

Makalenin Geliş Tarihi : 26.04.2009
Makalenin Kabul Tarihi : 22.05.2009

SOSYAL BİLİM PERSPEKTİFİNDE MÜZİKTE MODERN TEMSİL YÖNTEMİ

Cihan IŞIKHAN¹

ÖZET : Müzikte ortaya çıkan teknolojik sonuçlar, pozitif bir unsur olarak sosyal bilimlerin çerçevesinde de bir gelişim süreci izler. Bireyde merak uyandıran ancak yalnızca melodisiyle hatırlanan bir müziğin sanal ortamda tamamına ulaşılma çabası ya da müzik market sektör çalışanı için teknolojik olanaklarla müşteri memnuniyeti gayreti, müziğin sosyal bilimler perspektifinde ortaya çıkardığı araştırma konularından biridir. Böyle bir araştırma konusuysa kuşkusuz yalnızca sosyal bilim çerçevesinde değil, yapısı gereği disiplinler arası bir araştırma süreci izler ve son 20 yıllık süreçte küresel boyutta bu alana hizmet veren oluşum Müzik Sorgulama Sistemi'dir (MSS). Bilgisayar ve Müzik Bilimleri'nin başı çektiği MSS, müziğin sosyo-kültürel yapısı gereği Sosyal Bilimler için de modern bir yöntem sayılabilir. Küresel düzeyde henüz emekleme aşamasındaki bu sistemi tanıtmak adına ilk olarak, insanın ezgi üzerindeki algısal sonuçlarını bilişsel bir deneyle ortaya koyduğumuz, ardından bu sonuçlarda ortaya çıkan ve müziği temsil etmede en kuvvetli seçenek olan ezgiyi bilgisayara sunduğumuz bir MSS denemesi, kısıtlı sayılabilecek bir popüler müzik veri tabanında olumlu sonuçlar vermiştir. Bilişsel deneyin ve MSS sonuçlarının aktarılacağı bu çalışma özelinde amaç, uygulanabilir olması açısından daha ileri götürmeye düşündüğümüz çalışmamızın sosyal bilimlerde yeni bir metot olarak kullanılabilme olasılığını akademik bir kitleyle paylaşmaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Müzik Sorgulama Sistemi, Ezgi, Müzikte Temsil Yöntemi

THE MODERN REPRESENTATION METHOD OF MUSIC WITH A PERSPECTIVE OF SOCIAL SCIENCES

ABSTRACT : Technological aspects of music have traced an evolution period on the perspective of social sciences as a positive ingredient. The effort of a person who is trying to find searched music, or to become enthusiastic for customer satisfaction in music market is one of the most important research subjects which is discovered by music on the perspective of social science. However, this subject which is comprised by Music Information Retrieval (MIR) consists of a research process for not only social sciences but also interdisciplinary. MIR which is led by computer science and musicology are able to be a modern method for social sciences. In this study, trying a MIR system used edit distance measurement; we have applied a cognitive experiment about perception of melody. The results of the experiment show us that, especially in MIR, a computer has to evaluate the structure of music by itself in example of a melody instead of using all of data which is came from western music theory and these features are able to be used as a modern method by social sciences.

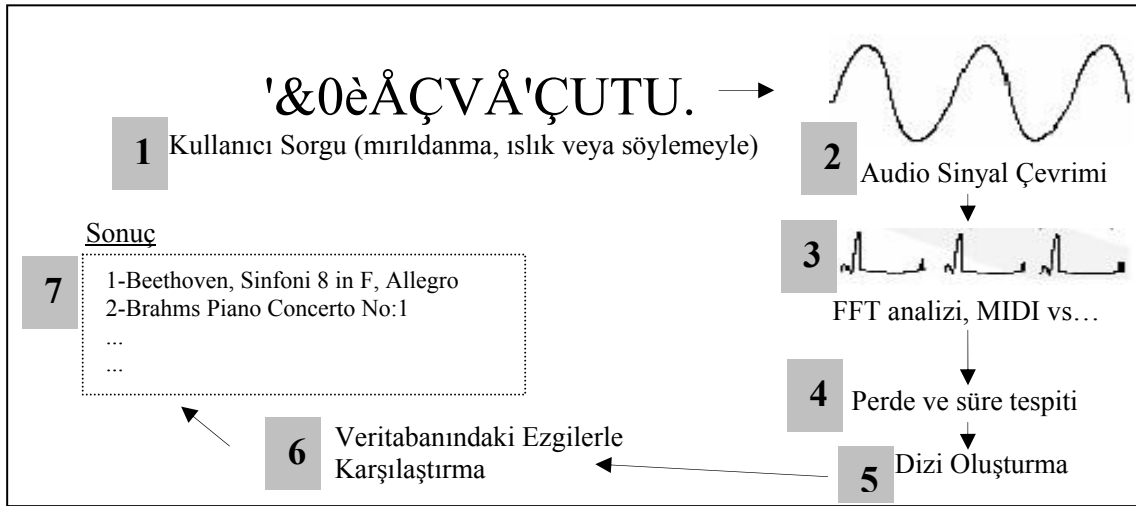
KEYWORDS : Music Information Retrieval, Melody, Representation Method of Music

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bilimleri Bölümü, 35320 Balçova / İZMİR

I. GİRİŞ

Müzik, insanın bireysel olarak ya da topluca ortaya koyduğu bir davranış, bir yaşam biçimi ve dolayısıyla sosyo-kültürel bir olgudur. İnsan yaşamının tarihsel süreçteki her evresinde toplumsal veya bireysel etkileşimlerde varlık bulan müzik, son yıllarda bilgisayar bilimleriyle olan çok yakın ilişkisi nedeniyle varlığını farklı bir boyutta genişleterek sürdürmektedir [1]. Bu birliktelik, bir taraftan müziğin üretim-tüketim çemberinde teknolojik olanaklar yaratırken, diğer taraftan kendisini sanal ortamda olduğu gibi temsil edebilecek yeni oluşumlar doğurmuştur. Müziğin sanal ortamda temsil edilmeye çalışıldığı bu oluşumlar aslında, sosyal bilimler perspektifinde kullanılabilir modern bir yöntem olarak da görülebilir.

Bu çalışmada anlatılan müzikteki modern temsil yöntemi, günümüzde çoklu ortam (*multimedia*) verilerinin çoğalmas ve yaygınlaşmasıyla, internet üzerinden istenilen veriye ulaşmada yaygın olarak kullanılan metin tabanlı arama yöntemlerinin farklı tekniklerle müziğe uyarlanmasıdır. Burada amaç bir taraftan metin girdisi olmadan aranılan müziği bulmaya çalışmak; diğer taraftan müziği sanal ortamda temsil edecek en uygun yöntemi bulmaktır. Müzik Sorgulama Sistemi (MSS, *Music Information Retrieval*) kapsamına giren bu yöntem, 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 bir sistemdir [2].



Şekil 1. MelodyHound özelinde MSS çalışma prensibi.

Örneğin 1997 yılında Karlsruhe Üniversitesi'nde Ryner Typke tarafından geliştirilen ve 'Tuneserver' olarak da adlandırılan 'MelodyHound' [3], genel anlamda MSS'nin çalışma prensibini kısaca özetler güncel bir MSS uygulamasıdır. Şekil 1'de belirtilen bu uygulamaya göre, kullanıcının bilgisayara ıslık, mırıldanma ya da doğrudan söyleyerek aktardığı müzik (1) audio sinyale dönüştürülür (2) ve bu sinyalden Fourier Transform, MIDI vb. işlemlerle (3) sorgu olarak aktarılan müziği sanal ortamda temsil edecek olan perde, süre vb. gibi öznitelikler saptanır (4). Elde edilen bu öznitelikler bir dizi halinde kodlanır (5) ve sorgu, veritabanındaki müziklerle karşılaştırılır (6). Son olarak sonuçlar, kullanıcı sorgusuna en benzerden en az benzeyene doğru sıralanır (7).

MSS çalışma prensibi MelodyHound özelinde bu şekilde özetlenebilirken, sistemde müziği temsil edecek özniteliklerin ne olacağı halen araştırma konusudur ve bu konuda en yaygın kullanılan temsil aracı bir bütün olarak ezgidir [4]. Çünkü MSS'de sorgu, kullanıcının teksesli girişi düşünüldüğünde genelde ezgi olarak tınlatılır ve bu nedenle müziği sanal ortamda ezgisiyle temsil etme yöntemini kullanan çalışmalar azımsanmayacak kadar fazladır. Bu durumda ilk aranan, bilgisayara aktarılacak ezginin insan algılamasını en iyi örnekler yapıda olmasıdır. Bunun için Krumhansl [5], Mongeau&Sankoff (M&S) [6] veya Deutsch [7] araştırmaları önemlidir. Örneğin Krumhansl ezgi algılamada perdelerin hiyerarşik düzeninden bahsetmiş, bunu bilişsel deneylerle kanıtlamaya çalışmıştır. M&S, hiyerarşik düzeni ezgi algılamada en önemli kural olarak tanımlarken batı müziği kuramından yararlanmış; Deutsch, hiyerarşik düzeni müzikte uygu sesleri ve tonallığa göre açıklamıştır.

Tüm bunlar göstermektedir ki, müziğin bilgisayar ortamında MSS amaçlı kullanılması için öncelik, onu sanal ortamda en iyi temsil edecek yöntemi bulmak; ardından bu temsil aracının sayısal değerlerini olabildiğince insan algılamasıyla örtüştürmeye çalışmaktır. Dolayısıyla MSS'de bugün için yaygın olarak kullanılan temsil aracı ezgi, ezginin sayısal değerlere çevriminde insan algılamasına yakın karakteri ise perdeleri arasındaki batı müziğine özgün hiyerarşik yapısıdır. Biz bu çalışmada, MSS'de kullanılmak üzere müziğin en iyi temsil aracı gibi görülen ezginin algılamadaki hiyerarşik yapısını gösterir bilişsel bir deney uyguladık. Hiyerarşik düzen amaçlı daha önceki araştırmaların devamı sayılabilecek bu deneyde elde edilen sonuçlarla M&S'un kullandığı müzikleri karşılaştırdık. Karşılaştırma sonuçlarının, M&S'un elde ettiği sonuçlardan daha iyi olduğunu gördük. Bu da bize, algısal olarak ezgideki

perde ilişkilerinin daha önce bilinenlere göre farklı olduğunu ve bu ilişkinin çok rahat MSS’de kullanılabileceğini gösterdi.

II. YÖNTEM

Müziğin sosyal bilimler çerçevesinde bir içeriğe sahip olmasıyla onu sanal ortamda temsil etme çabası arasında doğrudan bir ilişki vardır. Ancak bu çerçevedeki ilişkinin sistematik yapısını ortaya çıkarmak için öncelikle ezginin bir temsil aracı olarak görülmesi ve bu noktadan sonra MSS amaçlı sanal ortam öğretisinin ezgiyle örtüştürülmesi gerekir. Bu nedenle yöntem, ezgi ve onun karşılaştırılması olarak iki alt başlık altında aktarılmıştır.

II.1 Ezgi ve Ezgideki Hiyerarşik Perde İlişkileri

MSS’de ezginin müziği temsilde belirleyici olması, ezgiyi sanal ortamda temsil ederken onu algılamaya en yaklaştıran özelliğin daha önce yapılan çalışmalarda perdeler arasındaki hiyerarşi olarak saptanması, bu çalışmada, ezgi-perde hiyerarşisi ilişkisini bağlamın bu kez doğrudan ezgi olduğu bilişsel bir deneyi uygulamamızı sağladı. Bu deney için iki farklı yöntem kullanıldı. Birincisi, çok bilinen dört ezginin tek bir perdesi çıkarılıp onun yerine deneklerden farklı bir perde eklenmesi istendi. İkincisi, hiç bilinmeyen (rastlamsal oluşturulmuş) dört ezgi deneklere dinletilip akıllarına ilk gelen perdelerle bu ezgilere devam etmeleri, başka bir deyişle bir tür besteleme istendi.

Birinci yöntemle uygulanan deneyde seçilen ilk iki ezginin (Mozart 40. Sinfoni (DI1) ve Love Story (DI2)) perde aralıkları sürekli atlamalı olarak seçildi ve bu ezgilerde birincisi için E, ikincisi için F perdesi çıkarılarak deneklerden bu perdeler yerine ezgiyi kendilerine göre bozmayacak farklı perdeler yerleştirmesi istendi. Bu yöntemdeki son iki ezgi (Bethooven 9. Sinfoni (CI1) ve Üskidar (CI2)) perde aralıkları sürekli yanaşık olarak seçildi ve bu ezgilerde de birincisi için G, ikincisi için C perdesi çıkarılarak deneklerden bu perdeler yerine ezgiyi kendilerine göre bozmayacak farklı perdeler eklenmesi istendi.

İkinci yöntemde, tarafımızdan rastlamsal olarak yaratılan dört basit ezgi deneklere sunuldu ve deneklerden akıllarına gelen ilk perdelerle bu ezgiye devam etmeleri istendi. Bu ezgilerden ilki (K1) sürekli atlamalı aralıklardan, ikincisi (K2) sürekli yanaşık aralıklardan, üçüncüsü (K3) önce

yanaşık sonra atlamalı aralıklardan, sonuncusu ise (K4) önce atlamalı sonra yanaşık aralıklardan oluşturuldu.

Birinci yöntem müzik eğitimi alan öğrencilere uygulanırken; ikinci yöntemdeki denekler en az yirmi yıllık tecrübeye sahip profesyonel müzisyenlerden seçildi. Her iki yöntem stüdyo ortamında Steinberg Cubase SX yazılımı kullanılarak uygulandı ve ilk yöntemin deney sonuçları ortalama değer, Kendall Uyuşumu ve Faktör Analizi kullanılarak [8]; ikinci yöntemde doğrudan ortalama değerler alınarak hesaplandı. İlk yöntemin istatistiksel analizleri için güvenilirlik seviyeleri ölçümünde kullandığımız Kendall Uyuşum sonuçları ise Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1. İlk yöntemin Kendall Uyuşum’una göre güvenilirlik seviyeleri

Ezgi No.	Denek Sayısı	W	Ki-Kare	p
DI1	19	0,58	122,09	.00
DI2	20	0,4	91	.00
CI1	19	0,27	58,2	.00
CI2	17	0,34	63,69	.00

Tablo 1’e göre ilk yöntemde, Kendall Uyuşumu (W) sonuçları için hesaplama koşulu olarak kabul edilen *W*, *Ki-Kare* ve *p* değerleri doğrultusunda denekler arası uyum ve güvenilirlik tamdır.

Her iki yöntemde kullanılan ezgilerin özellikleri ve deney sonuçlarına yansıyan ortalama değerleri ise Tablo 2’de gösterilmiştir. Tablo 2’ye göre, atlamalı aralıklara sahip ezgilerde çıkarılan perdenin yerine denekler tarafından yerleştirilen ezgiyi bozmayan perdeler tonal çerçevede seçilirken; bunun tam tersi olarak yanaşık aralıklı ezgilerde tercih edilen perde grubu diyatonik aralığa sahip olanlardan seçilmiştir. Bu durum, ikinci yöntem uygulamada aynı şekilde devam etmiştir. Yani ikinci yöntemde, eğer ezgideki son perde grubu atlamalı aralığa sahipse denekler ezginin devamını tonal perdelerden devam ettirmiş ya da atlamalı sonrası yanaşık aralıklı süregelen ezgide devamlılık ağırlıklı olarak diyatonik perdelerin getirilmesiyle oluşmuştur.

Tablo 2. Deneyde kullanılan ezgilere göre deneklerin verdiği yanıtlar ve oranları

Ezgi No.	Çıkarılan Perde	Ezgideki Aralıklar Dağılımı	Denek Sayısı	En Yakın Algılanan Perdeler	Ortalama
DI1	F	Atlamalı	19	Tonal	%85
DI2	D#	Atlamalı	20	Tonal	%87
CI1	G	Yanaşık	19	Diyatonik	%70
CI2	C	Yanaşık	17	Diyatonik	%76
K1	-	Atlamalı	10	Tonal	%81
K2	-	Yanaşık	10	Diyatonik	%90
K3	-	Yanaşık/Atlamalı	10	Tonal	%77
K4	-	Atlamalı/Yanaşık	10	Diyatonik	%75

Uygulanan bu deneyin sonuçları bizlere, MSS’de kullanılacak ezgideki perde hareketlerinin algılamada doğrudan etkili olduğunu gösterir. MSS’nin amacı aranılan müziğin veritabanındaki kendisi ve en yakınlarını bulmak olduğundan, sorgu ve veritabanı ezgi karşılaştırmasında bu deneyden çıkan sonuçlara göre bir karşılaştırma yapılması, MSS sonuçlarını sanal ortamda algılamaya çok daha yakın şekilde etkileyeceğini düşünmekteyiz. Örneğin gerek Krumhansl gerekse M&S deneylerinin sonuçları MSS’ye uygulandığında doğrudan tonal algılama ya da batı müziği kuramı belirleyici olurken, bu deneyde ortaya çıkan sonuca göre belirleyiciliği ezginin atlamalı ya da yanaşık aralıklardan oluşması sağlamaktadır ve perdeler arası hiyerarşiyi kuram değil, bağlamın ezgi olduğu aralık ilişkileri belirler. Bu bir öğretici yöntemidir. Daha önceki hesaplamalarda batı müziği kuramından alınan veriler bilgisayarın hesaplama yöntemini şartlandırırken, bu deneyin genel sonucuna göre bilgisayarın gelen ezgideki perde aralıklarını değerlendirip sonuca bu yolla ulaşması sağlanmalıdır.

II.2 MSS'de Ezgi Karşılaştırma

Araştırmamızda bundan sonra uyguladığımız adım, daha önce M&S tarafından batı müziği kuramına göre karşılaştırması yapılmış müzikleri, deney sonucu elde edilen bilişsel sonuçlara göre tekrar karşılaştırmaktır. M&S bunun için 'Dynamic Programming' kullanarak ezgi karşılaştırmasında 'Edit Distance (ED)' ölçeğini tercih eder.

ED ölçeğinde ilk satırı S_h ve ilk sütunu S_k elemanlarından oluşan bir matris oluşturulur. Elemanlar, ezgideki her bir perdeye karşılık gelen bir diziyi oluşturur. $S_k = a_1, a_2, \dots, a_m$ 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 gösterir ve bu değer, ezgiler arasındaki dönüştürme işlem sayısı ile doğru orantılı olarak değişir.

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






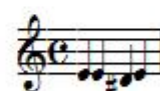
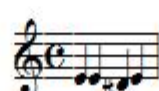

d_{ij} , S_h ve S_k dizilerinin minimum benzerliğini gösterir. $d_{i-1,j}$, $d_{i-1,j-1}$ ve $d_{i,j-1}$, matriste o anda benzerliği (d) hesaplanan dizi elemanlarına ait hücreye göre sırasıyla üst, sol üst çapraz ve solundaki hücreyi belirtir. (a_i, \emptyset) , (a_i, b_j) ve (\emptyset, b_j) , dönüştürme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

İşte bu noktada M&S w ağırlık değeri için batı müziği kuramından yararlanırken, bizim uygulamamızda bu değerler deneyde elde edilen sonuca göre ezgideki perde ilişkilerinden gelen hesaplamayla elde edilecektir. Böylece ağırlık değerleri, şartlı hesaplama olarak değil, bilişsel deneyde elde edilen sonuca göre bilgisayarın bir anlamda ezgiden çıkardığı değerlerle sağlanacaktır.

M&S karşılaştırmada Mozart'ın KV1 265 12 piano başkamasını ('Ah vous dirai-je, maman') kullanmıştır. Bunun nedeni, parçanın yapısı gereği bir orijinal ezgi ve ondan giderek uzaklaşan

diğer 11 ezgiden oluşan bir bütünü oluşturmasıdır. İyi bir MSS sorgulamasının bu ezgileri sorguya en yakından en uzağa sıralaması beklenir.

Bu çalışmada da aynı ezgiler kullanılmış ancak ED ölçeğinde w ağırlık değeri için deneyde elde edilen sonuçlara göre bilgisayar tarafından değerler atanmıştır. Karşılaştırma sonunda elde edilen sonucu özetler bir kesit Şekil 2’de gösterilmiştir.

	M&S Sıralaması	Deney Sonucu Değerlerle Sıralama
SORGU	a 	a 
	b 	c 
	c 	d 
	d 	b 

Şekil 2. Karşılaştırılan ezgilerin sonucunu özetler sıralama.

Şekil 2’ye göre, sorgu olarak kullanılan basit ezgi ED ölçeğine uygulandığında her iki karşılaştırmada belirgin bir fark oluşur. İlk sıradaki ezgiler sorgu ile aynı iken (a), M&S karşılaştırmasında (a) ezgisini sırasıyla (b), (c) ve (d) takip eder. Ancak bizim karşılaştırmamızda bu sıralama sırasıyla (c), (d) ve (b) şeklindedir. Sıralama farkı, sorguda E perdesi yerinde bulunan A#, D ve D# perdelerinden kaynaklanır. M&S sıralamasında bu sırayı batı müziği kuramına göre atanan w ağırlık değerleri oluşturur. Ancak bizim sıralamamızda bu değerler deney sonucu elde edilen ve bilgisayar tarafından ezgi bağlamında atanan perdeler arası ağırlık değerlerinden gelmektedir ve gerçek hayattaki algılamada da sıralamanın (a), (c), (d), (b) şeklinde olması gerekir. Dolayısıyla bu sıralama önceden tanımlanan kurama dayalı şartlı bir hesaplamayla değil; algıdaki hiyerarşinin bilgisayara öğretilmesiyle oluşmuştur.

III. SONUÇ VE ÖNERİLER

Müziğin doğal yapısını koruyarak ve algıya en yakın özelliklerle temsil edilmesinin sanal ortama öğretilebilirliğini sorgulayan bu çalışma, MSS uygulamaları çerçevesindeki böyle bir temsil yönteminin sosyal bilimler perspektifinde de değerlendirilebileceğini göstermektedir. Günümüzde metin tabanlı arama ve karşılaştırma uygulamalarının internet aracılığıyla doruk noktaya ulaştığını düşünürsek, böyle bir amaçla müzik, resim, video vb. içeriklerin en az metin kadar başarılı girdilerini oluşturabilmek halen araştırma konusudur ve burada amaç, kendi özneliklerini ve doğallıklarını bozmadan veya metin girdisinden yararlanmadan yukarıda belirtilen içerikleri sanal ortama başarıyla aktarabilmektir. Çoğunlukla günümüzde bilgisayar ortamına aktarılan veriler şartlı yöntemleri çağırırsa da giderek yayılan bir hızla içeriğin sanal ortama öğretilme süreci de yaygınlaşmaktadır. Ağırlıklı olarak bulanık mantık teknikleri taşıyan MSS'deki bu öğretim süreci, giderek müziğin algıdaki çözümlemesinin sanal ortama aktarılmaya çalışıldığı bir süreci ortaya çıkarmıştır. Bir MSS uygulaması, sorgu-veritabanı ilişkisinde insan algılamasına çok daha yakın sonuçlar döndürülmesini sağlayabilir. Ancak bunun için çok daha fazla sayıda müzik içeren bir veritabanı kullanılmalı ve müziğin edimsel sürecindeki her ayrıntı düşünülerek sorgu oluşturulmalıdır.

Çalışmada ortaya çıkan iki önemli yapıcı sonuç vardır. Müzik bilim detaylarını içeren ilk sonuca göre, atlamalı ya da yanaşık aralıklarla simgelenen tonal ve diyatonik kavramlarının 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 kavramlar olduğudur. Bu durumun müzikteki en önemli sonucu, tonallıkların karakteristik bileşenleri olan durak, güçlü vb. gibi tanımlayıcı kimlikler yüklenmiş belli perdelerin kuramsal mecradan çıkıp, bizzat müziksel kullanıma geçildiğinde o denli belirleyici olmadığıdır. MSS ve dolayısıyla sanal ortamı ilgilendiren ikinci sonuca göre müzik, kendini oluşturan özneliklerden perde ve sürenin kullanılmasıyla sanal ortamda en iyi temsil edilebilir ve bu iki özneliğin ortaya çıkardığı bütün ise ezgidir. Dolayısıyla müziği sanal ortamda ezgisiyle temsil etmek gerekirken, diğer taraftan ezgiyi de algılamaya en yakın sonuçlarla bilgisayara öğretmek gerekir. Bunun için en önemli

yol, ezginin ilk koşul olarak atlamalı ya da yanaşık perde hareketlerine göre bilgisayarın verileri saptaması ve karşılaştırmayı sanal ortamda bu saptamadan elde edilen verilerle uygulamasıdır.

IV. KAYNAKLAR

- [1] M.Balaban, K. Ebcioğlu, O. Laske, *"Understanding Music with AI"*, AAAI Press, California, 1992.
- [2] A. Garay, "Evaluating Text-Based Similarity Measures for Musical Content", Second International Conference on WEB Delivering of Music, Darmstadt, Germany, 2002.
- [3] *"MelodyHound"*, <http://www.melodyhound.com>.
- [4] J.S. Downie, "Music Information Retrieval", *Annual Review of Information Science and Technology*, pp. 37, 295–340, 2003.
- [5] C.L. Krumhansl, "Cognitive Foundations of Musical Pitch", *Oxford University Press*, New York, 1990.
- [6] M. Mongeau, D. Sankoff, *"Comparison of Musical Sequences"*, *Computers and the Humanities*, Vol. 24, pp. 161-175, 1990.
- [7] D. Deutsch, *"The Processing of Pitch Combinations"*, In D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*, Academic Press, New York, 1990.
- [8] C. Işıkhan, *"Dizi Temelli Ezgi Karşılaştırma: Algısal Perde Hiyerarşisinde Tonal-Diatonik Ayrımı"*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, ss. 52–65, İzmir, 2006.