

## TURKISH MUSIC OF MELODIC SEGMENTATION ALGORITHMS EXAMINING HIS WORKS

Erhan ZETEROĞLU<sup>\*a</sup>

\* Öğr. Gör. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Müzik Bölümü, Müzikoloji ABD.

### Abstract

With this research, it is aimed to determine what kind of results the segmentation algorithms give on Turkish music works. In the research, the segmentation results of the Segment Prob, Segment Gestalt and Local Boundary Detection Model (LBDM) algorithms in the MIDI Toolbox software developed on the Matlab platform in Turkish music works were evaluated. These results were compared with expert segmentation for a previous study. As a result of the trials conducted within the scope of the research, the closest result to the expert segmentation was the LBDM algorithm with a threshold value of 0.2. Algorithm and expert segmentation were composed in different maqams and forms and tested on 10 randomly selected works. It has been seen that the algorithm gives results close to experts on these works. Although there is information in some sources about the success of the LBDM algorithm, no comparison of expert segmentation with visual examples has been found on the notation of Turkish music works and with this threshold value. This situation shows the importance of the research.

**Keywords:** Segmentation, Turkish Music, Musical Analysis

## MELODİK SEGMENTASYON ALGORİTMALARININ TÜRK MÜZİĞİ ESERLERİ ÜZERİNDE İNCELENMESİ

### Özet

Bu araştırmayla, segmentasyon algoritmalarının Türk müziği eserleri üzerinde nasıl bir sonuç verdiğini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada, Matlab platformunda geliştirilmiş olan MIDI Toolbox yazılımında yer alan Segment Prob, Segment Gestalt ve Local Boundary Detection Model (LBDM) algoritmalarının Türk müziği eserlerindeki bölütleme sonuçları değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar daha önce bir araştırma için yapılmış olan uzman bölütlemeleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma kapsamında yapılan denemeler sonucunda uzman bölütlemelerine en yakın sonuç, eşik değeri 0.2 olarak belirlenen LBDM algoritması olmuştur. Algoritma ve uzman bölütlemeleri farklı makam ve formda bestelenmiş, rastgele seçilen 10 eser üzerinde denenmiştir. Algoritmanın bu eserler üzerinde uzmanlara yakın sonuç verdiği görülmüştür. LBDM algoritmasının başarısı hakkında bazı kaynaklarda bilgiler yer alsa da, Türk müziği eserleri notasyonu üzerinde ve bu eşik değeriyle uzman bölütlemelerinin görsel örneklerle karşılaştırılmasına rastlanmamıştır. Bu durum araştırmanın önemini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bölütleme, Türk Müziği, Müzikal Analiz

### 1. Giriş

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birçok alanda insanların görevini bilgisayar üstlenmiştir. Bu alanlardan biri de müzik olmuştur. Önceleri uzmanların inceleyerek yapmış olduğu eser analizleri, yapılan çalışmalarla, bilgisayar üzerinde algoritmalar yardımıyla yapılmaya başlanmıştır. Bu algoritmaların geliştirilmesiyle, bazen uzmanların bile fark edemediği ayrıntıları tespit etmek mümkün olmaktadır. Bilgisayar desteğiyle yapılan ilk analiz örneklerine, öncelikle Tonal yani Batı müziğine yönelik yapılan araştırmalarda rastlanmaktadır. Daha sonra bu araştırmalar Makamsal müzik üzerine de yapılmaya başlanmıştır.

Tenney ve Polansky'nin (1980) Gestalt yakınlık ve benzerlik ilkelerinden yola çıkarak elde edilen yeni bir hesaplamalı formülün geliştirilmesi ile oluşturulmuştur. Segment Gestalt algoritması olarak günümüzde

<sup>a</sup> Sorumlu Yazar E-mail: erhan\_zeteroglu@hotmail.com / Doi: 10.22252/ijca.1316011

kullanılan bu bölütleme algoritması, yaptığı bölütlemelerde iki farklı sonuç elde etmektedir. Biri 'Clang' diğeri ise 'Segment' bölütlemesidir. Clang bölütlemeleri motifleri, Segment bölütlemeleri ise cümle (phrase) ya da cümle gruplarını (phrase group) göstermektedir.

Kesit Olasılıkları (Segment Probabilities), Segment Prob diye kısaca bahsedilecek olan bu algoritma, Essen Folksong Collection'daki (Schaffrath & Huron, 1995) eserlerin segment sınırlarını belirlemiştir. Bu sınırlar ton, aralık ve nota süresine dayalı olarak, farklı değerdeki olasılıklar ile belirlenmiştir. Segment Gestalt ve Segment Prob algoritmaları, örnek bir eserin makul gördüğü bölümlerinde segmentasyon tahminleri üretmektedir.

Local Boundary Detection Model (LBDM) yerel sınır tespit modeli olarak Cambouropoulos, E. (2001) tarafından geliştirilmiştir. Bu algoritma hangi değerden büyük olanları sınır olarak kabul edileceğini, belirlenen eşik değeri üzerinden tespit etmektedir. LBDM'nin önerilen geliştirilmiş versiyonu iki kurala dayanmaktadır. "Birincisi değişim kuralı (CR): Sınır güçleri, ikisi arasındaki değişimin derecesiyle orantılıdır. Ardışık aralıklar, iki aralıktan birine eklenir (her iki aralık da aynıysa, hayır sınır önerilir). İkincisi ise, yakınlık kuralı (PR): Ardışık iki aralık farklıysa, daha büyük aralık orantılı olarak daha güçlüdür" (Cambouropoulos, 2001).

## 2. Yöntem

Bu araştırma ile Matlab R2017b platformunda geliştirilmiş olan MIDI Toolbox (Eerola & Toiviainen, 2004) yazılımında kullanılan Segment Prob, Segment Gestalt ve LBDM algoritmalarının Türk müziği eserlerinde nasıl bir sonuç verdiği araştırılmıştır. Bu algoritmaların elde ettiği sonuçlar ile bir başka araştırma için uzmanların yapmış olduğu bölütlemeler karşılaştırılıp, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu karşılaştırmada anlamlı sonuç elde edilmesi amacıyla algoritmaların çıktılarına farklı eşik değerleri verilerek, uzman bölütlemelerine yakın bir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmada kullanılan algoritmalar, bölütlemeleri MIDI verileri üzerinden yapmaktadır. Bölütlemelerde kullanılan MIDI verileri SymbTr<sup>b</sup> veritabanından alınmıştır. Algoritmaların bölütlemelerine ait görseller, bu araştırmada örneklem olarak rastgele seçilmiş olan Hacı Arif Bey'e ait "Aşık Oldur" adlı eser üzerinde gösterilmiştir.

### 2.1. Amaç

Araştırmanın amacı, müzik eserlerinde bölütleme yapmak üzere geliştirilmiş ve üzerinde çalışılan 3 algoritmayı, Türk müziği eserleri üzerinde uzman bölütlemeleriyle karşılaştırıp, kullanılabilirliğini test etmektir. Bu amaç doğrultusunda sonraki çalışmalar için araştırmacılara Türk müziği üzerinde bu algoritmaları kullanıp kullanmayacakları konusunda rehber olması amaçlanmıştır.

### 2.2. Önem

Bu araştırma, üzerinde çalışılan 3 algoritmaya farklı eşik değerleri verilmesi ve uzman bölütlemeleriyle notasyon üzerinde görsel olarak karşılaştırılması bakımında önem taşımaktadır. Araştırmada verilen eşik değerlerinin daha önce hiçbir araştırmada kullanılmayıp, bu araştırma için yapılan denemeler sonucu elde edilmesi de bu araştırmanın bir başka önemini göstermektedir.

## 3. Bulgular ve Yorum

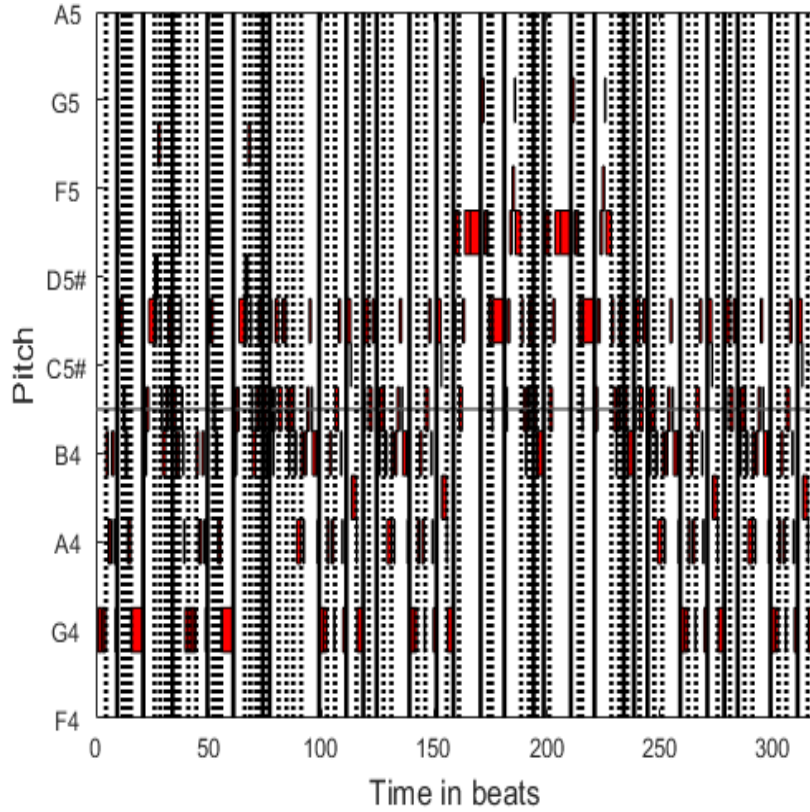
### 3.1. Segment Gestalt

Segment Gestalt algoritması Clang boundaries (kesik çizgiler) ve Segment boundaries (düz çizgiler) diye iki farklı bölütleme yapmaktadır. Clang bölütlemesi eserin motiflerine yönelik tahmin yürütmektedir. Segment bölütlemesi ise, motiflerin oluşturduğu cümle ya da cümle gruplarına yönelik tahminini yapmaktadır.

---

<sup>b</sup> Mustafa Kemal Karaosmanoğlu tarafından oluşturulan bir veritabanıdır. <https://github.com/MTG/SymbTr> adresinden erişilmiştir.

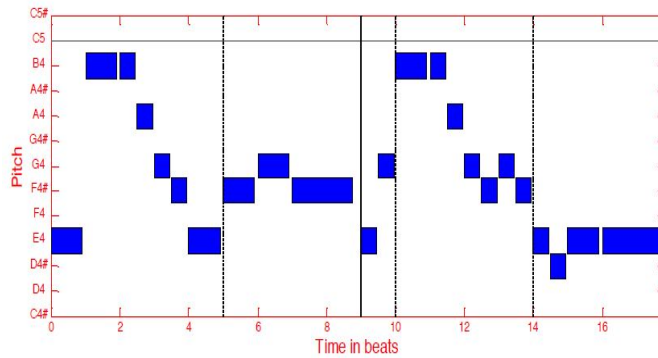
Şekil 1. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserinin Segment Gestalt Algoritması ile Bölütleme Görseli



Şekil 1'deki görselde görüldüğü gibi bölütlemeler kesik ve düz çizgiler ile yapılmıştır. Görselin sol tarafında yer alan harfler notaları, yanında bulunan rakamlar ise notaların buldukları oktavları ifade etmektedirler. Eserdeki notalar MIDI verileri olarak girildiğinden ve bu verilerin tampere sisteme göre uyarlanmasından dolayı, günümüzde Türk müziğinde kullanılan Arel-Ezgi-Uzdilek sistemindeki koma değerleri burada gösterilememektedir.

Segment ve Clang çizgilerinin daha belirgin gösterilmesi açısından örnek olarak Şekil 2 verilmiştir. Daha az nota üzerinde olduğu için Lâksin Minä Kesâyönä adlı eserin bölütlenmiş görseli (Şekil 2) ile bölütlemeler daha net görülebilmektedir.

Şekil 2. "Lâksin Minä Kesâyönä" Adlı Eserin Segment Gestalt Algoritması ile Bölütlenmiş Görseli



(Eerola & Toiviainen, 2004, 32).

Resim 1. Bir Araştırma için Yapılmış Üç Uzman Bölütlemesi

**Aşık Oldur Kim Kılar...**  
Rast Şarhı

Usul: **Curcuna**  
= 216 → 3 Dk 1 Sa

Beste: **Hacı Ârif Bey (1831 - 20/7/1885)**  
Güfte: **Fuzûlî (? - )**

Expert 1 (cc): ———  
Expert 2 (eo): - - - -  
Expert 3 (kb): - - - -

(Bozkurt, Karasmanoğlu, Karaçalı ve Ünal, 2014).

Resim 1’de algoritmaların tahminleriyle karşılaştırılmak üzere, daha önce başka bir araştırma için yapılmış olan uzmanların yaptığı bölütleme görseli yer almaktadır. Eserde yapılmış olan iki uzman bölütlemesinden biri olan Expert 1 (1. uzman) düz çizgilerle, Expert 2 (2. uzman) ise kesik çizgilerle gösterilmiştir. Resim 1’deki notada da görüldüğü gibi uzmanların bölütlemelerinin tümü aynı yerde değildir. Bu durum, uzmanlarda bile bölütlemeye dair standart bir kriter olmadığını göstermektedir. Bu araştırmada algoritma çıktılarıyla karşılaştırılmak üzere referans alınan uzman bölütlemeleri arasından biri olan Expert 1’in (cc) bölütlemeleri kullanılmıştır. Bu uzman tercihi Random olarak seçilmiştir.

Resim 2. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" İsimli Eserinin Segment Gestalt Algoritması  
Clang Sınırları (Kısa Çizgi) ve Uzman Bölütlemesi (Nokta)

**Âşık Oldur Kim Kılar Canın Fedâ Cânânına**  
Rast Şarkı

Usul: Curcuna  
♩ 216 ⇒ 3 Dk 1 Sn

Beste: Hacı Ârif Bey (1831 - 207/1885)  
Güfte: Fuzûlî

Âşık oldur kim kılar cânın fedâ cânânına  
Meyli cânân etmesin her kim ki kıymaz cânına  
Cânını cânânına vermektir kemâli âşıkım  
Vermeyen cân itiraf etmek gerek noksanına

Resim 2'de görüldüğü gibi algoritmanın Clang bölütlemelerinin sayısı, uzman bölütlemelerinden çok daha fazladır. Bu bölütlemeleri motif olarak yaptığı varsayılsa da, bir motifi oluşturacak anlamlı en az iki notanın oluştuğunu söylemek doğru olmaz. Bu nedenle algoritmanın anlamlı bölütleme yapmadığı görülmektedir.

Resim 3. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" İsimli Eserinin Segment Gestalt Algoritması Segment Sınırları (Kısa Çizgi) ve Uzman Bölütlemesi (Nokta)

**Âşık Oldur Kim Kılar Canın Fedâ Cânânına**  
Rast Şarkı

Usul: Cürçuna  
♩ 216 ⇒ 3 Dk 1 Sn

Beste: Hacı Ârif Bey (1831 - 20/7/1885)  
Güfte: Fuzûlî

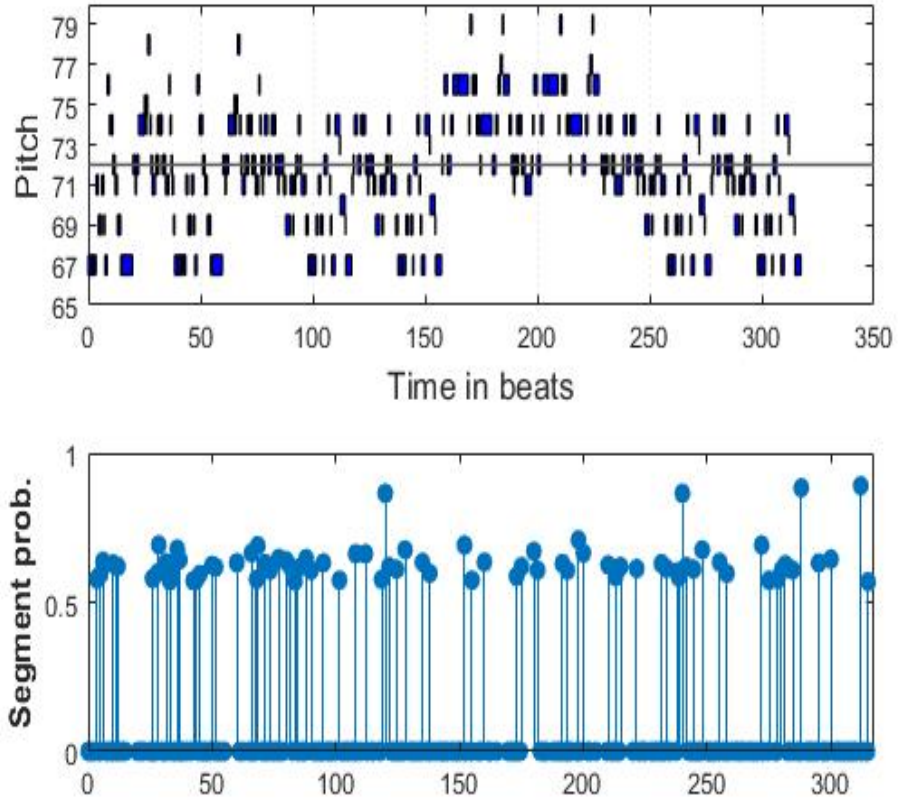
Âşık oldur kim kılar cânın fedâ cânânına  
Meyli cânân etmesin her kim ki kıymaz cânına  
Cânını cânânına vermektir kemâli âşıkın  
Vermeyen cân itiraf etmek gerek noksanına

Eserde görüldüğü gibi Segment bölütlemeleri ile uzman bölütlemeleri sayısı birbirine yakındır. Bu durumda uzmanların bölütlemelerine Segment bölütlemeleri denilebilir. Fakat eserin notası üzerinde görüldüğü gibi algoritma bölütlemesi ile uzmanların bölütlemeleri aynı yerde olmamıştır. Bu durum Segment Gestalt algoritmasının bu eserde doğru sonuç vermediğini göstermektedir.

### 3. 2. Segment Prob

Segment Prob algoritması, Segment Gestalt gibi MIDI verileri üzerinden olasılık tahminleri yapmaktadır. Şekil 3'te *Pitch* (perde) olan kısımda MIDI numaraları yer almaktadır. Bu numaralara karşılık gelen notalar ise, piyano rulosu üzerinde gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi eserin notası 67 MIDI numarasıyla başlamaktadır. Bu numaraya denk gelen nota ise G4 (4. oktav Sol notası) olmaktadır. Zaten eser Rast makamında olduğundan dolayı bu makamın karar sesi G4 yani Rast perdesidir.

Şekil 3. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserin Piyano Rulosu ile Segment Prob Algoritmasının Bölütleme Olasılıkları



Şekil 3'te görüldüğü gibi algoritma belirli seviyelerde bölütleme olasılıkları sunmaktadır. Fakat sol tarafta 0.5 ve 1 eşik seviyelerinin yer alması, eşik seviyelerine yönelik fazla seçenek olmadığını göstermektedir. Yine Şekil 3'te görüldüğü gibi 0.5 eşik seviyesinin bile seçilmesi, neredeyse hiçbir bölütleme olasılığını etkilememektedir.



Resim 4. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserinin Segment Prob Algoritması (Kısa Çizgi) ve Uzman Bölütlemesi (Nokta)

**Âşık Oldur Kim Kılar Canmı Fedâ Cânânma**  
Rast Şarkı

Usul: Curcuna  
♩ 216 ⇒ 3 Dk 1 Ss

Beste: Hacı Ârif Bey (1831 - 20/7/1885)  
Güfte: Fuzûlî

Âşık oldur kim kılar canmı fedâ cânânma  
Meyli cânân etmesin her kim ki kıymaz cânma  
Cânım cânânma vermekdir kemâli âşıkım  
Vermeyen cân itiraf etmek gerek noksanma

Segment Prob algoritması, eserin notası üzerinde de görüldüğü gibi uzman bölütlemelerinden daha çok sayıda bölütleme yapmıştır. Bu sayıdaki bir bölütleme, motif bölütlemesi olarak görülse de motif birbiriyle bir anlam oluşturan en az iki notadan meydana gelmektedir. Bu durumda Segment Prob algoritmasının bu eserde anlamlı bir sonuç verdiğini söylemek doğru olmaz.

Bu algoritmanın bölütlemesinde eşik değeri 6 olarak belirlenmiştir. Çıkan sonuçlarda bir motif bile oluşmayacak olacak tek notanın olması, elde edilen sayısal verilere bir eşik değeri daha eklemeye gereksinimi doğurmuştur. Bu verilecek değerin uzman bölütleme sayısı ile yakın bir sayıda bölütleme yapmış olan bir eşik değeri olması uygundur. Elde edilen sayısal veriler doğrultusunda 0.63 eşik değeri verilerek anlamlı ve en azından bir motif ifade edecek müzik parçası aranmıştır. Fakat bu eşik değeri verilmesine rağmen, algoritma uzman bölütlemeleriyle aynı yerlerde bölütleme yapmamıştır.



Resim 4. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserinin 0.63 Eşik Değeri Uygulanmış Segment Prob Algoritması (Kısa Çizgi) ve Uzman Bölütlemesi (Nokta)

**Âşık Oldur Kim Kılar Câmın Fedâ Cânânına**  
Rast Şarkı

Usul: Cürca na  
♩ 216 ⇒ 3 Dk 1 Sn

Beste: Hacı Ârif Bey (1831 - 207/1885)  
Güfte: Fuzûlî

Âşık oldur kim kılar câmın fedâ cânânına  
Meyli cânân etmesin her kim ki kıymaz cânına  
Cânını cânına vermektedir kemâli âşıkım  
Vermeyen cân itiraf etmek gerek noksanına

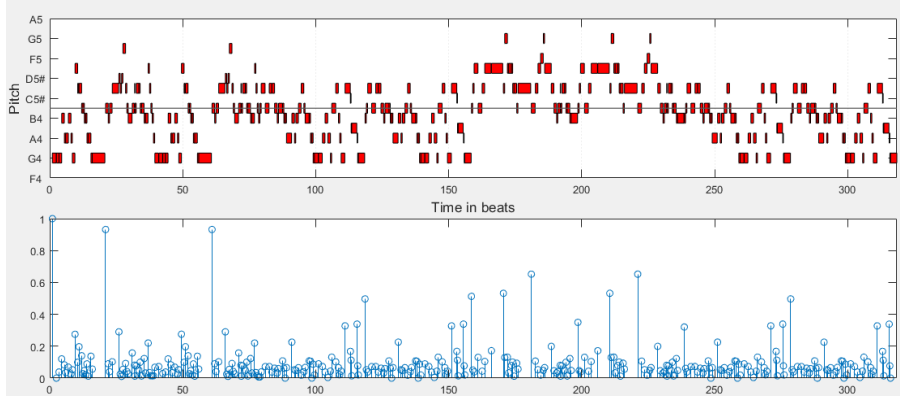
### 3. 3. LBDM Algoritması

Diğer algoritmalar gibi LBDM algoritması da MIDI verileri üzerinden tahmin yapmaktadır. Örneklem olarak seçilmiş olan Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserin piyano rulosu ve algoritma çıktısı Şekil 4'te yer almaktadır. Piyano rulosunun sol kısmında yine Segment Gestalt algoritmasının oluşturduğu piyano rulosu gibi, notaların harf ile gösterimi ve harflerin yanında hangi oktavda olduklarına dair bilgi yer almaktadır.

Algoritmanın çıktısından elde edilen şeklin sol tarafında 0'dan başlayarak 0.2 değerinde artan rakamlar yer almaktadır. Bu rakamlar algoritmanın yaptığı bölütlemeleri farklı seviyelerde göstermektedir. Şekil 4'te görüldüğü gibi sol tarafta bulunan eşik değerleri, farklı seviyelerdeki algoritma tahminleri arasından farklı sonuçlar elde etmeyi sağlamaktadır. Yapılan denemeler sonucunda bu eşik değerleri arasından 0.2 değeri

seçilip, bu değer üzerindeki bölütlemeler dikkate alındığında uzman bölütlemelerine en yakın sonuç elde edilmiştir.

Şekil 4. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserinin Piyano Rulosu ve LBDM Algoritması Bölütleme Görseli



Resim 5. Hacı Arif Bey'e ait Rast Makamındaki "Aşık Oldur" Adlı Eserinin LBDM Algoritması 0.2 Eşik Değeri (Kısa Çizgi) ve Uzman Bölütlemesi (Nokta)

**Âşık Oldur Kim Kılar Cânın Feda Cânânına**  
Rast Şarkı

Uslu: Curcuna  
♩ 216 ⇒ 3 Dk 1 Sn

Beste: Hacı Arif Bey (1831 - 20/7/1885)  
Güfte: Fuzûlî

Â şık ol dur kim kı lar  
câ nın fe dâ câ  
nâ nu na SAZ . . . na SAZ . . .  
Mey li câ nân et me sin  
Ver me yen cân i ti raf  
her kim ki kry maz  
et mek ge rek nok  
câ nu na SAZ . . . na SAZ . . .  
Câ nı nı câ nâ na ver  
mek dir ke mâ li  
â şık ol dur kim kı lar cânın fedâ cânın ma  
Meyli cânın etmesin her kim ki kıymaz cânın ma  
Cânın cânına vermekdir kemâli âşıkın  
Vermeyen cân itiraf etmek gerek noksanına

Resim 5'te görüldüğü gibi algoritma bölütlemeleri, uzman bölütlemeleriyle tutarlı bir şekilde bölütleme yapmıştır. Algoritma 10 bölütlemeyi uzman bölütlemesiyle aynı yerde, 4 bölütlemeyi farklı yerlerde yapmıştır. Uzmanların bölütleme yaptığı 7 yerde ise bölütleme yapmamıştır.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada Matlab platformunda geliştirilmiş olan MIDI Toolbox yazılımında, Melodik Segmentasyon için üç tane algoritma kullanılmıştır. Bu algoritmalar MIDI verileri üzerinden bölütlemeler yapmaktadır. Bölütlemeler için Segment Gestalt, Segment Prob ve LBDM algoritmaları kullanılmıştır. Daha önce bir çalışmada kullanılmak üzere uzmanlara yaptırılmış olan bölütlemeler, bu algoritma bölütlemeleriyle karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda Clang bölütlemelerinin, algoritmanın öngördüğü motif sınırlarını belirlemeye yönelik bir bölütleme yaptığı görülmüştür. Fakat anlamlı bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Segment bölütlemelerinin ise, motiflerden oluşan cümle ve cümle gruplarını öngördüğü tespit edilmiştir. Hem Clang hem de Segment bölütlemelerinin, uzmanların yaptığı bölütlemeler ile aynı yerlerde bölütleme yapmadığı tespit edilmiştir.

İkinci algoritma olan Segment Prob algoritması ile uzmanların bölütlemelerinin öncelikle eşik değeri 6 olarak belirlenip karşılaştırılmıştır. Uzman bölütlemelerinden uzak bir sonuç elde edilmiştir. Daha sonra verilere uygulanan 0.63 eşik değeriyle uzmanlara yakın seviyede bölütleme sayısı elde edilmiştir. Fakat bu duruma rağmen bölütlemeler, uzman bölütlemeleriyle aynı yerlerde olmamıştır.

Son olarak üçüncü algoritma olan LBDM algoritması ile bu eser bölütlenmiştir. Verilen eşik değerleri arasından uzman bölütlemesine en yakın sonuç 0.2 eşik değeri ile bulunmuştur. Bu eşik değeriyle farklı makam ve formda bestelenmiş olan toplam 10 eserin<sup>c</sup> bölütlemeleri yapılmıştır. Random seçilen bu eserler ile uzman bölütlemelerinin verdiği sonucun büyük ölçüde tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Türk müziği eserlerini bölütlemeye LBDM algoritmasının 0.2 eşik değeri ile yaptığı bölütlemelerin, diğer eserlerde de kullanılabileceği tespit edilmiştir.

LBDM algoritması için daha önce bir çalışmada (Nooijer, vd., 2008) farklı eşik değerleri kullanılarak, algoritma başarısı test edilmiştir. 0.4, 0.5, 0.6 eşik değerleriyle denenen bu algoritma, her eşik için sırasıyla algoritma LBDM4, LBDM5 ve LBDM6 olarak adlandırılmıştır. Bahsi geçen bu çalışmada LBDM algoritmasının başarılı sonuçlar verdiğinden bahsedilmiştir. Başka bir çalışmada da LBDM algoritmasının başarılı bölütleme yaptığı hakkında bilgi verilmiştir. "Literatürdeki sistemler arasında LBDM ve ardından Grouper en yüksek başarıma sahiptir" (Bozkurt, Karaosmanoğlu, Karaçalı ve Yazıcı, 2014: 45).

LBDM algoritması yerli ve yabancı birçok çalışmada da anlamlı sonuçlar vermiştir. Fakat bu çalışma gibi Türk müziği eserleri üzerinde, eşik değeri belirlenerek ve uzman bölütlemeleriyle notasyon üzerinde karşılaştırılarak somut bir sonuç ortaya koyulduğu gözlemlenmemiştir. Algoritma hakkında sayısal verileri ya da tutarlılığı konusu dışında, eser notası üzerinde gösterilerek bir çalışma yapılmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmayla elde edilen 0.2 eşik değeri, araştırmacı tarafından bu çalışma için yapılan denemeler sonucunda elde edilmiştir.

#### 3.1. Kaynakça

Bozkurt, B., Karaosmanoğlu, M. K., Karaçalı, B. ve Ünal, E. (2014). Türk Makam Müziği Notaları için Otomatik Ezgi Bölütleme, <https://www.researchgate.net/publication/271461529> (E.T.: 10.12.2022).

Bozkurt, B., Karaosmanoğlu, M. K., Karaçalı, B. ve Ünal, E. (2014). Usul and Makam Driven Automatic Melodic Segmentation for Turkish Music, <https://openaccess.iyte.edu.tr/bitstream/11147/5651/1/5651.pdf> (E.T. 10.01.2023).

Bozkurt, B., Karaosmanoğlu, M. K., Karaçalı, B. ve Yazıcı, Z. F. (2014). Türk Makam Müziğinin Otomatik Ezgi Analizi, <https://www.researchgate.net/publication/336650101> (E.T.: 10.12.2022).

Cambouropoulos, E. (2001). The Local Boundary Detection Model (LBDM) and Its Application In The Study of Expressive Timing, In Proceedings Of The International Computer Music Conference (pp. 17-22). Vienna, Austria: January 2021.

<sup>c</sup> <https://www.researchgate.net/profile/Erhan-Zeteroglu> adresinden 10 eserin nota üzerindeki bölütlenmiş görseline erişilebilir.

Eerola, T. & Toiviainen, P. (2004). MIDI Toolbox: Matlab Tools For Music Research. 5th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR), Barcelona, Spain: 10-14 October 2004.

Karaosmanoğlu, M. K. SymbTr. <https://github.com/MTG/SymbTr> (E.T.: 13.04.2023).

Nooijer, J. de, Wiering, F., Volk, A. & Tabachneck-Schijf, H.J.M. (2008). Cognition-Based Segmentation for Music Information Retrieval Systems, In Proceedings of the Fourth Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM08) 399-407, Thessaloniki, Greece: 2-6 July 2008.

Schaffrath, H. (1995). The Essen Folksong Collection in the Humdrum Kern Format. Huron, D. (ed.). Menlo Park, CA: Center for Computer Assisted Research in the Humanities. 1995.

Tenney, J., & Polansky, L. (1980). Temporal Gestalt Perception in Music. *Journal of Music Theory*, 205-241.