

# TÜRK MAKAM MÜZİĞİNDE EZGİ SINIRLARININ BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

M. Kemal Karaosmanoğlu  
Funda Yazıcı

## Abstract

### A Study on Melodic Segmentation of Turkish Makam Music Pieces

In this study, preliminary results of a project are given which are aimed to segment Turkish makam music pieces automatically into the smallest meaningful phrases. The segmentation ability varies from person to person. However, it had been able to formulate some theoretical models for generalization, and computational algorithms have been developed for some of these. Segmentation is one of the first steps to be taken especially for music information retrieval (MIR) applications. However, the automatic segmentation in MIR context for Turkish makam music has almost never been studied. In our pilot study a set of pieces composed in makam Neva were selected, their scores were re-written, converted in machine-readable format and has been conducted to an expert to segment them manually. Then the same pieces have been automatically segmented using two widely known algorithms. At the last stage, consistency of expert's and two algorithms' annotations was calculated using *F*-measure technique. The preliminary results indicate that these algorithms had given successful results for segmenting Turkish makam music pieces. Additionally, there are some indications that taking makam and usul into consideration will increase the rate of success.

## Giriş

Müzik Bilgi Erişimi (*Music Information Retrieval*, MIR), müzikten bilgi almayı amaçlayan disiplinlerarası bir bilim dalı olup, 1990'lı yılların sonunda olgunlaşmaya başlamış ve bu alanda özellikle Batı müziği kapsamında günümüze dek önemli bir mesafe katedilmiştir. Alana katkıda bulunan disiplinler arasında önde gelenler bilgisayar bilimleri, ses mühendisliği, müzikoloji ve müzik teorisi, bilişsel bilim ve psikolojidir. Müziğin anlamlı birimlere bölünmesi, diğer bir ifade ile gruplara ayrılması, çoğu müzik bilgi erişimi uygulaması için, ezgisel bilgi parçacıklarının bulunması, ezgisel indeksleme ve 'ezgisel özellik' hesaplamayı içeren temel bir ön-işleme adımıdır (Pearce vd. 2010: 1).

Özellikle müzikoloji ve müzik psikolojisi alanlarında biçimsel algıya odaklanan ve bugün 'klasik' hale gelen ve ileride değinilecek olan bazı kuramsal modeller, müziğin anlamlı birimlere bölünmesinde iki temel sürecin rol oynadığını göstermektedir: Algısal yönden ezgisel bir hattı motif, cümle gibi birimlere ayırabilme yetisi ('bölütleme' veya 'gruplama') ile eşzamanlı duyulan birden fazla ezgisel hattı birbirinden ayırabilme veya gruplayabilme yetisi (Bregman1990). Bu çalışmada bölütleme sürecine, diğer bir ifade ile bir bölütün son ögesi ile hemen ardından gelen bölütün ilk ögesi arasındaki değişim ya da süreksizliklerin belirlenmesi, yani algısal sınırların teşhis edilmesi sürecine odaklanılmaktadır.

Dinleyicinin müziksel yüzeyi algılama ve anlamlandırma evresinde geçirdiği aşamalar dildeki sürece benzetilebilir. Yatay bir zaman penceresi içinde sırayla duyulan kelimelerin birleşerek cümleleri, cümlelerin ise birleşerek paragrafları oluşturması gibi, müzikte de motifler cümlelere ve cümleler ise temalara dönüşmektedir. Algılanabilen en küçük öge ya da birim, dilde *fonem* ve müzikte ise *sestir (clang)*. Bir cümleyi yapılandıran kelimeleri birbirinden ayıran sınırlar olduğu gibi, müziksel bir cümleyi yapılandıran motiflerin motif olarak algılanmasını sağlayan sınırlar da bulunmaktadır. Dinleyiciler tarafından tanımlanan motif ya da cümleler hafızada depolanarak bir üst seviye biçimsel gruplamalara dahil olurlarken (Lerdahl & Jackendoff 1983; Peretz 1989; Tan vd. 1981), müziksel yüzeyin alt-seviye gruplamalara ayrılması, bu primitif algısal birimlerin daha karmaşık biçimsel süreçlerde kullanılmasına izin verir ve hafıza üzerindeki baskıyı hafifletebilir (Pearce vd. 2010:2).

Ezgisel bir hattı gruplara ayırabilme yetisi dinleyicinin müziksel geçmişine ve/veya kuramsal bilgi düzeyine göre değişebilir. Ancak, ezgisel akış içerisinde özellikle büyük ses aralıkları ve perde süreleri gibi net değişimlerin belirlenmesi yönünde, farklı birikimlere sahip tüm dinleyicilere yönelik bir genelleştirmeye dayanan bazı kuramsal modeller geliştirilmiştir. Bu modeller sonradan ezgileri otomatik olarak gruplayabilmek için sayısal platforma da aktarılmıştır (Tenney & Polansky 1980; Cambouropoulos 2001; Temperley 2001; Frankland & Cohen 2004; Ahlbäck 2004). Müzikteki algısal gruplama yapısı üzerine geliştirilmiş olan bu modeller, temelde Gestalt prensiplerinden esinlenerek müziksel yüzeyin ayrı katmanlarındaki değişimleri ya da süreksizlikleri gruplama sınırları ile ilişkilendirmişlerdir. Diğer bir ifade ile, birbirine yakın olan objeler (yakınlık prensibi) veya birbirine benzer objeler (benzerlik prensibi) gruplar olarak algılanırlar.

Gestalt prensiplerinin farklı perspektiflerden müziksel yapıya uyarlandığı bu kuramsal modeller arasında en eskisi Tenney ve Polansky'nin (1980) kuramı olmakla birlikte, hem müzik psikolojisi hem de müzik teorisi alanında en bilinen ve etki yarattığı görülen kuram, Lerdahl ve Jackendoff'un geliştirdiği *A Generative Theory of Tonal Music (GTTM)*'dir (1983). Bu kuram, tonal müzikte deneyimli bir dinleyicinin tüm bir müziksel yapıyı sezgisel seviyede nasıl oluşturduğunu tanımlamayı amaçlar. Kuramın önerdiği 'gruplama tercih kuralları', ardarda gelen gruplardan oluşan monofonik bir yüzeyin hiyerarşik olarak düzenlenmiş yapısında, dinleyici tarafından sezgisel olarak algılanan lokal ve daha üst seviyedeki grup sınırlarının teşhis edilmesine yönelik geliştirilmiş olsalar da, sadece Gestalt prensiplerinden benzerlik ve yakınlık kuralını temel alan ikinci ve üçüncü kural muhtemel sınır lokasyonlarını tanımlamaktadır: 'yakınlık' ve 'değişim' kuralı. Bu kuralların algısal açıdan geçerliliği bazı çalışmalarda dinleyicilerden sınır lokasyonlarını açıkça tanımlamaları istenerek (Deliège 1987; Peretz 1989; Clarke & Krumhansl 1990; Bruderer vd. 2009), bazı çalışmalarda bu kuralları da barındıran müziksel yapıların kullanıldığı dolaylı testler ile (Krumhansl 1996; Palmer & Krumhansl 1987), ve bazı çalışmalarda ise yeniden formüle edilerek veya geliştirilerek (Frankland & Cohen 2004; Deliège 1987; van der Werf & Hendriks 2003) tekrar test edilmiştir. Nitekim dinleyicilerden alınan verilerin bu iki kuralı genellikle desteklediği, ancak muhtemel sınır lokasyonlarının belirlenmesi yönünde bu kuralların farklı müziksel yüzeylerde her zaman eşit ağırlığa sahip olmadıkları ve genellikle müzisyenler ile müzisyen olmayanlardan elde edilen verilerin farklı çalışmalarda farklı sonuçlar verdiği görülmüş ve bazı ipuçlarının yeniden formüle edilmeleri veya yenilerinin eklenmesi ihtiyacı duyulmuştur.

Tenney ve Polansky (1980), Gestalt yakınlık ve benzerlik prensiplerini tümüyle farklı perspektiflerden ele alıp yeniden formüle ederek hesaplamaya dayalı bir model geliştirmişlerdir. Model, benzerlik prensibi ile yakınlık prensibinin esasen paralel olduklarını ve benzerlik prensibinin

yakınlık prensibini özel bir durum olarak ihtiva ettiğini belirterek, her ikisinde de 'ses-başlatıcı'yı (*clang-initiation*) belirleyen lokal bir maksimum aralık boyutu olduğunu ifade eder. Bu iki prensip yeniden formüle edilerek, ezgi sınırlarının tespit edilmesine yönelik iki kural önerilir. Yakınlık kuralına göre, monofonik bir öğeler dizisi içindeki bir 'clang', algısal açıdan kendisinden hemen önceki ve hemen sonrakilerden daha büyük bir zaman aralığından sonra (yani, önceki öğenin başlangıç noktasından itibaren) başlayan herhangi bir öğe ile tetiklenebilir, diğer faktörler ise eşittir. Benzerlik kuralına göre ise, monofonik bir öğeler dizisi içindeki bir *clang*, algısal yönden kendisinden önceki öğeden hemen önce ve hemen sonra gelenlerden (öğeler-arası aralıklar) daha büyük bir aralıkla ayrılan herhangi bir öğe ile tetiklenebilir, diğer faktörler ise eşittir (1980). Bu bağlamda Tenney ve Polansky'nin öne sürdükleri model, iki gruplama seviyesi saptamaktadır: üst seviyedeki katman melodik çizgiyi gruplarken, alt seviyedeki katman her bölütü birimlere (*clang*) ayırır. Bölütleme, birbirini izleyen notalar arasındaki bir dizi mesafede varolan büyük değerlerin ('lokal bir maksimum aralık boyutu', yani 'lokal maksima') belirlenmesine dayanmaktadır.

Cambouropoulos ise, *Local Boundary Detection Model* (LBDM)'inde (2001) hem Lerdahl ve Jackendoff'un hem de Tenney ve Polansky'nin teorilerindeki yakınlık ve benzerlik prensiplerinin aslında aynı olgunun farklı tanımlamaları olduğuna, yani bu kuramların önerdiği olası en büyük yerel aralık boyutuna ('lokal maksima') dikkati çekerek, Gestalt prensiplerinin bu şekilde formüle edilmelerinin lokal sınırların tespit edilmesinde en önemli faktör olduğunu kabul etse de, aralık boyutlarında herhangi bir değişimi de hesaplayabilen daha genel bir yaklaşımın da gerekli olduğunu ifade eder (1998: 94). Bu nedenle, değişim ve yakınlık prensiplerine dayalı daha basit ancak ezgi sınırlarının tespit edilmesine yönelik daha tamamlayıcı iki kural önerir. Değişim kuralına göre, birbiri ardına gelen iki aralık arasındaki değişim derecesiyle orantılı olan sınır derecesi, bu iki aralığın her ikisine de eklenebilir (eğer her iki aralık aynı ise sınır önerilmez). Yakınlık kuralına göre ise, birbiri ardına gelen iki aralık/mesafe farklı ise, daha büyük aralığa yerleştirilen sınır orantısız olarak güçlüdür.

Tenney ve Polansky (1980) ve Cambouropoulos (2001) tarafından ezgi sınırlarının tespitine yönelik tasarlanan bu otomatik algoritmalar, sembolik veriyi (ezgi) bu prensiplerle gruplayabilmek üzere uygun şekilde parametrize edecek ve bu prensipleri bir arada kullanacak şekilde tasarlandıkları için, Türk makam müziğinden (TMM) seçilmiş olan eserler bu iki model kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmamızın da kapsamında olduğu, TÜBİTAK destekli *Türk Makam Müziği'nin Otomatik Ezgi Analizi* başlığı altında yürütülen projenin ilk hedefi, TMM için pek çalışılmamış olan müzik bilgi erişimi bağlamında ezgi sınırlarının otomatik olarak belirlenmesidir<sup>1</sup> Bu amaçla, öncelikle 16 makamda dört farklı tarihsel dönemden seçilmiş 1000 adet eserin notası bilgisayar tarafından okunabilecek formatta yazılmış ya da derlenmiştir. Literatürde en yaygın olarak kullanılan algoritmaların ve bu amaçla yazılmış MIDI Toolbox (Eerola ve Toiviainen 2004) gibi kodların TMM için uyarlanması gerekmiştir. Aynı zamanda, gerek veriler varolan kodların kullandığı formatla, gerekse kodlar TMM müziği verileriyle uyumlu hale getirilmiştir.

1- Burada TMM için *Müzik Bilgi Erişimi (MIR)* bağlamında otomatik bölütlemenin daha önce çalışılmamış olduğunu vurgulamak isteriz. Çünkü Funda Yazıcı'nın bu projeden önce başladığı ve deneysel psikoloji, müzikoloji ve bilgisayar bilimleri metodlarını kullanarak TMM'de ezgi sınırlarının belirlenmesini temel aldığı disiplinlerarası doktora tezi çalışması yakında tamamlanmak üzeredir.

## Uygulama

Ezgi analizi projesinde TMM repertuarı kapsamında belirlenen eserler önce iki uzman tarafından elle bölütlenmekte, sonra da Tenney ve Polansky ile LBDM algoritmaları aynı eserlere uygulanmaktadır. Elde edilen çıktıların karşılaştırılıp yorumlanması suretiyle, sözkonusu algoritmaların da katkısıyla TMM eserleri için daha başarılı sonuçlar verecek yöntemler geliştirilmesi ikinci adım olacaktır.

Bu çalışmada, ezgi sınırları konusuyla ilgili genel bilgi verildikten sonra, Neva makamındaki 9 eserlik bir takım bu bağlamda incelenmektedir. Eserlerde öngördüğü ezgi sınırlarını işaretleyen bir uzmanın çıktıları ile, yukarıda sözü geçen proje kapsamında şu ana kadar geliştirilen bilgisayar kodlarının aynı eserlere uygulanması sonucunda elde edilen çıktılar karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Neva makamındaki eserlerden oluşan takımda, genellikle 19. yüzyılda bestelenmiş şu eserler bulunmaktadır:

<b>Form</b>	<b>Söz Başlangıcı</b>	<b>Besteci</b>
Ağırsemâî	Sevdi Bu Gönül Seni	Âmâ Kadri Efendi
Kâr	Ey Gülbin-i Iyş	Itrî
Murabba	Zeyn Eden Bağ-ı Cihânı	Dede Efendi
Murabba	Piyaleler ki O Ruhsâr-ı Al'e	Itrî
Nakış	Ey Gonca-i Bağ-ı Cihân	Dede Efendi
Peşrev	-	Zeki Mehmet Ağa
Sazsemâîsi	-	Kantemiroğlu
Şarkı	Ben Yürürüm Yâne Yâne	Selahaddin Pınar
Yürüksemâî	Ey Gonca-dehen	Dede Efendi

Basılı notaları 30 sayfa tutan bu eserlerde yinelenen kısımlar da hesaba katıldığında 7000'in üzerinde perde bulunmaktadır. Notalar Darülelhan Tasnif Heyeti denetiminden geçen nüshalar kullanılarak günümüze uyarlandığı için güvenilir kaynak niteliğindedir (Dikmen 2011).

Bilgisayarın ve geliştirilmiş yazılımların okuyabilmesi ve TMM'yi eksiksiz temsil edebilmesi için, notalar *Mus2<sup>2</sup>* programıyla yazılmış ve *SymbTr* (Karaosmanoğlu 2012) formatında kaydedilmiştir. İlk 3 satırı Şekil 1'de gösterilen Neva Kâr'ın başlangıcındaki birkaç notanın bu formatta temsili Tablo 1'de verilmiştir.

## Ey Gülbün-i Iyş Nevâ Kâr

Usul: Nîmsakîl (24/4)  
- 84 ⇒ 12 Dk 58 Sn

Beste: İtrî (1635 - 1711)  
Güfte: Hâfız Şîrâzî

**Şekil 1.** Neva Kâr notasının ilk 3 satırı. Düşey kırmızı çizgiler elle sınır olarak işaretlenmiştir

Sıra	Kod	Nota53	NotaAE	Koma53	KomaAE	Pay	Payda	Ms	LNS	VelOn	Söz-1
1	9	Re5	D5	327	327	1	4	714	95	96	Ey
2	9	La4	A4	305	305	1	4	714	95	96	gül
3	9	Si4b2	B4b1	312	313	1	4	714	95	96	bün_
4	9	Do5	C5	318	318	3	8	1071	95	96	i
5	53										
6	9	Re5	D5	327	327	1	4	714	99	96	i
7	9	Mi5	E5	336	336	2	8	714	95	96	
8	53										
9	9	Do5	C5	318	318	1	4	714	99	96	i
10	9	Re5	D5	327	327	1	8	357	99	96	
11	9	Re5	D5	327	327	5	8	1786	95	96	
12	53										
13	9	So14	G4	296	296	1	4	714	95	96	iyş

**Tablo I.** Neva Kâr'ın başlangıcındaki birkaç notanın SymbTr formatındaki görünümü. Gri zeminli satırlar cümle sınırlarını göstermektedir

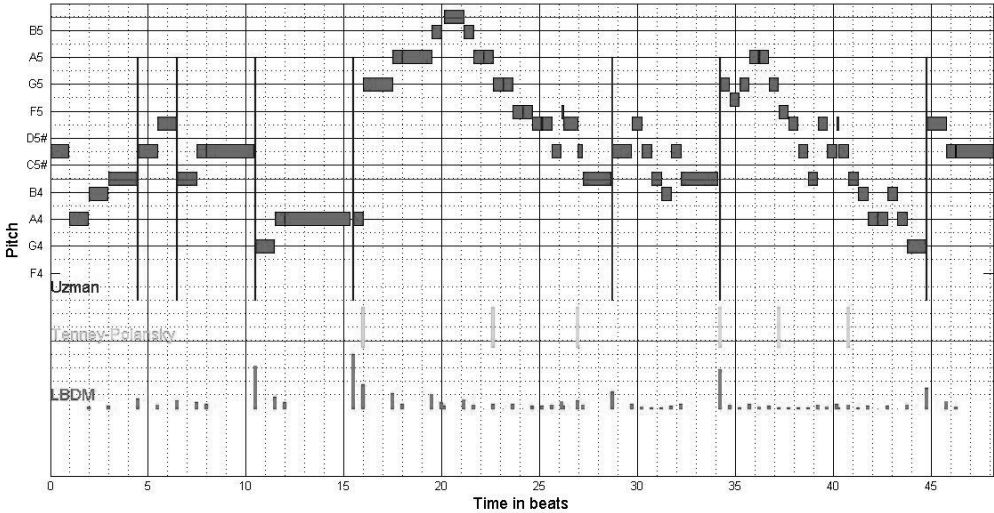
Proje kapsamında yapılan analizlerde, MIDI Toolbox'taki bilgisayar kodlarından yararlanılmaktadır. Bu araç, müzikal eserleri sembolik olarak *notematrix* adlı formatta temsil etmektedir (Tablo 2). 7 alandan oluşan bu kayıt yapısında 'Perde' sütünü dışındakiler TMM'yi temsil için yeterlidir. O sütun ise orijinal formatta tamsayılardan oluşur. 12 ton eşit temperamanlı sistem için bu çözümler yeterlidir. Fakat TMM'de bir oktavda daha fazla perde bulunduğu için, *SymbTr* formatından *notematrix*'e dönüşüm yapılırken bu alanı kesirli sayı ile ifade etmek gerekmiştir. Tamsayı olarak gösterilebilen biricik TMM perdesi, referans alınan çargah ve oktavlarıdır: 72 (+/- 12). Sözelimi *neva* perdesi ise 74.0377 değeri ile temsil edilir; çünkü bu iki perde arasında 9 Holder koması<sup>3</sup> genişliğinde bir aralık vardır ve değeri yaklaşık 203.77 cent'tir. Bu ise 2.0377 yarı-tona eşittir.

3- Oktavı iştisel olarak birbirine eşit 53 aralığa bölen müzikal birim.  $1200/53=22.64$  sente eşittir.

Başlangıç (Vuruş)	Süre (Vuruş)	MIDI Knl.	Perde	Şiddet	Başlangıç (sn)	Süre (sn)
0.00	0.950	1	74.0377	96	0	0.6783
1.00	0.950	1	69.0566	96	0.7140	0.6783
2.00	0.950	1	70.8679	96	1.4280	0.6783
3.00	1.425	1	72.0000	96	2.1420	1.0175
4.50	0.990	1	74.0377	96	3.2130	0.7069
5.50	0.950	1	76.0755	96	3.9270	0.6783
6.50	0.990	1	72.0000	96	4.6410	0.7069
7.50	0.495	1	74.0377	96	5.3550	0.3534
8.00	2.375	1	74.0377	96	5.7120	1.6967
10.50	0.950	1	67.0189	96	7.4980	0.6783

**Tablo II.** Neva Kâr'ın ilk birkaç notasının MIDI Toolbox notematrix formatındaki görünümü

Şekil 1 ve Tablo 1'de Neva Kâr'daki ezgi sınırları için elle işaretlenmiş yerler de görülmektedir (Şekilde dikey kırmızı çizgiler, tabloda 53 kodu ile gösterilen gri gölgeli satırlar). Aynı eseri Tenney ve Polansky ve LBDM algoritmalarıyla da bölütleyip piyano şeridi görünümünde tüm sınırlar yazdırılınca Şekil 2 elde edilmiştir.



**Şekil 2.** Nevâ Kâr notasının ilk 3 satırı için piyano rulosu görünümü. Elle konulan işaretler “Uzman” sözcüğü hizasından yukarıya doğru mavi, Tenney ve Polansky algoritması öngörüsü yeşil, LBDM'ninkiler ise eflatun olarak çizilmiştir.

LBDM algoritması ezgi sınırları için kesin sonuçlar vermek yerine her vuruş için sınır olasılıkları üretir. Şekil 2'deki eflatun çizgilerin yüksekliği bu olasılıkları temsil etmektedir. Dolayısıyla, eşik değerlendirme tekniği kullanılarak optimum sonucu veren değerin belirlenmesi gerekir. (Bozkurt vd. 2014)'te 200 eserin sembolik verileri üzerinde üç uzman ve LBDM'nin çeşitli eşik değerleri için verdiği çıktılar karşılaştırılmıştır. Buna göre optimum eşik değeri % 25'tir. Bu çalışma kapsamında incelenen 9 eser için ise LBDM sınırları, eşik değeri % 25 ve üstü değere sahip vuruşlar olarak seçilmiştir.

Projenin önemli hedeflerinden biri TMM için iyileştirilmiş algoritmalar geliştirip olabildiğince geniş bir repertuardaki eserlerin ezgi sınırlarını otomatik olarak belirlemektir. Bunun için uzmanların koyduğu sınırlarla algoritmalarının karşılaştırıp sayısal puanlar belirlemek gerekir. Çalışmamızda bu amaçla, 'örüntü tanıma' ve 'bilgi erişimi'nde yaygın olarak kullanılan F-ölçüt (*F-measure*) tekniğinden yararlanılmıştır. Van Rijsbergen'in (1979) 'etkinlik ölçümü' üzerine kurulmuş bu teknik, birçok başka uygulamanın yanı sıra bir deneyin duyarlılığını ölçmekte de kullanılmaktadır. Tekniğin dayandığı kesinlik (*precision*) ve andırma (*recall*) nicelikleri, uygulamamız bağlamında önce şu sayımların yapılmasını gerektirmektedir:

$d^+$ (Doğru artı)	$y^+$ (Yanlış artı)
Uzman sınır öngörmüş,	Uzman sınır öngörmemiş,
Algoritma sınır öngörmüş	Algoritma sınır öngörmüş
$y^-$ (Yanlış eksi)	$d^-$ (Doğru eksi)
Uzman sınır öngörmüş,	Uzman sınır öngörmemiş,
Algoritma sınır öngörmemiş	Algoritma sınır öngörmemiş

Bu dört değer elde olunca asıl iki nicelik

$$Kesinlik = k = \frac{d^+}{d^+ + y^+}$$

$$Andırma = a = \frac{d^+}{d^+ + y^-}$$

formülleriyle hesaplanmaktadır. Bunların sözel eşdeğer anlamları şöyledir:

Kesinlik: Doğru işaretlenen sınırların sayısı / İşaretlenen sınırların sayısı

Andırma: Doğru işaretlenen sınırların sayısı / Sınırların sayısı

Uzman işaretlemeleri doğru kabul edilmek suretiyle algoritma işaretlemelerinin isabet oranını belirlemek üzere, son olarak bunların ağırlıklı harmonik ortalaması olan F-ölçüt bulunmaktadır:

$$F\text{-ölçüt} = F_1 = 2 \frac{k \cdot a}{k + a} \quad (D.1)$$

*F-ölçüt* hesabı için önerilmiş orijinal formülde *kesinlik* ve *andırma* değerlerinin değişik ağırlıklara sahip olması mümkün olmakla birlikte, bu çalışmada sözkonusu iki parametre eşit ağırlıkta kabul edilmiştir.

Çok sayıda sınır belirleyip böylelikle uzmanın hemen tüm işaretleriyle örtüşen sonuçlar veren bir işaretleme stratejisi yüksek bir *andırma* değeri üretir, ancak bu takdirde *kesinlik* değeri düşük olur. Tersine çok az sayıda sınır koymak hatalı işaretlenen sınırların sayısının az olmasını sağlar, buna karşılık uzmanın birçok işaretlemesini iskalamış olur. Dolayısıyla 'kesinlik' yüksek, ama 'andırma' değeri düşük çıkar. Bu iki parametrenin fonksiyonu olduğu için, optimum uyum değerini belirlemek amacıyla F-ölçüte bakmak gerekir<sup>4</sup>.

## Sonuçlar

Bilgisayar kodları çalıştırılınca, uzman ile algoritmaların koyduğu sınırların örtüşme düzeyi için Tablo 3'teki sonuçlar elde edilmiştir. Çıktılar, 'kesinlik' ve 'andırma' değerlerinin dengeli dağıldığını göstermektedir. Buna göre, uzmanın bölütlemeleri doğru kabul edildiğinde Tenney ve Polansky algoritmasının bunlarla % 43.1, % 25'ten büyük eşik değerleri için LBDM'nin ise % 61.3 uyumlu olduğu sonucu çıkmaktadır.

	UZMAN (%)		
	KESİNLİK	ANDIRMA	F-ÖLÇÜT
TENNEY – POLANSKY	44.9	43.4	43.1
LBDM (> 0.25)	60.5	62.1	61.3

**Tablo 3.** Neva makamından 9 eser için algoritmaların öngördüğü sınırların uzman işaretleriyle örtüşme düzeyi

Literatürde en yaygın kullanılanlardan ikisi olan [Nooijer vd. 2008] bu algoritmaların birbiriyle örtüşme düzeyinin % 55.8 olduğu dikkate alınır (Tablo 4), TMM için özellikle LBDM'nin iyi sonuçlar ürettiği anlaşılmaktadır.

	LBDM (> 0.25)		
	KESİNLİK	ANDIRMA	F-ÖLÇÜT
TENNEY – POLANSKY	54.2	57.4	55.8

**Tablo 4.** Aynı eserler için iki algoritmanın örtüşme düzeyi

Ayrıca usul vuruşları ve makama özgü perdeler gibi parametreler de hesaba katılınca daha yüksek başarı düzeylerine ulaşılacağına ilişkin ipuçları vardır.

4- (D. 1) denkleminin simetrisi nedeniyle, uzman işaretlemelerini doğru kabul ederek hesaplanan F-ölçüt değeri ile algoritma işaretlemelerini doğru kabul ederek hesaplanan F-ölçüt değerinin eşit olduğu gözönünde bulundurulmalıdır.



**Teşekkür**

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında desteklenmiştir (No: 112E162).

İncelediğimiz eserlerin 8 adedinin ezgi sınırlarını işaretleyen Sayın Şirin Karadeniz'e teşekkür ederiz.

**Referanslar**

- Ahlbäck, Sven. 2004. *Melody Beyond Notes: A Study of Melody Cognition*. Göteborg: Göteborg University.
- Bozkurt, Barış, M. Kemal Karaosmanoğlu, Bilge Karaçalı, & Erdem Ünal. 2014. "Usul and Makam driven automatic melodic segmentation for Turkish music". *Journal of New Music Research*, (ahead-of-print), s. 1-15.
- Bregman, Albert. S. 1990. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Bruderer, Michael. J. McKinney, Martin F., Kohlrausch, Armin. 2009. "The Perception of Structural Boundaries in Melody Lines of Western Popular Music". *Musicae Scientiae* 13(2):273-313.
- Cambouropoulos, Emiliós. 1998. "Towards a General Computational Theory of Musical Structure" Yayınlanmamış Doktora Tezi, The University of Edinburgh.
- Cambouropoulos, Emiliós. 2001. "The Local Boundary Detection Model (LBDM) and its Application in the Study of Expressive Timing". *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC)*, Havana, Cuba, s. 290-293.
- Clarke, Eric F., Carol L. Krumhansl. 1990. "Perceiving musical time." *Music Perception* 7(3):213-252.
- Deliége, Irene. 1987. "Grouping conditions in listening to music: An Approach to Lerdahl and Jackendoff's Grouping Preference Rules". *Music Perception* 4(4): 325–360.
- Dikmen, Mustafa Doğan, 2011. *Darülelhan Külliyyatı* [CD]. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İstanbul Kültür ve Sanat Ürünleri Tic. A.Ş.
- Eerola, Tuomas, Petri Toiviainen. 2004. "MIR in Matlab: The MIDI Toolbox". *Proceedings of 5th International Conference on Music Information Retrieval*. s. 22–27.
- Frankland, Bradley W., Annabel J. Cohen. 2004. "Parsing of Melody: Quantification and Testing Of The Local Grouping Rules of Lerdahl and Jackendoff's A Generative Theory of Tonal Music". *Music Perception*. 21(4): 499–543.
- Karaosmanoğlu, M. Kemal. 2012. "A Turkish Makam Music Symbolic Database for Music Information Retrieval: SymbTr". In *Proc. Int. Society for Music Information Retrieval (ISMIR)* Porto, Portugal. s. 229 - 234.
- Krumhansl, Carol L. 1996. "A perceptual Analysis of Mozart's Piano Sonata K. 282: Segmentation, Tension, and Musical Ideas." *Music Perception* 13(3): 401-432.
- Lerdahl Fred, Jackendoff Ray. 1999. *A Generative Theory of Tonal Music* (2nd Ed.). Cambridge: MIT Press.
- Nooijer, Justin de, Frans Wiering, Anja Volk, Hermi J.M. Tabachneck-Schijf. 2008. "Cognition-based Segmentation for Music Information Retrieval Systems". In *Proceedings of the Fourth Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM08)*.

- Palmer, Caroline, Carol L. Krumhansl. 1987. "Pitch and Temporal Contributions To Musical Phrase Perception: Effects of Harmony, Performance Timing and Familiarity". *Perception and Psychophysics* 41(6): 505–518.
- Pearce, Marcus, Daniel Müllensiefen, Geraint A. Wiggins. 2010. "Melodic Grouping in Music Information Retrieval: New Methods and Applications". *Advances in Music Information Retrieval*, Springer, s.364-388.
- Peretz, Isabelle. 1989. "Clustering in Music: An Appraisal of Task Factors". *International Journal of Psychology*. 24(2): 157–178.
- Tan, Norma, Rita Aiello, Thomas G. Bever. 1981. "Harmonic Structure as a Determinant of Melodic Organization". *Memory and Cognition* 9(5): 533–539.
- Temperley, David. 2001. *The Cognition of Basic Musical Structures*. Cambridge: MIT Press.
- Tenney, James, Larry Polansky. 1980. "Temporal Gestalt Perception in Music". *Journal of Music Theory* 24(2): 205-41.
- Van Rijsbergen, C. J. 1979. *Information Retrieval*. London: Butterworths.
- Van der Werf, Sybrand, Petra Hendriks. 2004. "A Constraint Based Approach to Grouping in Language and Music". *Proceedings: First Conference on Interdisciplinary Musicology CIM04*, Graz, Austria.