



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 9 Sayı: 43 Volume: 9 Issue: 43

Nisan 2016 April 2016

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

MICRO-MARKOV: MARKOV ANALİZİ İLE MİKROTONAL, ALGORİTMİK BESTELEME UYGULAMASI MICRO-MARKOV: A MICROTONAL ALGORITHMIC COMPOSITION APPLICATION WITH MARKOV ANALYSIS

Serdar ÇELİK*

Öz

Bu araştırma bir MIDI dosyasını melodik ve ritmik olarak analiz ederek kendi veri tabanı oluşturan, bu veritabanına birinci ve ikinci sıra Markov Analizi ile işleyebilen Micro-MARKOV uygulaması programlandı. Markov Analizi, niceleme, seslendirme ve notasyon gibi pek çok işlemi tek bir uygulama içinde birleştirmesinin yanı sıra; Markov Zinciri işlemi sonunda bütün kromatik adımdaki perdelerin sent değerini -99 ve +99 birimleri arasında değiştirerek seslendirebilen ve onları uygun arıza işaretleriyle notaya alabilen Micro-MARKOV, aynı zamanda perde sent değerlerini gerçek zamanlı değiştirilebilen ilk mikrotonal algoritmik besteleme örneğidir.

Anahtar Kelimeler: Markov Analizi, Algoritmik Besteleme, Mikrotonalite, Max/MSP, MIDI, Müzik Teknolojisi.

Abstract

In this research Micro-MARKOV application was programmed which can analyze melodic and rhythmic line of MIDI file with first and second order Markov Chain and thus it can generate own database. Micro-MARKOV is the first microtonal algorithmic composition sample which can real time change sent values of all keys that between -99 and +99 and it can compound Markov Analysis, quantization, playbacing and notation progresses on an application.

Keywords: Markov Analysis, Algorithmic Composition, Microtonality, Max/MSP, MIDI, Music Technology.

1. Giriş:

Müziği oluşturan ritim, perde, gürlük gibi pek çok değişkenin sayısal değişkenlerle ifade edilebildiği günümüzde, bilgisayar işlem ve depolama gücünün gelişimiyle paralel olarak bilgisayar tabanlı müzik üretim ve tüketim pratikleri sürekli değişim göstermiş; ses ve müziğin analizi, düzenlenmesi, notaya alınması, yeniden seslendirilmesi, kaydedilmesi ile ilgili algoritmaların yeterlilikleri ve kapasitesi günden güne genişlemeye devam etmiştir. Bu algoritmalarla hazırlanan müzik uygulamaları bir müzik fikrini düzenlemek ve oluşturmak için kullanılabilir gibi, yeni bir müzik fikri ön tanımlı veri tabanını işleyen algoritmalarla bilgisayar işlemcisi tarafından da oluşturulabilmektedir. Bu durumda müziğin bestelenmesi, düzenlenmesi, seslendirilmesi, kaydedilmesi için kullanılan müziğin algoritması olarak ifade edilebilecek sayısal kodlama işlemi, tersine bir biçimde algoritmanın müziği ya da günümüzde kullanıldığı haliyle Algoritmik Besteleme (AB) biçimine dönüşmüştür. Algoritmik müzik, özerk ya da yarı özerk bilgisayar sistemleri tarafından oluşturulan bir müziktir ve algoritmik besteleme algoritmik müzik için kullanılan bir müzik besteleme yöntemidir (Semb and Smage, 2006: 18-19).

Her ne kadar AB için çeşitli yöntemler (Papadopoulos and Wiggins, 1999) olmakla birlikte bu alanda yapılan çalışmalar tampare edilmiş ses sistemiyle uygulama alanı bulabilmiştir (Ames, 1989; Chaian and Vorcoe, 2001; Chordia, 2010). Bunun temel sebebi müzik yazılım donanım endüstrisinin tampare perde sistemi için belirlenmiş MIDI tuning sistemini kullanması gösterilebilir. Bu sebeple mikrotonal perdeler içeren ses sistemleri ile yapılan algoritmik besteleme çalışmaları literatürde sınırlı kalmış, analiz, düzenleme, işleme, notaya alma ve mikrotonal seslendirme gibi birbirinden farklı pek çok işlem için farklı uygulamaların kullanıldığı uzun işlem süreçleri oluşmuştur. Yalçınkaya (2004) Hüseyini makamına ait TRT repertuarından seçilmiş 45 eserin ezgisel ve ritmik analizi için farklı bir uygulama kullanmış, analizlerden oluşturduğu veri tabanı ile Markov Zinciri kullanarak Hüseyini makamının ezgisel ve ritmik unsurlarıyla algoritmik besteleme örneği sunmuş, ancak bu çalışmada mikrotonal seslendirmeye yer verilmemiş, Hüseyini makamında kullanılan segah perdesi yerine tampare perde sisteminin Si perdesi kullanılmıştır. Markov Analizi kullanılarak oluşturulmuş bir diğer veri tabanı (Uzun hava Humdrum Database) çalışması (Şentürk and Chordia, 2011) hüseyini ve hicaz makamları için hazırlanmış, makamlara ait mikrotonal perdelerin seslendirme aşamasından bahsedilmemiştir. Makamlar üzerine yapılmış bir diğer çalışmada veri tabanı aşamasında n-gram kullanılmış ve mikrotonal seslendirme

* Assistant Professor, Ph.D., Cumhuriyet University, Faculty of Fine Arts, Department of Music.

işlemleri için farklı bir platformda Mus2 (www.mus2.com.tr) uygulamasından yararlanılmıştır (Alpkoçak and Gedik, 2006).

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen bütün işlem süreçlerini tek bir uygulama altında birleştirebilen, perde sent değerlerini -99 ve +99 sent değerleri arasında gerçek zamanlı değiştirebilen, bu sent değişimlerini GM çalgılarıyla seslendirebilen, Bach Paketi(www.bachproject.net) desteği ile notaya alabilen mikrotonal perdeli algoritmik besteleme örneği sunulmuş, bu amaçla Max/MSP programlama dilinde Micro-MARKOV uygulaması hazırlanmıştır.

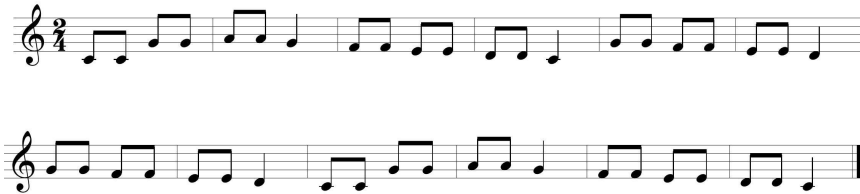
2. Yöntem:

2.1. Markov Analizi ile Veri Tabanının Hazırlanması:

“Markov Analizi” mevcut olasılıkları kullanarak, gelecekteki durum olasılıklarını hesaplamada kullanılan bir yöntemdir (Timor, 2001: 27).Markov süreçleri ileride ortaya çıkması olası durumların gerçekleşme olasılıklarının, geçmiş verilere değil, şu andaki verilerden yararlanarak bulunduğu süreçlerdir. (Levin and Kirkpatrick, 1982: 112). Markov sürecini simgeleyen modellerin kurulabilmesi için, incelenen sistemin içinde bulunabileceği farklı durumların ve bu durumlardan birinden diğerine geçiş olasılıklarının bilinmesi gerekir. Bir durumdan diğer duruma geçiş, sistemin daha önceki durumlarına değil, yalnızca bir önceki durumuna bağlıdır. Bundan dolayı, Markov süreci için bir önceki durum hariç, sistemin daha önceki durumların ne olduğunun bilinmesine gerek yoktur(Alp ve Öz, 2009: 39).

Müzikte Markov analizi genellikle melodik ve ritmik değişkenlere uygulanır. Bu değişkenlerin sayısal verilere dönüştürülmesi ve bilgisayarda hesaplanabilmesi için uygun formatlarından biri nota yazım uygulamaları için ortak bir dil olan, GM (General MIDI) ses fontlarıyla seslendirilebilen ve yaygın kullanım alanı bulan MIDI dosyalarıdır. Bir MIDI dosyası içindeki her bir notanın perde numarası ve bu numaralar arası geçişler melodik çizgiyi oluşturur. MIDI kanal mesajları içindeki Note-on mesajının ilk veri baytı MIDI perde numaralarını verir. 0 ile 127 arasında değişen bu değerler kromatik dizideki çıkıcı ya da inici harekete göre ardışık artış ya da azalış gösterir. 60 perde değeri ile gösterilen C4 perdesi kromatik adımla tizleştirildiğinde C# perdesi oluşacak ve MIDI perde numarası 61 olacaktır. Bir şarkının perdeleri arasındaki tiz ve pes perdeye doğru hareket - dolayısıyla MIDI perde değerleri arasındaki hareket- şarkının melodik çizgisini ve MIDI perde numaralarından derlenecek veri tabanını oluşturmak için yeterlidir.

“Yaşasın Okulumuz” adlı basit şarkı üzerinden örneklendiğinde:



Şekil 1. Yaşasın Okulumuz Şarkısı Melodik Çizgisi

Şarkının melodik çizgisi aşağıdaki gibi oluşacaktır.

C4, C4, G4, G4, A4, A4, G4, F4, F4, E4, E4, D4, D4, C4,
G4, G4, F4, F4, E4, E4, D4, G4, G4, F4, F4, E4, E4, D4,
C4, C4, G4, G4, A4, A4, G4, F4, F4, E4, E4, D4, D4, C4

Şarkının melodik çizgisinden oluşturulmuş MIDI perde numaraları:

60, 60, 67, 67, 69, 69, 67, 65, 65, 64, 64, 62, 62, 60,
67, 67, 65, 65, 64, 64, 62, 67, 67, 65, 65, 64, 64, 62,
60, 60, 67, 67, 69, 69, 67, 65, 65, 64, 64, 62, 62, 60

Birinci Sıra Markov Analizinde (BSMA) gelecek notanın tahmini o anki nota ile takip eden nota için oluşturulmuş olasılıklar listesi temeline dayanır. BSMA "Yaşasın Okulumuz" şarkısına uygulandığında bir sonraki notanın tahmini için oluşturulacak olasılıklar listesi geçiş olasılıkları matrisi (State Transition Matrix) içine kaydedilir.

Tablo 1 Yaşasın Okulumuz Şarkısının Birinci Sıra Markov Analizi Geçiş Olasılıkları Matrisi

ÖNCEKİ NOTA	TAKİP EDEN NOTA					
	C4	D4	E4	F4	G4	A4
C4	0.40				0.60	
D4	0.50	0.33			0.16	
E4		0.50	0.50			
F4			0.50	0.50		
G4				0.40	0.40	0.20

A4						1
----	--	--	--	--	--	---

Tablo 1’de oluşturulan BSMA geçiş olasılıkları matrisinde –melodik çizgiden de karşılaştırılabileceği gibi- şarkı içindeki bir notayı takip eden diğer notaların olasılık oranlarıyla programlanacak AB için veri tabanı oluşturulabilir.

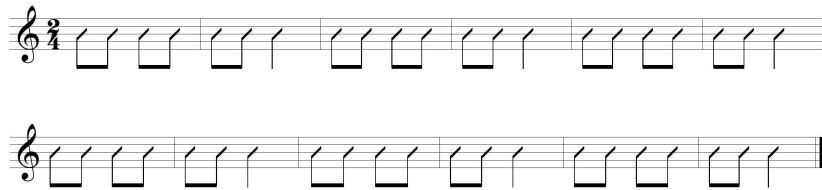
Tablo 2. Yaşasın Okulumuz Şarkısının İkinci Sıra Markov Analizi Geçiş Olasılıkları Matrisi

ÖNCEKİ NOTA	TAKİP EDEN NOTA					
	C4	D4	E4	F4	G4	A4
C4C4					1	
C4G4				0.50		0.50
G4G4						1
G4A4					1	
A4A4				1		
A4G4				1		
G4F4			1			
F4F4			1			
F4E4		1				
E4E4	0.25	0.50			0.25	
D4D4	1					
D4C4	0.50				0.50	
D4G4	1					

Şarkı ezgisine daha yakın sonuçlar almak için İkinci Sıra Markov Analizi (İSMA) uygulanabilir. Bu durumda önceki iki nota ve onu takip eden nota arasındaki olasılıkları belirlemek gerekecektir. Veri tabanı İSMA ile elde edilir ve analiz sonucundaki veri tabanı analiz edilen ezgiye en yakın sonucu verecektir. Tablo1 ve 2’de “Yaşasın Okulumuz” şarkısı için gösterilen her iki matristen alınan olasılık verileri, AB için kullanılacak melodik çizginin veri tabanını oluşturur.

Melodik çizginin veri tabanını oluşturmak AB için öncelikli amaç olsa da melodik çizginin hangi ritmik çizgi ile seslendirileceği de önemlidir. Melodik çizginin seslendirilmesi için birbirine eş tartım ve baskı değerlerinin kullanılması AB’nin tek düze ve sıkıcı ritmik çizgi ile eşlik edilmesine yol açacaktır. Bu sebeple, MIDI dosyası içindeki ritmik yapının belirlenmesi ve AB için ritmik veri tabanının oluşturulması da gerekir. Ancak MIDI dosyası içindeki ritmik çizgi, melodik çizgi belirlemek için kullanılan nota numaraları gibi MIDI mesajları içinde hazır olarak bulunmaz. Üstelik ritmik değerleri ifade etmek için kullanılacak sayısal değerler, nota numaraları gibi 0 ile 127 arasındaki değerlerden daha büyük bir uzanıma ve çeşitliliğe sahiptir.

Bu sorunun çözümü için MIDI dosyası içindeki bütün nota numaralarına karşılık gelen bütün çıkış (onset) zamanları sistem zamanı (CPU Time) ile kıyaslanmalıdır. Bu sayede sistem zamanı ile çıkış zamanları arasındaki farkın hesaplanmasıyla belirli bir nota değerinin ne kadar süre seslendirildiği bilgisine ulaşılır. Bu yöntemle MIDI dosyası içindeki perde numaralarının tartım değerleri belirlenerek AB için gerekli olan ritmik çizginin veri tabanı oluşturulur.Örneklere Yaşasın Okulumuz şarkısı üzerinden devam edildiğinde şarkının ritmik çizgisi aşağıdaki gibi olacaktır:



Şekil 2. Yaşasın Okulumuz Şarkısının Ritmik Çizgisi

Ritmik çizginin veri tabanını oluşturan sayısal değerler ms (milisaniye) cinsindedir. Ancak bu değerler Markov Analizi içinde kullanılacak veri tabanı için olması gerektiğinden büyüktür. Bu değerleri kesirli değerlere dönüştürmek için milisaniye değeri /4000 oranı kullanıldığında ritmik çizgi aşağıdaki gibi oluşacaktır. Bu durumda 60 BPM metronom hızında 500 ms seslendirilen sekizlik süre değeri 1/8 ile, dördürlük süre değeri olan 1000ms, 1/4 ile gösterilecektir.

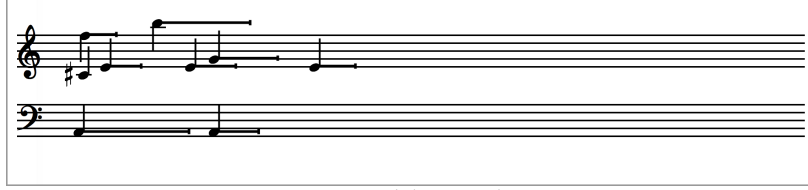
1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4,
1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4,
1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/4

Elde edilen bu değerlerle ritmik çizgi için veri tabanı oluşturulmuş olur. Böylece hem melodik hem de ritmik çizgi veri tabanları, AB örneği için hazır hale getirilmiş oldu.

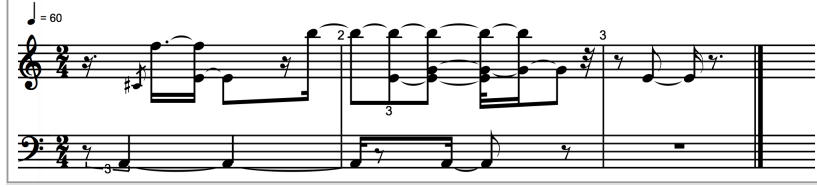
2. 2. Micro-MARKOV İle Veri Tabanının İşlenmesi :

AB örneği için hazırlanan Micro-MARKOV(MM) uygulamasıMacOsX 10. 10. 5 işletim sistemi altında çalışan Max/MSP programlama dilinin 7.2 versiyonu ile hazırlandı. Max/MSP (www.cycling74.com) grafik tabanlı programlama dilidir ve içinde MIDI, audio ve video ile eş zamanlı çalışabilmek için farklı işlevleri olan geniş bir nesne kütüphanesi bulunur. Max/MSP'nin nesne kütüphanesine 6.0 versiyonu ile birlikte Markov Zinciri işlemi kolaylaştıran yeni bir nesne (*anal*) eklenmiş, MM içinde hazırlanan patch içinde Birinci ve İkinci Sıra Markov Zinciri için bu nesne kullanılmıştır.

MM içinde hem uygulama içine çağrılan MIDI dosyasının hem de Markov Analizi sonrası oluşan AB örneğinin nota içeriği dizek üzerinde gösterilerek geri bildirimde bulunmak için harici nesne kütüphanesine sahip Bachpaketi kullanıldı. Paket içindeki *rollekranı* baskı süreleri ve nota değerlerinden oluşan düzenleme işlemleri için, *score* ekranı düzenleme işleminin yapıldığı *roll* ekranındaki ham verilerin nicelemesi aşamasından sonrasındaki bütün notasyon işlemleri ve seslendirme için kullanıldı.

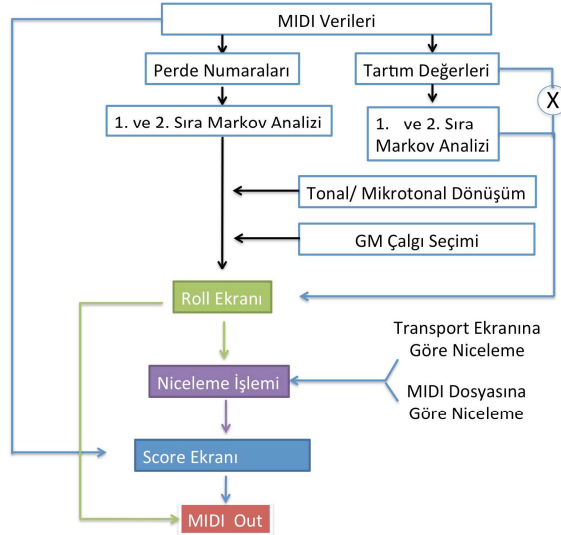


Şekil 3. Roll Ekranı



Şekil 4. Score Ekranı

Şekil 5'te görüldüğü gibi, Markov Analizi işlemi haricinde tonal/mikrotonal dönüşüm ve niceleme işlemi, notaya alma ve seslendirme gibi pek çok işlem basamağı tek bir uygulama altında birleştirildi. Markov Analizi sonrası elde edilen veri tabanının Max/MSP içinde ne şekilde işlendiği ve geçirdiği işlem süreçleri uygulama ara yüzü üzerindeki nesnelere birlikte gösterildi.

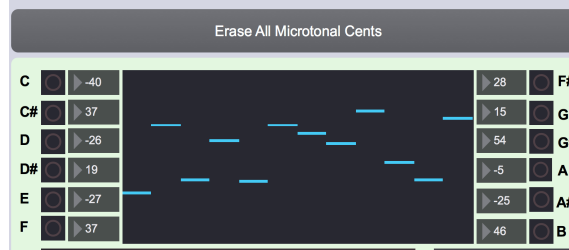


Şekil 5. Micro-MARKOV Veri Akış Diyagramı

Uygulama içine bir müzik eserine ait MIDI dosyası çağrıldığında MIDI dosyasının bütün değişkenleri hiç bir işlem uygulanmadan doğrudan *score* ekranında gönderilir. Bu sayede MM kullanıcısı analiz işlemi için kullanacağı eseri dinleme ve analiz sonucunda oluşan yeni ezgi ile kıyaslama imkanı bulur. Uygulama içine çağrılan MIDI dosyası *score* ekranında açılarak eserin nota işaretleriyle birlikte gösterilmesine ve seslendirilmesine imkan verdiği gibi MIDI dosyasında olması muhtemel sorunların tespiti de sağlar.

MIDI dosyasında herhangi bir sorun olmadığı anlaşıldığında MIDI dosyası içindeki veri melodik ve ritmik değişkenlere ayrıştırılır. Ayrıştırma işlemi sonrasında melodik yapı MIDI nota numaralarına; ritmik yapı MIDI tartım değerlerine dönüştürülerek 1. ve 2. sıra Markov Analizi için uygun hale getirilir. Uygulama üzerindeki (şekil 12) 1. *Order Markov* ve 2. *Order Markov* butonlarıyla ayrıştırılmış MIDI nota numaralarına istenilen Markov Analizi gerçek zamanlı uygulanır. Butonlardan herhangi birine tıklandığında seslendirme işlemi başlar ve analiz sonucunda oluşan nota değerleri *roll* ekranına yazılır. Seslendirilen AB örneğinin hızı MM üzerindeki *Speed* ekranından BPM (Beats Per Minute) cinsinden değiştirilebilir. Seslendirme ve *roll* ekranına yazma işlemi için kullanılacak tartım değerleri MM içine çağrılan orijinal tartım değerleri olabileceği gibi 1. sıra Markov Analizine tabii tutulan tartım değerleri de olabilir. MM uygulaması üzerindeki *MIDI Dur/Markov Duraçkısı* seslendirme sürecinde kullanılacak tartım değerinin seçimini MM kullanıcıya bırakır.

Diyagram üzerinden takip edildiğinde ayrıştırılan MIDI nota numaralarına tonal/mikrotonal dönüşüm işlemi yapılacağı görülür. Bu işlem, MIDI nota numaralarının tampere perde sistemine ya da mikrotonal perde sistemlerine göre seslendirilmesi için kullanılır. MM uygulaması üzerindeki *mikrotonal sürgüler* bir oktav içinde kromatik adımdaki her bir perdenin sent değerini -99 ve +99 birimleri arasında değiştirmek için eklenmiştir. Mikrotonal dönüşüm işlemi Micro-MIDI (www.serdarcelik.xyz/micromidi.html) uygulaması için geliştirilen *microtune* nesnesi ile gerçekleştirilmiştir. Sürgüler C ve B perdeleri arasındadır ve seçilen perdeye ait sürgü yukarı ve aşağı doğru hareket ettirilerek ilgili perdenin sent değeri -99 ve +99 birimleri arasında değiştirilir. Bu değişim MIDI pitch bend değerini 8192/200 ölçeğine göre değiştirecek ve dolayısıyla tampere perde sistemine göre sabitlenmiş frekans değerleri ve MIDI Tuning değişecektir.



Şekil 6. MM Uygulaması Üzerindeki Mikrotonal Sürgüler

Bu sayede tampere perde sisteminin sent değerlerinden farklı sent değerine sahip mikrotonal perdelerin seslendirilmesi mümkün olmuştur. Bunun dışında belirlenen mikrotonal perde sisteminden anlık tampere perde sistemine geçişler için sürgüler üzerine bir buton eklenmiştir. Her ne kadar diyagramda tonal/mikrotonal dönüşüm işlemi Markov Analizinden sonra gösterilmiş ve gerçek zamanlı kullanılıyor olsa da analizden önce de belirlenebilir. Her iki durumda da sürgüler tarafından değiştirilen sent değerleri *roll* ekranında 1/4 ya da 1/8 çözünürlükte mikrotonal arıza işaretleriyle temsil edilir.



Şekil 7. *Roll* Ekranında Kullanılan 1/8 Çözünürlükte Mikrotonal Arıza İşaretleri

MM uygulaması üzerindeki sürgüler ile kullanıcı istenilen perdenin sent değerini kendi belirlediği oranlarda değiştirebilir, bu değerleri kaydedebilir ve kaydedilmiş mikrotonal perde sistemini uygulama içine çağırabilir. Bunun dışında ön tanımlı sent değerlerinden oluşturulmuş 25 farklı mikrotonal perde sistemi MM ara yüzünde seçenek olarak sunulmuştur.

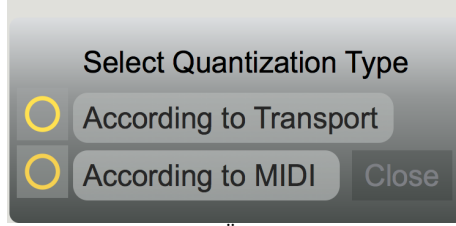
Tablo 3. Ön Tanımlı Mikrotonal Perde Sistemleri

50 Sents	Mean Tone Fifty Coma	Phythagorean
China	Mean Tone Quarter	Young
Equal Temperament	Mean Tone Quarter Come	Raga Shiva
Indian Raga	Neidhardt I	Siberman
Just Intonation	OverTone 16-32	South Asia
Kimberger III	Pentatonic Africa	Valotti
Maqam Hüseyini	Pure	Villeian Pipes
Maqam Uşşak	Pure Minor	Wendy's Scale I,II

Analizlerden oluşan veri tabanı ön tanımlı piyano tınısıyla seslendirilir. Bunun yanı sıra analizlerin farklı çalgı tınlarıyla seslendirilmesi için General MIDI (GM) ses bankası eklenmiştir. 122 farklı çalgı MM üzerindeki açkılarla seçilerek, AB bu çalgı tınlarıyla seslendirilebilir.

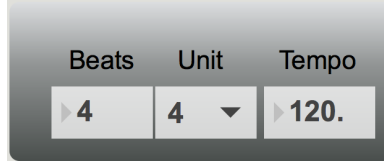
Tartım değerlerinin iki farklı kullanımı için MM ara yüzüne açık bulunur. Bu sayede MIDI dosyasından elde edilen tartım ve hız değerleri perde numaraları için doğrudan kullanıldığı gibi, değerler Markov Analizine tabii tutularak da kullanılabilir. Böylece AB'nin ritmik yapısı çeşitlendirilerek ritmik çizgi tekdüzelikten kurtarılır. Her iki durumda da tartım değerleri *roll* ekranına gönderilir ve tartım değerleri burada perde numaralarının ritmik çizgisini oluşturarak melodik çizgiye eşlik eder.

AB ve seslendirme sürecinde kullanılan melodik ve ritmik çizgi *roll* ekranında birleştirilerek nota işaretleriyle gösterilir. Ancak *roll* ekranında gösterilen nota işaretleri geçicidir. Hız ve ritim gibi pek çok değişken *roll* ekranında gösterilmez. Bütün AB süreci kalıcı olarak kaydedilmek istendiğinde *score* ekranına taşınmalıdır. *roll* ekranından *score* ekranına taşınan bütün veriler istenilen hız ve ritim değerleriyle niceleme işlemine tabii tutulur.



Şekil 8, MM Uygulaması Üzerindeki Niceleme Ekranı

Niceleme işlemi *Select Quantization Type* ekranından yapılır. Niceleme işlemi için uygulama içine çağırılan MIDI dosyanın hız ve tartım değerleri kullanılabilceği gibi, *transport* ekranına göre de yapılabilir.



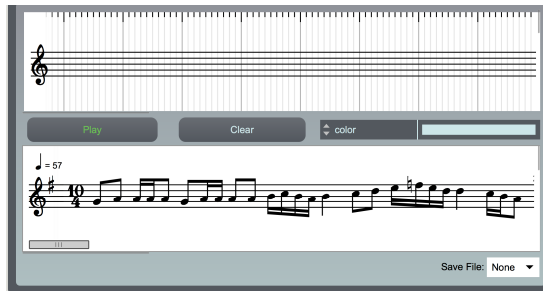
Şekil 9. MM Uygulamasındaki *Transport* Ekranı

Transport ekranından yapılacak niceleme işlemi *roll* ekranından taşınan ham veriyi belirlenen tartım ve hız birimleriyle *score* ekranına yeniden yazarak AB işlemini kaydeder.

AB sonucunda *score* ekranındaki bütün veriler MIDI, MusicXML, OpenMusic ya da Lilypond dosya formatlarında kaydedilebilir. MM'dan alınan çıktılar Finale, Sibelius gibi çeşitli nota yazım programları ile açılarak seslendirilebilir.

2. 3. Örnek Uygulama:

Mikrotonal AB örneği oluşturmak amacıyla Prof. Erol Başara'nın "Dilber Sana Ben" adlı uşşak bestesinden oluşturulmuş MIDI dosyası seçildi. MIDI dosyası Finale 2014 uygulaması ile yazıldığından dolayı MIDI dosyası içinde mikrotonal arıza işaretleri yoktur. MIDI dosyası MM uygulaması içine çağırıldığında *score* ekranındaki görüntüsü aşağıdaki gibidir:

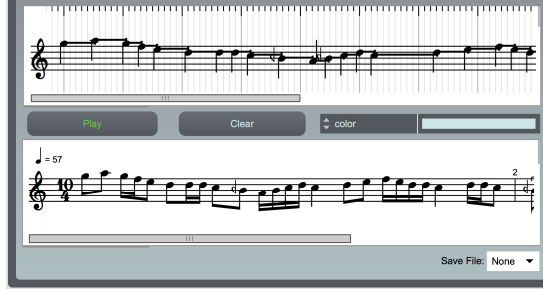


Şekil 10. MM Uygulaması Üzerinde Dilber Sana Ben Şarkısının İlk Ölçüsü

Şekil 10'da görülebileceği gibi nota içinde uşşak perdesine ait arıza işareti bulunmadığı gibi seslendirme tappare perde sistemine göre yapılmış, inici durumdaki acem perdesi (fa natürel) kullanılmıştır.

MM uygulaması içinde 2. sıra Markov Analizine tabii tutulan ezginin başlangıç şarkının başlangıç sesiyle sabit tutulmuş, şarkının donanımında eviç (fa#) perdesi olmasına rağmen, inici durumda acem perdesi kullanılmış; şarkının seyir yapısına büyük oranda sadık kalınmış, notalar arası büyük sıçramalara rastlanmamıştır. Şekil 11'de yukarıdaki *roll* ekranında seslendirilen ezgiye uygulama içine çağırılan MIDI dosyasının tartım ve hız birimlerine göre niceleme işlemi uygulanarak *score* ekranına gönderilmiştir. Böylece tartım ve hız birimi olarak orijinal değer kullanılmıştır. (10/4'lük ölçü birimi ve 57 BPM birim vuruş zamanı)

Bununla birlikte orijinal ezgide olmayan uşşak perdesi de Markov analizi sonrası hem *roll* hem de *score* ekranındaki notalara eklenmiş ve seslendirme uşşak perdesinin sent değeri (~50) ile yapılmıştır.



Şekil 11. MM Uygulaması Üzerinde 2. Sıra Markov Analizi Sonucu

Sonuç:

AB örneği için programlanan MM uygulaması, Markov Analiziyle oluşturulan veri tabanı, veri tabanının işlenmesi, perde sent değerlerinin değiştirilmesi ve dolayısıyla tonal-mikrotonal dönüşüm, nicelme, 122 farklı çalgı trüsüyle seslendirme, notaya alma ve çıktı alma gibi pek çok işlemi tek bir uygulama üzerinden gerçek zamanlı gerçekleştirmiştir. MM, yukarıda bahsedilen pek çok işlemi gerçekleştirebilme yeterliliği ve hem tonal hem de mikrotonal perde sistemleri için kullanılabilir olması ile bu alanda yapılmış ilk çalışma özelliği taşımaktadır.

Bu araştırma kapsamında programlanan Windows ve MacOSX işletim sistemi üzerinde tek başına (standalone) çalışan MM uygulaması, internet üzerinden (www.serdarcelik.xyz/markov.html) açık kaynak kodlarıyla da paylaşılarak uygulamanın içeriği ve yeterlilikleri tartışmaya açılmış, gelecekte yapılacak AB çalışmaları için gelişmiş bir örnek sunmuştur.

KAYNAKÇA

- AMES, Charles (1989). "The markov process as a compositional model: a survey and tutorial", *Leonardo*, 22(2):175-187.
- ALPKOÇAK, Adil and GEDİK, A. Cenk (2006). "Classification of Turkish songs according to makams by using n grams", *In Proceedings of the 15. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks (TAINN)*.
- CHAI, Wei and VERCOE, Barry (2001). "Folk music classification using hidden markov models", *In Proceedings of International Conference on Artificial Intelligence*, volume 6.
- CHORDIA Parag (2010). "Multiple viewpoints modeling of tabla sequences", *In ISMIR*.p.11th
- LEVIN, Richard, KIRKPATRICH, C. Atkinson (1982). *Quantitative Approaches To Management*, Fifth Edition, Mc-Graw-Hill, Tokyo.
- PAPADOPOULOS, George and WIGGINS, Geraint (1999). "AI methods for algorithmic composition: A survey, a critical view and future prospects", *AISB Symposium on Musical Creativity*. Edinburgh, UK.
- SELÇUK, Alp ve ÖZ, Ersoy (2009). "Markov Zinciri Yöntemi İle Taşınabilir Bilgisayar Tercihlerinin Analizi", *Akademik İncelemeler Dergisi* 4.2.
- SEMB, T. A. Gald, and SMAGE Audun (2006). *Software Architecture of the Algorithmic Music System ImproSculpt*. NTNU, Software Engineering Master Thesis. Department of Computer and Information Science, Faculty of Information Technology, Mathematics and Electrical Engineering.
- ŞENTÜRK, Sertan and CHORDIA, Parag (2011). "Modeling Melodic Improvisation in Turkish Folk Music Using Variable-Length Markov Models", *12th International Society for Music Information Retrieval Conference*.
- TİMOR, Mehpare (2001), "Yöneylem Araştırması ve İşletmecilik Uygulamaları", *İstanbul Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, İşletme Fakültesi Yayın No: 280*, İstanbul.

Micro-MARKOV

Erase All Microtonal Cents

Open MIDI

C	▶ -40
C#	▶ 37
D	▶ -26
D#	▶ 19
E	▶ -27
F	▶ 37

▶ 28	F#
▶ 15	G
▶ 54	G#
▶ -5	A
▶ -25	A#
▶ 46	B

Equal Temperament ▼
Virtual Keyboard

Recall Tuning Folder
Open Tuning
Save Tuning

Start Analysis

1st Order Markov

MIDI Dur

2nd Order Markov

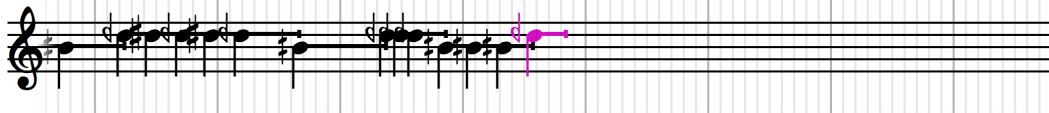
Speed: ▶ 126
BPM

MIDI-In to Max 1 ▼
description


MIDI-Out AU DLS Synth 1 ▼
Clear
1/4 Tone ▼

Flute ▼

Onset 60577.5ms Cents 7374.0 Duration 261.7ms Velocity 96



Play
Clear
color



Save File: None ▼

Şekil 12. Micro-MARKOV Uygulaması Ara Yüzü