

**MÜZİĞİN PERDE VE SÜRESİ İLE TEMSİL EDİLDİĞİ BENZERLİK
ARAMA ÇALIŞMALARINI ÜZERİNE BİR İNCELEME / AN
INVESTIGATION OF STUDIES ABOUT SIMILARITY SEARCHING IN
MUSIC, REPRESENTED WITH ITS PITCH AND DURATION**

Cihan İŞIKHAN¹

Özet

Müzikte benzerlik araştırmaları, müzik teknolojisini de içeren ve sorgu-veritabanı ilişkisini temel alan disiplinler arası bir sistemi kapsar. Bu sistemlerde kısaca, kullanıcı tarafından bilgisayar ortamına girilen bir müzik verisi veritabanında bulunan diğer müziklerle karşılaştırılır ve sorguya en benzer müzikler kullanıcıya döndürülür. Bu sistemlerde sorgu metin tabanlı olmak yerine tempo, tını vb. müziksel özellikler olarak bilgisayara iletilir. Günümüz benzerlik karşılaştırmalarında müziğin en yaygın olarak temsil edilmeye çalışıldığı iki özellik ise bir bütün olarak ezgiyi niteler perde ve/veya süredir. Bir başka ifadeyle müzikte perde ve süre, sanal ortamda müziği en iyi temsil ettiği düşünölen etkili bir özelliktir. Bu nedenle Downie'nin n-gram, Omaidin'in correlation ve Mongeau'nun edit-distance gibi yaygın olarak kullanılan algoritmaların pek çoğu müzikte benzerlik karşılaştırmasında perde ve/veya süreyi kullanır. Bu yazıda kısaca, edit-distance algoritmasının çalışma yöntemi özelinde, müzikte benzerlik karşılaştırmalarında perde ve sürenin kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Müzik Teknolojisi, Bilgisayar ve Müzik, Müzik Sorgulama, Ezgide Benzerlik, Perde ve Süre.

Abstract

Similarity searching in music is the ability to answer music queries framed musically in music technology. In its simplest form, such a retrieval system will receive a music query from the user, compare it against each one of the music in the collection, and finally return the music that approximately matches the given query if it's found². The query, of course searched music, is not used as a text-based of content. Instead, it is represented some features of music such as tempo, timbre and so forth. Nowadays, a lot of studies about similarity searching in music use pitch and/or duration to represent of music and this studies are claimed that music cannot be the yield of any other features. Instead, music is the entirety of melody and pitch and/or duration is a part of entirety. On the other hand, pitch and/or duration as the part of melody are the most effective features of adapting the human perception to a virtual medium. However, there are the number of algorithms developed by

1- Öğr. Gör. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Bilimleri Bölümü, Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı, Narlıdere, Kampüs / İzmir, cihan.isikhan@deu.edu.tr

2- Andres Garay, *Evaluating Text-based Similarity Measures for Musical Content*, In Second International Conference on WEB Delivering of Music, 2002, Darmstadt, Germany.

researchers who support to the discussion such as Downie's n-gram, Omaidin's correlation, Mongeau's edit distance. In this paper, briefly, it is investigated these studies with example of edit distance, discussions and the statements of researchers about similarity searching in music, represented with its pitch and/or duration.

Key words: Music Technology, Computer and Music, Music Information Retrieval, Melody Similarity, Pitch and Duration

1- GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin müzikle iç içe girmesiyle birlikte sanal ortamda müziği yaratmak, işlemek ya da kayıt/analiz etmek gibi oluşumların dışında, müzik teknolojisi kapsamında geliştirilen farklı çalışmalar, farklı sistemler mevcuttur. Özellikle İnternet teknolojisinin son yıllarda sağladığı olanaklar sayesinde, müzik teknolojisini içine alan ve her geçen gün disiplinler arası çalışmalarla gelişimini hızla sürdüren çalışma alanlarından biri de müzikte benzerlik arama üzerine yapılmaktadır. Müzik Sorgulama Sistemi (Music Information Retrieval) olarak tanımlanan bu alandaki amaç, tıpkı günümüzde İnternet arama motorları sayesinde metin tabanlı (text-based) içerik sorgulamada olduğu gibi aranılan müziği ve benzerlerini bilgisayar yardımıyla sorgulayarak bulmaktır. Metin tabanlı sorgulamaya göre müzik sorgulamadaki en büyük fark, sorgusu yapılacak müziği metin ile değil, yine müzik olarak bilgisayara girmektir. Kullanıcı, müziği bilgisayara çeşitli sorgu yöntemleriyle (ıslık, mırıldanma, şarkı, nota vb. kodlama vs.) girer ve bu sorgu veritabanına ulaştırılarak diğer müziklerle karşılaştırılır. Sonuç olarak kullanıcıya aradığı müzik ve ona yakın olabilecek diğer olası müzikler döndürülür.

Müzikte benzerlik aramak ya da bir başka ifadeyle sorgu merkezci olarak birbirine benzer müzikleri bulmak, besteci açısından yaratacağı müziğin olası benzerlerini sorgulayabilmekten basit bir kullanıcının müziksel merakını gidermeye; dijital müzik kütüphanelerinde aranılanı bulmaktan büyük müzik mağazalarında müşteri memnuniyetine kadar gündelik hayatta pek çok kullanım alanına sahip bir teknolojik gelişimin içeriğini oluşturur. Böyle geniş bir çalışma alanına hizmet edecek müzikte benzerlik bulmada şimdiye kadar oluşturulan sistemlere her geçen gün yenileri eklense de yapılan her çalışma, bilgisayara öğreti olarak müziğin ne kadar karmaşık ve içeriğinin ne kadar zor ayıklanabilir olduğunu göstermektedir. Sistemlerdeki teknik ayrıntılar ve çalışma prensipleri bir tarafa bırakılacak olursa, sorgulama sistemi üzerine çalışma yoğunluğu diğer disiplinlere göre daha fazla olan bilgisayar bilimlerinde bile sağlıklı bir sorgulama sistemi için müziğin içeriğinin tam olarak çıkarılabilme yeteneği konusunda tartışmalı yaklaşımlar mevcuttur. Her ne kadar bu yaklaşımlar çıkış noktasını müzikbilim disiplini içinden alsa da her yaklaşım, sistemin yapısı gereği ileri boyutlarda bilgisayar bilimlerinin kendi disiplini içinde tartışılan bir zemin içine çekilir. Böylece bu süreç, müziğin temel kavramlarıyla başlayan ve bilgisayar bilimlerinin veri yapıları üzerinde yoğunlaşan bir yol haritası izler.

Sistem tasarımcıları ve/veya araştırmacılar tarafından tartışılan en önemli konulardan biri de müziği sanal ortamda yeteri kadar temsil edilebilecek özneliklerinin neler olduğudur. Bu özneliğin temsil gücü öyle yüksek olmalıdır ki hem bir bütün olarak müziği sanal ortama taşıyabilmeli hem de kullanılabilir olması açısından her kesime hitap edebilmelidir. İşte bu yöndeki tartışmalar sonucunda ve şu ana kadar gelişen teknoloji çerçevesinde birçok araştırmacıya göre müziği sanal ortamda temsil edebilecek en önemli öznelik perde ve süredir (pitch and duration). Bu öznelikleri doğrudan içinde barındıran müziğin temsilcisi olarak da ezgi görülmektedir. Müziği temsil edebilme yeteneğine sahip ezgi aynı zamanda sanal ortam için yeteri kadar algı aktarımsal bir güce sahiptir. Dolayısıyla perde ve süre ezgiyi temsil ederken, aynı zamanda ezgi de sistemde müziği temsil eder ve müzik, perde ve süre öznelikleriyle sorgulama sistemi içinde kullanılabilir hale gelir.

Bu çalışmada, sistem tasarımları ve tasarımı uygulayan bilim adamlarının görüşleri doğrultusunda müzikte benzerlik bulma çalışmalarında ezgi, perde ve süre tartışmalarının çerçevesi çizilmiş; bilgisayar bilimleri perspektifinde algısal değerlendirmenin sanal ortama taşınma gerekçeleri aktararak bu tür algoritmalarda ezginin sistem içinde nasıl kullanıldığı örneklerle belirtilmiştir.

2-Algı Aktarımsal Olarak Ezgi, Perde ve Süre

Bilgisayar aracılığıyla bir müziğin içeriğini sanal ortama tam olarak aktarabilmek ve bu yolla kullanıcıya aradığı müziği ve benzerlerini buldurabilmek, müzikte benzerlik bulma çalışmaları için ideal hedeftir. Ancak, bilgisayar için şimdilik zor olarak görünen bu eylem birçok insan için doğal hayatta şaşırtıcı biçimde kolay olabilir. Örneğin, herhangi bir anda radyosunu açan bir kişinin o anda çalınan parçanın ne olduğunu hatırlaması birkaç saniye sürebilir. İnsanın parçayı hatırlamasındaki kültürel veya çevresel boyut ya da birikimleri bir tarafa, salt teknik açıdan düşünüldüğünde müziği bu derece temsil edebilen sözler, çalgılar, ritim, tempo vb. pek çok değişken önemli ölçüde algılamada rol oynasa da pek çok bilimciye göre müziği sanal ortamda niteler en önemli fenomen bir bütün olarak ezgidir. Örneğin Kim'e göre ezgi, müzikten ayıklanabilen ve onu temsil edebilen perde ve sürelerin algıda oluşturduğu bir bütündür³. Dolayısıyla, gerek sorgu sırasındaki kullanıcıların aradıklarını büyük ölçüde ezgi olarak tınlatmasıyla, gerekse algılanabilen ve akılda kalıcı en kolay müziksel öge oluşu ve bu ögenin en azından perde ve süre öznelikleriyle temsil edilebilir olmasıyla ezgi, birçok benzerlik arama çalışmasının temelini oluşturur⁴.

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

4- Bu çalışmalardan bazıları: M. Mongeau-D.Sankoff, Comparison of Musical Sequences. Computers and the Humanities, vol. 24, pp. 161-175, 1990 / A. Kornstadt, Themefinder: A Web-Based Melodic Search Tool. Computing in Musicology, vol. 11, pp.231-236, 1998 / K. Lemström, An Efficient Retrieval Prototype. Proceedings of the 1st Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR), 2000.

Bilgisayar bilimlerinde yapay zekâ (artificial intelligence) üzerine müziksel araştırmalarıyla tanınan Minsky, müzik için “yalnızca algılanabilen bir veridir” tanımını kullanır ve şöyle devam eder: “Sıradan insanlar müzik dinlediğinde öyle ya da böyle bir şekilde 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 bilgisayara biraz daha fazla yakınız gibi görünüyor ancak diğerleri şimdilik hayal. Çünkü diğerleri doğrudan algısal davranışlar. O halde biz basit bir fiziksel olguya değil; algılamayla anlam kazanan karmaşık bir doğal yapıyla uğraşıyoruz...”⁵. Minsky, bilgisayar bilimci gözüyle müziğin doğal ortamından sanal ortama aktarılmasındaki zorlukları bu sözlerle özetlerken, makalenin devamında bu zorluklarla uğraşabilmek için ilk aşamada müzikten bilgisayara aktarılacak temel öznitelikleri seçmenin önemini ve bunun için algıyı temsil eden perde ve sürenin müzikten koparılıp bilgisayara aktarılmasının şart olduğunu belirtir.

Diğer taraftan Minsky’nin savunduğu müziğin algısal boyutuyla bilgisayara aktarılma çabasını Pardo⁶, deneyleriyle destekler ve algısal boyuttan uzak salt bilgisayar verilerinin müzikte benzerlik için birer örnek olarak kullanılmasının eksikliklerini anlatır. Sunulacak örneklerde yapılacak deneylerin sentetik veriler üzerinde değil; insan algılaması üzerinde yapılması gerektiğini vurgular. Pardo’ya göre eğer bu yöntemle yapılacak deneylerin sonuçları müzikte benzerlik üzerine yansıtılırsa; veritabanı işlemleri, sorgu yöntemleri, sonuç sıralama gibi müzikte benzerlikte önem taşıyan aşamalarda başarı sağlanabilir. Pardo, bunu kanıtlamak için 3 algoritma⁷ ve 3 denek arasında karşılaştırmalı bir deney yapar. Önce Beatles’in popüler parçalarından oluşan bir müzik veritabanı hazırlar. Yaşları ve eğitimleri orantılı olarak değişen 3 denek, önce müzikleri dinleyip onlardan bildiklerini seçerek sanki sorguluyormuş gibi ezgilerin bir kısmını mırıldanır ve bu sorgular bilgisayara kaydedilir. Diğer taraftan kaydedilen sorgular, 3 algoritma için birer sorgu verisi olarak kullanılır. 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, örneklerin yanıtlarıyla karşılaştırılır. 3 algoritmanın verdiği sonuçların, deneklerin sonuçlarından çok uzakta olduğu saptanır. Pardo’ya göre sonuç kesindir: İnsan değerlendirmesi halen var olan müzikte benzerlik sistemlerinin ana hedeflerinden çok daha başarılıdır.

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

6- Brian Pardo- W.P. Birmingham, “Query by humming: how good can it get?” In J.S. Downie (ed.) *The MIR/MDL Evaluation Project White Paper Collection*, 2003, Edition #3, 107–109.

7- Temelinde QBH (Query By Humming (bkz.dipnot 21)) çalışma prensibinin olduğu String Matching, Dynamic-Programming ve Hidden Markov Model algoritmaları.

Bu konu hakkında bir diğer araştırma Uitdenbogerd⁸ tarafından yapılır. Müzikte benzerlik aramanın geleceğine yönelik yaptığı sistem karşılaştırmalı bildirisinde Uitdenbogerd, geçmişte; özellikle 90'lı yılların öncesinde yapılan müzikte benzerlik 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 ezgi ayıklama çalışmasında, ezgiyi bilgisayar işlemleriyle tanımlandırmak yerine doğrudan müzik konusunda uzman kişilerden mırıldanarak çeşitli ezgiler oluşturmasını ister ve bu ezgileri daha sonra sorgu örnekleri olarak kullanır. Böyle bir yöntemin sebebini de algısal değerlendirme 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 ölçümlemeyi savunur.

Analitik bakış açısıyla müzikte benzerlik aramada sanal ortamın yargısı, insan- da algısal değerlendirme algı aktarımsal boyutundaki zorunluluğunu gösterir ve birçok bilim adamına göre sanal ortama böyle bir aktarımı müziğin ezgisi ve dolaşısıyla perde ve süresi yeterince temsil eder. Gómez, tüm zorluklarına rağmen müziğin sanal ortama sağlıklı olarak aktarılabilmesi için müzikten alınması gereken en önemli algısal özniteliklerin perde ve süre olması gerektiğini doktora çalışmasında ispatlama yoluna gitmiştir. Ona göre bu öznitelikler, karmaşık bir ses sinyalinin en az kayıpla alınabilecek algı aktarımsal verilerdir⁹. Diğer taraftan Byrd, bilgisayar ortamına aktarılacak müzikteki en önemli öznelikliğin perde ve süre olması gerektiğini savunan bilgisayar bilimcileri arasında yerini alır¹⁰. Bu görüşleri destekleyen Lesaffre, ister ses olsun ister sembolik bir müzik verisi, her durumda müzikte perde ve süreyi en olağan bir sistemde bilgisayar için müzikten elde edilmesi şart olan öznitelik olarak değerlendirir¹¹. Perde ve süre önemini daha fazla ön plana çıkaran 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 bilgisayara aktarılabilirse, müzik verileri üzerinde çalışmak daha kolay olacaktır¹².

8- A. L. Uitdenbogerd-J.Zobel, "Matching Techniques for Large Music Databases", *Proceedings of the 7th ACM International Multimedia Conference*, Orlando 2000, pp. 57-66.

9- Emilio Gómez, *Melodic Description of Audio Signals for Music Content Processing*, PhD Thesis, 2000, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

10- D. Byrd- T. Crawford, "Problems of Music Information Retrieval in The Real World", *Information Processing & Management*, 2002, vol. 38, p.260.

11- M. Lesaffre- D. Moelants- M. Leman, "Spontaneous User Behaviour in Vocal Queries for Audio-Mining", 2005, *Computing in Musicology*, vol. 13, p.133.

12- K. Lemström- P. Laine- S. Perttu, "Using Relative Interval Slope in Music Information Retrieval", *In Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Beijing, China, 2000.

Perde ve sürenin müzikte benzerlik için bu kadar önemli olduğu bir durumda neden bunların bir bütün olarak ele alınmadığını sorgulayan bilgisayar bilimcileri de mevcuttur. Örneğin Downie, müzikte benzerlik için kullanılmaya başlandığında perdenin süresiyle birlikte ele alınmasını doğal bir süreç olarak görür. Bu açıdan bakıldığında perde ve süre bir bütündür. Yani salt perde ilişkileri sanal ortamda 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 benzerlik bulma amacıyla kullanılmış bilinen en ilk örnek olarak, Howard ve Schlichte tarafından geliştirilen Plaine and Easie Code yöntemini gösterir¹³. Bu yöntemle, herhangi bir yaratının ezgisindeki perde ve süre harf ve sayılarla kodlanır ve bir bütün olarak 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 benzerlik bulma uygulamalarında belirleyici olan yine perde ve/veya süre, dolayısıyla ezgidir. 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 tarafından geliştirilen MELDEX projesinde, müzikte perde ve süre öznitelik seçimi şu ana kadar bilinen en geniş veritabanıyla kullanılmaktadır. İnternet yardımıyla belirli sürelerde tarama yapılan veritabanında şu an için 100.000'e yakın ezgi perde ve süresiyle temsil edilir¹⁴.

Araştırmacılar tarafından ezginin salt perde ve süreyi içine alan bir kavram olarak açıklanıyor olması, benzerlik bulmada ezginin ve dolayısıyla perde ve sürenin uzun bir süre boyunca süregelen ve halen devam eden çalışmaların temeline kolaylık sağlıyor olmasından kaynaklanır. Ezgi ve dolayısıyla müzikte perde ve süre bilgisayar bilimi için o kadar önemlidir ki, doğal ortamından sanala taşınacak olan müziğin en önemli iki algı aktarımsal kaynağını oluşturur.

3-Algorithmalarda Ezgi Kullanımı

Bilgisayar biliminde perde ve sürenin ezgiyi temsil edebilecek yeterli yeteneğe sahip olması ve ezginin müzikte benzerlik çalışmaları için oldukça yaygın olarak kullanılan bir araç olarak kabul edilmesi, belirli koşullar altında bu yönde pek çok

13- J.S. Downie, "Music Information Retrieval", *Information Science and Technology*, 2003, vol. 37, p.381.

14- Meldex projesi, kapsamı genişletilerek yeni fonksiyonlar eklenen ve "New Zealand Digital Library Project" adı altında İnternette müzikte benzerlik bulma amacıyla hizmet veren bir veritabanını içerir. Bugün için bu sistem, "GreenStone Software" kuruluşu tarafından desteklenmektedir. Erişim için: <http://www.nzdl.org/musiclib>

algoritmanın geliştirilmesini sağlamıştır. Müllensiefen'e göre, müzikte benzerlik karşılaştırmasında sağlıklı sonuç alınabilmesi için, elemanları süre ve perde olan ezgi uzayında n elemanlı ezgiyle m elemanlı ezgi karşılaştırılıyorsa, benzerlik sonucu d olan bu karşılaştırmada aşağıdaki koşulların mutlaka bulunması gerekir¹⁵.

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

Bu koşullara uygun olarak son on yıllık süreçte birçok müzik benzerlik sisteminin tasarlandığı görülüyor. Örneğin müzikte benzerlik karşılaştırmaları için doğrudan ezginin kullanıldığı algoritmalarından biri Omaidin'e aittir¹⁶. Bu çalışmada ezgide perdeler arası korelasyon hesaplamasıyla benzerlik aranır. Sorguya ait ezgideki perdeler veritabanındaki ezgi perdeleriyle tersten karşılıklı birebir eşleştirir (korelasyon hesaplanır). Korelasyon sırasında eşleşen perdeler toplanır ve benzerlik bu toplam değere göre ölçülür. Downie¹⁷, ezgileri karşılaştırma aşamasında gruplayarak benzerlik arar. N-gram adı verilen bu grupta, sorgu ezgisinden önce ilk iki perde alınır ve veritabanındaki ezgilerde 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. Droettboom¹⁸, perdeleri ezgide buldukları sıraya göre numaralar ve geliştirdikleri 'core search engine' algoritmasını benzerlik karşılaştırmalarında kullanır. Bu ve buna benzer daha birçok algoritma dışında müzikte benzerlik aramak için ezginin ve dolayısıyla perde ve sürenin kullanıldığı en yaygın algoritmalarından biri de Edit Distance (ED) algoritmasıdır.

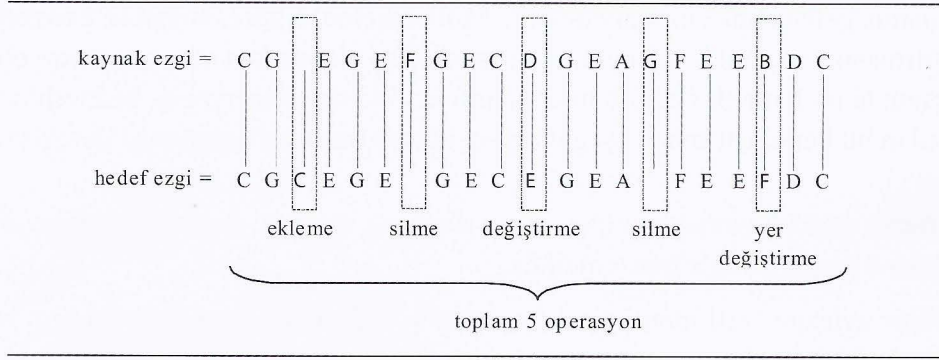
ED, hedef ezgiyi kaynak ezgiye dinamik programlama kullanarak dönüştürme üzerine kurulur. Hedef ezgideki elemanlar (perde, süre) kaynak ezgi elemanlarına silme, ekleme ve değiştirme işlemleri kullanılarak dönüştürülür. Her iki ezgide yapılan toplam düzeltme operasyonu işlem sayısı, ezgide benzerlik değeri olarak sonuç döndürür ve en az yapılan işlem sayısı ile sorguya en fazla benzeyen müzik saptanır.

15- D. Müllensiefen- K. Frieler, "Measuring Melodic Similarity: Human vs. Algorithmic Judgments", *Proceedings of the Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM04)*, 15-18 April 2004, Graz/Austria

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

17- J. S. Downie, *Evaluating a Simple Approach to Music Information Retrieval: Conceiving Melodic N-Grams as Text*, 1999, PhD. Dissertation, University of Western Ontario, USA

18- M.Droettboom, *Expressive and Efficient Retrieval of Symbolic Musical Data. Proceedings of the 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval (ISMIR 2001)*, Indiana.



Şekil. 1: ED algoritması ile iki müziğin benzerlik karşılaştırması

Örneğin Şekil 1’de perdeleri gösterilen iki ezginin birincisi, kullanıcı tarafından bilgisayara iletilen kaynak ezgi, diğeri bilgisayarın veritabanında bulunan ezgilerden biri olan hedef ezgi olsun. İki ezgi arasında perdeler karşılaştırılırken, kaynak ezgide hedefteki süresine karşılık gelen perde yoksa kaynak ezgiye ‘ekleme’, kaynak ezgide olup hedefte yoksa kaynak ezgiden ‘silme’, her iki ezgide olup da farklı perdeler mevcutsa bu kez ‘yer değiştirme’ operasyonları uygulanır ve toplam operasyon sayısı, iki ezginin birbirine ne kadar benzemediğini gösterir. Bu sayı ne kadar azalırse iki ezgi birbirine o kadar benzer kabul edilir. Örnek şekilde iki ezgi birbirine 5 operasyonla benzetildiğinden bu iki ezgi 5 değeriyle birbirine benzemez kabul edilir.

4. SONUÇ

Müzikte benzerlik arama çalışmalarında son yirmi yıllık süreçten günümüze kadar birçok sorgulama sistemi geliştirilmiş, birbirinden bağımsız şekilde müziği niteler birçok öznitelik sistem tasarımlarının yapıtaşısı olarak ele alınmıştır. Örneğin Tzanetakakis müzikte tını faktörünü ön plana çıkarırken bunun için ses sinyalinde renk kodlamasıyla benzerlik arar¹⁹. Chai, geliştirdiği TPB (Tempo, Pitch, Beat) algoritmasında perde dışında tartımı öznitelik olarak kullanır²⁰. Hatta Huron, hiçbir öznitelik kullanımına gitmeden doğrudan kendi geliştirdiği kern adı verilen bir tür kodlamayla müziği benzerlik sisteminde temsil etme yolunu seçer²¹. Bu ve buna benzer pek çok çalışmada amaç, kullanıcının en sağlıklı şekilde bilgisayara gireceği sorguyu ele almak ve sistemin genelinde bu sorgunun temsil yeteneğine göre benzerlik ölçümü yaparak kullanıcıya sağlıklı sonuç döndürmektir.

İşte bu sistemlerin arasında, müziği ezgisiyle temsil ederek tasarımlarında ve

19- G.Tzanetakakis, *Automatic Musical Genre Classification of Audio Signals*, in proc. ISMIR 2001.

20- Wei Chai, *Melody Retrieval On The Web*, Master Thesis, 2001, Massachusetts Institute of Technology, USA

21- D.Huron, “Humdrum: Music Tools for UNIX Systems”, *Computing in Musicology*, 1991, vol. 7, pp:66–67

projelerinde öznitelik olarak perde ve süre kullanımını seçen çalışmalar azımsanmayacak kadar çok sayıdadır. Downie ve Omaidin algoritmalarında tamamen ezgi yardımıyla n-gram ve korelasyon yöntemi kullanıp benzerlik ölçümüne giderken Mongeau, perde ve süre ile kullandığı ezgide ED ölçümlemesi yaparak benzerlik arar. Lemström perde ve süreyi metin tabanlı bir düzleme çekerek algoritmasında kullanırken, Ghias²² vb. çalışmalarda ezgi kodlanarak sorgulama sistemine iletilir. Buna benzer diğer sistemlerde de farklı algoritmalar farklı yöntemleri içerse de sanal ortamda müziğin temsil aracı olarak ezgi ve onun yapıtaşı kabul edilen perde ve süre birçok müzikte benzerlik arama çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır.

Bunun en belirgin sebebi, Minsky'in ifadesinde belirttiği gibi, perde ve sürenin algılamayla anlam kazanan bir bütünü temsil yeteneğine sahip en küçük müziksel öznitelik olmasından kaynaklanmaktadır. Bilgisayar için bu iki özneliği doğal ortamından koparıp sanal ortama aktarabilme yeteneği halen ilerleme sürecinde olsa da iki özneliğin ortaya çıkardığı ezgi, benzerini aramak amacıyla kullanıcının söyleme olasılığının en yüksek olduğu sorgudur. Dolayısıyla ezgi, hem tek sesli olarak karmaşık müzik verilerini temsil edebilme gücü hem de kullanıcı açısından basite indirgenebilen yapısı gereği, müzikte benzerlik sistemlerinde en fazla kullanılan temsil aracı olarak görülmektedir.

KAYNAKÇA

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

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

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

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

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

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

22- A. Ghias- J. Logan- D. Chamberlin- B. Smith, *Query by Humming: Musical Information Retrieval in an Audio Database. Proceedings of the Third ACM International Conference on Multimedia*, 1995, San Francisco, USA