken, üçüncü elemanlarında kaynak dizide olmayıp hedef dizide bulunan C perdesi saptanmıştır. Bu noktada ekleme işlemi kullanılır ve kaynak diziyeye C perdesi eklenerek sıralamadaki diğer perdelere geçilir. Yedinci sıradaki dizi elemanlarında, bir öncekinin tam tersi olarak bu kez kaynak dizide olan F perdesine karşılık hedef dizide herhangi bir eleman yoktur ve silme işlemi uygulanarak kaynak diziden F perdesi atılır. Aynı işlem dizinin on beşinci G perdesi için de uygulanacaktır. Diğer taraftan kaynak dizinin on birinci perdesinde D karşılığı olarak aynı sıradaki hedef dizide farklı bir eleman olan E gelir. Bu noktadaysa değiştirme işlemi uygulanır ve hedef dizideki D perdesi E ile değiştirilir. Aynı işlem dizilerin on dokuzuncu elemanları olan B ve F için de geçerlidir. Tüm dizinin karşılaştırılması sonucunda toplam beş işlem yapılmıştır. Sonuç olarak, bu iki dizinin benzemezliği beş olarak değerlendirilir ve sorgudan gelen hedef dizi karşılaştırması veritabanındaki diğer müzik dizileriyle devam eder.



**Şekil 2 :** İki dizinin 'ED' ile karşılaştırılması.

## 2. Bedel Fonksiyonları

Düzeltilme operasyonu ile birlikte kullanılan bedel fonksiyonları, silme ve ekleme ile birlikte özellikle değiştirme işleminde iki eleman arasındaki değişimin yarattığı farkı, tam karşılık olarak bedeli (*cost*) hesaplar.

Değiştirmede karşılaştırılan perdeler birbirlerinden farklıdır. İşlemin amacı, hedef diziden alınan perdeyi kaynak diziyeye yerleştirmektir. İşte bu noktada, iki perde arasındaki ilişkiye bakmak gerekir. Çünkü MSS'de bu işlemle basit bir değiştirme işleminin ötesinde; algısal olarak ilişki içinde olan iki elemanın (perdenin) birbirleriyle olan mesafesi sorgulanacaktır. Bunun anlamı, değiştirilecek iki elemanın birbiriyle nasıl bir ilişki içinde olduğu ve bu ilişkinin işleme nasıl bir bedelle yansıtılacağını hesaplamaktır.

Bedel hesaplama, dizi elemanlarının içeriğinden yola çıkarak daha önceden hesaplanan değerlerin elemanlara atanmasıyla oluşturulan bir süreçtir. Düzeltilme işlemlerinde silme ve ekleme için bedel sabittir. Bu nedenle değerleri elemanlarına göre değişen farklı bedel atamaları değiştirme sırasında kullanılır. Örneğin M&S, bu noktadaki bedel için dizideki her elemanın birbirleri arasındaki uyumsal ilişkiye göre önceden hesaplanan ağırlık değerlerini kullanır.

### 3. Ağırlıklar

Dizi karşılaştırmalarının düzeltme operasyonu sırasında, özellikle değiştirme işlemlerinde, diziye ait iki eleman arasında bedel fonksiyonu her zaman kullanılır ve bu noktada ağırlık (*weight*,  $w$ ) adı verilen sayısal değerlerden yararlanır.

Ağırlıklar, dizi elemanları arasındaki hiyerarşiden yola çıkarak her ikili dizi elemanı için önceden hesaplanan sabit değerlerdir. Her dizi elemanına ait olması nedeniyle tüm işlemlerde kullanılır. Ancak, daha önce belirtildiği gibi, silme ve ekleme işlemlerinde ağırlık her zaman sabitken (+4 veya +1); değiştirme sırasında ağırlık değerleri değişkendir ve değişim değerini, bir başka ifadeyle karşılaştırmayı doğrudan etkiler.

#### C. Aralıklar, Aşıt ve Aşıt Dereceleri

Tonal müzikte aralık, aşıtta herhangi iki perde arasındaki mesafeyi ifade eder. Kullanılabilir toplam on bir perdesi (başlangıç perdesinin oktavı dahil 'oniki') olan tonal müzikte, on bir perdenin herhangi biri başlangıç kabul edilirse, bu perde üzerine yedi perde belirli aralıklarla yan yana gelerek diyatonik aşıt (*diatonic scale*) oluşturur ve yedi perdeden oluşan bu aşıtta literatürde diyatonik aşıt adı verilir. Doğal aşıt, başlangıcı C olan perdenin üzerine kurulan aşıttır. Aşıtta toplam yedi perde içindeki her iki perde arasında ikili aralık bulunur ve aşıtın başlangıç perdesi (C) üzerine sıralanan yedi adet ikili aralıktan sonra sekizinci ve son ikili aralıkla aşıtın oktavındaki başlangıç perdesine ulaşılır. Eğer aynı yöntemle yedi değil on bir perde kullanılırsa, kromatik aşıt (*chromatic scale*) oluşur. Ancak tonal müzik, major ve minor adıyla iki farklı diyatonik aşıt; bir başka ifadeyle, aralıkları belli olan farklı iki diziliş kullanır. Şekil 3'de, diyatonik ve kromatik aşıtı oluşturan perdeler ve ikili aralık örneğiyle aşıt perdelerinde aralık kavramı gösterilmiştir.

Aralık isimleri, aşıtta herhangi iki perde arasındaki mesafeyi tanımlar. Diyatonik bir aşıtta en büyük aralık yedilidir ancak herhangi bir yaratıda kullanılan en pes perde ile en tiz perde arası gereç aşıt olarak adlandırılır. Dolayısıyla gereç aşıt, yaratının perde genişliğini gösterir ve en tiz perde ile en pes perde arasında yaratının

genişliğine bağlı olarak onlu, onbirli vb. aralıklar bulunabilir. Örneğin bir yaratıda ikili aralık, gereç aşıtta bir perdeden iki adım sonra; beşli aralık, beş adım sonra; onikili aralık, bir perdeden on iki adım sonra ulaşılan perdenin mesafesidir.

2'li aralık

Majör  
Diyatonik Aşıt

Minor  
Diyatonik Aşıt

Kromatik Aşıt

Diyatonik Aşıt

**Şekil 3 :** Diyatonik/Kromatik aşıt ve aralık kavramı.

Aşıtta en önemli perde, aşıtın başlangıcını oluşturan anahtar perdedir. Armonide 'durak perdesi' olarak adlandırılan bu perde üzerindeki üçlü ve beşli aralıktaki diğer perdeler aynı anda tınlatılırsa, algıda aşıtın tüm perdeleri ilişkilendirilir. Aralıkları üçlü ve beşli olan perdeler birbirleriyle uyumludur. Bu aralıkları algıdaki uyum sırasına göre dördü ve altı aralıklar takip eder. Sıralama, aşıtın majör ve minör olma durumuna göre algıda değişiklik gösterir (Krumhansl,

1990; 141). Bu aralıklar dışında kalan ikili ve yedili aralıklarsa algılamada uyumsuz aralıklar olarak bilinir.

Armonik bir incelemede, aşittaki perdelerin yerini belirtmek amacıyla daha çok aşıt dereceleri (*scale degrees*) kullanılır. Böylece, o andaki perdenin ne olduğu değil; durak perdesine göre kaçınıcı sırada olduğu sorgulanarak bir tür aralık uyumu/uyumsuzluğu belirtilmiş olur. Her bir derece, aşıtın başlangıç perdesine göre o perdenin sırasını gösterir. Diyatonic aşıt için bu perdeler sırasıyla şunlardır: *Tonic* (durak, I. derece), *Supertonic* (II. derece), *Mediant* (III. derece), *Subdominant* (altgüçlü, IV. derece), *Dominant* (güçlü, V. derece), *Submediant* veya *Super Dominant* (VI. derece), *Subtonic* veya *Leading Tone* (yeden ses, VII. derece).

## II. PROBLEM TANIMI

MSS ezgi karşılaştırmalarında M&S tarafından kullanılan ağırlık değerleri, bazı ezgi karşılaştırmalarında hatalı sonuçlar verebilir. Bu hata, kullanıcıya dönen karşılaştırma sonuçlarının sıralanması (*ranking*) aşamasında ortaya çıkar ve aslında, kullanıcının sorgusuna en benzer olacak bir ezgi sıralamada son sıralarda veya en benzemeyen bir ezgi sıralamada ilk sıralarda olabilir.

MSS’de dizi karşılaştırmaları, iki ezginin perde ve sürelerinin karşılıklı olarak birbirine ne kadar benzediğinin araştırılması ilkesine dayanır. Eğer iki dizinin elemanları birbirinin aynıysa, bu iki dizi, dolayısıyla iki ezgi birbirine tam benzer. Ancak, perde ve sürelerinde farklılık varsa, bu kez bu farkın ne kadar olduğunu öğrenmek amacıyla dizi elemanları karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda ne kadar az düzeltme operasyonu işlemi kullanılırsa, iki dizi, yani iki ezgi birbirine o kadar benzer.

Silme ve ekleme işlemlerinde hedef diziye eleman eklenir veya diziden eleman silinir. Ancak değiştirme işlemi, iki farklı elemanın karşılıklı ilişkine göre yapılır. Bu noktada, tonal müzikte perdeler arası algısal hiyerarşiden yola çıkan M&S, perdelerin değiştirme işleminde ağırlık değeri olarak doğrudan aralık uyumundan yararlanır. Aralıklar ne kadar uyumluysa, işlem sırasında kullanılan ağırlık değeri o kadar küçük olur ve bu durumda, karşılaştırılan iki perde birbirine benzerlik mesafesine göre yakınca yer değiştirmiş olur. Bu nedenle, silme ve ekleme işleminde sabit olan değişim değeri veya ağırlık, değiştirme işleminde perdelerin algıdaki değerlendirmesine göre etkili bir değişkenlik gösterir.

Değiştirme işlemi ağırlık değerleri için bu derece önemli olan algısal perde hiyerarşisi, M&S ağırlıklarında yalnızca algıda tonal değerlendirmeyle oluşturulan bir kurama dayanır. Ancak, atlamalı aralığa sahip perdelerin algıda oluşturduğu değerlendirmeyle; yanaşık aralığa sahip perdelerin değerlendirmesi farklıdır (Vurma, 2006). Bu nedenle, ezgi perdeleri AA olduğu sürece M&S ağırlık değerleri geçerlidir. Ancak ezgide YA hareket eden perdelerde algısal değerlendirme

değişeceğinden, bu tür ezgilerde M&S ağırlıklarıyla yapılan bir karşılaştırmada hatalı sonuçlar çıkacaktır. Problem, ezginin YA'lardan oluşması durumunda M&S ağırlık tablosunun kullanılmasıyla ortaya çıkar.

Bu bölümde, problemin tam olarak açıklanabilmesi için M&S ezgi benzerlik karşılaştırmasının detayına girilmiş ve YA perdelerden oluşan örnek birkaç ezginin karşılaştırmasında, M&S ağırlıkların kullanılmasıyla farklı sonuçların ortaya çıkabileceğini göstererek problem net olarak ortaya konulmuştur.

### A. M & S Ezgi Benzerlik Karşılaştırması

M&S, ezgi benzerliğinin karşılaştırıldığı ED ölçeği için dinamik programlama kullanır ve toplam 2 aşamada iki ezgi arasındaki benzerliği saptar. Bu adımlar sırasıyla dizi oluşturma ve mesafe ölçümüyle matris oluşturmaktır.

#### 1. Dizi Oluşturma

Sorgudan gelen ezgi ve veritabanındaki ezgiler, ED için hedef ( $a_1, a_2, \dots, a_n$ ) ve kaynak ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) dizi elemanlarını oluşturacak biçimde hazırlanır .

Hedef ve kaynak diziyeye ait elemanlar perde ( $p$ ) ve süredir ( $d$ ). Dolayısıyla, hedef dizi ( $S_h$ ) ve kaynak dizi ( $S_k$ ) şu şekilde oluşur:

$$S_h = \{ a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n} \} = \{ \langle p_{21}, d_{21} \rangle, \langle p_{22}, d_{22} \rangle \dots \langle p_{2n}, d_{2n} \rangle \}, \text{ hedef dizi}$$

$$S_k = \{ b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1n} \} = \{ \langle p_{11}, d_{11} \rangle, \langle p_{12}, d_{12} \rangle \dots \langle p_{1n}, d_{1n} \rangle \}, \text{ kaynak dizi}$$

<p>(<math>M_1</math>)</p>  <p><math>S_k = \{ 'D' \ 6; 'B' \ 2; 'C' \ 4 \}</math></p>	<p>(<math>M_2</math>)</p>  <p><math>S_h = \{ 'E' \ 4; 'D' \ 4; 'C' \ 4 \}</math></p>
---	---

Şekil 4 : Dizi Oluşturma



Şekil 4'deki örneğe göre, sorgudan gelen  $E_s$  ve veritabanındaki  $E_r$  iki ayrı ezgidir. Bu ezgiler önce elemanları perde ve süre olan diziye dönüştürülürler ( $S_k$  ve  $S_h$ ).<sup>4</sup>

## 2. Mesafe Ölçümüyle Matris Oluşturma

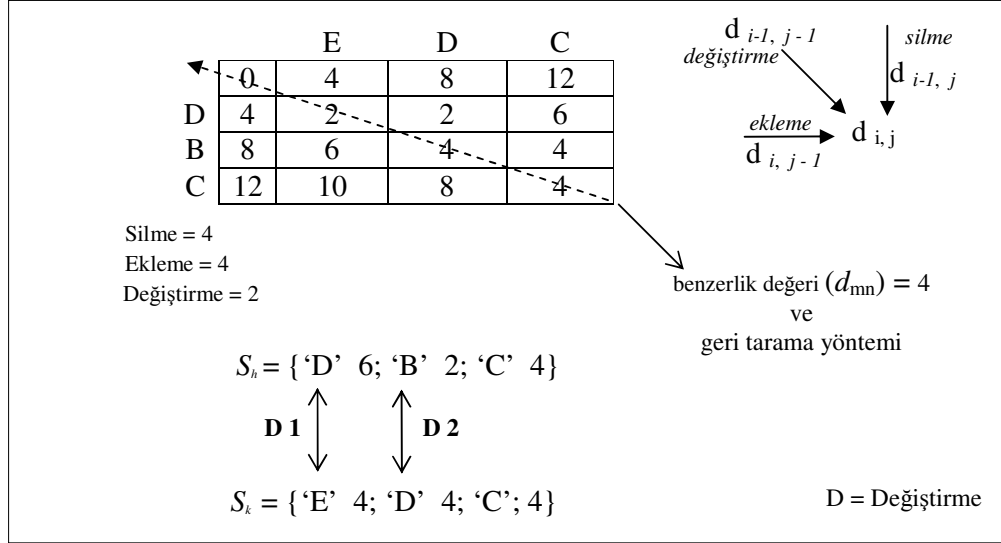
Dizi oluşturulduktan sonra, ED ile iki dizi arasındaki benzerliğin ( $d$ ) saptanması amacıyla yeni bir matris oluşturmaya yönelik hesaplama başlar. Bunun için yeni matristeki satırı ifade eden  $i$  ve sütunu gösteren  $j$  için  $1 \leq i \leq m$  ve  $1 \leq j \leq n$  olmak şartıyla her bir matris hücresini gösteren  $d_{ij}$ , denklem 1'e göre hesaplanacaktır.

Hesaplama sonunda elde edilen minimum  $d$  değeri, iki dizi elemanı arasındaki en küçük uzaklık değerini gösterir ve matris sonundaki  $d_{mn}$  hücresindeki (son satır ve sütunun son hücresi) değerdir. Burada dikkat edilecek nokta, benzerliği saptarken ağırlık değerlerinin sürekli devreye girmesidir. Dolayısıyla ağırlık değeri; dönüştürme işlemlerinin niteliğini gösteren ve dizi karşılaştırmasını doğrudan etkileyen sayısal bir değerdir.

M&S, denklem 1'deki üç temel işlem dışında birleştirme (*consolidation*) ve ayrıştırma (*fragmentation*) adı verilen iki işlemi daha düzeltme operasyonuna ekler. Birleştirme, hedef dizi perde sürelerinin kaynak diziye sıkıştırılarak benzetilmesidir. Örneğin hedef dizide yan yana gelen onaltılık dört perde, kaynak dizide dörtlük aynı perdeyle süre olarak birbirine eşittir. Bu durumda, hedef dizideki onaltılık dört perde sıkıştırılarak *birleştirme* işlemi uygulanır ve kaynak dizideki dörtlük aynı perdeye eşitlenir. Bu durumun tam tersi de *ayrıştırma* işlemidir.

---

<sup>4</sup> Dizide perde adı doğrudan kullanılırken, süre olarak onaltılık birim 1 değeriyle referans alınır. Dolayısıyla bu örnekte sekizlik perde 2; dörtlük perde 4 ve noktalı sekizlik 6 değerini alacaktır.



**Şekil 5:** İki dizi arasında mesafe ölçümüyle matris oluşturma

Örnek ezgi için M&S hesaplamasına devam edilirse, Şekil 5’de görüldüğü gibi önce dizi elemanı sayısından bir fazla satır ve sütun oluşturulur ve buradaki hücelere silme ve ekleme işlemi için sabit değer olan +4 atanır. Hemen ardından, min  $d_{ij}$  denklem 1’e göre hesaplanır. Matris tamamlandığında, son satırın son hücresi ( $d_{mn}$ ), hesaplamının sonucunu gösterir. Bu değer ne kadar küçükse, iki dizi birbirine o kadar benzer.

ED sonunda, Şekil 5’deki matriste görüldüğü gibi  $d_{mn}$  hücresinden min  $d_{ij}$  değerlerine göre geriye gidilerek tarama yapılacak olursa, matrisin ilk elemanına ulaşılan kadar sayısal bir yol haritası oluşur. Bu haritada aynı değere çapraz çıkış iki dizi elemanın aynı olduğunu; farklı değere çapraz çıkış kaynak dizi elemanına değiştirme işlemi yapıldığını; sola gidiş kaynak diziyeye ekleme olduğunu; yukarı çıkış kaynak diziden eleman silindiğini gösterir. Şekil 5 örneğinde geri tarama sonucu iki adet değişim işlemi görülmektedir.

Şekil 5’de gösterilen örnek değişim işlemi için +2 olan ağırlık değeri M&S karşılaştırmasında değişkendir ve işte bu değişim işlemi ağırlık değeri, M&S tarafından daha önce oluşturulan perdeler arası algısal hiyerarşiyi sayısal değerlerle gösteren tablodan gelecektir. Ayrıca M&S, değiştirme ağırlık değerine perdeler

arasındaki süre farkını da ekler. Dolayısıyla karşılaştırmayı tamamlamak için, M&S'un değişim işleminde bedel değerlerini nasıl hesapladığını açıklamak gerekir.

## B. Değiştirme İşleminde Ağırlık Değerini Hesaplama

M&S, elemanları  $a_i$  ve  $b_i$  olan iki diziyi karşılaştırırken, elemanlar arasında yapılan değiştirme işleminde bedel değerini ( $w$ ) denklem 2 ile hesaplar:

$$w(a,b) = w_{\text{interval}}(a,b) + k \cdot w_{\text{length}}(a,b) \quad (\text{denklem 2})$$

Denklem 2'e göre  $w_{\text{length}}$ , en küçük değeri onaltılık olarak kabul edilen iki perde arasındaki süre farkıdır. Bu fark basitçe, dizi oluşturma sırasında iki dizi elemanının sürelerinin farkı olarak hesaplanır.  $k$ , genelde 0,5 değerle kullanılan bir katsayıdır.  $w_{\text{interval}}$ , karşılaştırılan iki nota arasındaki aralık ve onların birbirlerine göre ağırlık oranlarıdır. Bu ağırlıklar M&S tarafından oluşturulan tablodan gelecektir. İşte bu tablo, BÜPD'yi temel alan ancak M&S tarafından kısmen değişiklik gösteren ağırlık değerlerini gösterir. Bu ağırlık değerleri, tonal müzikte perde aralıklarının algıdaki hiyerarşisiyle oluşturulur.

### 1. BÜPD

BÜPD (Beşli Üçlüsel Perde Dizgesi), beşli aralıklardan oluşmuş dört perdeye çıkış perdesinden 5/4 birim uzaklıkta yine beşli aralıklı üç perdenin bir sekizli içine aktarımından oluşur<sup>5</sup>. Bu kurama göre bir sekizli içindeki perdeler ve oranları Tablo 1'deki gibidir.

**Tablo 1 :** BÜPD kuramıyla oluşturulmuş bir oktav içindeki perde oranları.

C	D	E	F	G	A	B	C'
1	9/8 ( 1.125 )	5/4 ( 1.25 )	4/3 ( 1.33 )	3/2 ( 1.5 )	5/3 ( 1.6 )	15/8 ( 1.875 )	2

<sup>5</sup> Bu tanımlama, Prof. Dr. Gültekin Oransay'ın Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü 'akustik' ders notlarının 143-48'inci sayfasından alınmıştır.

Tablo 1, BÜPD kuramıyla oluşturulmuş bir sekizli içindeki perde aralıklarının oranlarını gösterir. M&S, kendi ağırlık tablosunu oluşturabilmek için bu oranları sistematik bir şekilde çalışmasına uygular.

## 2. Derecelerine Göre Diyatonic Aşıttaki Perde Ağırlıkları

M&S, ağırlık değerini hesaplayacağı perde için ( $n$ ) önce diyatonic aşittaki perdelerin durak perdesine göre yerini belirten perde derecesinden ( $deg$ ) yararlanır. Böylece  $deg(n)$ , majör ya da minör aşıtta perdenin durak perdesine göre konumunu belirtir. BÜPD kuramında perdeler içerisinde bir hiyerarşi bulunur. Hiyerarşinin ilk perdesi dizgenin çıkış perdesi olan duraktır. Bir sonraki perde, frekans cinsinden oktav içinde tam bölünebilen durak perdesine göre beşinci derecedeki perdedir. Hemen ardından yine tam bölünme sağlayan üçüncü derecedeki perde gelir. Dördüncü derecedeki perde  $4/3$  oranıyla üçüncü ( $5/4$ ) ve altıncı ( $5/3$ ) derecedeki perdeden sonra hiyerarşideki yerini alır ve bu sistem bu şekilde devam eder. M&S, bu kuramın oluşturduğu perde hiyerarşisini, kendi atadığı 0 ve 1 arası sayısal değerlerle şu şekilde gösterir:

$$deg(0) = 0 \quad (\text{durak perdesi ve oktavları})$$

$$deg(4) = 0,1 \quad (\text{beşinci derece ve oktavları})$$

$$deg(2) = 0,2 \quad (\text{üçüncü derece ve oktavları})$$

$$deg(5) = 0,35 \quad (\text{altıncı derece ve oktavları})$$

$$deg(3) = 0,5 \quad (\text{dördüncü derece ve oktavları})$$

$$deg(6) = 0,8 \quad (\text{yedinci derece ve oktavları})$$

$$deg(1) = 0,9 \quad (\text{ikinci derece ve oktavları})$$

## 3. Kromatik Aşıttaki Tüm Perdelerin Ağırlıkları

Tonal müzikte doğal diyatonic aşıt, yalnızca bir sekizli içindeki perdeleri kullanır. M&S'a göre ezgilerin karşılaştırılması sırasında bunun önemli bir sakıncası

vardır. Eğer tüm ağırlıklar yalnızca yedi perdeye göre hesaplanırsa, farklı tonallıklara göre farklı ağırlıklar ortaya çıkabilir. Çünkü sekizli içindeki perde isimleri sürekli değişecektir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için iki tercihi vardır. İlki, dizinin her elemanının karşılaştırmasında tonallık sorgulanacak; ikincisi, tonallık kaygısını ortadan kaldırmak için aşıt derece farklarını kromatik perdeler içine yedirecektir. M&S, MSS kullanım kolaylığı nedeniyle ikinci tercihi kullanır. Böylece diyatonik majör ve minör aşıt, Tablo 2’de görüldüğü gibi kromatik aşıtta ait perdelere yedirilmiş olur. Bir başka ifadeyle, algıdaki majör ve minör farkı ortadan kalkar ve böylece hiyerarşik düzende belirleyici olan tonallık kavramı, yerini tek bir tabloyu oluşturacak sıralı değerlere bırakır.

**Tablo 2 :** Diyatonik aşıtta derece farklarını kromatik aşıtta birleştirme

Perdeler	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Majör Derece	0		1		2	3		4		5		6
Minör Derece	0		1	2		3		4	5			6
Derece Farkları	0	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6

Yeni oluşturulan birleştirme işlemiyle birlikte, ortaya, kromatik perdelerin de içinde olduğu yeni bir derece düzeni ortaya çıkar. Bu nedenle M&S, ağırlığını tespit edeceği sonuç dizi elemanı için  $ton(m)$  ifadesini kullanır ve  $ton(m)$ , denklem 3’e göre hesaplanır.

$$ton(m) = \zeta \deg(n(m)) + \Phi \quad (\text{denklem 3})$$

Denklem 3’de  $m$ , ağırlık değerini hesaplamak için ele alınacak dizideki perdedir. M&S, ağırlık saptama algoritmasına  $\zeta(2)$  ve  $\Phi(0,6)$  sabit değerlerini ekler ve her perde için ağırlık değeri olan  $ton(m)$  için daha önce belirtilen  $\deg(n)$  değerlerinden yararlanır. Hem  $\deg(n)$  için yukarıda belirtilen, hem de  $ton(m)$  için denklem 3’e göre oluşturulan değerler Tablo 3’de belirtilmiştir.

**Tablo 3 :** ton(*m*) değerinin hesaplanmasıyla oluşan ağırlık değerleri

	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
Majör Derece	0		0.9		0.2	0.5		0.1		0.35		0.8
Minör Derece	0		0.9	0.2		0.5		0.1	0.35			0.8
Perdeler (ton ( <i>m</i> ))	0.6	2.6	2.3	1	1	1.6	1.8	0.8	1.3	1.3	2.2	2.5

Tablo 3, perdelerin son hesaplanan ağırlık değerlerini gösterir. Burada deg(*n*) majör ve minör aşta karşılık gelirken, ton(*m*) tüm perdeler için sonuç ağırlık değerlerini belirtir. Tablo 3 aynı zamanda, başlangıcı C olan 11 perdenin aralıklarına göre ağırlıklarını verir. Bu değerler, kromatik aşttaki tüm başlangıç perdeleri için uygulanırsa Tablo 4 oluşur.

**Tablo 4 :** Denklem 3'e göre, tüm perdelerin ağırlık değerleri

	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	Sus
C	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,8	1,3	1,3	2,2	2,5	0,1
C#	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,8	1,3	1,3	2,2	0,1
D	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,8	1,3	1,3	0,1
D#	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,8	1,3	0,1
E	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,8	0,1
F	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	1,8	0,1
F#	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	1,6	0,1
G	0,8	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	1	0,1
G#	1,3	0,8	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	1	0,1
A	1,3	1,3	0,8	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	2,3	0,1
A#	2,2	1,3	1,3	0,8	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	2,6	0,1
B	2,5	2,2	1,3	1,3	0,8	1,8	1,6	1	1	2,3	2,6	0,6	0,1

Tablo 4'de belirtilen değerler algoritma amaçlı hesaplanan bir yonteme dayandığından, buradan açığa çıkan sonuçlar çeşitli sabit sayı değerlerini taşırlar (0,6 gibi...). Diğer taraftan tabloda son satır ve sütunda belirtildiği gibi, M&S sus için 0,1 sabit değerini atar. Son olarak bu tablodaki değerler 0'a kaydırılıp, perdeler arasındaki ağırlıklar 0 ve 2 arasında normalize edildiğinde, tüm perdeler için 0'dan

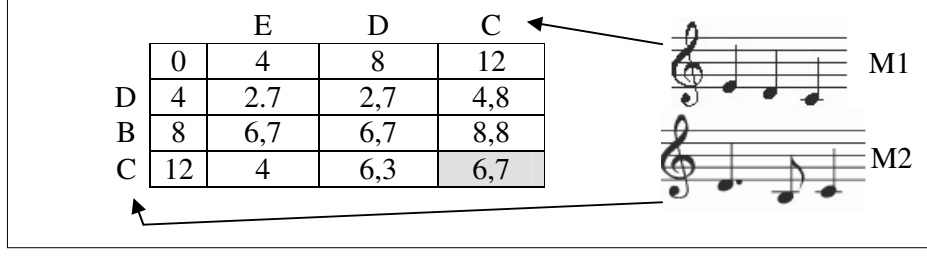
başlayan ve M&S için sonuç tablosu olarak kullanılacak Tablo 5'deki sayısal değerler ortaya çıkar.

**Tablo 5 : M&S perde ağırlık değerleri**

	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	Sus
C	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,7	0,7	1,6	1,9	0,1
C#	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,7	0,7	1,6	0,1
D	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,7	0,7	0,1
D#	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,7	0,1
E	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,1
F	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,1
F#	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	1	0,1
G	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,4	0,1
G#	0,7	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,4	0,1
A	0,7	0,7	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	1,7	0,1
A#	1,6	0,7	0,7	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	2	0,1
B	1,9	1,6	0,7	0,7	0,2	1,2	1	0,4	0,4	1,7	2	0	0,1

Tablo 5'e göre 0 değeri en ağırlıklı; en uyumlu perdeler karşılık gelir. 0'dan uzaklaştıkça perdeler arasındaki uyum azalır. Diğer taraftan tabloda bir oktavlık ses aralığına sıkıştırılmış perdeler görülür. Dolayısıyla perdeler arasındaki ağırlıklar bu bir oktavlık aralık içinde değerlendirilir. Örneğin F# perdesine kendinden sonraki en yakın perde 0,2 değeriyle C# olması gerekir. Ancak tüm perdeler bir oktava sıkıştırıldığından C# perdesi F# için beşli yukarıda değil dörtlü aşağıdadır. Dolayısıyla bu durumda F# perdesine en yakın perdeler kendisinden üçlü uzaklıkta 0,4 ağırlığını taşıyan perdeler olur.

Şekil 5'deki örneği tamamlamak amacıyla değişim işlemi için örnekteki sabit 2 değeri yerine Tablo 5'den gelecek olan değerler atanırsa, Şekil 6'daki matris oluşur. Sonuç olarak, örnekteki  $S_h$  ve  $S_k$  ezgileri, matrisin  $d_{mn}$  hücresinde ortaya çıkan 6,7 değeri kadar birbirlerine benzerler.



**Şekil 6:** M&S ağırlık değerleriyle karşılaştırılan iki örnek ezginin sonucu

### C. Probleme Yönelik Örnek

Tonal müzikte, perdeler arası algısal bir hiyerarşi vardır. Bazı perdeler bir diğerinin yerine geçebilir. Örneğin C majör bir ezginin başlangıç ve bitiş perdeleri genellikle C–E–G perdeleridir ve bu üç perde aynı anda tınlatıldığında C majör bir aşıtta tüm perdeler algılanabilir. Dolayısıyla aşıtta birinci, üçüncü ve beşinci perde, algılamada diğer perdelerden daha ön plandadır ve bu perdeler ezgi içinde bir başka perdenin yerini alabilirler. Bu durum, algılamadaki tonal bir değerlendirmenin sonucudur.

M&S'un BÜPD kuramından yola çıkarak hazırladığı ve değiştirme çevriminde ağırlık değeri olarak kullandığı perde hiyerarşisini gösterir tablodaki değerler, algılamada tonal bir değerlendirmenin sonucunu gösterir. Oysa tonal çerçeveyi önceden belirlemek ve bu koşul içinde bir hiyerarşi beklentisi içine girmek, MSS amaçlı perde hiyerarşisi aramada şartlı bir sonuç oluşturma gibi görünüyor.

MSS uygulamalarına yönelik algısal perde hiyerarşisi için belirleyici olan ezgidir. Dolayısıyla ezgi çizgisi, birbirlerine göre aralıklı ya da yanaşık olarak yatay bir seyir izleyen perdelerin tonal bir değerlendirmenin ötesinde, algılamada farklı bir hiyerarşiyi oluşturmasına yol açabilir. Vurma (2006) tarafından yapılan deneyde, koşul olarak ikili, üçlü ve beşli aralıklardan oluşan perdeleri performans grubunun seslendirmesi; dinleyici grubunun algıladıkları koşul perdelerini tekrar etmesi istenir. Deney sonucunda, performansta ikili ve beşli aralıkların üçlülerden çok daha hatasız tınlatıldığı; ancak algılamada ikili aralıklarla üçlü ve beşli aralıkların birbirlerinden ayrıldığı gözlemlenir. Deneklere göre algılamada üçlü ve beşli aralıklar daha nettir.



Bu da gösteriyor ki, aralıklı perdeler algıda daha çok ön plana çıkarken; ikili aralığa sahip, yani YA perdeler tonal değerlendirilmenin üzerine çıkan farklı bir değerlendirmeyi oluşturur.

YA ezgilerin algıda farklı bir değerlendirme yarattığını, başka bir deyişle algıda farklı bir perde hiyerarşisi oluşturabileceğini bir örnekle gösterilebilir.

Şekil 7’de gösterilen örnekte, 4 ezgi için (m1/m2/m3/m4) önce dizi oluşturulur ve bu ezgilere Şekil 8’de görüldüğü gibi M&S ağırlık değerleriyle ED uygulanırsa, matrislerin son hücreleri ezgilerin birbirlerine benzerlik değerini gösterir.

(m1) ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 )

(m2) ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 ) , ( D, 1/4 ) , ( E, 1/4 )

(m3) ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 ) , ( D#, 1/4 ) , ( E, 1/4 )

(m4) ( E, 1/4 ) , ( E, 1/4 ) , ( A#, 1/4 ) , ( E, 1/4 )









Şekil 7 : Problemi niteler örnek ezgiler ve dizileri.

Şekil 8’de gösterildiği gibi, ED ölçeğinde silme ve ekleme ağırlık değeri olarak matrisin ilk satır ve sütunundaki değerler (+4) kullanılır. Değiştirme işlemi için ise M&S, daha önce belirtilen ağırlık tablosundan gelecek olan ağırlık değerlerini alır. Tüm işlemler sonucunda, M&S tablosuna göre ilk ezgi 0 ise diğerleri bu ezgiye sırasıyla D değişikliği için 1,7; D# değişikliği için 2 ve A# değişikliği için 1,2 değerleriyle benzerler.

		<i>m1</i>					<i>m1</i>				
		E	E	E	E		E	E	E	E	
<i>m2</i>	E	0	4	8	12	16	E	0	4	8	12
	E	4	<b>0</b>	4	8	12	E	4	<b>0</b>	4	8
	E	8	4	<b>0</b>	4	8	D#	8	4	<b>0</b>	4
	D	12	8	4	<b>1.7</b>	5.7	E	12	8	4	<b>2</b>
	E	16	12	8	4	<b>1.7</b>	E	16	12	8	4
		<i>m1</i>					<i>m1</i>				
		E	E	E	E		E	E	E	E	
<i>m4</i>	E	0	4	8	12	16	E	0	4	8	12
	E	4	<b>0</b>	4	8	12	E	4	<b>0</b>	4	8
	E	8	4	<b>0</b>	4	8	A#	8	4	<b>1.2</b>	5.2
	A#	12	8	4	<b>1.2</b>	5.2	E	12	8	4	<b>1.2</b>
	E	16	12	8	4	<b>1.2</b>					

**Şekil 8 :** Örnek ezgilerin karşılaştırılması sonucu M&S değerlerine göre oluşan benzerlikler

Karşılaştırma sonucu benzerlik değerleriyle sıralama yapıldığında Şekil 9’da görüldüğü gibi M&S sonucuna göre (m1) ezgisi ilk sırada yer alırken, (m4) ezgisi ikinci sırada döndürülür. Oysa algısal bir beklentide (m4) ezgisi örnek ezgiler içinde (m1) ezgisine en uzak olması gerekir. Aynı şekilde (m2) ve (m3) ezgileri M&S değerleriyle üçüncü ve dördüncü sırayı alırken, özellikle ezgideki D perdesi değişikliği işitsel olarak M1 ezgisiyle pek fark yaratmaması beklenir.

M&S		Beklenen	
(m1)		1	(m1) 
(m4)		2	(m2) 
(m2)		3	(m3) 
(m3)		4	(m4) 

**Şekil 9 :** M&S karşılaştırmasına göre oluşan sıralama

M&S ağırlık değerleriyle oluşan Şekil 9'daki sıralama, özellikle Vurma (2006) deney sonucu dikkate alındığında oluşması beklenen sıralamadan farklıdır. İşte bu fark bir problemdir ve bu problemi ortadan kaldırmak amacıyla ED hesaplamasında mutlaka YA perde hareketine göre bir ağırlık tablosu oluşturmak gerekir.

#### **D. Sonuç**

Bazı ezgilerin M&S'un kullandığı perdeler arası algısal hiyerarşı değerleriyle yapılan karşılaştırma sonuç sıralamasıyla, aynı ezgilerin beklentideki sıralaması birbirleriyle rtuşmeyen bir yapı içerir. Çünkü zellikle Vurma (2006) tarafından yapılan deneydeki ikili aralıkların algıda oluşturduğu farklı değerlendirme, bu özellikli ezgilerde farklı bir algısal perde hiyerarşisi; bir başka ifadeyle, karşılaştırmada M&S'dan daha farklı ağırlık değerleri ortaya çıkarabilir. Ağırlık değerlerinin farklı olması, MSS'de kullanıcı sorgusu sonrası karşılaştırılan ezgilerin kullanıcıya döndürülme aşamasındaki sıralamayı değiştirir. Bu nedenle bu çalışmada, algısal perde hiyerarşisine yönelik değerler koşulu doğrudan ezgi olan bilişsel bir deneyle aranacak ve deney sonrası olası yeni bir ağırlık değeri tablosu oluşturulacaktır.

### III. LİTERATÜR DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, MSS için müziği niteler önemli öznitelikler olan perde ve sürenin sistemde kullanımında önemini vurgulayan ve bu kapsam altında ezgide benzerlik arayan karşılaştırma çalışmalarıyla, müzikbilim çerçevesinde algısal perde hiyerarşisine yönelik daha önce yapılan çalışmalar genel değerlendirme alt başlığıyla aktarılmış; hemen ardından, perdelerin algıda oluşturduğu etkiyi bilişsel deneylerle ortaya çıkarmaya çalışan Krumhansl'ın algısal perde hiyerarşisine yönelik deneyleri ayrıntılarıyla anlatılmıştır.

#### A. Genel Değerlendirme

##### 1. MSS'de Perde ve Süre Kullanımı

Bilgisayar Bilimlerinde Yapay Zeka (*Artificial Intelligence*) üzerine müziksel çalışmalarıyla tanınan Minsky, müzik için "yalnızca algılanabilen bir veridir" tanımını kullanır ve şöyle devam eder: " Sıradan insanlar müzik dinlediğinde öyle ya da böyle bir şekilde bir tepki verirler. Kimi zaman bu tepki ilerleyerek günlük olağan davranışlarına yansır. Benim gibi biraz daha fazla müzikle ilgilenenler, dinledikleri müziğin tartımı, tonallığı gibi teknik bazı detaylarıyla uğraşır. İşi tamamen müzik olanlardaysa genelde fazla detay yakalama ve yaratıcılık vardır. Şimdi bunların herhangi birini yapabilecek bir bilgisayar düşleyin. Tepki veren, detay değerlendiren ve müziği yaratan bir bilgisayar. Günümüzde bunlardan ancak detay değerlendiren bir bilgisayara biraz daha fazla yakınız gibi görünüyor ancak diğerleri şimdilik hayal. Çünkü diğerleri doğrudan 'algısal davranışlar'. O halde biz basit bir fiziksel olguyla değil; algılamayla anlam kazanan karmaşık bir doğal yapıyla uğraşıyoruz..."(Minsky, 1981; 3).

Minsky, bilgisayar bilimci gözüyle müziğin doğal ortamından sanal ortama aktarılmasındaki zorlukları bu sözlerle özetler. Minsky'e göre bu zorluklarla uğraşabilmek için ilk aşamada müzikten bilgisayara aktarılacak temel öznitelikleri seçmek oldukça önemlidir. Marvin bunun için öncelikle perde ve sürenin müzikten

koparılıp bilgisayara aktarılmasının şart olduğunu belirtir. Gómez (2002), tüm zorluklarına rağmen müziğin sanal ortama sağlıklı olarak aktarılabilmesi için müzikten alınması gereken en önemli özniteliklerin perde ve süre olması gerektiğini doktora çalışmasında açıklar. Ona göre bu öznitelikler, karmaşık bir *audio* sinyalden en az kayıpla alınabilecek müziksel verilerdir. Uitdenbogerd (2000), müzikteki en önemli özneliliğin perde ve süre olması gerektiğini savunan bilgisayar bilimcileri arasında yerini alır.

Byrd&Crawford (2002), perde ve süreyi MSS için müzikten çıkarılacak en önemli öznitelik olarak görür ve bir MSS sistemde bu özniteliklerin mutlaka kullanılması gerektiğini savunur. Byrd&Crawford görüşünü destekleyen Lesaffre (2005) ister *audio* olsun ister MIDI, GUIDO gibi sembolik bir müzik verisi, her durumda müzikte perde ve süreyi en olağan bir MSS sistemde müzikten elde edilmesi şart olan öznitelik olarak değerlendirir. Perde ve süre önemini daha fazla ön plana çıkaran Lemström (1999), bu ilişkiyi MSS’de kullanma açısından daha iddialıdır. Lemström, müziksel bir öznitelik olarak daima perde ve süre ilişkilerini ön planda tutar. Bunun daha ötesinde; ezgi, sus, tema, tartım vb. gibi diğer tüm öğeleri perde ve sürelerin oluşturduğu bir bileşen olarak görür. Bu nedenle Lemström’e göre eğer perde ve süre sağlıklı bir şekilde MSS sisteme aktarılabilirse, müzik verileri üzerinde çalışmak daha kolay olacaktır.

Perde ve sürenin MSS için bu kadar önemli olduğu bir durumda neden bunların bir bütün olarak ele alınmadığını sorgulayan bilgisayar bilimcileri de mevcuttur. Örneğin Downie (2003), MSS için kullanılmaya başlandığında müzikte perdenin süresiyle birlikte ele alınmasını doğal bir süreç olarak görür. Bu açıdan bakıldığında perde ve süre bir bütündür. Yani salt perde ilişkileri MSS’de kullanılacaksa; doğal olarak bu süreç içinde süre de devreye girecektir. Süreyi perdenin doğal bir parçası olarak değerlendiren Downie’nin müzikteki öznitelikler üzerine yaptığı çalışmasında önemli biçimde perdeler arası ilişkileri ön planda tuttuğu görülür.

Downie, perde ve sürenin birer öznitelik olarak müziği sorgulamak amacıyla kullanılmış bilinen en ilk örnek olarak, Howard & Schlichte (1988) tarafından geliştirilen *Plaine and Easie Code* yöntemini gösterir (Downie 2003; 318). Bu yöntemle, herhangi bir yaratının ezgisindeki perde ve süre harf ve sayılarla kodlanarak veritabanına depolanır. Kullanıcı aradığı ezgiyle aynı kodlamayı girer ve veritabanında bu kodlar karşılaştırılır.

Özel kodlama yöntemleri dışında, bilgisayara bağlı bir mikrofon yardımıyla kullanıcının mırıldanma, ıslık vb. biçimlerde sorgulamasını girdiği MSS uygulamalarında belirleyici olan yine perde ve/veya süredir (Ghias, 1995). Bu tür sistemlerde ezgiye ait her perde, bir öncekine göre yükseklik/alçaklık durumuna göre sanal ortamda kodlanır ve bu yöntemle müzik arama, bir uzman niteliği gerektirmeyen kullanıcıların veritabanına erişimini sağlar. MacNab (1997) tarafından geliştirilen MELDEX projesinde, müzikte perde ve süre öznitelik seçimi şu ana kadar bilinen en geniş veritabanıyla kullanılmaya başlanır. İnternet yardımıyla belirli sürelerde tarama yapılan veritabanında şu an için 100.000'e yakın MIDI formatlı müzik bulunur<sup>6</sup>. Birer temel sayılabilecek bu çalışmaların doğrultusunda, müzikte perde ve sürenin MSS amaçlı diğer çalışmalar için de müziği niteler en önemli öznitelik olarak kullanıldığı görülür (Pickens, 2000; Doraisamy&Rüger, 2001; Södring&Smeaton, 2002).

## 2. Ezgide Benzerlik Karşılaştırmaları

Bir müziği, içeriğinin tam olarak çıkarılıp sorgulama sisteminde kullanabilmek ve kullanıcı açısından aranılanı tam olarak bulabilmek birçok MSS çalışması için ana bir hedefdir. Ancak bu tür bir yargılama birçok insan için şaşırtıcı biçimde kolay olabilir. Örneğin, herhangi bir anda radyosunu açan bir kişinin o anda çalınan parçanın ne olduğunu hatırlaması birkaç saniye sürebilir. Bu insana özgü davranışın bilgisayara aktarılma çabası oldukça zordur (Kim,2000). İnsanın parçayı

---

<sup>6</sup> MELDEX projesi, kapsamı genişletilerek yeni fonksiyonlar eklenen ve "New Zealand Digital Library Project" adı altında internetten MSS amacıyla hizmet veren bir veritabanını içerir. Bugün için bu sistem, "GreenStone Software" kuruluşu tarafından desteklenmektedir. Erişim için: <http://www.nzdl.org/musiclib/>

hatırlamasındaki kültürel boyut ya da birikimleri bir tarafa, salt teknik açıdan düşünüldüğünde bile müziği bu derece hatırlatıcı bir unsurun bilgisayar ortamına taşınmasında sözler, çalgılar, ritim, tempo vb. daha birçok faktör devrede olabilir. Ancak Kim'e göre müzikte MSS'nin bu amacına yönelik en önemli belirleyici faktör ezgidir. Çünkü ezgi, müzikten ayıklanabilen ve onu temsil edebilen perde ve sürelerin algıda oluşturdu bir bütündür. Dolayısıyla, gerek sorgu sırasındaki kullanıcıların aradıklarını büyük ölçüde ezgi olarak tınlatmasıyla, gerekse Kim'e göre algılanabilen ve akılda kalıcı en kolay müziksel öge oluşu ve bu ögenin en azından perde ve süreyle temsil edilebilir olmasıyla, ezgi, birçok MSS çalışmasının temelini oluşturur (Mongeau & Sankoff, 1990; Bakhmutova, 1997; Blackburn, 1998; Kornstadt, 1998; Lemström, 1999; Chen, 2000).

Müziği temsil eden en önemli özniteliklerin perde ve süre olması ve bu özniteliklerin ezgiyi oluşturması; ister istemez MSS'nin en önemli aşaması olan karşılaştırma aşamasında da doğrudan ezginin kullanılmasını sağlar. Müziği ezgisiyle temsil etmek amacıyla bazı sistemler perde ve süreleri MIDI vb. sembolik verilere dönüştürürken (MidiLib Project; MacNab, 1997; Lemström, 1999); bazılarında doğrudan perdelerin hareket şekilleri kullanılır (TuneServer Project; Ghias, 1995). Her iki durumda da ezgi, bir dizi haline gelir ve ezgi benzerliklerinde karşılaştırmadaki tanımıyla 'müzik dizileri' kullanılır. Dizinin elemanlarını perde ve süre oluşturur.

Ezgide benzerlik arama, MSS uygulamalarının en önemli noktasıdır. Bu aşamanın sağlıklı ve gerçekçi olması, sistemin neredeyse tamamını aynı oranda etkiler ve benzerlik karşılaştırmalarında kullanılan algoritmalar, iki ezgi arasındaki benzerlik/benzemezlik derecesini yansıtan bir ölçümü hesaplar (Chaill, 2005).

Ezgi benzerlik karşılaştırmasında sağlıklı sonuç alınabilmesi için gerekli temel ilkeler Müllensiefen'e (2004) göre, eksenleri süre ve perde olan ezgi uzayında benzerlik daima 0 ile 1 aralığında olmalıdır. Bunun için eğer  $n$  elemanlı diziyile  $m$  elemanlı dizi karşılaştırılıyorsa, benzerliği  $d$  olan karşılaştırmada aşağıdaki özelliklerin mutlaka bulunması gerekir.

- Simetrik ilişki (*symmetry*):  $d(m, n) = d(n, m)$ , eğer  $m$  elemanı  $n$ 'e benziyorsa mutlaka  $n$  elemanı da  $m$ 'e benzemelidir.
- Birebir uyum (*self identity*):  $d(m, m) = 1$ , elemanları aynı olan iki dizi birbirinin aynısı olmalıdır.

Diğer taraftan Müllensiefen (2004), yukarıdaki iki temel ilkenin dışında ezgideki göçürme ve tempo değişimi gibi müziksel özelliklerin ezgi karşılaştırmalarında dikkate alınması gereken önemli değişimler olduğunu belirtir.

MSS benzerlik karşılaştırmalarında ezginin, dolayısıyla müzik dizisinin kullanılıyor olması, tıpkı metin tabanlı sorgulamalarda harf dizilerinin kullanılması gibidir. Bu nedenle, sistemlerde dolaylı veya doğrudan kullanılan metin tabanlı *String Matching* (SM) teknikleri, ezgi benzerlik karşılaştırmalarında MSS için çok önemli bir rol oynar.

Son on yıllık süreçte, ezgi benzerlik karşılaştırmaları için bu teknikle çok farklı algoritmalar geliştirilmiştir. Omaidin (1998) ve Schmukler (1999), dizide perdeler arası korelasyon hesaplamasıyla benzerlik arar. Sorguya ait dizinin tümünü veritabanı dizisiyle tersten karşılıklı birebir eşleştirir (korelasyon hesaplar). Korelasyon sırasında eşleşen perdeleri toplar ve benzerliklerini bu toplam değere göre ölçer. Chai (2001), dizi elemanlarını TPB (T, ezginin tartımı; P, perdelerin yönü; B, ölçü numarası) üçlemesiyle sembolize eder ve kendi geliştirdiği algoritmada TPB değerlerini ölçümler. Downie (1999), dizi elemanlarını karşılaştırma aşamasında gruplayarak benzerlik arar. *N-gram* adı verilen bu grupta, sorgu dizisinden önce ilk iki perde alınır ve veritabanındaki dizilerde aranır. Ardından ilk üç, sonra ilk dört, kısaca  $N$  sayıda perde sırasıyla karşılaştırılır. Benzer bulunan gruplamalar karşılaştırma sonunda toplanır ve toplamda en benzer olandan en az benzeyene sıralanan sonuçlar kullanıcıya döndürülür. Droettboom (2001), dizi elemanlarını, dizide buldukları sıraya göre numaralar ve geliştirdikleri '*core search engine*' algoritmasını benzerlik karşılaştırmalarında kullanır. Bu ve buna benzer daha birçok algoritma dışında (Birmingham, 2001; Pickens, 2000), SM tekniğiyle ezgide benzerlik aramak için kullanılan algoritmalarından biri de ED'dir.



ED, hedef dizinin kaynak diziye dinamik programlama kullanılarak dönüşümü üzerine kurulur. Hedef dizideki elemanlar (perde, süre vb.), kaynak dizi elemanlarına silme, ekleme ve değiştirme işlemleri kullanılarak dönüştürülür. Her iki dizide yapılan toplam düzeltme operasyonu işlem sayısı, dizi benzerlik değeri olarak sonuç döndürür ve en az yapılan işlem sayısı ile en fazla benzeyen dizi saptanır.

Literatürde bilinen en kapsamlı MSS amaçlı ED hesaplama M&S'a aittir. M&S, düzeltme operasyonuna üç temel işlem dışında *birleştirme* ve *ayırıştırma* adı verilen iki işlemi daha ekler.

Uitdenbogerd (1999), SM tekniği kullanan MSS çalışmalarını karşılaştırmak amacıyla Downie ve M&S'un algoritmalarını 20 popüler müzik üzerinde uygular. Bunlardan en iyi sonucu, çeşitli biçimlerde verilen sorgulara göre 12 müziği sorunsuz saptayan M&S algoritması oluşturur. Müllensiefen (2004), özellikle bilişsel deneylerle karşılaştırma sonuçları örtüşen ve içerdiği operasyon ve ağırlık değerleriyle MSS uygulamaları için en iyi sonuç veren çalışma olarak M&S'u gösterir.

M&S, ED ölçümlemesinde gerekli olan bedel fonksiyonları için ilk defa perde ağırlık değerlerinden yararlanır. Dizi elemanları olan perdelerin aralık uyumuyla doğru orantılı olarak oluşturulan ağırlıklar, özellikle değiştirme işlemlerinde kullanılır. İşte bu perde ağırlık değerleri, tonal müzikte perdeler arasında algısal olarak var olan bir hiyerarşiyi gündeme getirir ve M&S çalışmasında yüksek oranda başarıyı sağlayan en önemli faktör, perde karşılaştırması sırasında ağırlık değeri olarak kullanılan tonal müzik algısal perde hiyerarşisidir.

### **3. Tonal Müzikte Algısal Perde Hiyerarşisi Arama**

M&S çalışması, tonal müzikteki perde hiyerarşisini MSS amaçlı kullanmada tektir. Belki de bunun sebebi olarak bu tür bir beklentinin daha çok işitsel algılamaya dayalı sonuçların netleştirilmesiyle ortaya çıkabileceği söylenebilir. Yani bir taraftan bilgisayar bilimcileri, bilişsel değerlendirmede perde ilişkilerinin ayrıntılarına

girmeye çalışırken; diğer taraftan böyle bir konunun daha çok müzikbilim çerçevesinde çözümlenme olasılığının fazla olabileceği görüşü ağırlık kazanır.

Bilgisayar hesaplamaları arasında kullanılacak insana özgü algısal değerlendirme, MSS sistem araştırmacıları arasında yoğun bir şekilde tartışılan konudur. Pardo (2003), salt bilgisayar verilerinin birer örnek olarak kullanılmasının sakıncalarını anlatır. Sunulacak örneklerde yapılacak deneylerin sentetik veriler üzerinde değil; insan algılaması üzerinde yapılması gerektiğini vurgular. Pardo'ya göre eğer bu yöntemle yapılacak deneylerin sonuçları MSS çalışmaları üzerine yansıtılırsa; veritabanı işlemleri, sorgu yöntemleri, sonuç sıralama gibi MSS için önem taşıyan aşamalarda başarı sağlanabilir. Pardo, bunu kanıtlamak için üç MSS sistem ve üç denek arasında karşılaştırmalı bir deney yapar. Önce Beatles'in popüler parçalarından oluşan bir MIDI müzik veritabanı hazırlar. Yaşları ve eğitimleri orantılı olarak değişen üç denek, önce bu müzikleri dinleyip onlardan bildiklerini seçerek sanki sorguluyormuş gibi müziklerin bir kısmını mırıldanır ve bu sorgular bilgisayara kaydedilir. Diğer taraftan kaydedilen sorgular üç MSS için birer sorgu verisi olarak kullanılacaktır. Yaklaşık iki haftalık bir aradan sonra aynı denekler bu kez bir odaya alınır. Kendilerine veritabanındaki parçalar sırayla çalınır. Denekler de bu parçalar arasında hatırlayabildiklerini not ederler. Böylece sanki deneklere sorgu gönderilmiş, onlar da gelen bu sorguların veritabanındaki hangi parçalara ait olduğunu saptamaya çalışmışlardır. Daha sonra bu yanıtlar üç MSS algoritması ve örneklerin yanıtlarıyla karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda, günümüzde halen kullanılan bu üç MSS sistemin verdiği sonuçların, deneklerin kendi sonuçlarından çok uzakta olduğu saptanır. Pardo'ya göre sonuç kesindir: İnsan değerlendirmesi halen varolan MSS sistemlerin ana hedeflerinden çok daha başarılıdır.

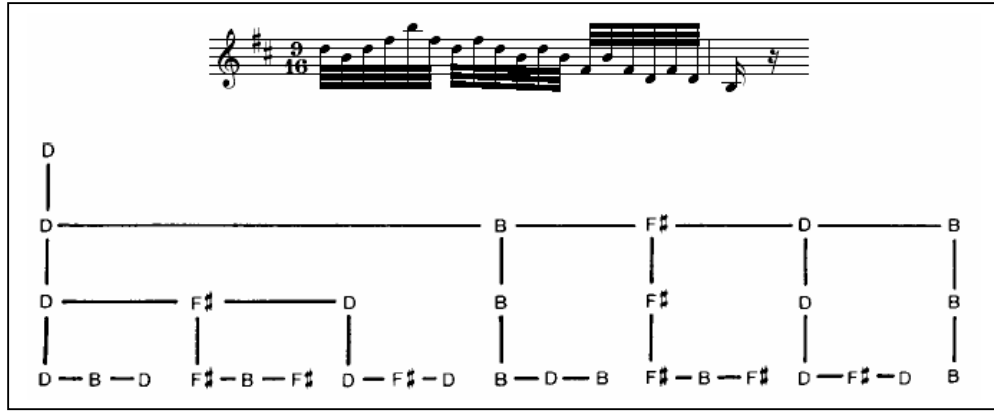
Bu konu hakkında bir diğer araştırma Uitdenbogerd (2000) tarafından yapılır. MSS'nin geleceğine yönelik yaptığı sistem karşılaştırmalı bildirisinde Uitdenbogerd, geçmişte; özellikle 90'lı yılların öncesinde yapılan MSS çalışmalarında, beklentilerin aksine bilgisayara bağımlı sistem tasarımlarının daha fazla olduğunu belirtir. Oysa günümüz bilgisayar teknolojisi düşünüldüğünde, sanki günümüzde geçmişe oranla çok daha fazla bilgisayar bağımlı bir sistem tasarımı varmış gibi bir izlenim doğar.

Uitdenbogerd bunun aksini savunur ve bu savını doğrulamak için kendi çalışmalarından örnekler sunar. Örneğin "melodi ayıklama" çalışmasında, melodiyi bilgisayar işlemleriyle tanımlandırmak yerine doğrudan müzik konusunda uzman kişilerden mırıldanarak çeşitli melodiler oluşturmasını ister ve bu melodileri daha sonra sorgu örnekleri olarak kullanır. Böyle bir yöntemin sebebini de algısal değerlendirmenin her zaman matematiksel çözüm üretme sürecinin önüne geçmesi gerektiği şeklinde açıklar. Bir başka ifadeyle Uitdenbogerd, her ne kadar tümüyle bilgisayar tasarımlı bir sistem geliştirse de tasarımlarına kaynak olacak verileri her zaman doğrudan insanlardan toplar ve "algısal ölçümleme" yi savunur.

Pardo'nun MSS sistem oluşturma ısrarı benimsenecek olursa, M&S'un ED ölçümlemesinde ağırlık değeri olarak kullandığı perdeler arası algısal hiyerarşi çalışmalarını müzikbilim çerçevesinde değerlendirmek esas olacaktır. Bu bakışla konuyu değerlendirdiğimizde, tonal müzikte perdeler arası ilişkiye dayalı hiyerarşi oluşturma çalışmalarının müzikte 'ton' ve 'tonallık' çerçevesinde işlendiğini; bu çalışmaların tamamına yakınının müzikbilim ve psikoloji alanlarında ele alındığı görülür.

Bu konuda yapılan çalışmaların yaratıcıları, böyle bir hiyerarşik ilişki için mutlaka tonal müzik yapısından yararlanılması gerekliliğini savunurlar (Lehrdal, 1983; Meyer, 1956; Schenker, 1956; Narmour, 1990). Deutch'a (1990) göre bu konu hakkında yapılan ilk çalışmalar 1956 yılına kadar uzanır. Alman müzikbilimci Schenker (1956), tonal müzik perde ilişkilerinin kendi içerisinde hiyerarşik bir düzen sağladığını ve bu hiyerarşiyi, tonallığa ait uygu seslerin oluşturduğunu "üst seviye (*high level*)" kuramıyla açıklar. Kendisine göre bu kuramın tek dayanağı, tonal müzik klasik armoni yapısıdır. Meyer (1956), perde hiyerarşisi ilişkisinde *Gestalt* Prensiplerinden (GP) yola çıkar. GP'de "yaklaşım (*proximity*)" ve "devamlılık (*good continuation*)", yani bir bütünü oluşturan parçaların kendisine ait en yakın parçayla bir grup oluşturması kuramını müziğe taşıyan Meyer, müzikteki perdelerin her birinin kendisine en yakın bir ya da birden fazla perde etrafında toplandığını ortaya atar. Meyer'e göre perdelerin oluşturduğu grubun merkezinde 'tonallık' başlangıç perdesi mevcuttur ve hiyerarşi bu perde etrafındadır. Deutsch&Feroe (1981)

yayınladıkları makalelerinde Meyer'in kuramından yola çıkarak perde hiyerarşisi üzerine bir model geliştirdiklerini duyurur. Bu modele göre müzik, notalardan oluşmuş sıralı bir bütündür. Bu bütünün parçaları ancak algısal olarak ayrılır ya da sıralanır. O halde bu algılamayı sağlayan nedenler üzerinde durmak gerekir. Geliştirdikleri modelde algısal gruplamayı tonallığa ait perdelerin oluşturduğunu belirlerler. Bir başka ifadeyle algılamada ayırt ediciliği o andaki tonallık belirler. Tonallık içindeki diğer perdeler, hiyerarşiyi oluşturan diğer elemanlardır.



( Kaynak: DEUTSCH, 1999; 23 )

**Şekil 10** : Tonal değerlendirmede merkezci perde arama.

Şekil 10'da, Deutsch tarafından geliştirilen modelin J.S Bach'ın 15. sinfonyasından bir kesit üzerinde uygulanmış biçimi vardır. Şekle göre Deutsch'un modeli, parçadaki tüm perdelerin merkez noktasını saptar. Bu da Bach'ın parçası için B perdesidir. Tonal müzik kuramı üzerine geliştirdiği bu modelde Deutsch, tüm perdeler arasındaki ilişkinin merkezci olması gereken bir perde üzerinde döndüğünü belirtir. Hiyerarşinin en üstünde merkez perde, altındaysa giderek azalan hiyerarşik değerlerle merkez perdeye uyumlu perdeler bulunur.

Deutsch, bir bilgisayar modeli olarak geliştirdiği merkezci ayırt ediciliği işitsel algılamada ortaya çıkarabilmek için, algıda perdelerin anlamlı parçalara ayrabilmesi üzerine bir deney uygular. Bu deneyde Şekil 11'de belirtilen iki ayrı ezgi, kendi

tanımıyla “müzik eğitilmiş” denek grubuna sunulur. Ezgiler Deutsch tarafından ‘yüksek seviye (*high level*)’ ve ‘düşük seviye (*low level*)’ olarak tanımlanırlar. Yüksek seviyeyi, merkez perdeye ait küme olarak açıklar ve ezgide bu gruba ait dört ayrı alt grup bulundurur. Düşük seviye, her yüksek seviye grubunda bulunan perdelerdir. Şekilde de belirtildiği gibi bu seviyeye ait grup sayısı üçtür. Deutsch, bu özelliklere ait ezgileri “düzenli (*structured*)” olarak tanımlar (Şekil 11 (a)). Diğer taraftan deneklere, kendisinin “düzensiz (*unstructured*)” olarak nitelediği bir başka ezgi daha sunar (Şekil 11 (b)). Deneklerden verilen bu örnekleri mırıldanmaları istenir. Gelen yanıtlara göre algılamanın “düzenli” ezgide daha fazla olduğu gözlenir. Bu yapıdaki parçalar denekler tarafından daha rahat algılanmakta ve hatırlanmaktadır. Deutsch bu deneyin sonucunda, algılamada hiyerarşik düzenin parçanın o andaki tonallığına ait perdelerin oluşturduğunu iddia eder.



(Kaynak : DEUTSCH, 1999; 32)

**Şekil 11** : Deutsch deneyinde düzenli (a) ve düzensiz (b) ezgi.

Perdelerin algısal ilişkisine dayalı müzikbilim tabanlı en kapsamlı çalışmalardan bir diğeryse Krumhansl'a (1990) aittir. 1980'li yılların başından başlayarak günümüze kadar uzanan ve temelinde P-T yönteminin bulunduğu perde hiyerarşisine yönelik tüm deneylerinde Krumhansl, tonal yapı içerisinde bu ilişkiyi arar. Krumhansl, işitsel algılamada fiziksel sonuçlandırmadan çok algısal değerlendirmeyi şu şekilde ifade eder: "Müzikbilimciler tarafından yaygın olarak tartışılan konulardan biri de müzikte karmaşık gibi görünen yapıların temelinde

hiyerarşik bir ilişki olduğudur. Bu hiyerarşiyi ortaya çıkarabilmek, algılama sonuçlarının psikolojik olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koyar. Değerlendirmeyi canlandıracak bileşenlerse müzik teorisi, psikolojik değerlendirme yetisi ve tüm bunların ötesinde müzik dinleyicilerinin verdiği tepkidir..." (Krumhansl, 1990; 16).

Krumhansl'a göre insanoğlunun algılamaya dayalı yeteneğini "kolaylaştırma" çabası insanın doğasında var olan bir eylemdir. Bu eylemin temelinde daha çok hiyerarşik düzen kurma çabası yatar. Daha basit bir ifadeyle, Krumhansl'a göre algılamadaki hiyerarşik düzen kolaylaştırma yeteneğini hızlandırır. Krumhansl bunun için Rosh&Mervis'in (1975) sayılar ve renklerin insan algılamasındaki hiyerarşik düzeni üzerine yaptığı deneyleri örnek gösteriyor. Bu deneylerde birçok denek; renkler için kırmızı, mavi, sarı vb. renkleri kendilerine göre ana renkler kabul ederlerken; arada kalan diğer bazı renkleri doğrudan adlandırmak yerine "kahverengimsi kırmızı vb." şeklinde nitelemeyi tercih eder. Aynı şekilde denekler sayılar için 10, 100, 1000 vb. değerleri birer "ana sayı" olarak nitelerken; özellikle 95, 9 gibi sayıları bu ana sayılara yakın değerler olarak algılar ve gruplar. Rosh&Mervis'e göre bu sonuçlar, algılamada "kolaylaştırmak" amacıyla yapılan bir tür hiyerarşik düzenlemedir.

Krumhansl'ın deneyinde ortaya çıkan sonuç, perde hiyerarşisinin bir ezgide çift taraflı bir değere sahip olabilmesidir. Yani bir parçada  $x$  perdesi  $y$  perdesine  $m$  oranında benziyorsa; aynı parçada  $y$  perdesi  $x$  perdesine farklı bir oranda benzemektedir. Müllensiefen (2004)'nin ezgide benzerlik karşılaştırmalarında temel kuramlara ters düşen bu durumu Huron (1992), Krumhansl'ın kitabı üzerine yaptığı ayrıntılı eleştirel bildirisinde şöyle açıklar: "Krumhansl kitabının 125. sayfasında perdeler arası hiyerarşik ilişkiyi gösteren bir tablo yayınlamış. Bu tabloda, majör tonallıktaki durak perdesinin alt güçlüye (6,08) değeriyle benzemesine rağmen; aynı tonallıkta alt güçlü perdesi durak perdesine (4,25) değeriyle benziyor. Bu durumu test etmek amacıyla, 500 parçadan oluşan bir müzik veritabanıyla deneme yaptım. Ancak neredeyse hiçbir parçada, Krumhansl'ın bu tablosunu doğrulayan bir sonuca ulaşamadım. Bu da gösteriyor ki, deney sonucu olmasına rağmen bu sonuçlar

kuramsal olarak bir değer kazanıyor. Maalesef MSS gibi geręek ortamlarda bu sonuçlardan daha farklı neticeler ortaya çıkıyor. Ancak yine de bu çalışma, bundan sonra bu konu hakkında yapılacak diğer çalışmalar için oldukça önemli bir alt yapı oluşturmaktadır. "(Huron 1992; 3).

Huron'un bu değerlendirmesi gösteriyor ki, tonal müzikte perdeler arası ilişkileri ortaya çıkarma adına Krumhansl'in deneyleri MSS uygulamalarında eksik sonuçlar doğurabilir ancak dikkate alınması gereken bir çalışmadır. Dolayısıyla, müzikbilim çerçevesinde Krumhansl'in çalışmalarını MSS amaçlı perdeler arası ilişki için değerlendirilmesi gereken bir uygulama olarak görülebilir. Bu nedenle Krumhansl'in bu deneyleri ve sonuçlarının ayrıntıları oldukça önemlidir.

## **B. Krumhansl Probe–Tone Deneyleri**

Tonal müzikte perdeler arası hiyerarşinin algılamadaki etkisini araştırmaya yönelik en kapsamlı deneyler Krumhansl (1990)'a aittir. İli 1979 yılında Shepard'la birlikte yaptıkları “majör tonallıkta perde hiyerarşisi” deneyinin ardından daha geniş kapsamlı perde hiyerarşisine yönelik diğer deneyleri 1990'lı yıllara kadar uzanır. Tüm bu deneyler P-T yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntem, bir asıl veri ve onu takip eden belirli sayıda deneme verilerini içerir. Asıl verinin yerini tutması beklenen deneme verileri arka arkaya deneklere sunulur. Kolay ifade edilmesi bakımından ‘deneme verisi’ olarak tanımlanan perdelerin teknik ifadesi P-T'dir. Bu nedenle, Krumansl'a ait P-T yöntemiyle hazırlanmış deneylere literatürde “Krumhansl P-T Deneyleri (*Krumhansl P-T Experiments*)” adı verilir.

Krumhansl'in deneylerdeki amacı, tonal müzik perdeleri ve perdeler tarafından oluşturulan tonallık kavramlarının birbirleri arasındaki algısal ilişkilerini ortaya çıkarabilmektir. Genel kapsamlı bu amaca ulaşabilmek için Krumhansl, yaklaşık 10 yıllık süreçte P-T yöntemiyle 9 farklı deney uygular. İlerinde müzikte tonallık bulma algoritmasından algıda perde hafızalamaya kadar çeşitli deney ve uygulamaların olduğu bu çalışmalardan sıralı 3 tanesi perde ilişkilerinde hiyerarşik bir ilişki bulma üzerinedir. Hiyerarşiyi saptamak için ilk deneyden elde ettiği sonucu

diğer deneye aktaran Krumhansl, 3. ve son deneyde major/minör tüm perdelerde hiyerarşiyi sayısal değerlerle oluşturur. Bu nedenle hiyerarşiyi gösteren Krumhansl'ın sonuç tablosuna ulaşabilmek için 3 deneyi sırasıyla incelemek gerekir. Bu deneyler sırasıyla şunlardır:

- 1- P-T Deneyi 1: C Majör Tonallıkta Perde Hiyerarşisi
- 2- P-T Deneyi 2: C Majör/Minör Tonallıklarda Perde Hiyerarşisi
- 3- P-T Deneyi 3: Kromatik Tüm Perdeler Arası Hiyerarşi Ölçümleme

### **1. P-T Deneyi 1: C Majör Tonallıkta Perde Hiyerarşisi**

Krumhansl'ın 1979 yılında yaptığı ilk deney, yalnızca C majör içindeki perdelerin algısal hiyerarşisini bulmaya yöneliktir. Deneyde araştırılan, sırasıyla inici-çıkıcı tınlatılmış C Majör aşıtın ardından verilen herhangi bir perdenin bu koşula algısal uzaklığı, bir başka ifadeyle hiyerarşisidir.

#### **a. Yöntem**

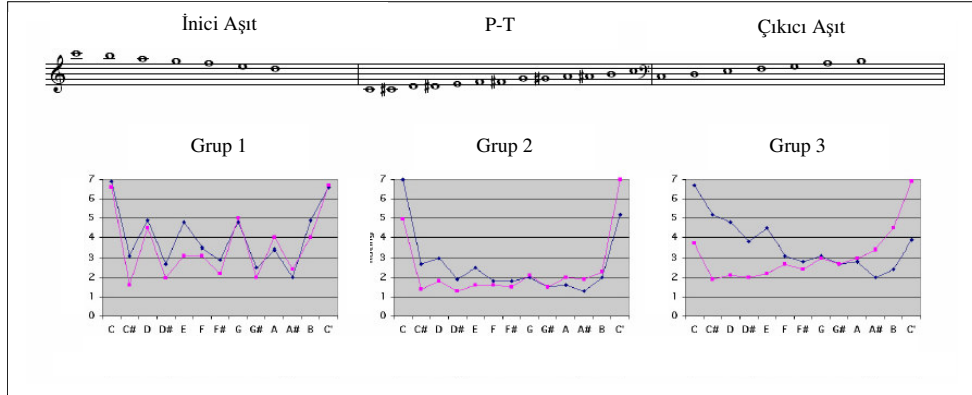
P-T yöntemiyle yapılan bu ilk deneyde önce majör inici aşıt çalınır ve aşıt son perdesinin hemen ardından P-T'lerden bir tanesi tınlatılır. Denek, verilen bu P-T'nin, kendisine göre aşıtın uyumlu perdesi olup olmadığını belirtmek amacıyla 1 ile 7 arasında puanlama yapar. İnici aşıtı yönelik P-T tamamlanıncaya kadar bu uygulama devam eder. Sonra çıkıcı aşıt çalınır ve denekten gelecek P-T'lere göre yine 1 ve 7 arasında puan belirtmesi istenir. İlk denek grubu tamamlandıktan sonra diğer denek grubuna geçilir ve gruplar sonlanıncaya kadar deneye devam edilir.

#### **b. Denekler**

Denekler, müzik okulu öğrencilerinden seçilir ve 3 ana gruba ayrılır. Bu gruplar deneklerin aldığı müzik eğitimi yıl tecrübesine göre saptanır. 7,4 yıl ve üzeri müzik eğitimi alanlar 1.grup, 7,4 – 5,5 yıl arası müzik eğitimi alanlar 2. grup ve 1 yıldan daha az müzik eğitimi alanlar 3. grubu oluşturur.



### c. Koşullandırma



(Kaynak: KRUMHANSL, 1990; 23)

**Şekil 12 :** Krumhansl 1. deneyinde koşullandırma, P-T ve sonuçlar.

Koşullandırma olarak Şekil 12’de belirtilen C majör inici ve çıkıcı aşıt kullanılır (çıkıcı aşıt, C4 ve üzerindeki D, E, F, G, A, B; inici aşıt C7 ve altındaki B, A, G, F, E, D ). Bu aşıtlar Krumhansl tarafından tamamlanmamış (*incomplete*) olarak tanımlanır. Çünkü aşıtın başlangıç perdesi sonda tınlatılmamıştır. Sonda tınlatılacak bu aşıt perdesi yerine, aşıtın hemen ardından, teker-teker 13 P-T getirilir: C5, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B ve C6. Denek tarafından verilen yanıtlar 1 (çok kötü) ve 7 (çok iyi) arası puanlamayla ölçülür. Deneklere tınlatılan perdeler, bilgisayar tarafından üretilmiş *wave* formatlı seslerdir.

### d. Sonuç

Krumhansl, sonuçları, önce denek gruplarına göre ayrı ayrı değerlendirir. Denek grupları arasındaki sonuçlar Şekil 15’e göre şöyledir:

### **(1) 1. Grup Denekler**

- (a) İnici ve çıkıcı aşıta yönelik verilen yanıtlar birbirlerine yakınlık gösterir.
- (b) Her iki aşıta da durak perdesi (C) hemen hemen aynı oranlarda aşıta en yakın P-T olarak tespit edilir.
- (c) C majör aşıta, diyatonik perdeler kromatik olanlardan çok daha fazla algılanmıştır.

### **(2) 2. Grup Denekler**

- (a) İnici ve çıkıcı aşıta yönelik verilen yanıtlara göre, aşıit son perdelerinin algılanma oranları daha düşüktür.
- (b) Her iki aşıta da durak perdesi algılaması daha fazladır. Ancak oran olarak ilk gruba göre daha azdır.
- (c) C majör aşıta, diyatonik perdeler kromatiklere göre çok daha fazla algılanmıştır. Ancak ilk gruba göre oranlar daha uzaktır.

### **(3) 3. Grup Denekler**

- (a) İnici aşıta yönelik verilen yanıtlarla aynı aşıitın çıkıcı olanına verilen yanıtlar oldukça farklıdır.
- (b) Her iki aşıta da durak perdesi daha fazla algılanmıştır. Ancak bu oran ilk iki gruba göre daha azdır.
- (c) Genel olarak diyatonik perdeler diğerine göre daha fazla algılanır ancak algılama oranları diğer gruplara göre çok çok daha farklı oranlar içermektedir.

Gruplardaki deneklerin algılama yeteneklerini gösterir bu ilk değerlendirmeden sonra deneyin genel bir yorumunu Krumhansl şöyle özetler: “Aşıt içerisinde en fazla algılama oranı ‘durak perdesine’ aittir. Başka bir deyişle C major tonallık içindeki perde ilişkilerinde durak, hiyerarşide ilk sırayı oluşturur ve sırayı aşıtın beşinci perdesi takip eder. Ardından üçüncü ve dördüncü perdeler gelir. Buna göre, sonuç olarak Tablo 6 elde edilir...”(1990; 24).

**Tablo 6 :** Krumhansl 1.Deney C majör perdeleri arasındaki hiyerarşi

Perde	Algılama Oranı	Hiyerarşideki Yeri
C	6.35	1
C#	2.23	12
D	3.48	6
D#	2.33	10
E	4.38	3
F	4.09	4
F#	2.52	8
G	5.19	2
G#	2.39	9
A	3.66	5
A#	2.29	11
B	2.88	7

(Kaynak : KRUMHANSL, 1990; 30)

## 2. P-T Deneyi 2: C Major/Minor Tonallıklarda Perde Hiyerarşisi

İlk deneyden elde edilen sonuçlar, genel anlamda C major tonallıkta perde hiyerarşisinin algıda saptandığı; özel anlamda bu hiyerarşide ilk sırayı durak, ikinci sırayı güçlü vb... perde derecelerinin oluşturduğu yönündedir. Bu sonucun ardından hem bu deneyin bir tür sağlamasını yapmak hem de perde hiyerarşisini minör aşıtta saptamak amacıyla 1982 yılında Krumhansl, Kessler ile birlikte bir deney daha uygular.

### **a. Yöntem**

İlk deneyin yöntemi, iki önemli farkla aynen bu deneyde de kullanılır. İlk fark, koşullandırma; ikincisi, ilk deneydeki tamamlanmamış (*incomplete*) aşıt yerine; aşıtı tamamlayarak (*complete*) P-T tınlatılmasıdır. Böylece bu deneyde, P-T'nin aşıtla olan tam uyumluluğu (*fit with*) aranır.

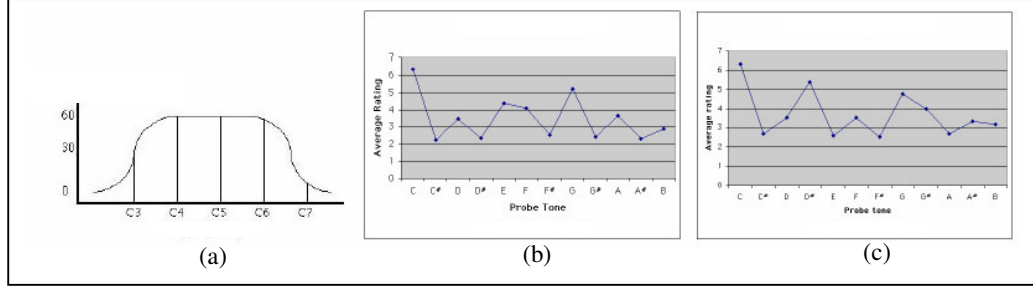
### **b. Denekler**

Denekler, gruplama yapılmadan 'tecrübeli' olarak nitelendirilen 10 kişilik tek bir grup altında toplanır. Tecrübe, 11 yıllık çalgı ya da ses dersi alınması, 2 yıl koro 12 yıl da bir orkestra elemanı olmaları ve haftada en az 23 saat müzik dinlemeleridir.

### **c. Koşullandırma**

3 adet koşullandırma kullanılır. Birincisi, C5'den C6'ya kadar gelip aşağı inerek tekrar C5'de sonlanan C majör ve minör tam aşıttır. İkincisi, C majör ve minör aşıtın uygu perdeleri ; üçüncüsü, her iki aşıtta ait I., II., IV., V., ve VI. derece perdelerin sırasıyla önce IV-V-I, sonra VI-V-I ve son olarak II-V-I perdelerinin aynı anda tınlatılmasından oluşur.

Tınlatılacak perdeler ilkinde olduğu gibi bilgisayarda elde edilmiş sentetik seslerdir. Ancak ilk deneyin aksine bu kez sesler 5 oktavlık (77,8 Hz – 2349 Hz) bir aralıkta aynı anda beş aynı sese (oktav farkıyla) basılarak deneye dinletilir. Uygu perdeleri için bunun anlamı, 1 oktavda toplam 3 ses; Şekil 13 (a)'da gösterildiği gibi 5 oktavda toplam 15 sestir.



(Kaynak: KRUMHANSL, 1990; 31)

**Şekil 13 :** Krumhansl 2. deneyinde kullanılan koşullandırma perde aralığı (a) ve majör (b), minör (c) sonuç grafiği.

#### d. Sonuç

İlk deneyde C majör için ortaya çıkan sonuç bu deneyde tekrarlanır. Diğer taraftan bu deneyle, C minör perdelerinin hiyerarşisi de saptanır. Sonuç sayısal değerlerini gösteren Tablo 7'ye göre, her iki tonallıkta da hiyerarşinin ilk sırasında durak perdesi bulunurken; ikinci sırada majörde beşinci perde, minörde üçüncü perde bulunur. Bu durum, C majör ve minör tonallıklarda perde hiyerarşisinin algıda değiştiğini gösterir.

**Tablo 7 :** Krumhansl 2.Deney sonuç sayısal değerleri

Perde	Algılama Oranları			
	Sıralama	C Majör	C Minor	Sıralama
C	1	6.35	6.33	1
C# / Db	12	2.23	2.68	10
D	6	3.48	3.52	6
D# / Eb	10	2.33	5.38	2
E	3	4.38	2.60	11
F	4	4.09	3.53	5
F# / Gb	8	2.52	2.54	12
G	2	5.19	4.75	3
G# / Ab	9	2.39	3.98	4
A	5	3.66	2.69	9
A# / Bb	11	2.29	3.34	7
B	7	2.88	3.17	8

(Kaynak: KRUMHANSL, 1990; 30)

### **3. P–T Deneyi 3: Kromatik Tüm Perdelerde Hiyerarşiyi Ölçümleme**

İlk deneyin ortaya çıkardığı C majör aşıtta perde hiyerarşisi, ikinci deneyden elde edilen minör C’da perdelerin hiyerarşisi, akla ister istemez ton bağımlılığından kurtularak elde edilecek olan son bir perde hiyerarşisini getirir. Diğer yapılan çalışmaların hem genel bir sonucu hem de bu çalışmalar doğrultusunda bir tür ilk adım sayılabilecek 3. P-T deneyi, tonallıkla karşılaştırılan bir perde hiyerarşisi yerine, tonallığa bağımlı ölçülen ancak değerlendirmede bağımsız bir perde hiyerarşisi sonucunu, tam anlamıyla perdeler arası algısal hiyerarşiyi gösterir bir sonuç tablosu ortaya çıkarır.

#### **a. Yöntem**

İkinci deneyin yöntemi, farklı koşullandırma ve farklı P-T sıralamasıyla bu deneyde de aynen kullanılır.

#### **b. Denekler**

İkinci deneydeki kriterlere sahip müzisyenler tarafından oluşturulan 6 kişilik tek bir gruptur

#### **c. Koşullandırma**

Krumhansl, bu deneyde dört ayrı koşullandırma kullanır. Birincisi, inisi–çıkıcı C majör aşıt (C, D, E, F, G, A, G, C, B, A, G, F, E, D, C); ikincisi, inisi–çıkıcı C minör aşıt (C, D, Eb, F, G, A, B, C, Bb, Ab, G, F, E, D, C); üçüncü, F# majör kadans (I, IV, V, I) ve dördüncü F# minör kadans (i, iv, v, i). Dikkat edilecek olursa burada kadans uygusu olarak F# majör/minor seçilmiştir. Bunun nedeni, C majör ve minör aşıtta hiyerarşide en son algılanan perdenin F# olmasıdır. Dolayısıyla denekler için koşullandırma, içeriği birbirine uzak iki farklı tonallık grubuyla tınlattırılacaktır.

P-T için bu kez tek değil, iki perde seçilir. Kromatik aşıtta her perde için ayrı ikililer oluşacağı düşünülürse, deneklere toplam 132 P-T çifti sunulacaktır. Bu 132 P-T iki ayrı oturumda deneklere sunulur. İlk oturumda kendi içinde düzensiz ancak sıralı ve sabit 66; 2. oturumda ilk oturumdan farklı ve sabit 66 P-T 6 deneğe ayrı-ayrı dinletilir.

#### **d. Sonuç**

Deney sonucunda Tablo 8 oluşur. Bu tabloda satırlar ilk tınlatılan; sütunlar ikinci tınlatılan P-T'yi gösterir. Örneğin ilk tınlatılan G ile ikinci tınlatılan A perdesi, 3,83'lük bir orana sahiptir. Diğer taraftan deney tek taraflı (ilk perde/son perde) olduğu için, perdelerin geliş sırasına göre ortalama değerler belirtilir. Örneğin minörde ilk sütunda C ortalamasının 5,01 olmasının anlamı, C ile biten (ikinci perdesi C olan) P-T'lerin tüm perdeler içinde algılanma oranını gösterir. Aynı şekilde satır sonlarındaki ortalamalar da C ya da bir başka perdenin ikinci olmasıyla oluşan ortalama değerlerdir.

Tablo 8'de ortaya çıkan sonuçlardan biri, satır-sütun perde algılama oranlarının sütun-satır oranlarıyla uyuşmamasıdır. Örneğin C ve B oranı 3,67 iken, B ve C oranı 6,42 olarak ortaya çıkar. Krumhansl'a göre bunun sebebini ortalama değerler gösterir. C ile sonlanan bir perdenin ortalaması, B ile sonlanandan daha fazladır. Çünkü C perdesi, bu tonallık içinde daha yüksek oranda algılanır. Algılamadaki bu farklılık da satır-sütun ilişkisinde doğru orantılı olmayan bir sonuç ortaya çıkarır.

**Tablo 8 : Krumhansl major ve minor sonuç perde hiyerarşisi**

<b>C MAJOR</b>		İkinci Perde											
İlk Perde	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	İlk Ses Ortalama
C		2,25	5,75	2,42	5	4,17	1,75	5,83	2,33	3,42	3,17	3,67	3,61
C#	3,83		3,08	3,58	1,92	2,33	3,75	2,25	4,33	3,25	2,5	3,25	3,10
D	6,17	3,25		2,83	5,25	2,92	4	6,08	1,92	3,75	3,08	3,08	3,85
D#	3,67	2,67	3,58		3,58	4,5	2,17	3,5	3,67	1,92	5,08	2,33	3,33
E	6,25	2,75	4,58	3		4,5	3,67	4,83	2,83	4,67	2	3,33	3,86
F	5,33	2,5	4,58	3,75	5,25		3,42	5,67	2,33	3,33	4,42	2,08	3,88
F#	3,08	3	3,58	2,67	3,58	3,58		5,08	2,75	1,83	2,08	3,83	3,19
G	6,92	2,08	4,25	3	4,83	4,58	3		2,92	5	1,83	3,17	3,78
G#	3,08	4,67	2,58	3,42	2,5	2,33	3,5	3,43		3,08	2,83	2,08	3,05
A	4,92	2	4,67	1,83	3,92	4,33	2,92	5,42	2,83		3,5	4,42	3,71
A#	4,75	2,25	2,58	4,25	2,33	4,83	2,33	3,75	3,58	4,08		3,25	3,45
B	6,42	2,83	3	2,25	4,08	2	3,5	4,33	2,75	3,17	2,17		3,32
İkinci Ses Ortalama	4,95	2,75	3,84	3,00	3,84	3,64	3,09	4,56	2,93	3,41	2,97	3,14	
<b>C MINOR</b>		İkinci Perde											
İlk Perde	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	İlk Ses Ortalama
C		4,08	5	5,25	2,67	3,83	2,5	4,92	3,75	3,33	4,42	5	4,07
C#	5,08		3,58	3,58	3,83	2,25	3,33	2,08	4,17	3,67	3,75	4,33	3,61
D	6	4,08		5,17	3,25	4,67	2,67	5,42	2,58	3,58	3,33	4,17	4,08
D#	4,83	3,75	5,08		3,5	4,42	3,5	3,83	4,25	2,33	4	3,42	3,90
E	4,42	3,67	3,17	4,33		4,92	4,08	4,75	2	4,17	2,67	3,67	3,80
F	4,5	3,83	4,75	4,5	4		4,17	5,33	3,42	2,33	5,17	2,42	4,04
F#	4,33	3,75	4,08	3,5	3,33	4,33		5,83	3,92	3,17	2,17	3,08	3,77
G	6,33	2,17	4,83	5,17	2,92	3,58	3,83		5,58	3,83	3,5	2,75	4,05
G#	3,5	3,92	3,42	4,5	4,5	3,83	3,25	5,42		3,67	4,42	4,25	4,06
A	4,33	2,17	4,08	2,67	3,58	3,83	3,5	4,42	4,08		4,33	4	3,73
A#	5,33	3,42	3	5,17	3	3,67	3,42	4,33	4,42	4,08		4,5	4,03
B	6,42	4	4,58	2,5	3,08	2,58	2,75	3,83	2,58	3,83	4,25		3,67
İkinci Ses Ortalama	5,01	3,53	4,14	4,21	3,42	3,81	3,36	4,56	3,71	3,46	3,82	3,78	

(Kaynak: KRUMHANSL, 1990; 125)

Krumhansl tarafından ortaya çıkarılan Tablo 8'deki sonuçlara göre, genel olarak perdeler arasındaki hiyerarşik düzen, 2. P-T deneyiyle örtüşür. İkinci deneyde olduğu gibi bu deneyde de denekler tarafından en uyumlu algılanan perdeler majör için aşittin birinci, beşinci ve üçüncü (C-G-E); minör için aşittin birinci, üçüncü ve beşinci perdesidir (C-D#-G). Bu deneyin sonucu olarak perde hiyerarşisini, C majör/minör tonallığı dışındaki tonallıklara da aynı oranlarla uygulamak mümkündür.



### C. Krumhansl ve M&S Perde Hiyerarşisi Sonuçlarının Karşılaştırması

Tablo 8’de belirtilen sonuçların ardından, Krumhansl ve M&S perde ağırlık tablolarını karşılaştıracak olursak, ilk söylenebilecek ifade olarak bu sonuçların algıda tonal değerlendirmeye yönelik bir hiyerarşi ortaya çıkardığıdır. Örneğin Tablo 9’da C perdesinin diğer perdelerle olan ağırlık ilişkisini Krumhansl ve M&S sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla ele alınabilir. Burada ilk satırı, Krumhansl’ın 3. deneyinde elde ettiği ortalama değerler oluşturur. Bu değerler, C perdesinin ardından gelen perdelerle göre C ve diğer perdeler arasındaki ilişkiyi gösterir. Aynı şekilde Tablo 9’daki ikinci satır, M&S ağırlık tablosundan alınmıştır.

**Tablo 9 :** Krumhansl ve M&S sonuçlarının karşılaştırılması

	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	
C	4.95	2.75	3.84	3.00	3.84	3.64	3.09	4.56	2.93	3.41	2.97	3.14	Krumhansl
	0	2	1,7	0,4	0,4	1	1,2	0,2	0,7	0,7	1,6	1,9	M&S

Tabloda hiyerarşik düzende ilk sırada tekrar eden perdenin kendisi gelir (C) . Bunun hemen ardından her ikisinde de ikinci sırada o perdenin beşli yukarısındaki perde vardır (G). Dolayısıyla her iki ağırlık oranları için ortak nokta, aşıtta en ağırlıklı perde olarak beşli olmasıdır. Ancak bunun ardından ikinci sırayı Krumhansl için D ve E perdeleri alır. Krumhansl değerlerinde C ilk perdesi olarak D ikinci ortalama ağırlıklı perde olmasına rağmen, tüm Krumhansl deneylerini ele alırsak E perdesi daha ön plana çıkar. M&S’de ise ikinci sırayı D# ve E perdeleri alır. Bu durumda, Krumhansl ve M&S ağırlık değerlerinin örtüştüğü söylenebilir. Dolayısıyla, ilk perdenin ardından beşlisi ve hemen onun ardından üçlüsü en ağırlıklı perdeleri oluşturmaktadır (C-G-E(D#)). Krumhansl’da A perdesi dördüncü sırayı alırken M&S’de A ve G# dördüncü sıradadır. Bu durumda ortalama olarak A perdesini hiyerarşik düzende dördüncü sırada gelen perde olarak tanımlanabilir. Her iki çalışmada da F perdesi beşinci sıradadır ve bu sıralama farklı sıralarda da olsa bu şekilde sürüp gider. Buradan çıkan sonuç, çalışmaların kendi içlerindeki ayrıntılar

dışında neredeyse algıda tonal değerlendirme temelinde birebir örtüşerek hiyerarşik düzeni oluşturmasıdır (C-G-E-A-F).

Krumhansl'da C perdesi üzerine kurulan oranlar, örneğin F# perdesinde tamamen değişmektedir. Ancak M&S'de bu düzen değişmez. Üstelik M&S, yukarıda da görüldüğü gibi 'üçlü' aralığı hem majör hem de minör için aynı kalırken (E oranı = D# oranı); Krumhansl'da minör tonallık içinde 'üçlü' aralığı hiyerarşide ikinci sıraya oturur. Dolayısıyla Krumhansl için aşkın minör ya da majör olması büyük önem kazanır.

**Tablo 10 :** Krumhansl ve M&S hiyerarşi oranlarının karşılaştırılması

	Krumhansl				M&S	
	MİNÖR		MAJÖR			
1.	5,01	C	4,95	C	C	0
2.	4,56	G	4,56	G	G	0,2
3.	4,21	D#	3,84	D - E	E - D#	0,4
4.	4,14	D	3,41	A	A - G#	0,7
5.	3,82	A#	3,64	F	F	1
6.	3,81	F	3,14	B	F#	1,2
7.	3,78	B	3,09	F#	A#	1,6
8.	3,71	G#	3,00	D#	D	1,7
9.	3,53	C#	2,97	A#	B	1,9
10.	3,46	A	2,93	G#	C#	2
11.	3,42	E	2,75	C#		
12.	3,36	F#				

Tablo 10'da görüldüğü gibi her iki hiyerarşide majörde perde sıralamaları aşkın dördüncü perdesine kadar benzerlik gösterir. Özellikle aşkın beşinci ve dördüncü perdeleri aynı hiyerarşik düzene sahiptir. Ancak Krumhansl'ın minör oranları oldukça farklıdır. Bu tablodan açıkça görülüyor ki, Krumhansl perde oranları yalnızca majör-minör için değil aynı zamanda her iki tonallığın kendi içerisinde de sistematik olmayan bir hiyerarşiye sahiptir.

## IV. DENEY: Perde Hiyerarşisi – P-T Yöntemi

Deneyin amacı, tonal müzikte perdeler arası algısal hiyerarşiyi sayısal değerlerle gösterecek bir tablo oluşturmaktır. Elde edilecek tablodaki değerler, MSS’de perde benzerlik karşılaştırmalarında ‘perde ağırlık değeri’ olarak kullanılabilir. Böylece, özellikle dizi karşılaştırmalarının ED ölçümü değiştirme işlemlerinde doğrudan MSS amacıyla oluşturulan bilişsel sonuçlardan yararlanılıp, kullanıcıya döndürülen ezgilerde sağlıklı bir sıralama yapılabilir. Deneyde, Krumhansl tarafından uygulanan ve daha önce açıklanan P-T yöntemi kullanılacaktır.

Çalışmanın bu son bölümünde, deney, sırasıyla hipotez, yöntem ve uygulamasıyla ayrıntılı olarak anlatılmış; istatistik sonucu elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve son olarak, deney sonucu ortaya çıkan değerlerle AA ve YA tabloları oluşturularak karşılaştırmalı örnekler sunulmuştur.

### A. Hipotez

Tonallık ve diyatoni birbiri içinden çıkma kavramlar olmakla birlikte, müziksel kullanım ve algılamada birbirlerinden farklı, iki ayrı bağlam oluştururlar. Belli bir tonallık (örneğin majör) başka bir tonallıkla (örneğin minör ile) karıştırılmayacak karakteristik özellikler taşıdığından, müziksel kullanım ve algılamada, o tonallıktaki perdeler ve perdeler arası ilişki, giderek de perde hiyerarşisi tonal merkeze göre anlamlandırılır. Buna karşılık diyatonide, birden çok tonal ilişkilendirme mümkündür. Bu nedenle perdeler ve perdeler arası ilişki, giderek de perde hiyerarşisi tonallıktan farklı biçimde anlamlandırılır hale gelir. Tonal bağlamda her perde çekim gücünü ve dolayısıyla hiyerarşiyi tonal merkeze doğru kaydırırken, diyatonide hiyerarşik düzen diyatonik aralıklı perdelere doğrudur ve bu nedenle diyatonik bağlama ait hiyerarşik yapı tonal bağlamdan ayrılır.

Bu nokta, MSS’de hedef ve kaynak dizinin karşılaştırılması sürecinin sağlıklı sonuçlanması bakımından önemlidir. Diziye ait perdelerin kendi içindeki AA ya da

YA hareketleri, karşılaştırmada tonal ya da diyatonik bağlam içinde algılanarak iki farklı hiyerarşik yapı oluşturur. Bu durum ise, kullanıcıya döndürülen ezgilerin sıralamasında daha sağlıklı sonuç verir. Dolayısıyla bu deney için oluşturulan hipotez, karşılaştırmada benzerliği aranan ezgilerin kendi içinde birbirinden bağımsız tonal ve diyatonik bağlamda algılandığı ve bir perdenin algılanmasının, ezgideki perdelerin AA hareketine sahip olduğunda tonal bağlamda, YA hareketine sahip olduğunda ise diyatonik bağlamda değerlendirilmesi gerektiğidir.

Şekil 14'deki ezgide ilk yedi ve son üç perde birbirleri arasında aşta göre ikili ve ikiliden küçük aralık oluştururken; daire içine alınmış perdeler birbirleri arasında ikiliden büyük aralığa sahiptir. Dolayısıyla bu aralıklar hipoteze göre diyatonik ve tonal bağlam içinde sırasıyla YA ve AA olarak iki grup oluştururlar.

□ Diyatonik değerlendirmeyle ele alınacak perdeler ( ikili ve ikiliden küçük aralıklar ) : YANAŞIK ARALIK ( YA )

○ Tonal değerlendirmeyle ele alınacak perdeler ( ikiliden büyük aralıklar ) : ATLAMALI ARALIK ( AA )

**Şekil 14 : - Yanaşık ve Atlamalı Aralıklar.**

## B. Yöntem

Deneyde P-T yöntemi kullanılacaktır. P-T yöntemi, önceden saptanan koşul ezgilerinde seçilen bir ya da birden fazla perdenin yerine, kromatik aşıt perdelerinin sırayla ve teker-teker getirilmesiyle oluşur. Kromatik aşıttaki her bir perdeye P-T adı verilir.

Deneyde koşul ezgileri, AA ve YA olarak ikişerli iki grupta toplanan toplam 4 orijinal ezgiden oluşur. Her bir ezgi P-T değişiklikleriyle deneklere dinletilir ve böylece denekler, 1 koşul ezgi için toplamda 13 ezgi dinleyerek, bu 13 ezginin orijinaline ne kadar benzeyip benzemediğini sorgular. P-T yönteminin en önemli özelliği, her P-T'nin denekler tarafından sorgulandıktan sonra bir sıralamayla kağıda aktarılmasıdır. Sıralama, orijinal ezgiye en benzerden en benzemeyene doğru ilerleyen P-T'lerden oluşur ve değerlendirme, tüm deneklerin yanıtlarının alınarak bu sıralamanın analiziyle oluşturulur.

## **C. Uygulama**

### **1. Denekler**

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü (MBB) öğrenci ve öğretim elemanlarından oluşan toplam 20 kişi, gönüllü olarak deneye katılmıştır.

### **2. Yerleşim ve Malzemeler**

Deney, 35 m<sup>2</sup>'lik mekanda yapılmıştır. Denek, salonun ortasında bulunan bir masa önüne oturtulur ve salonun büyüklüğü nedeniyle ezgileri daha rahat algılayabilmesi için diğer masada kendisine göre ters duran bilgisayara bağlı kulaklık deneye verilir. Her bir denek, deney bittikten sonra sırasını dışarıda bekleyen bir sonraki deneye bırakır.

Deneyde 1 bilgisayar, 1 kulaklık ve denekle arayüzü sağlayacak yazılım olan Cubase SX kullanılmıştır. Materyallerin teknik özellikleri Tablo 11'de belirtilmiştir. Deney parçaları ve bu parçaların değiştirilmiş P-T'li biçimleri, Cubase'de ayrı-ayrı oturumlar (*sessions*) halinde yazılarak deneklere kontrollü olarak dinletilmiştir. Yani her koşul ezgisi için bir oturum açılmıştır. Her oturumda tüm P-T'ler ayrı izlere (*tracks*) kaydedilmiştir.

**Tablo 11 : P-T deneyi malzeme teknik özellikleri**

Bilgisayar	Kulaklık
AMD Athlon 2500+ İşlemci	Open-Back / Dynamic
512MB DDR RAM	101 dB/V
Aopen Anakart	12 Hz to 39,5 kHz
Creative Audigy ZS Seskartı	120 ohms
MSI GeForce 4000 Ekran kartı	200 mW

### 3. Koşullandırma

Daha önceden Finale’de notası yazılan ve MIDI olarak kaydedilen koşul ezgileri, Cubase SX aracılığıyla bilgisayara ait ses kartındaki General MIDI seslerinden ‘piano’ kullanılarak deneğe dinletilmiştir.

Daha önce de belirtilen hipoteze göre, herhangi bir ezgideki perdelerin tonal veya diyatonik bağlamda algılanması için perde aralıklarının birbirlerine göre AA ya da YA olma durumuna göre değişebilir olmasından yola çıkılarak, koşullandırmada 4 bağımsız ezgi kullanılmıştır. Bunlardan 2 tanesi AA, 2 tanesi de YA olarak gruplanan ezgidir.

Diğer taraftan koşullandırma ezgileri, hemen hemen herkes tarafından bilinen ezgiler olarak seçilmiştir. Bunda amaç, perdesi değişen ezginin orijinaliyle olan farkını deneğin daha rahat algılayabilmesini sağlamaktır.

#### a. AA Koşullandırma Ezgileri

##### (1) AA1: Love Story - AA2: Mozart 40. Sinfoni

Şekil 15’de görüldüğü gibi, AA koşullandırma ezgilerinde değiştirilen perde olarak 1 numaralı ezgi için F; 2 numaralı ezgi için E seçilmiştir. 1 numaralı ezgi (AA1), doğrudan AA ile başlayıp sekileme sırasında F üzerinden yanaşık bir perde

geçişi kullanır. 2 numaralı ezgideyse (AA2) başlangıç yanaşık olup uygu değişimi sırasında E üzerinden AA hareketi yapar. Her iki ezgi de AA hareketini birbirlerine zıt koşullarda oluştururlar. Genel olarak bakıldığında her iki ezgi, deneyde AA ezgi koşullandırma grubunu temsil ederler.

AA1

AA2

○ değiştirilen perde

AA 1: Love Story, AA 2: Mozart 40. Sinfoni

Şekil 15 : AA koşullandırma ezgileri.

## b. YA Koşullandırma Ezgileri

### (2) YA1: Bethooven 9. Sinfoni – YA2: Üsküdar

Şekil 16 'da görüldüğü gibi, YA koşullandırma ezgilerinde değiştirilen perde olarak 1 numaralı ezgi (YA1) için G, 2 numaralı ezgi (YA2) için C seçilmiştir YA, herhangi bir atlama (ikili aralıktan büyük bir sıçrama) olmadan yanaşık perdelerin yan yana gelmesiyle oluşan ezgiler arasından seçilmiştir.

Her iki ezgi de başından sonuna ikili aralıklardan oluşan YA oluşturur. Perdeler arasında herhangi bir atlama yoktur. Bu nedenden dolayı hipotezimize göre AA ezgilerinden tamamen ayrılırlar.

YA1

YA2

○ değiştirilen perde YA 1: Bethooven 9. Sinfoni , YA 2: Üsküdar

**Şekil 16:** YA koşullandırma ezgileri

### c. P -T<sup>7</sup>

Ezgilerdeki değiştirilecek perdeler yerine, 1 oktav aralığındaki (C5 ~ C6) 13 kromatik perde P-T olarak kullanılmıştır. Deney sürecince her bir P-T, herhangi bir kural olmaksızın karışık bir sıralamayla koşul ezgisinde değişen perdenin yerine getirilir. Şekil 17’ de P-T olarak kullanılan perdeler belirtilmiştir. P-T’de koşul ezgilerinde değişen perde de bulunur. Bu perde, deney sırasında denek için ‘algılayabilme’ perdesi olarak tanımlanmıştır. Bu perdeyi algılayamayan ve deney sırasında P-T içinde çalınan ama aslen koşul ezgisinin aynısı olan ezgiyi sıralamada ilk sırada belirtemeyen denek, deney sonuçlarında değerlendirmeye alınmamıştır.

**Şekil 17 :** P-T perdeleri

<sup>7</sup> Her ne kadar bu başlık altında ya da metin içinde sık-sık belirtile de P-T perdeleri arasında orijinal ezgi perdesinin de olduğunu yinelemek gerekir. Çünkü bu perde, deney sonrası denegin algılamasını ölçer. Eğer denek bu perdeyi orijinal ezgiye en benzer olarak 1 değeriyle algılamaz ise, bu denek deney sonuçları için değerlendirme dışı kalır. Dolayısıyla toplam yirmi kişinin katıldığı deneyde sonuç denek sayısı değişir.



#### 4. Ölçümleme

Deneklere her ezgi için ayrı-ayrı olmak üzere bir 'ölçümleme formu'; başka bir ifadeyle bir tür 'cetvel' verilmiştir. Denek önce bu cetvelde dinlediği ezgileri grupladı. Daha sonra her ezgi için bir sıralama oluşturmaya başlanır. Gruplamadaki amaç, daha sonraki dinlemelerde denegin sıralama işlemini kolaylaştırmaktır.

Herhangi bir koşuldaki (AA veya YA) P-T'li ezgilere, geliş sırasına göre sayısal değer verilir (örneğin '9. Sinfoni' için ilk P-T'ye 1 numaralı ezgi, ardından 2 numaralı ezgi vs.). Denekler de bu numaraları ölçümleme formuna aktarırlar. Önemli olan, denek için orijinal ezgiye en benzerden en benzemeyene olan ezgileri cetvelde en soldan en sağa sıralamaktır.

Her koşulun ezgi sayısı P-T sayısı kadar olacağından, cetveldeki numaralar da 13'e kadar sıralanır. Buradaki sayı değerlerinin herhangi bir mertebe (sıralama) işaret etmediğini özellikle belirtmek gerekir. Sayılar, yalnızca P-T ezgilerini temsil eder.

#### 5. Prosedür

Her denek, deneyin yapılacağı sınıfa alınıp gerekli düzenek hazırlandıktan sonra (kulaklığın takılması, ölçümleme formunun verilmesi vb.) ne yapılacağına yönelik deneye ön bilgi verilmiştir<sup>8</sup>. Ardından deney sonuna kadar aşağıdaki adımlar sırasıyla şu şekilde uygulanmıştır:

- İlk koşulun (AA) ilk orijinal ezgisi deneye dinletilir.
- İlk sıradaki P-T'li ezgi çalınır.

---

<sup>8</sup> Ön bilgi şu ifadelerle anlatılmıştır: "...Deneyde genel olarak, size dinletilecek ezgilerin birbirleri arasındaki sıralamasını yapmanız bekleniyor. Bunun için önce, ölçüm cetveli dağıtılacak. Müziği dinledikten sonra bu cetvelde soldan sağa doğru önce gruplama; sonra bir sıralama yapacaksınız. Size, hepimizin bildiği orijinal bir ezgi dinletilecek. Ardından bu orijinal ezginin bir notası değiştirilip bunun yerine karışık sırayla kromatik on iki perde getirilecek ve size ezgi bu değişiklikle dinletilecek. Siz de değiştirilen perdeli ezginin, orijinaline ne kadar benzediğine yönelik algınızı 1-7 arasında sayı değerleriyle cetvele yazacaksınız. İsteddiğiniz ezgiyi istediğiniz kadar tekrar dinleyebilirsiniz. Deneyde bunun gibi toplam dört koşul ezgisi var ve hepsi için bu geçerlidir"

- Denekten, dinlediği bu P-T’li ezgiyi, orijinal ezgiye olan uzaklık-yakınlık ilişkisine göre elindeki cetvelde gruplaması istenir.
- 13 numaralı P-T’li ezgiye kadar 3. madde tekrarlanır.
- İlk P-T’li ezgi tekrar çalınır.
- Denekten, dinlediği bu P-T’li ezgiyi, orijinal ezgiye olan uzaklık-yakınlık ilişkisine göre elindeki cetvelde sıralaması istenir
- 13 numaralı P-T’li ezgiye kadar 6. madde tekrarlanır.
- İkinci koşulun (YA) ilk orijinal ezgisi için yukarıdaki 1-7. maddeler tekrarlanır.
- İlk koşulun ikinci orijinal ezgisi için 1-7. maddeler tekrarlanır.
- İkinci koşulun ikinci orijinal ezgisi için 1-7. maddeler tekrarlanır.
- Tüm koşul ezgileri tamamlandıktan sonra ‘ölçümleme formu’ toplanır ve bir sonraki denek için yukarıdaki maddeler en baştan tekrar uygulanır.
- Son denekle birlikte deney tamamlanır.

## D. Sonuçlar

### 1. İstatistik için sayısal dönüşümler

Ölçümleme formları toplandıktan sonra ilk olarak istatistik hesaplamaları için 3 aşamalı sayısal bir çevrim uygulanmıştır. İlk aşamada, formlarda belirtilen numaralar, Cubase’deki ezgi sıralamasına göre perde isimlerine dönüştürülür:

**Tablo 12 : Sayısal dönüşümde 1. aşama**

<b>Sıra No</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>P-T</b>	E	C	A#	C’	D#	G	F	A	C#	G#	D	F#	B
<b>P-T Sıra No*</b>	6	3	2	12	4	8	7	1	5	10	9	11	13
<b>Mertebe*</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	G	A#	C	F#	D#	A	F	E	D#	G#	C#	D	B

\* 1 numaralı denegin değerlendirme formunda yanıtı

İkinci aşamada perde isimleri, kromatik aşittaki perdelere göre numaralandırılmıştır.

**Tablo 13 : Sayısal dönüşümde 2. aşama**

Perde	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C Oct
Sıra No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Yanıt P-T*	G	A#	C	F#	D#	A	F	E	D#	G#	C#	D	B
No*	8	11	1	7	13	10	6	5	4	9	2	3	12

\*1 numaralı denegin yaniti ve numaralandirma

Bu aşamaya kadar perde isimlerine göre bir mertebe yapılmıştır. Yani denekler, mertebeyi önceden yapmış ve her mertebeye bir perde yerleştirmiştir. Bu nedenle üçüncü ve son aşamada, mertebelere göre perde yerine; istatistik için zorunlu olan perdelerle göre mertebe çevrimi yapılmıştır:

**Tablo 14 : Sayısal dönüşümde 3. aşama**

Mertebe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P-T Perde No	8	11	1	7	13	10	6	5	4	9	2	3	12
Perdeye Göre Mertebelene	3	11	12	9	8	7	4	1	10	6	2	13	5

Tüm deney sonuçlarının perde-mertebe tablosuna çevriminden sonra istatistik hesaplamalarıyla deneyin değerlendirmesine geçilir.

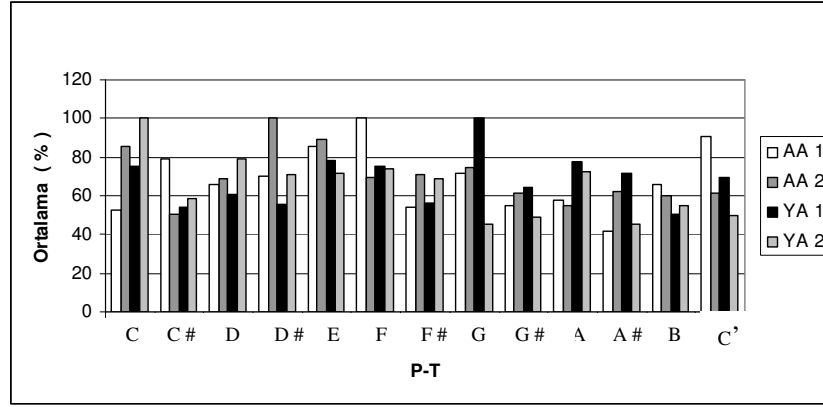
## 2. Ortalama Değerler

Bazı deneklerin ezgiler için verdiği yanıtlar EK'de belirtilmiştir. Tablo 15'de, her ezgi için verilen yanıtların ortalama (*mean*) değerleri; Şekil 18'de, bu değerlerin histogramı gösterilmektedir.

**Tablo 15 : Ortalama Değerler ( % )**

EZGİ	N	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	C'
AA 1	19	52,4	78,9	65,6	70,6	85,3	φ	54,0	71,5	54,8	57,9	41,8	65,6	90,8
AA 2	20	85,8	50,8	68,5	φ	89,5	69,5	71,0	74,8	61,3	55,0	62,3	60,3	61,5
YA 1	19	75,6	54,0	60,9	55,9	78,1	75,1	56,5	φ	64,3	77,3	71,7	50,4	69,5
YA 2	17	φ	58,8	79,2	71,3	71,6	73,7	68,5	45,4	48,8	72,6	45,1	55,1	49,8

AA1: Love Story AA2: 40. Senfoni YA1: 9. Senfoni YA 2: Uskudar N: Denek Sayısı φ: Değiştirilen perde



Şekil 18 : Ortalama değerleri gösteren histogram

### 3. Kendall Uyuşumu

Bu deneyde koşullandırmalara yönelik verilen kararlar denekten deneğe farklılık göstereceğinden, denekler arasında bir uyuşumun olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu nedenle deneyde tüm koşullandırmalar için Kendall Uyuşumu hesaplanmıştır.

Özellikle değer bağımlısı yargı ölçüleme ve testler arası güvenilirlik araştırmaları için yararlı olabilen Kendall Uyuşum Katsayısı ( $W$ ), deneklerin perde/mertebe sıralamasında birbirleri arasındaki uyuşumu ölçer. Örneğin herhangi bir iş yerinde, işe başvuran adaylar arasında uzmanlar tarafından yapılacak bir seçim olabilir. Seçimde sağlıklı bir sonuç alabilmek için uzmanların kararları arasındaki uyuşumu hesaplamak gerekir. Çünkü seçim, hem aday hem de uzman sayısı açısından fazladır ve yargıların ortak bir adayı göstermesi beklenir. Kendall Uyuşumu hesaplamaları bu tip durumlarda kullanılabilir (Siegel 1956; 232). Yukarıdaki örneğe göre bu deneyde, uzmanların yerini denekler ve işe başvuranların yerini perdeler alır. Denekler, algıladıkları perdeleri orijinal ezgiye olan benzerliğine göre mertebeler. Kendall Uyuşum Katsayısı'nı hesaplamak için denklem 4 kullanılır:

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12}k^2(N^3 - N)} \quad (\text{denklem 4})$$

Denkleme göre  $k$ , hesaplamada ele alınacak perde sayısını  $N$ , toplam denek sayısını ifade eder.  $s$ , sıralama toplamlarının ortalamalarına göre farklarının karelerinin toplamıdır ve bu değeri hesaplamak için öncelikle tüm deneklerin perdeleri mertebelerine göre toplanır ( $R_j$ ). Ardından  $R_j$  ortalama değerinden ( $R_j$  Ort)  $R_j$  değeri çıkartılarak fark hesaplanır. Fark değerlerinin karelerinin toplamı alınır ve sonuç olarak  $s$  değeri elde edilir. Tablo 16’da, YA1 (9. Senfoni) deney sonuçlarına göre Kendall Uyuşum Katsayısı hesaplama örneği verilmiştir.

**Tablo 16 :** Kendall Uyuşumu değeri için YA1 örneği

	Perde ( $k = 12$ )											
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
Denekler ( $N = 19$ )	3	10	11	8	7	6	12	9	5	1	2	4
	3	11	5	10	1	2	12	8	4	6	9	7
	4	10	3	9	1	2	7	11	5	8	12	6
	3	8	10	6	2	1	11	9	7	4	12	5
	1	9	5	7	6	12	10	4	8	3	11	2
	6	10	11	7	5	9	12	8	3	1	4	2
	3	11	6	9	8	5	1	4	2	7	10	12
	5	8	3	6	1	2	4	10	7	9	11	12
	3	11	5	10	2	1	12	6	4	8	7	9
	6	9	1	8	2	5	12	11	3	7	10	4
	8	10	12	9	6	11	3	4	2	1	7	5
	1	4	11	10	2	9	5	8	7	6	12	3
	5	4	8	11	1	3	12	6	2	9	10	7
	3	10	12	6	1	7	9	11	8	4	2	5
	11	8	9	10	12	5	3	1	4	6	7	2
	12	10	6	9	11	5	8	3	1	2	7	4
	6	10	5	7	4	1	11	2	3	8	12	9
	3	9	8	10	1	2	12	5	4	6	11	7
	6	8	10	7	5	1	11	9	4	3	12	2
$R_j$	92	170	141	159	78	89	167	129	83	99	168	107
$R_j$ Ort	123,5											
$R_j - R_j$ Ort	-31	46	17	35	-45	-34	43	5	-40	-24	44	-16
$(R_j - R_j$ Ort) <sup>2</sup>	99	216	306	1260	2070	1190	1892	30	1640	600	1980	272
$s$	14397											
$W$	<b>0,27</b>											

Kendall’e göre denek sayısının 7’den fazla olduğu durumlarda  $W$  değerinin anlamlılığı da sorgulanmalıdır. Bunun için mutlaka  $Ki$ -Kare ( $Chi$ -Square, ( $x^2$ ))

değerinin hesaplanması gerekir. *Ki-Kare* kısaca, gözlenen bir  $W$  değerinin ortaya çıkış olasılığını belirtir (Siegel 1956; 234) . Dolayısıyla denek sayısının 7'den fazla olduğu bu deneyde,  $W$ 'nin anlamlılık derecesi ön plana çıkar ve bunun için *Ki-Kare* değerinin hesaplanması şarttır. *Ki-Kare*, aşağıdaki denkleme 5'e göre hesaplanır:

$$x^2 = k(N - 1)W \quad (\text{denklem 5})$$

Örneğin bu denkleme göre yine 9. Senfoni *Ki-Kare* değeri aşağıdaki gibidir:

$$x^2 = 12(19 - 1)0,27$$

$$x^2 = 58,2$$

Diğer taraftan yapılan istatistiksel analizde, Kendall Uyuşumu'na göre deneklerin yaptığı mertebelendirmelerin  $p < 0,001$  değeriyle anlamlı ve dolayısıyla sonuçların birbiriyle tam uyumlu olduğu hesaplanmıştır. Yani denekler arası uyum tamdır ve deney anlamlıdır. Tablo 17'de, deneydeki tüm koşul ezgileri için hesaplanan  $W$ , *Ki-Kare* ve  $p$  değerleri belirtilmiştir.

**Tablo 17 :** Tüm ezgilerin  $W$ , *Ki-Kare* ve  $p$  değerleri

<i>Ezgiler</i>	$N$	$W$	<i>Ki-Kare</i>	$p$
AA 1	19	0,58	122,09	< 0,001
AA 2	20	0,4	91	< 0,001
YA 1	19	0,27	58,2	< 0,001
YA 2	17	0,34	63,69	< 0,001

#### 4. Faktör Analizi

Faktör analizi, çok sayıdaki değişkenin bir kaç temel değişkeni içine alan gruplamalarla ifade edilebilip edilemeyeceğinin merak edildiği durumlarda kullanılır. Örneğin sosyal bilimlerde dil öğrenebilme, bulmaca çözebilme, problem çözebilme, ifade yeteneği, olaylar ya da nesnelere arasındaki ilişkileri kavrayabilme gibi pek çok zeka göstergesi değişken, aslında sözel ve sayısal olmak üzere iki zeka grubu altında toplanabilir. Ancak herhangi bir deney sırasında, önceden varsayımı yapılan bu iki grup, deneklere doğrudan ifade edilmeden çeşitli değişkenlerle sunulur ve sonucunda zekaya yönelik sözü edilen gruplaşmaların olup olmadığı araştırılır. Her bir değişken grubuna 'faktör' adı verilir ve değişkenler için ortaya çıkabilecek faktörler araştırmalarda 'faktör analizi' yöntemiyle aranır. (Büyüköztürk, 2002).

Bu deneyde, hipoteze göre önceden belirlenen gruplar AA ve YA'dır. Deney sonucunda deneklere sunulan perdelerin AA ve YA'yı niteler gruplamalar; bir başka ifadeyle 'faktörler' etrafında toplanmaları beklenir.

Faktör Analizi'nde ilk koşul, analiz sonucunda özdeğeri (*eigenvalue*) 1'in üzerinde olan faktörlerin, dönüşüm sonrası kareler toplamında gruplamaya çalışılan özelliğin en az %50'sini açıklayabilmesidir. Bu oranın %50'nin altına inmesi, deneyin faktör analiziyle açıklanamaz yapıda olduğunu gösterir. (Büyüköztürk, 2002).

Tablo 18'de, AA1 (Love Story) koşul ezgisi değişkenlerinin faktör analizi ön değerleri görülüyor. Deney sonunda AA1 ezgisi için 1'in üzerine çıkmış 5 değişkenin, dönüşüm sonrası kareler toplamında %82 gibi büyük bir oranla deneyde gruplamaya çalışılan özelliği verdiği görülebilir. Tablo 19, 20 ve 21 ise diğer koşul ezgilerinin toplam yüzde değerlerini gösterir.

**Tablo 18 : AA1 için faktör analizi ön sonuçları**

AA 1	Özdeğer			İlk Modeldeki* Yüklerin Karelerinin Toplamı			Dönüşüm Sonrası Kareler Toplamı		
	Bileşen	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %
1	<u>3,376</u>	28,136	28,136	3,376	28,136	28,136	2,631	21,923	21,923
2	<u>2,244</u>	18,702	46,838	2,244	18,702	46,838	2,084	17,369	39,292
3	<u>1,689</u>	14,077	60,915	1,689	14,077	60,915	2,014	16,781	56,073
4	<u>1,413</u>	11,773	72,687	1,413	11,773	72,687	1,682	14,017	70,090
5	<u>1,155</u>	9,624	82,312	1,155	9,624	82,312	1,467	12,221	<b><u>82,312</u></b>
6	,620	5,164	87,475						
7	,545	4,541	92,017						
8	,411	3,421	95,438						
9	,251	2,092	97,530						
10	,161	1,338	98,868						
11	,136	1,132	100,000						
12	,02	,02	100,000						

\* İlk Model: Temel Bileşen Analizi

**Tablo 19 : AA2 için faktör analizi ön sonuçları**

AA 2	Özdeğer			İlk Modeldeki* Yüklerin Karelerinin Toplamı			Dönüşüm Sonrası Kareler Toplamı		
	Bileşen	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %
1	<u>3,617</u>	30,138	30,138	3,617	30,138	30,138	2,710	22,583	22,583
2	<u>2,467</u>	20,556	50,694	2,467	20,556	50,694	2,668	22,235	44,818
3	<u>1,843</u>	15,359	66,053	1,843	15,359	66,053	2,452	20,431	65,250
4	<u>1,362</u>	11,352	77,406	1,362	11,352	77,406	1,459	12,156	<b><u>77,406</u></b>
5	,831	6,921	84,327						
6	,588	4,900	89,227						
7	,528	4,399	93,626						
8	,426	3,554	97,180						
9	,189	1,576	98,755						
10	,118	,987	99,742						
11	,031	,258	100,000						
12	,04	,04	100,000						

\* İlk Model: Temel Bileşen Analizi



**Tablo 20 : YA1 için faktör analizi ön sonuçları**

YA 1	Özdeğer			İlk Modedeki* Yüklerin Karelerinin Toplamı			Dönüşüm Sonrası Kareler Toplamı		
	Bileşen	Toplam	Değişinti %	Birikim %	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %
1	<u>3,287</u>	27,396	27,396	3,287	27,396	27,396	2,863	23,854	23,854
2	<u>2,705</u>	22,538	49,934	2,705	22,538	49,934	2,814	23,450	47,304
3	<u>1,660</u>	13,830	63,764	1,660	13,830	63,764	1,590	13,253	60,557
4	<u>1,134</u>	9,450	73,213	1,134	9,450	73,213	1,519	12,656	<b>73,213</b>
5	,921	7,672	80,885						
6	,713	5,945	86,830						
7	,544	4,537	91,367						
8	,486	4,052	95,419						
9	,342	2,851	98,270						
10	,153	1,274	99,545						
11	,055	,455	100,000						
12	0,01	0,01	100,000						

\* İlk Model: Temel Bileşen Analizi

**Tablo 21 : YA2 için faktör analizi ön sonuçları**

YA 2	Özdeğer			İlk Modedeki* Yüklerin Karelerinin Toplamı			Dönüşüm Sonrası Kareler Toplamı		
	Bileşen	Toplam	Değişinti %	Birikim %	Toplam	Varyans %	Birikim %	Toplam	Varyans %
1	<u>3,643</u>	30,355	30,355	3,643	30,355	30,355	2,826	23,548	23,548
2	<u>2,685</u>	22,378	52,733	2,685	22,378	52,733	2,278	18,982	42,530
3	<u>1,832</u>	15,268	68,001	1,832	15,268	68,001	2,265	18,877	61,407
4	<u>1,372</u>	11,433	79,434	1,372	11,433	79,434	2,163	18,027	<b>79,434</b>
5	,967	8,056	87,490						
6	,684	5,699	93,190						
7	,318	2,649	95,838						
8	,251	2,091	97,929						
9	,177	1,474	99,403						
10	,054	,454	99,857						
11	,017	,143	100,000						
12	0,07	0,07	100,000						

\* İlk Model: Temel Bileşen Analizi

Faktör analizinde bundan sonraki adım, P-T'lerin faktör yüklerini gösteren tabloyu incelemektir.

**Tablo 22:** Faktör analizi sonuçları.

AA 1	FAKTÖR				
	1	2	3	4	5
B	,735*	-,284	,450	-,173	
A	-,726*	,213	,159	-,452	,276
A#	-,710*	-,248	,481	-,205	
G#	,617*	-,331	-,263	-,213	,486
C#	-,602*	-,434	-,484		-,339
E		,735*		-,104	-,139
D	,327	,660*	-,198	-,404	,115
D#	,621	-,638*			
C'	,307	,343	,633*	,340	,264
G	,306	,439	-,629*	,358	,155
C	-,389		,157	,811*	,269
F#	,474	,254	,250	,107	-,725*

1. Faktör	C#	G#	A	A#	B
2. Faktör	D	D#	E		
3. Faktör	G	C'			
4. Faktör	C				
5. Faktör	F#				

AA 2	FAKTÖR			
	1	2	3	4
F#	,810*		-,301	,371
B	,802*		-,450	,123
C'	-,735*	,313	-,511	-,162
D	-,665*	-,493		,310
A	,659*	,302		-,147
A#	-,600*	,559	-,437	
G	,135	,729*	,368	-,119
F	-,120	-,700*		-,469
G#	,483	-,641*	,101	-,256
E	,379	,514*	,496	-,251
C#	-,355	-,139	,807*	
C			,229	,835*

1. Faktör	D	F#	A	A#	B	C'
2. Faktör	E	F	G	G#		
3. Faktör	C#					
4. Faktör	C					

YA 1	FAKTÖR			
	1	2	3	4
E	-,798*	,392	,109	,261
A#	,690*	,600	,176	
F	-,629*	-,377	,291	
C'	,623*	,496		,390
C	-,590*	,544	-,265	
D	-,530*	-,464	,325	-,205
B	,520*		,375	
A	,293	-,732*	,326	,229
G#	,519	-,622*	-,144	
C#	-,181		-,790*	,321
F#	,318	-,223	-,617*	-,585
D#		,554	,288	-,601*

1. Faktör	C	D	E	F	A#	B	C'
2. Faktör	A	G#					
3. Faktör	C#	F#					
4. Faktör	D#						

YA 2	FAKTÖR			
	1	2	3	4
B	-,815*	,194		-,292
A#	-,806*	-,103	,443	,215
D	-,751*	-,214	-,523	,217
F	,714*		-,303	-,415
E	,631*		,206	
G	,236	-,824*	-,377	
C'	,355	,789*	-,245	
D#	-,369	,750*	-,196	-,160
C#	,534	,549*	,311	
A	,120	-,120	,839*	,349
G#	,114	-,573	,366	-,662*
F#	,477	-,270	-,220	,644*

1. Faktör	D	E	F	A#	B
2. Faktör	C#	D#	G	C	
3. Faktör	A				
4. Faktör	F#				

Tablo 22, deneydeki tüm koşullandırma ezgilerine ait perdelerin faktör yüklerini gösterir. P-T'lerin AA1 için 5, diğerleri için 4 faktör altında toplandığı görülüyor. Kurala göre, birden fazla faktöre giren perdelerden değeri en büyük olanı

alınacağından; her tablonun hemen altındaki küçük tablolarda o koşul ezgisinde gruplanan P-T'ler gösterilmiştir. İşte bu küçük tablolar, faktör analizi sonucunda değerlendirilmesi gereken son noktadır. Bundan sonraki adımda, bu sonuçlar doğrultusunda deneyin yorumlanması yapılacaktır.

## E. Sonuçların Yorumlanması

### 1. Ortalama Değerlere Göre:

#### a. AA hareketi gösteren ezgilerde değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdeler

Koşul ezgilerinde değiştirilen perde yerine getirilen P-T'lerin denekler tarafından ezgiyi bozmadığı saptanan; yani değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdeler ve bunu takip eden diğer perdeler Tablo 23'deki gibidir.

**Tablo 23:** AA ezgilerinde ortalamaya göre sıralanmış perdeler

AA 1		AA 2	
C'	90,8	E	89,5
E	85,3	C	85,8
C#	78,9	G	74,8
G	71,5	F#	71
D#	70,6	F	69,5
D	65,6	D	68,5
B	65,6	A#	62,3
A	57,9	C'	61,5
G#	54,8	G#	61,3
F#	54	B	60,3
C	52,4	A	55
A#	41,8	C#	50,8
F	Değiştirilen perde	D#	Değiştirilen perde

Tablo 21'e göre, AA1 için değiştirilen perde F iken bunun yerine denekler tarafından en çok benzer bulunan perdeler C' - E - C# - G; AA2 için değiştirilen

perde D# iken bunun yerine denekler tarafından en çok benzer bulunan perdeler E - C-G perdeleridir. Buradan çıkarılacak sonuç, AA hareketi gösteren ezgilerde hiyerarşideki algılamanın yine aralıklı perdelerden oluştuğudur. Deneklerin büyük bir kısmı, değiştirilen perde yerine üçlü aralıklarla “tonallığa uyumlu” olan perdeleri ezgiyi bozmayan perde olarak algılamışlardır.

### **b. YA hareketi gösteren ezgilerde değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdeler**

Tablo 24’e göre, YA1 için değiştirilen perde G iken, bunun yerine denekler tarafından en çok benzer bulunan perdeler E - A - C - F; YA2’de değiştirilen perde C iken bunun yerine denekler tarafından en çok benzer bulunan perdeler D - F - A - E’dir. Buradan çıkarılacak sonuç, YA hareketi gösteren ezgilerde hiyerarşideki algılamanın bu kez “yanaşık ve diyatonik” perdelerden oluştuğudur. Deneklerin büyük bir kısmı, değiştirilen perde yerine, diyatonik diğer perdeleri ezgiyi bozmayacak derecede algılamışlardır.

**Tablo 24:** YA ezgilerinde ortalamaya göre sıralanmış perdeler

YA 1		YA 2	
<b>E</b>	78,1	<b>D</b>	79,2
<b>A</b>	77,3	<b>F</b>	73,7
<b>C</b>	75,6	<b>A</b>	72,6
<b>F</b>	75,1	<b>E</b>	71,6
<b>A#</b>	71,7	<b>D#</b>	71,3
<b>C'</b>	69,5	<b>F#</b>	68,5
<b>G#</b>	64,3	<b>C#</b>	58,8
<b>D</b>	60,9	<b>B</b>	55,1
<b>F#</b>	56,5	<b>C'</b>	49,8
<b>D#</b>	55,9	<b>G#</b>	48,8
<b>C#</b>	54	<b>G</b>	45,4
<b>B</b>	50,4	<b>A#</b>	45,1
<b>G</b>	Değiştirilen perde	<b>C</b>	Değiştirilen perde

### c. Değiştirilen Perdeden Bir Önceki Perdenin Algılamadaki Etkisi

Şekil 19, AA ve YA hareketi gösteren koşul ezgilerindeki değiştirilen perdeyle, ortalama sonuçlarında ilk sıralarda görülen perdeler arasındaki ilişkiyi gösteriyor. Buna göre, koşul ezgilerinde değiştirilen perdeden bir önceki perde, algısal hiyerarşide belirleyici bir rol üstlenir.

The figure displays four musical staves, each labeled 'Original' and 'AA 1', 'AA 2', 'AA 3', and 'AA 4'. Each staff shows a sequence of chords. The first chord in each sequence is circled and labeled 'değiştirilen perde' (changed chord). Below each circled chord, a box indicates the average value for that chord: 'ortalama E 85,3', 'ortalama G 74,8', 'ortalama F 75,1', and 'ortalama D 79,2'. Arrows point from these boxes to the corresponding circled chords. The fourth staff also includes a legend: a circle with a dot and the text 'değiştirilen perde'.

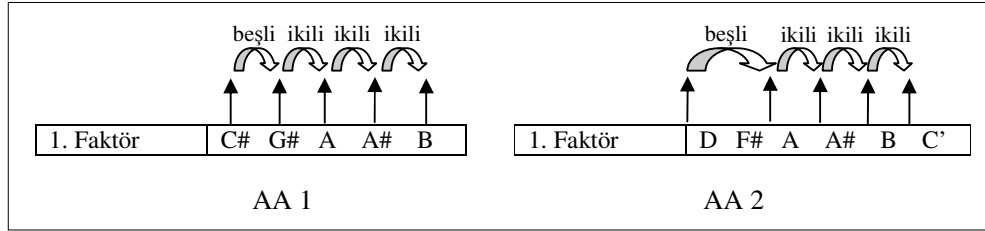
Chord	Average Value
E	85,3
G	74,8
F	75,1
D	79,2

Şekil 19 : Değiştirilen perdeden önceki perdelerin ortalama değerleri.

## 2. Faktör Analizine Göre:

### a. AA perdeleri 1. faktörleri arasında gözlenen ortak hareket

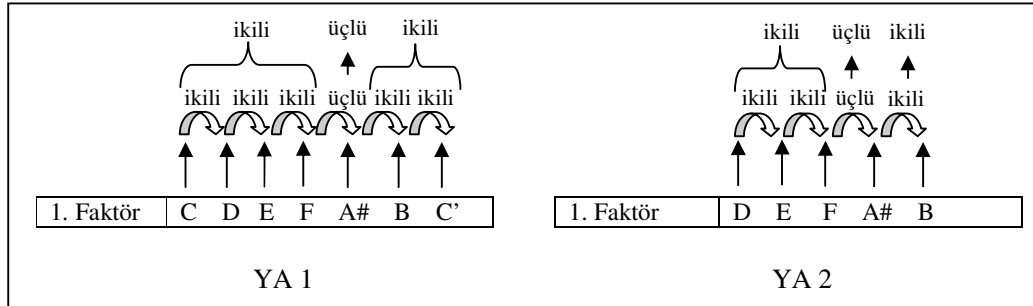
Şekil 20’de, AA koşul ezgilerinin ilk faktöründe bulunan perde aralıkları arasındaki benzer hareket görülüyor. AA1 ezgisinde beşli-ikili aralıklı perdeler ilk faktörde bulunurken; aynı şekilde AA2 ezgisinde perdeler farklı olmasına rağmen aralıklar yine AA1 ezgisindeki gibi yerleşiyor. AA2 ezgisindeki F# perdesi, AA hareketini tonallık çerçevesinde niteler bir ifadeyle üçlü aralığı oluşturuyor.



Şekil 20 : AA koşul ezgileri ilk faktörlerindeki benzer aralık hareketleri

### b. YA perdeleri 1. faktörleri arasında gözlenen ortak hareket

YA ezgilerine bakıldığında, bu ezgilerin ilk faktörlerinin ikili-üçlü aralıklardan oluşan perdelerden oluştuğunu Şekil 21’de görülebilir. Aynı zamanda bu aralıkları oluşturan perdeler, AA’dakilerin aksine ağırlıklı olarak diyatonik aralıklardan oluşur.



Şekil 21 : YA koşul ezgileri ilk faktörlerindeki benzer aralık hareketleri

**c. AA ve YA ezgi perdelerinde tüm faktörler arasındaki ilişki**

Tablo 25, faktör analizi sonuçlarına göre tüm koşul ezgilerinin perdelerini gösterir. AA ezgilerinde, kromatik perdelerin herhangi bir faktörde toplanma olmadan karışık bir dağılım gösterdiğini; bunun tam tersi YA ezgilerinde, ilk faktörlerde diyatonik perdelerin, diğer faktörlerdeyse kromatiklerin bir grup oluşturabileceği görülüyor. Tablo 26’da, yukarıdaki tüm yorumlamaların bir özeti belirtilmiştir.

**Tablo 25:** Tüm koşul ezgilerinde faktörlere göre gruplanan perdeler

FAKTÖR	AA		YA	
	1	2	1	2
1	C# G# A A# B	D F# A A# B C'	C D E F A# B C'	D E F A# B
2	D D# E	E F G G#	A G#	C# D# G C
3	G C'	C#	C# F#	A
4	C	C	D#	F#
5	F#			

**Tablo 26:** Yorumlamada ortaya çıkan sonuçlar

Ezgi (DP)*	Ortalama Değerlere Göre		Faktör Analizine Göre	
	Ortalaması En Yüksek Perdeler	Değişen Perdeden Bir Önceki Perdeler	İlk Faktörler	Faktörlerdeki Perde Dağılımı
AA 1 (F)	C' C# E G	E	C# G# A A# B	serbest dağılım
AA 2 (D#)	C E G	G	D F# A A# B C'	
YA 1 (G)	C E F A	F	C D E F A# B C'	diyatonikten kromatiğe
YA 2 (C)	D E F A	D	D E F A# B	

\* DP = Değişen Perde

## F. Sonuçların Hipotezle Karşılaştırılması

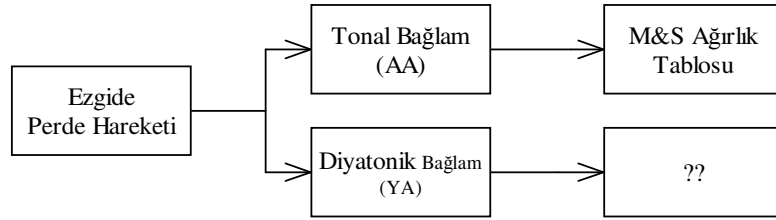
Hem ortalama değerler hem de faktör analizi sonuçları, AA ve YA perde hareketi etkisiyle tonal ya da diyatonik bağlamda algısal hiyerarşinin birbirinden ayrı değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. AA ezgi sonuçlarında, perdelerin atlamalı olmasından kaynaklanan nedenden dolayı deneklerin öncelikli perdeler için tonal müzik armoni kalıplarındaki uyumlu aralıklara yöneldiği görülür. Tablo 23'e göre, deneklerin AA1 için değiştirilen perde yerine C-E perdelerini; AA2 için değiştirilen perde yerine E-C perdelerini öncelikli olarak tercih etmeleri bunun bir göstergesidir. Dolayısıyla, perde hareketinin AA olması durumunda denekler, hipotezde belirtildiği gibi, tonal müzik armoni kuramındaki uyumlu perdeler, bir başka ifadeyle, hiyerarşide tonallık karakteristik bileşenlerine doğru yönelmiştir. Bu durumun tam tersi olarak YA perde hareketi olduğu durumlarda diyatonik perdeler belirleyicidir. YA hareketi sırasında, perdelerin içinde bulunduğu tonal yapı ne olursa olsun, denekler, diyatonik diğer komşu perdeleri hiyerarşide öncelikli olarak algırlarlar. Bu durum, ezgilerin birbirinden bağımsız tonal ve diyatonik bağlamda algılandığını ve perdelerin AA veya YA hareketi göstermesi durumunda algılamamanın sırasıyla tonal veya diyatonik bağlam içine çekildiğini gösterir.

Deneyde sunulan koşullandırmalar, daha önce Krumhansl tarafından yapılan deneylerdeki tonal şartlandırmayı gerektirecek bir yapıda değil; aksine, MSS'de olası bir sorgulama ezgisine benzer. Buna rağmen deney sonucunda ön sıralarda algılanan P-T perdelerinin, AA koşul ezgileri için tıpkı Krumhansl veya M&S'da olduğu gibi sonuçlar ortaya çıkardığı görülüyor. Ancak bu duruma diyatonik bağlamı içeren YA koşul ezgilerinde rastlanmıyor. Dolayısıyla AA koşul ezgilerinde, bir başka ifadeyle tonal bağlamda, ortalama değerler ve faktör analizine göre deney sonucunun Krumhansl ve M&S sonuçlarındaki hiyerarşiyle paralellik gösterdiğini; bunun tam aksine YA koşul ezgilerinde, yani diyatonik bağlamda Krumhansl ve M&S sonuçlarından farklı bir hiyerarşinin ortaya çıktığı gözlemleniyor.

Deneyde kullanılan tüm koşul ezgilerinin tonallık farklılıklarına rağmen (majör-minör), deneklerin ezgileri tonallıktan bağımsız değerlendirdiği gözlemlenir.



Yani denekler, algılamalarında tonal veya diyatonik bağlam içinde tonallık ayrımı yapmamıştır. Koşul ezgilerinde AA1 majör, AA2 minör, YA1 majör, YA2 minör tonallıktadır. Eğer MSS için Krumhansl'ın kuramındaki gibi bir hiyerarşi uygulanacak olsaydı, deneklerden alınan yanıtların algılamada tonallık ayrımı yapıldığını göstermesi gerekirdi. Oysa Tablo 23 ve Tablo 24'de belirtilen ortalama değerlere göre, değiştirilen perdeye en yakın algılanan perdelerin hem major hem de minor koşul ezgilerinde değişmediği gözlemleniyor. Bununla birlikte, örneğin minor olan AA2 ezgisinde, değiştirilen perdenin yerine getirilen ve denekler tarafından algılamada ilk sırayı oluşturan perdenin 'E' olduğu görülüyor. Yani, minör olan AA2 ezgisindeki 'Ab-G-G' başlangıcından sonra D# perdesine atlayış; deneklerin minorü çağrıştıracak başka bir perde yerine doğrudan E perdesini D#'e en yakın bulmaktadır. Sonuç olarak, algılamada perde değişimlerinin tonallık ayrımını yapmadığı gözlemlenir. Bu sonuçlar, AA perde hareketi olduğu durumlarda Krumhansl sonuçları yerine, tonallık ayrımını gözetmeyen M&S hiyerarşisine daha çok yaklaşılması gerektiğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 22 :** Hipoteze göre ortaya çıkan genel sonuç

Şekil 22, hipotez/deney sonucu ilişkilerinden yola çıkarak MSS'de kullanılabilecek ağırlık tablosu sonucunu özetler. Şekil içeriği ve dolayısıyla hipotez/deney karşılaştırmasının sonuç özeti şu şekildedir: Tonal ve diyatonik bağlam doğrultusunda ve bu bağlamları oluşturan ezgideki perdelerin AA veya YA hareket izlemesiyle algıda ortaya çıkan iki farklı hiyerarşi vardır. Bunlardan tonal bağlam içinde algıda değerlendirilen perde hiyerarşisi doğrudan M&S sonuçlarıyla örtüşürken; diyatonik bağlamda yeni bir hiyerarşi söz konusudur ve bu hiyerarşik

yapı “??” sembolüyle belirtilen yeni bir ağırlık tablosu oluşturmayı gerektirir. Bu nedenle, bundan sonraki aşamada, YA hareketi gösteren ezgilerde kullanılması gereken hiyerarşi için deney sonuçlarından yararlanarak yeni bir perde hiyerarşi tablosu yaratılacaktır.

## **G. AA ve YA Perde Hiyerarşisi Ağırlık Tabloları**

Deney sonucunda iki farklı ağırlık tablosu ortaya çıkar. Bunlardan birincisi, ezgide AA hareketiyle yan yana gelen perdelerin algıdaki tonal değerlendirmeye göre oluşturduğu ve M&S tarafından kullanılan tablodur. Diğeriyse, ezgide YA hareketiyle yan yana gelen perdelerin algıdaki diyatonik değerlendirmeyle ortaya çıkardığı yeni bir ağırlık tablosudur.

### **1. Hiyerarşiyi Oluşturan Kriterler**

#### **a. AA ve YA Ezgisini Saptama**

Deney sonuçları, ezgilerin AA veya YA olma durumuna göre algılamada perde hiyerarşisinin değişeceğini gösterir. O halde, MSS için gerek sorgu gerekse veritabanı ezgisinin AA ya da YA olduğu önceden saptanmalıdır.

Daha önce de belirtildiği gibi, deneyde AA koşulları olarak seçilen 40. Sinfoni ve Love Story ezgilerinde perdeler arasındaki hareketler birbirlerine göre zıtlık gösterir. Love Story’de atlamalı başlayan ezgi, 40. Sinfoni’ de yanaşık perdelerle başlar. Deneydeki hipoteze göre her iki ezgide de değiştirilen perdelerin konumları farklıdır. Love Story’de değiştirilen perde bir öncekiyle yanaşık bir aralık oluştururken; 40. Sinfoni’de değiştirilen perde bir öncekiyle atlamalı bir aralığa sahiptir. İki koşul ezgisi de bu zıtlıkları içerisinde AA koşul ezgileri sınıfına alınmıştır

Burada sorulacak soru şudur: Algılamada, tam olarak ezginin hangi perdelerinde AA veya YA ayrımı netleşir?

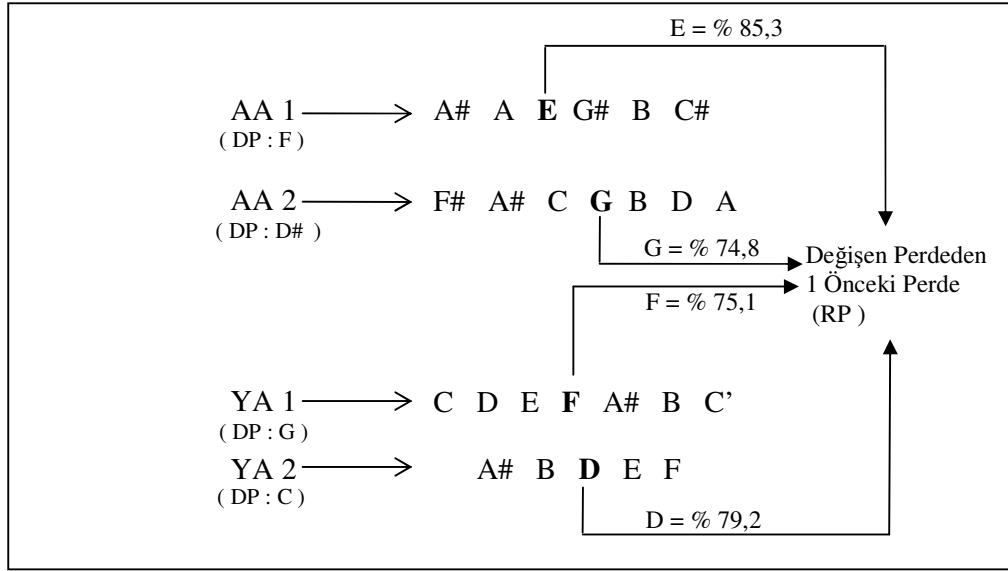
Sorunun yanıtı için, AA koşul ezgileri için belirtilen ezgi yapısı ayrımla deney sonuçlarını birleştirmek gerekir. İstatistik sonuçlarında ortalama değerleri gösteren Tablo 23 ve 24’de, tüm koşul ezgileri için en üst sıralarda değiştirilen perdeden bir önceki perdenin algılandığı gözlemlenir. Yine aynı tablo, bu perdeyle birlikte üst sıralarda algılanan perdeler olarak, değiştirilen perdeden birkaç basamak önce gelen perdeleri belirtir. Bu öncelik hareketi, değiştirilen perdeden hemen önce tınlatılan perdelerin denekler tarafından değiştirilen perde yerine gelebilecek kadar uyumlu algılandığını gösteriyor. AA koşul ezgilerinin yukarıda belirtilen ezgi yapısındaki zıtlık ile önce algılanan perdelerin değiştirilen perde yerine gelebilme durumu Şekil 23’de birleştirilirse, değiştirilen perde de dahil olmak üzere bu perdeye göre son 3 perdenin aralığı, ezginin AA hareketi gösterdiğini belirtir denebilir. Aynı değerlendirme YA için de yapılabilir.

Şekil 23 : Ezgide AA hareketi tespiti

### b. Referans Perde

AA ve YA ezgi hareketlerinde, değişen perde yerine getirilen perdelerde gözlemlenen en önemli sonuçlardan biri, deneklerin algılamada bir perdeyi referans

olarak seçmiş olmalarıdır. Yani, koşul ezgilerinde değiştirilen perde yerine kullanılan P-T perdeleri ezgiye göre sıralanırken, aslında deneklerin ezgide kullanılan bir perdeyi referans seçip sıralamayı oluşturdukları gözlemlenir. İlk anda bu perde sanki değiştirilen perdenin kendisiymiş gibi düşünülse de gerek yanıtların ortalama değerleri gerekse faktör analizi sonuçları, değiştirilen perdeden bir önceki perdenin 'Referans Perde (RP)' olduğunu gösterir.



**Şekil 24** : İlk faktörlere ve ortalama değere göre RP tespiti.

Şekil 24, değiştirilen perdeden bir önceki perdenin istatistik ortalama sonuçlarını ve 1. faktörlerdeki perdelerin bu perdeye göre tekrar sıralanmasını gösterir. AA ezgilerinde bir önce algılanan perdenin etrafındaki diğer perdeler bu perdeye göre aralıklı sıralanırken; YA ezgilerinde yanaşık olarak sıralanmıştır. Bir başka ifadeyle, değişen perdeden bir önce algılanan perdeler diğer perdelerle göre bir referans noktası oluşturmuştur. Bu nedenle, değiştirilen perdeden bir önceki perde doğrudan RP olarak tanımlanabilir. Bundan sonraki adımda hiyerarşi tablosu oluşturulurken, hiyerarşinin başlangıç perdesi her zaman RP alınacaktır.

### c. Çakışan Perdeler

Faktör analizinde, özellikle ilk faktörlerde bulunan perdelerin bazıları için bir bütünlük oluşur. Örneğin AA 2 ezgisinde A# ve B perdeleri aynı faktörde yer alırken; YA 1 ve YA 2 ezgilerinin ilk faktörlerinde de bu perdeler yan yana gelmektedir. AA2 ezgisi için A# ve B, RP'nin (G) üçlüsü olduğundan bu iki perdenin aynı faktörde bulunması oldukça önemlidir. Çünkü A# ve B, RP'nin üçlüsü olarak uyguyu majör ya da minör yapan perdelerdir. AA2 için bu iki önemli perdenin aynı faktörde bulunması, algılamada perde hiyerarşi için bir gruplaşmanın ya da bir başka ifadeyle bir 'bileşimin' olduğunu gösterir.

Aynı özellik YA 1 ve YA 2 ezgilerinde; bu kez farklı bir yapılanma altında görülür. Çünkü, her iki ezgide diyatonik perdeler ilk faktörlere toplanırken, bu perdelerin arasında A# ve B perdeleri değişmez bir sıralamayla yan yana gelmektedirler. A# kromatik bir perdedir. YA 1 ve YA 2 ezgilerinin tonallıkları olan C major için aşkın yedinci perdesidir. Aynı tonallıkta B ise yeden sestir. Yeden olmasından kaynaklanan C'ya gitme zorunluluğu varken, sonuçlarda A#'in de B ile aynı faktörde yer alması, bu iki perde için bir bileşke oluşturmuştur. Dolayısıyla gerek AA gerekse YA ezgilerindeki bu tür birleşimlere 'Çakışan Perdeler (ÇP)' tanımını getirilebilir. ÇP, AA ve YA hiyerarşi tablosu oluşturulurken aynı katsayı değerini alacaklardır.

ÇP'nin ortaya çıkardığı en önemli sonuçlardan biri, YA ezgilerinin algılamada 'tonallık' çerçevesi içinden ayrılmadığını göstermesidir. Hiyerarşide diyatonik perdeler öncelikli olsa da A# ve B perdelerinin ÇP olmaları, genel anlamda algılamanın da tonallık çerçevesi içinde değerlendirildiğini gösteriyor.

### 2. AA Perde Hiyerarşisinde Perdeler Arası Ağırlık Tablosu

Deney sonuçlarında da belirtildiği gibi, ezgi çizgisi kapsamında tonal değerlendirme hipotezinin sonucu olarak ortaya çıkan AA perde hiyerarşisi, M&S

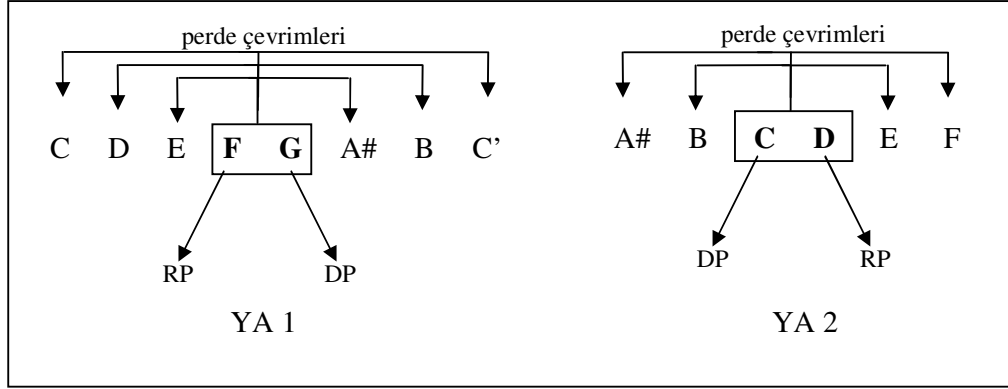
hiyerarşi tablosuyla örtüşür. Bu tabloda D#/E ve G#/A perdeleri ÇP olarak gözlemlenir ve hiyerarşinin ilk perdesi RP'dir.

Deney sonuçlarına göre, AA ezgi hareketi için kullanılması gereken M&S tablosunda ortaya çıkan tek fark, RP için ele alınacak perdedir. M&S, benzerlik karşılaştırmasında o anda karşılaştırdığı perdeye göre hiyerarşi ararken; deney sonuçları, hiyerarşisi alınacak perdenin kaynak ezgide bir önce karşılaştırılan perde olduğunu gösteriyor. Sonuç olarak, AA hareketi olan perdeler arasında kullanılacak olan ağırlık tablosu, M&S tarafından BÜPD kuramına göre oluşturulan tabloyla aynı olacaktır.

### **3. YA Perde Hiyerarşisinde Perdeler Arası Ağırlık Tablosu**

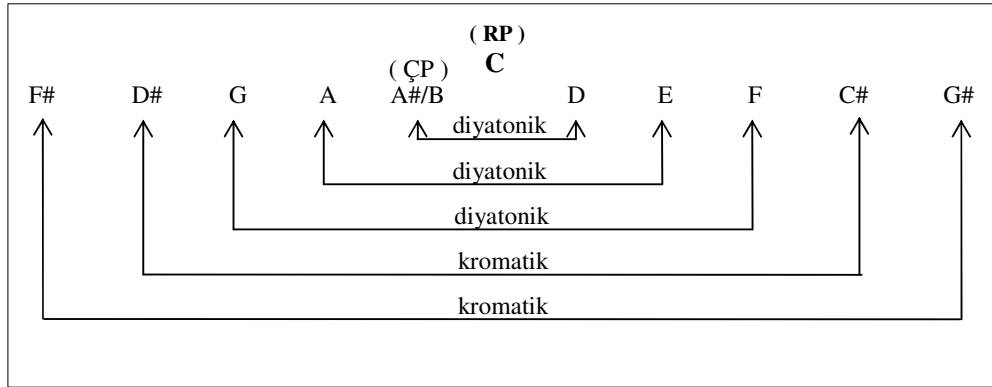
Deney sonucuna göre YA ezgilerinde en önemli hiyerarşik kural, diyatonik perdelerin kromatiklere göre oluşturduğu algılamadaki önceliktir. AA ezgilerdeki tonal algılama nedeniyle AA hiyerarşisinde böyle bir öncelik yoktur. Ancak YA ezgilerinde, her ne kadar tonallık çerçevesinde bir algılama söz konusu olsa da hiyerarşik yapıyı uygun perdeleri değil; diyatonik perdeler oluşturur.

Diğer taraftan YA ezgilerinde RP merkezci algılama nedeniyle, algıdaki sıralı yapı RP'ye göre yakından uzağa sıralanan diyatonik bir hiyerarşiye dönüşür. Bu hiyerarşide uygusal bir hareket olmadığı için RP'nin üzerindeki her diyatonik perde; altındaki aynı aralıktaki diyatonik perdeyle birleşerek perde çevrimini tamamlar. Böylece RP'ye göre diyatonikten başlayarak kromatiğe doğru uzaklaşan; aralık çevrimiyle RP'nin altında ve üzerinde eşit değerlerle yer alan bir hiyerarşi ortaya çıkar. Aralık çevrimlerinin YA için önemli olduğunu, YA 1 ve YA 2 ezgilerinin faktör analizi sonuçları üzerinden açıklanabilir:



**Şekil 25** : YA ezgilerinde gözlemlenen perde çevrimleri

Şekil 25, faktör analizi sonuçlarına göre YA 1 ve YA 2 ezgilerindeki DP veya RP'ye göre perde aralık çevrimlerini gösterir. Bu sonuçlara göre deneyde, diğer diyatonik perdeler DP ya da RP'nin üzerinde ve altında olmak üzere iki biçimde algılanmıştır. Her iki algılamadan çıkarılacak ortak sonuç, bu perdelerin hiyerarşi içerisinde aynı oranlara sahip olabileceğini göstermesidir. Eğer bu sonuçtan yola çıkılırsa, C perdesi RP olarak referans alındığında YA perde hiyerarşisine yönelik Şekil 26 oluşur.

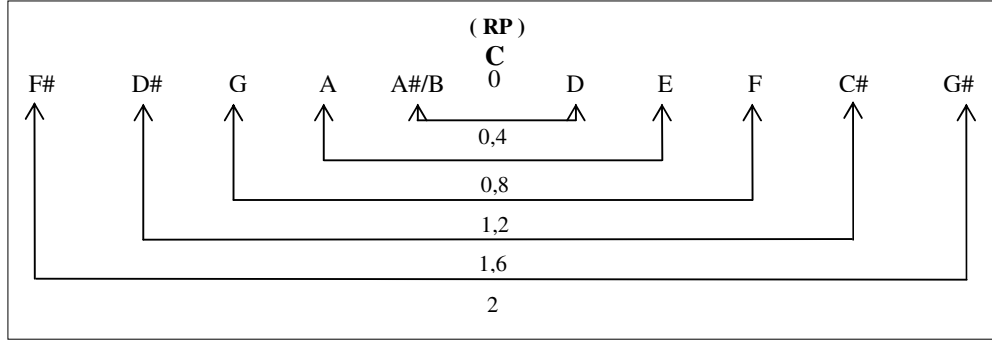


**Şekil 26** : Merkezi RP olan YA perde hiyerarşisinde aralık çevrimleri

Daha önce anlatılan ÇP kriterine göre A# ve B perdeleri aynı perdeler olarak kullanılır. Şekil 26'ya göre, RP perdesinin üzerindeki diyatonik ve kromatik

perdelere; altındaki aynı aralığa sahip diyatonik ve kromatik perdelere eşit uzaklıktadır.

Yukarıdaki tabloya göre, RP'ye göre sıralanan perdelere 0 ve 2 arasında sayısal değerler verilebilir. 0 RP'ye en yakın, 2 en uzak perdenin sayısal ifadesi olması koşuluyla diğer perdelere eşit dağılım yapılacak olursa Şekil 27 oluşur.



**Şekil 27** : YA perde hiyerarşisinde ağırlık değerini gösteren sayısal dağılım

YA perde hiyerarşisinde perde uzaklık değerleri, M&S'da olduğu gibi suslarında içinde olduğu düzenli bir sayısal tabloya dönüştürülürse Tablo 27 oluşur ve son olarak, aşittaki tüm perdelere karşılık gelen RP'ye göre, Tablo 28'de belirtildiği gibi YA perde hiyerarşisi sonuç ağırlık tablosu ortaya çıkar.

**Tablo 27:** RP'si C olan YA perde hiyerarşisinde ağırlık değerleri

RP	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	sus
C	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	2	0,8	0,4	0,4	0,1

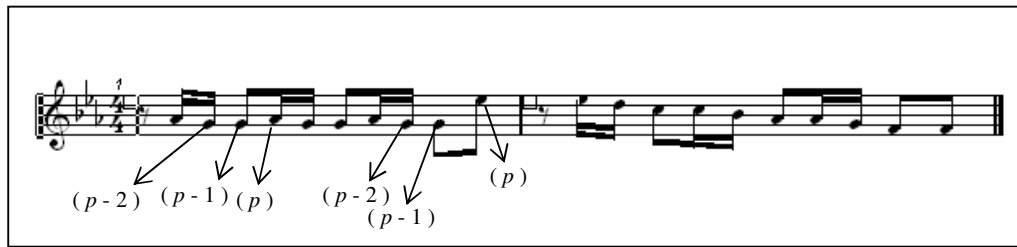


**Tablo 28:** YA perde hiyerarşisine göre tüm perdelerin ağırlık değerleri

RP	C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B	sus
C	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	2	0,8	0,4	0,4	0,1
C#	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	2	0,8	0,4	0,1
D	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	2	0,8	0,1
D#	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	2	0,1
E	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	1,2	0,1
F	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	2	0,1
F#	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	1,2	0,1
G	1,2	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,8	0,1
G#	2	1,2	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	1,6	0,1
A	0,8	2	1,2	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,4	0,1
A#	0,4	0,8	2	1,2	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	1,6	0,1
B	0,4	0,4	0,8	2	1,2	2	1,2	0,8	1,6	0,4	1,6	0	0,1

#### 4. Ağırlık Tablolarının MSS' de Kullanımına Yönelik Öneri

AA ve YA tabloları (bkz. Tablo 5 ve Tablo 28), tonal müzikteki algısal hiyerarşiden ortaya çıkan perdeler arası ağırlık değerlerini gösterir. Karşılaştırma aşamasının ED ölçümlemesi değiştirme çevrimi sırasında kullanılacak olan bu değerler, örneğin M&S tarafından iki perdenin yer değişimi sırasında doğrudan alınmaktadır. Oysa deneyde ortaya çıkan algılamadaki RP kriteri, ağırlığı alınacak iki perdenin, kaynak dizide yer değişimi yapılacak perdeden bir önceki perdeyle hedef dizi perdesi arasında bu ağırlık değerlerinin kullanması gerektiğini gösterir. Dolayısıyla, tablonun okunması sırasında RP çok önemlidir. Değiştirme işlemi yapmadan önce, yeri değiştirilecek olan perdenin önceki üç perdeyle AA veya YA hareketinden birine sahip olup olmadığını saptayıp tablo seçimini yaptıktan sonra (AA veya YA tablosu), yine yeri değişecek perdeden bir önceki perdeyi RP kabul ederek tabloyu kullanmak önerilir. Bu koşullar altında, yer değişimi sırasında ağırlık değeri için kullanılacak yöntem, Şekil 28'deki örneğe göre şu şekilde olmalıdır:



**Şekil 28 :** YA ve AA tablosu kullanım önerisine yönelik örnek ezgi

- Yeri değişecek perde tespit edilir ( $p$ ) : Şekil 28'de A ve E perdeleri
- Bu perdeyle önceki ilk iki perde ( $(p)$ ,  $(p-1)$ ,  $(p-2)$ ) arasındaki aralık saptanır
- Aralık oranı ikiden büyükse AA (bkz. Tablo 5) ; iki veya küçükse YA tablosuna (bkz. Tablo 28) geçilir: Şekil 28'de A için A-G-G, aralıklar ikili ve birli olduğu için YA tablosu; E için E-G-G, aralık ikiden büyük olduğu için (E-G) AA tablosu kullanılacaktır.
- Yeri değişecek perdeden bir önceki perde RP kabul edilir: Şekil 28'e göre YA için  $G(p-1)$  , AA için  $G(p-1)$ .
- RP, daha önce seçimi yapılan AA ve YA tablosundaki satırların ilk sütununda bulunur.
- RP'nin bulunduğu satırda, dizi perdesinin olduğu sütun bulunur
- RP ve dizi perdesinin kesiştiği değer, değiştirmede iki perde için ağırlık değeri olarak kullanılır.

## 5. Karşılaştırma Örnekler

Bu çalışmada, probleme yönelik yapılan deney sonucunda AA ve YA ezgi hareketine göre ele alınacak ağırlık değeri tabloları oluşmuştur. MSS kullanım amaçlı tonal müzikte algısal perde hiyerarşisini sayısal değerlerle yansıtan bu tablolar, algılamada tonal ve diyatonik ayrıma dayalı değerlendirmenin sonucunu gösterir.

Tonal değerlendirmede M&S tarafından aynen kullanılan AA ağırlık tablosunun yanı sıra, diyatonik bir değerlendirmede yeni bir YA ağırlık tablosu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla, MSS'de ezgi benzerlik karşılaştırmalarında ezginin YA olması durumunda, M&S'un kullandığı AA tablosunun üzerinde farklı bir sayısal karşılaştırma ortaya çıkar. Sistemde kullanıcıya döndürülen yanıtların sıralamasını önemli ölçüde etkileyecek bu yeni ağırlık tablosu ve her iki tablonun kullanılmasına yönelik öneri doğrultusunda, bu çalışmada bilişsel deneyle ortaya çıkan yeni değerleri M&S sonuçlarıyla karşılaştırarak, yeni değerlerin sistemi olumlu yönde etkileyeceğini birkaç örnekle gösterebiliriz.

### a. Örnek 1: Jingle Bells

Karşılaştırmada ilk örnek olarak 'Jingle Bells (JB)' in ilk dört ölçüsü ele alınmıştır. Yaratının orijinal perdeleri yerine yerleştirilen perdelerle, orijinali dahil toplam 7 farklı ezgi elde edilmiş ve her bir farklı ezgi orijinaliyle karşılaştırılarak M&S ve bu çalışmadaki ağırlık değerlerine göre bir sıralama yapılmıştır. Bu sıralama, orijinaline en çok benzeyen ezgiden en az benzeyene doğrudur.


**Jingle Bells**

Orijinal (ilk dört ölçü)




{ 'E' 4; 'E' 4; 'E' 8; 'E' 4; 'E' 4; 'E' 8; 'E' 4; 'G' 4; 'C' 4; 'D' 4; 'E' 8 }


↓  
Dizi : { 'perde' süre }


(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

(f) 

Şekil 29 : Karşılaştırmada 1. Örnek Ezgi: Jingle Bells

Şekil 29’da belirtilen JB orijinal ezgiye ait ilk dört ölçü ve altı adet farklı perdelerle oluşturulan ezgiler, önce diziye çevrilmiş ve daha sonra M&S ve bu çalışmada ortaya çıkan hiyerarşik ağırlık değerleri ve karşılaştırma önerisine göre orijinal ezgi/farklı ezgi (a/b/c/d/e/f) eşleşmesiyle karşılaştırılmıştır.

Orijinal ezgi ve değişiklik yapılan diğer ezgilerin karşılaştırma sonuçları ve orijinaline en benzerden en benzemeyene oluşan sıralama şu şekildedir:

**Tablo 29:** 1.Örnek için karşılaştırma sonuçları

BU ÇALIŞMA		SIRALAMA	M&S	
Ezgiler	Benzerlik		Benzerlik	Ezgiler
Orijinal	0		0	Orijinal
<b>c</b>	0,4	1	1,2	<b>a</b>
<b>d</b>	1,2	2	1,6	<b>e</b>
<b>e</b>	1,6	3	1,7	<b>c</b>
<b>a</b>	2	4	2	<b>d</b>
<b>b</b>	3,2	5	3,7	<b>f</b>
<b>f</b>	4,5	6	4,5	<b>b</b>

Tablo 29’da belirtilen sonuçlara göre, algıda perde hiyerarşisinin ortaya çıkardığı tonal ve diyatonik ayrıma göre bu çalışmada ortaya çıkan yeni ağırlık değerlerinin, örnek ezginin M&S sonuçlarına göre karşılaştırmasında sıralamayı oldukça yakından etkilediği görülmektedir. Orijinaline göre yalnızca ezginin ikinci ölçüsünde D perdesinin değişimiyle yaratılmış (c) ezgisi, M&S sonuçlarına göre üçüncü sırada bulunurken, algıdaki diyatonik değerlendirme nedeniyle böyle bir değişikliğin orijinalinden pek uzak olmadığını gösterir. Bu denklemlerle bu çalışmadaki sonuçlara göre (c) ezgisi ilk sıradadır. Yani orijinal ezgiden çok farklı olmayacak derecede ona benzer. Buna benzer olarak, yine orijinal ezginin ikinci ölçüsünde yapılan E-D-C inişiyle (d) ezgisi, M&S karşılaştırmasında son sıralardayken, yine bu noktadaki diyatonik değerlendirme nedeniyle bu değişiklik ikinci sıraya hareket etmiştir. Algıdaki diyatonik değerlendirme ve onun tonal değerlendirmeyle olan ayrımına göre, M&S ağırlık değerleriyle orijinaline en benzer olarak görülen Bb değişikliğiyle (a) ezgisi, bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre son sıralarda yer alabilecek derecede orijinaline uzak olan farka sahiptir. Diğer taraftan (f) ve (b)

ezgilerindeki perde değişiklikleri her iki karşılaştırmada da aynı oranlarla son sıradadır. Bunun nedeni, (f) ezgisindeki A# değişikliğiyle; (b) ezgisinin son ölçüsünde yapılan ve AA perdeleri içinde gerçekleşen F-E değişikliğinin algıda aynı derecede etki bırakmasından kaynaklanır. (f) ezgisinde, diyatonic algılama içinde E perdesine en uzak sayılabilecek A# perdesiyle, tonal algılamada C-D perdesine uzak sayılabilecek F-E perdeleri aynı oranlarla sıralamada bir değişiklik yaratmazlar.

### b. Örnek 2: G majör tema üzerine 6 varyasyon, WoO.77

Karşılaştırmada ikinci örnek olarak Beethoven'ın G majör tema üzerine 6 varyasyon (v) seçilmiştir. Tema ve varyasyonların Şekil 30'da belirtildiği gibi ilk dört ölçüsü alınmış ve M&S ile bu çalışmada ortaya çıkan ağırlık değerleriyle ölçümleme yapılmıştır. Ölçümleme sonucu ortaya çıkan varyasyonların temaya benzerlik değerleri Tablo 30'da belirtilmiştir. Tabloya göre, temaya en benzer varyasyonun 0,8 değeriyle v4 olduğu görülür. Şekil 30'da tema ve v4'e bakılacak olursa, perde ve süreleri hemen-hemen aynı olmakla birlikte her iki ezginin tonallıklarının farklı olduğu görülür. Bu çalışmada ortaya çıkan ÇP kriterinin, majör/minör ayırımını ortadan kaldırması nedeniyle tema ve v4'ün birbirlerine en yakın iki ezgi olduğu açıktır. M&S için de ÇP kriteri olmasına rağmen, v4'ün son ölçüsündeki A perdesinin RP kriterine göre değişerek bu çalışmadaki ağırlık değerlerinden C perdesini karşılaştırmada kullanması sıralamayı değiştirir.

**Tablo 30:** 2.Örnek için karşılaştırma sonuçları


BU ÇALIŞMA		SIRALAMA	M&S	
Ezgiler	Benzerlik		Benzerlik	Ezgiler
Tema	0		0	Tema
v4	0,8	1	1	v5
v3	1,5	2	1,6	v4
v5	1,8	3	2,9	v1
v1	2,5	4	3	v2
v6	2,9	5	3,5	v3
v2	3,3	6	3,5	v6

v : Varyasyon


M&S ağırlık değerleriyle kıyaslandığında aradaki en büyük fark v3'de görülmektedir. Bu çalışmadaki YA ağırlık değerlerine göre tablo 30'da ikinci sırada temaya en benzer görünen v3, M&S ağırlık değerleriyle 3,5 benzerlik değeriyle altıncı sıradadır. Tonal ve diyatonik ayırımın en net olarak görüldüğü v3, üçüncü ölçüdeki dörtlük Bb perdesinin orijinal ezgide RP kriterine göre G ile kıyaslanmasıyla benzerlik değerlerinde M&S ile fark ortaya çıkar ve v3 temaya v4'den sonra en benzer ezgi olarak sıralamada yerini alır.

**L. V. BEETHOVEN**  
G majör tema üzerine 6 varyasyon , WoO.77


Tema (ilk dört ölçü)




Varyasyon 1




Varyasyon 2




Varyasyon 3




Varyasyon 4



Varyasyon 5



Varyasyon 6



**Şekil 30** : Karşılaştırmada 2. Örnek Ezgi: Tema ve Varyasyonlar

## SONUÇ

Müzikte perde ilişkileri algısal olarak hiyerarşi içindedir. Hiyerarşideki perdelerin algılamada nasıl ve hangi sırayla değerlendirileceğini ise bağlamın tonal ya da diyatonik olması belirler. Tonal bağlam, ezgideki perde hareketinin AA olması durumunda ortaya çıkarken, diyatonik bağlamı ezgideki YA perde hareketi belirleyici kılar. Bu ayrımı niteler sayısal değerler MSS’de dizi temelli ezgi karşılaştırmada kullanılan ED ölçümü değiştirme işlemine uygulandığında, kullanıcıya döndürülen ezgilerde daha sağlıklı bir sıralama olacaktır.

Tonal ve diyatonik kavramları, geleneksel müzik kuramında kabul edildiği gibi birbiri içinde eriyen kaynaşık kavramlar değil; bundan farklı olarak birbiriyle örtüşen ama bizzat müziksel kullanım söz konusu olduğunda iki farklı bağlam olabilen dolayısıyla da ayrı ayrı potansiyel bağlam özelliklerine sahip kavramlardır. Bu durum, diyatonik aşitlerin kendi içlerinde belli tonal özellikler taşıdıkları, dolayısıyla da her diyatonik aşitın kolaylıkla bir ya da en çok birkaç tonallık ile kuramsal olarak ilişkilendirilebileceği olgusunu yadsımaz. Ancak tonallıkların karakteristik bileşenleri olan durak, güçlü gibi işlevler ve belirleyici, tanımlayıcı kimlikler yüklenmiş belli perdelerin kuramsal mecradan çıkıp, bizzat müziksel kullanıma geçildiğinde o denli belirleyici değildir.

Tonallık kavramı içindeki perdelerin belirleyici olma özellikleri ve buna bağlı olarak tonallık çerçevesinde MSS’de perde benzerliği bulma, kuramsal çerçeve içinde tonallık kavramı altında özgün olmayan ve sınırlayıcı bir yaklaşımın sonucudur. Bu yaklaşım, salt perde benzerliğinden çıkıp müziksel anlamda kullanıma yansıdığına, müzikteki benzerlik özelinde doğrudan tek bir perde karşılaştırması belirleyici olmayabilir. Çünkü perde ve perdelerin ilişkisi, yalnızca sinyal işleme çerçevesinde geliştirilen ve bu bağlam içinde düşünülen bir harekettir. Oysa salt perde ile müzik, ilk bakışta birbirini tamamlayıcı bir bütünmüş gibi görünen ancak benzerlik çerçevesinde birbirlerinden ayrılması gereken bir sonucu ortaya çıkarır. Bu açıdan bakılacak olursa, salt perde ilişkilerini benzerlikte ele alan tonal yaklaşımla,

doğrudan müziği; daha doğru bir ifadeyle ezgiyi ele alan benzerlik sürecindeki hem tonal hem de diyatonik yaklaşım birbirlerinden kesin olarak ayrılır.

Algısal perde hiyerarşisinde tonal ve diyatonik ayrımı, MSS’de dizi temelli ezgi karşılaştırmasında kullanılan ED ölçümünde değiştirme işlemini ve dolayısıyla kullanıcıya döndürülen ezgilerin sıralamasını yakından etkiler. ED ölçümü değiştirme işleminde, karşılaştırılan hedef diziyile kaynak diziyeye ait iki farklı perdenin birbirine ne kadar benzediği aranır ve bunun için örneğin M&S, ağırlık tablosunu oluşturmak ve dolayısıyla perde hiyerarşisini göstermek için BÜPD kuramından yararlanmaktadır. Oysa bu çalışmada yapılan deney gösterir ki, M&S’un herhangi bir bilişsel çalışma yapmadan kullandığı sayısal değerler, ezgide yalnızca AA hareketiyle yan yana gelen perdeler olduğunda geçerlidir. Bu durumu bir başka biçimde ifade etmek gerekirse, M&S’un kullandığı hiyerarşiyi gösteren ağırlık tablosu, bu çalışmada yapılan deney sonucunda bilişsel bir zemine taşınmıştır.

Diğer taraftan deneyde ortaya çıkan en önemli sonuç, ezgide YA hareketiyle yan yana gelen perdelerin algıda diyatonik olarak değerlendirilmesiyle değişim işlemi için AA’dan farklı bir ağırlık tablosunu oluşturmak gerektiğidir. Deney sonuçlarından ve istatistik hesaplamalardan sonra bu çalışmada oluşturulan bu yeni YA tablosu, M&S tablosuyla birlikte dizi temelli ezgi karşılaştırmalarda kullanıldığında, kullanıcıya döndürülen ezgi sıralamasında daha sağlıklı sonuç verdiği çalışmanın son aşamasındaki örnek ezgi karşılaştırmalarında görülmektedir.

Deney sonuçları, her iki tablodan alınacak değerlerin karşılaştırmada nasıl kullanılacağı da göstermektedir. Buna göre, tabloya geçilmeden önce ilk yapılması gereken, hedef dizideki ezginin AA veya YA perde hareketlerinin olduğu noktaları saptamaktır. Bunun için hedef dizideki her perdenin, bu perdeden üç önceki perdeyle olan toplam aralığına bakılır. Eğer bu aralık ikiden büyükse ezgi AA; iki veya ikiden küçükse YA perde hareketi olarak saptanır ve her iki durum için algılama tonal ya da diyatonik bağlam içinde değerlendirilerek karşılaştırmada ağırlık değeri için AA veya YA tablosu kullanılır.



Çalışmada ortaya çıkan en önemli sonuçlardan biri de RP'nin algısal hiyerarşide büyük bir rol üstlendiğidir. Deney sonuçlarında, değiştirilen perde yerine kullanılacak perde için değiştirilen perdeden bir önceki perdenin deneklerin çoğu tarafından seçildiği gözlemlenmiştir. RP olarak tanımlanan bu perde, tablonun kullanımını da etkilemiştir. Örneğin M&S tabloyu kullanırken, kaynak dizide değiştirme yapılacak perdeyi tabloda bularak ağırlık değerlerini bu perdeye göre saptar. Ancak bu çalışmada ortaya çıkan sonuca göre daha sağlıklı bir sıralama için değiştirilen perde değil, ondan bir önceki perde olan RP'nin tabloda bulunarak bu perde üzerine ağırlık değerlerinin karşılaştırmada kullanılması gerektiğidir.

## KAYNAKLAR

Bainbridge, D., & Nevill-Manning, C. G., & Witten, I. H., & Smith, L. A., & McNab, R. J. (1999). Towards a Digital Library of Popular Music. *Proceedings of the 4th ACM International Conference on Digital Libraries*, (161–169).

Bakhmutova V., & Gusev V. D., & Titkova T. N. (1997) The Search for Adaptations in Song Melodies. *Computer Music Journal* , 21-1(58–67).

Birmingham, W. P., & Dannenberg, R. B., & Wakefield, G. H., & Bartsch, M., & Bykowski, & D., Mazzoni, & D., et al. (2001). MUSART: Music Retrieval via Aural Queries. *Proceedings of the 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2001)*, 73–81.

Blackburn S., & DeRoure D.( 1998 ) A Tool for Content-Based Navigation of Music. *In Proceedings of ACM International Multimedia Conference (ACMMM)*

Büyüköztürk, Ş. (2002). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi Elkitabı*. Pegem Yayıncılık, Ankara.

Byrd, D., & Crawford, T. (2002). Problems of Music Information Retrieval in The Real World. *Information Processing & Management*, 38,(249–272)

Chai Wei. (2001) *Melody Retrieval On The Web*, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology , Erişim: 12.05.2006, <http://alumni.media.mit.edu/~chaiwei/papers/msthesis.pdf>

Chaill, Margaret, & Maidin, Donncha.(2005). Melodic Similarity Algorithms : Using Similarity Ratings for Development and Early Evaluation. *International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR)*

Chen A. L. P., & Chang M., & Chen J., & Hsu J. L., & Hsu C. H., & Hua S. Y. S. (2002) Query by Music Segments: An Efficient Approach for Song Retrieval. *In Proceedings of IEEE International Conference on Multimedia and Expo.*

Deutsch, D. (1990). *The Processing of Pitch Combinations*. In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*. Academic Press , New York.

Deutsch, D., & Feroe, J. (1981). The Internal Representation of Pitch Sequences in Tonal Music. *Psychological Review* , 88(503–522).

Doraisamy, S., & R ger, S. (2001). An Approach Towards a Polyphonic Music Retrieval System. *Proceedings of the 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2001)*

Downie, J. S. (1999). *Evaluating a Simple Approach to Music Information Retrieval: Conceiving Melodic N-Grams as Text* , PhD. Dissertation, University of Western Ontario, Erişim: 07.02.2002, [http://music-ir.org/~jdownie/downie\\_thesis.pdf](http://music-ir.org/~jdownie/downie_thesis.pdf).

Downie J.S. (2003) Music Information Retrieval. *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(295–340).

Droettboom, M., & Fujinaga, I., & MacMillan, K., & Patton, M., & Warner, J., & Choudhury, S., & DiLauro, T. (2001) Expressive and Efficient Retrieval of Symbolic Musical Data. *Proceedings of the 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2001)*, Indiana.

Futrelle J., Downie S. (2002), Interdisciplinary Communities and Research Issues In Music Information Retrieval. *Proceeding of the Third International Conference on Music Information Retrieval. ISMIR 2002* (pp. 215-221).

Garay, Andres (2002). Evaluating text-based similarity measures for musical content. *In Second International Conference on WEB Delivering of Music*. Darmstadt, Germany, p.2.

Ghias A., & Logan J., & Chamberlin D., & and Smith B. C. (1995). Query by Humming: Musical Information Retrieval in an Audio Database. *Proceedings of the Third ACM International Conference on Multimedia* . (231-236).

Gómez, E. ( 2002 ). *Melodic Description of Audio Signals for Music Content Processing*, PhD Thesis, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

Grachten M., & Arcos J. L., & M´antaras R. L. (2004). Melodic Similarity: Looking for a Good Abstraction Level. *In Proceedings of the 5th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2004)*.

Holger, H., & Renz, K., & Görg, M. (2001). GUIDO/MIR-An Experimental Musical Information Retrieval System Based on GUIDO Music Notation. *Proceedings of the 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2001)*, 41–50.

Howard, J., & Schlichte, J. (1988). *Repertoire International des Sources Musicales (RISM)*. In W. B. Hewlett & E. Selfridge-Field (Eds.), *Directory of Computer Assisted Research in Musicology 1988* (pp. 11–24). Menlo Park, CA: Center for Computer Assisted Research in the Humanities.

Huron, D. (1991). Humdrum: Music Tools for UNIX Systems. *Computing in Musicology*, 7(66–67)

Huron. D (1992). Reviewed by Huron for Cognitive Foundations of Musical Pitch by Carol L. Krumhans , *Psychology of Music*, Vol. 20, No. 1(180-185).

Kim, Y., & Chai, W., & Garcia, R., & and Vercoe, B. (2000). Analysis of a Contour-Based Representation for Melody. *Proceedings of the 1st Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2000)*

Kornstadt A. (1998). Themefinder: A Web-Based Melodic Search Tool. *Computing in Musicology*, 11(231–236).

Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. Oxford University Press, New York

Lerdahl, F., & Jackendoff, R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. MA: MIT Press, Cambridge.

Lemström K., & Laine P., & Perttu S. (1999). Using Relative Interval Slope in Music Information Retrieval. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Beijing, China, October (317–320).

Lemström, K., & Perttu, S. (2000). SEMEX: An Efficient Retrieval Prototype. *Proceedings of the 1st Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2000)*.

Lesaffre, M., Moelants, D., & Leman, M. (2005). Spontaneous User Behaviour in Vocal Queries for Audio-Mining. In: Walter B. Hewlett & Eleanor Selfridge-Field (Eds.), *Music Query: Methods, Models, and User Studies*, *Computing in Musicology* 13(129-146).

McNab, R. J., & Smith, L. A., & Bainbridge, D. & Witten, I. H. (1997). MELDEX: The New Zealand Digital Library MELody inDEX. *D-Lib Magazine*. Erişim: 23.05.1997, <http://www.dlib.org/dlib/may97/meldex/05witten.html>

Meyer, L. B. (1956). *Emotion and Meaning in Music*. IL: University of Chicago Press, Chicago.

MiDiLiB Project, University of Bonn, Erişim: 24.04.2005 <http://www-mmdb.iai.uni-bonn.de/forschungsprojekte/midilib/english/>

Minsky, M. (1981) Music, Mind, and Meaning, *Computer Music Journal*, Fall, Vol. 5(3).

Mongeau, M., & Sankoff, D. (1990). Comparison of Musical Sequences. *Computers and the Humanities* , 24 (161-175).

Müllensiefen D., & Frieler K. (2004) Measuring Melodic Similarity: Human vs. Algorithmic Judgments. Parncutt R., Kessler A. & Zimmer F. (Eds.) *Proceedings of the Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM04) Graz/Austria, 15-18 April.*

Narmour, E. (1990). *The Analysis and Cognition of Basic Melodic Structures.* University of Chicago Press, Chicago.

O'Maidin, Donncha. (1998). Melodic Similarity- Concepts, Procedures, and Applications: A Geometrical Algorithm for Melodic Difference in Melodic Similarity. *Computing in Musicology 11.* MIT Press, Cambridge.

Pardo, B. & Birmingham W. (2003) Query by Humming: How Good Can It Get?, *In Workshop on Music Information Retrieval, SIGIR 2003.* Toronto, Canada.

Pickens, J. (2000). Acomparison of Language Modeling and Probabilistic Text Information Retrieval Approaches to Monophonic Music Retrieval. *Proceedings of the 1st Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2000).*

Rolland, P. (1999). Discovering Patterns in Musical Sequences. *Journal of New Music Research* , 4( 334-350).

Rosch, E. , & Mervis, C. B. (1975) Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories. *Cognitive Psychology*, 7 ( 573 – 605).

Schenker, H. (1956). *Neue Musikalische Theorien und Phantasien: Der Freie Satz*, Universal Edition, Vienna.

Schmuckler, Mark A (1999). Testing Models of Melodic Contour Similarity. *Music Perception* , Vol. 16, 3(109-150).

Siegel S. (1956), *Nonparametric Statistics For The Behavioural Sciences*, International Student Edition, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, Japan

Sonoda, T., & Muraoka, Y. (2000). A WWW-Based Music Retrieval System: An Indexing Method for a Large Melody Database. *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2000)*, (170–173).

Södring, T., & Smeaton, A. (2002). Evaluating a Melody Extraction Engine. *Proceedings of the 24th BCS-IRSG European Colloquium on IR Research*.

TuneServer Project, University of Karlsruhe, <http://www.ipd.ira.uka.de/tuneserver>.

Uitdenbogerd, A. L., & Zobel, J. (1999). Matching Techniques for Large Music Databases. *Proceedings of the 7th ACM International Multimedia Conference*, 57–66.

Uitdenbogerd, A. L., & Chattaraj, A., & Zobel, J. (2000). Music IR: Past, Present, and Future. *Proceedings of International Symposium on Music Information Retrieval: Music IR 2000*.

Uz, Kazım (1964) *Musiki İstilahatı*, Düzeltilip genişletilmiş yeni basımı: Gültekin Oransay, Küğ Yayını, Ankara.

Vurma, A., & Ross, J. (2006). Production and Perception of Musical Intervals. *Music Perception*. Vol.23, 4 (331-345).



## **EKLER**

## **EK: Bazı Deneklerin Yanıt Formları<sup>9</sup>**

---

<sup>9</sup> Deneye katılan tüm denekler içinde bazılarının yanıtları yalnızca içeriği belirtmek amacıyla sunulmuştur.

EZGİNİN ADI : ..... Love story .....

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
11	1 2 4 5 6 7	3 8 9 10 12 13	
• 11	1 2 4 5 6 7	3 8 9 10 12 13	•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•

EZGİNİN ADI : Love Story .

Aslına ;

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
11	2, 3, 4	5, 6, 8, 7, 10,	1, 12, 13
11	2, 4, 3, 5, 8,	6, 9, 7, 10,	12 13

EZGINİN ADI : Love Story.....

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
11	32 16 4 5 7 8 12 10 9	12 '	
11	32-18-16-10-5-4	13-9-7	

EZGİNİN ADI: 40. Sınıf

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
2	12 3 18 9 10 11	13	4 6 5 7
2	1-3-9-8-11	10-4-7-13	5-6

EZGİNİN ADI : ..... 40 - Serfani .....

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
2	1 7 9 10	3 4 5 6 8 11 12 13	
2	17	3 4 5 6 8 9 10	
		11 12 13	



EZGİNİN ADI : .....40. Senfoni.....

ajinalre;

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
2	1,	3	12, 8, 9, 4, 5, 6, 7
2	1		10, 11 1, 3, 12, 13, 9, 8, 4, 6, 7, 10, 11, 5



EZGİNİN ADI : ..... 9. Sınıfı .....

ajinaline;

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
6	7	8, 10, 3, 4	11, 1, 2, 5, 9 12, 13
6,	7,	8, 10,	11, 2, 5, 3, 4, 9, 12, 13

EZGİNİN ADI : 9. Sınıfı

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
6	1 7 11	2 4 8 12	3 5 9 10 13
6	1-7-11	2-8-4	12-3-5-9-10-13

EZGİNİN ADI : 9. SENFONİ

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
	6	7 8 9 10 11, 12, 13	
•	6 7	1, 2, 3, 4, 5 7 2 3 4 5 8 9	•
•		10 11 12 13	•
•		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•
•			•

EZGİNİN ADI : ..... B SKÜDAR .....

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK	
10	13	9 2 6	12 11 8 3	4 7 5 1

EZGİNİN ADI : İSKÜDAR

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	ÇOK UZAK
10	<del>11</del> 12 18	8 9 1 2 4	6 3 4 5 7
	13	3 4 8 9 6 2 4	1 12 5 7



EZGİNİN ADI : Uzak Kule.....

EN YAKIN	YAKIN	UZAK	COK UZAK
10	<del>10</del>	3-46 <del>10</del>	<del>1-2 87 89</del> 1142-13
10		3 2 1 6 4	11 7 8 9 5 5 12 13

## ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Almanya'nın Mutlangen kasabasında doğdum. İlköğretimi ve Liseyi Balıkesir'in Bandırma ilçesinde tamamladım. 1989 yılında Bandırma Selen-Doğaç Müzik Merkezi'nde Serhat Akyol ile başlayan piyano, klasik armoni ve bilgisayarla müzik dersleri sonrası 1992 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü'nde lisans eğitimine başladım. Lisans ikinci sınıfta, şu anda Müzik Teknolojisi Programı adıyla faaliyetine devam eden; o zamanki adıyla Elektroakustik Ses Tekniği opsiyonuna seçildim. İlk stajımı TRT Radyosu İzmir Bölge Müdürlüğü Teknik Bölümü'nde ses-montaj operatörlüğü; ikincisini İzmir Kahramanlar Ses Kayıt Stüdyosu'nda tonmayster olarak yaptım. Özellikle stüdyo staj yılları ve daha sonrasında Suavi, Müfit Bayraşa ve Ömer Er ile çalıştım. Yine aynı yıllarda, içlerinde Altın Güvercin şarkı yarışmasında birincilik ödülü alan 'Yalıçapkın' adlı parçanın da bulunduğu çeşitli ulusal şarkı yarışmaları için müzik altyapı ve kayıtlarında bulundum. Diğer taraftan öğrencilik yıllarında çeşitli konser ve stüdyo tonmaysterlikleriyle birlikte, yayın amaçlı büyük sahne etkinliklerinde çalıştım.

1996 yılında "Bir Film Müziği Çalışması: 'Çalınan Zaman' " adlı lisans bitirme çalışmasıyla bölümden birincilikle mezun olduktan sonra aynı yıl DEU Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde Lisansüstü programına başlarken; diğer taraftan Yeni Asır TV'de ses operatörü olarak çalışmaya başladım. Bu dönem içinde Balıkesir'in Havran ilçesinde müzik öğretmenliğini de birlikte yürüttüm. 1997 yılında DEU Güzel Sanatlar Fakültesi Müzik Bilimleri Bölümü Uzman kadrosuna atanana dek çok sayıda merkez/mobil yayınlarında ses operatörlüğünde bulundum. Aynı yıllarda İzmir Anadolu Ses Kayıt Stüdyosu ve Balıkesir Selen-Doğaç Digital Ses Kayıt Stüdyosu'nun tasarım-kurulumunu gerçekleştirdim. 1997-1999 yılları arasında İzmir Kanal-1 TV canlı yayınlar ses sistemleri danışmanlığı yaptım. 2000 yılında "Yayıncılık Sektöründe Audio Teknolojisi" başlıklı tez çalışmasıyla DEU Sosyal Bilimler Enstitüsü'nden mezun oldum. 1999-2000 yılları arasında DEÜ Güzel Sanatlar Fakültesi Sinema-TV Bölümü'nde "TV Yayınlarında Audio Teknolojisi" dersleri verdim. 'Broadcast', 'On-Air', Volume dergilerinde yayınlanan güncel

teknolojik yazılarımın dışında; aralarında uluslararası IEEE kongresinin de bulunduğu çeşitli kongre ve sempozyumlara bildirilerimle katıldım. 2001 yılında DEU Güzel Sanatlar Enstitüsü'nde doktora programına başladım. 1997-2000 yılları arasındaki uzman kadrosundan sonra 2000 yılından bu yana öğretim görevlisi kadrosunda Müzik Bilimleri Bölümü Müzik Teknolojisi Programı'nda çalışmaya devam etmekteyim. Halen bu programda MIDI, Kayıt Teknikleri, Altyapı ve Düzenleme Teknikleri, Müzik ve Medya, Müzik Teknolojisi, Yayıncılık Sektöründe Audio Teknolojisi derslerini vermekteyim.