

**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**  
**MÜZİK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**MAX/MSP TABANLI MİKROTONAL MIDI ARAYÜZ**  
**TASARIMI**

**Hazırlayan**  
**Serdar ÇELİK**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Gülay KARŞICI**

**Doktora Tezi**

**Haziran 2014**  
**KAYSERİ**

**T.C.**  
**ERCIYES ÜNİVERSİTESİ**  
**GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**  
**MÜZİK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**MAX/MSP TABANLI MİKROTONAL MIDI ARAYÜZ**  
**TASARIMI**  
**(Doktora Tezi)**

**Hazırlayan**  
**Serdar ÇELİK**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Gülay KARŞICI**

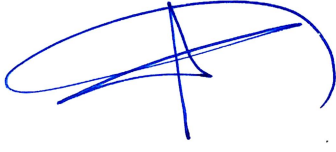
**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından  
SBD-12-4097 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Haziran 2014**  
**KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

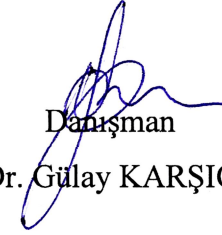
Serdar ÇELİK

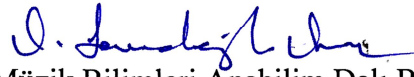


## YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

“Max/MSP Tabanlı Mikrotonal MIDI Arayüz Tasarımı” adlı doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

  
Tezi Hazırlayan  
Serdar ÇELİK

  
Danışman  
Doç. Dr. Gülay KARŞICI

  
Müzik Bilimleri Anabilim Dalı Başkanı  
Prof. Dr. N. Oya LEVENDOĞLU ÖNER

## KABUL VE ONAY

Doç. Dr. Gülay KARŞICI danışmanlığında Serdar ÇELİK tarafından hazırlanan “**Max/MSP Tabanlı Mikrotonal MIDI Arayüz Tasarımı**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Bilimleri Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

### JÜRİ:

Danışman: Doç. Dr. Gülay KARŞICI

Üye: Prof. Dr. N. Oya LEVENDOĞLU ÖNER

Üye: Prof. Dr. M. Hilmi BULUT

Üye: Yrd. Doç. Dr. Arda EDEN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Rauf KERİMOV

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

### ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 19.06.2014 tarih ve 2014-10/01 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

... / ... / 2014

Doç. Kaan CANDURAN  
Enstitü Müdür V.

## TEŞEKKÜR

Engin tecrübesi, sabrı ve disipliniyle tezimin bütün aşamalarında desteğini ve zamanını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Gülay Karşıcı'ya, özellikle Türk Makam Müziği kuram ve uygulamaları konusundaki bilgi ve tecrübesiyle tezime yön veren Prof. Dr. Oya Levendoğlu Öner'e, şehir dışından gelecek olmasına rağmen beni kırmayan, MIDI ve MIDI programlama konuları da dahil müzik teknolojisinin pek çok alanında bilgi ve desteğini esirgemeyen arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Arda Eden'e, her zaman candan desteğini gördüğüm, yapıcı eleştirileriyle beni yüreklendiren Doç. Dr. Cihan Işıkhan'a, tez süreci boyunca gerek akademik gerekse idari anlamda her türlü desteği sağlayan dekanım Prof. Dr. Mustafa Hilmi Bulut'a, sonsuz desteği, sabrı ve sevgisiyle her zaman yanımda olan eşim Yeliz Çelik'e ve mutluluk kaynağım kızım Baharsu Çelik'e gönülden teşekkür ediyorum.

# MAX/MSP TABANLI MİKROTONAL MIDI ARAYÜZ TASARIMI

Serdar ÇELİK

Erciyes Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü

Doktora Tezi, Haziran 2014

Danışman: Doç. Dr. Gülay KARŞICI

## ÖZ

Bu tez çalışmasında Türk müziği makamlarının bir MIDI klavye ile seslendirilebilmesi için Max/MSP programlama diliyle hazırlanan mikrotonal MIDI arayüzü tasarlandı. Bu arayüzün programlanması için gerekli olan veri tabanı yaygın olarak kullanılan Türk makam müziği kuramı Arel-Ezgi-Uzdilek ses sisteminde belirtilen sent değerleri, kimi kanun ve tanbur icracılarının analizinden elde edilen uygulama sent değerlerinden oluşturuldu. Bu sent değerleri pitch bend değerlerine dönüştürülerek MIDI klavye tuşlarına adreslendi.

Kısacası tasarlanan mikrotonal MIDI arayüzün yanında MIDI klavye ile Türk müziğindeki kimi makamlarda kullanılan mikrotonları seslendirebilmek amacıyla pitch bend mesajı yeniden programlandı ve MIDI'nin eşit tempereman tuning yapısı değiştirildi. Tuning değişimi için kullanılması düşünülen ve özellikle MIDI ağı içinde sorun oluşturan çok kanallı pitch bend mesajının continuous control özelliği Max/MSP programlama dili içinde programlanarak data control özellikli biçime dönüştürüldü. Bu sayede pitch bend mesajı kalıcı tuning değişimi için uygun hale getirildi.

Mikrotonların seslendirilmesi için dört farklı MIDI kanalı kullanılmasına rağmen kalıcı tuning değişimi için kullanılan data control özellikli pitch bend mesajı MIDI ağı üzerinde aşırı yüke ya da sistemde herhangi bir tıkanmaya sebep olmadı. Bununla birlikte, mikrotonal MIDI arayüzüne bağlı bir MIDI klavye kullanılarak General MIDI sound fontlarıyla seslendirme yapıldı ve yapılan seslendirme işlemi MIDI dosya formatında kaydedildi. Kaydedilen bu MIDI dosyası Digital Audio Workstation içinde çok kanallı açılarak sanal çalgılarla da seslendirildi.

Türk müziği makamlarında kullanılan kimi mikrotonların MIDI ile seslendirilebilmesi için pitch bend mesajına data control özelliği kazandırılması; pitch

bend değerlerinin hem kuram, hem de uygulama sent değerlerinden oluşturulması ve tasarlanan mikrotonal MIDI arayüzünün Max/MSP programlama diliyle hazırlanması bu tez çalışmasının özgün nitelikleridir. Bunun yanında bu çalışmada gerek mikrotonal MIDI arayüz tasarlamak için gerekli olan veri tabanının oluşturulması, gerekse bu arayüzün programlanmasında izlenen yol gelecekte yapılacak MIDI programlama ve mikrotonal sentezleme araştırmaları için bir yöntem sunar.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrotonalite; MIDI; Max/MSP; Müzik Teknolojisi.



# **MAX/MSP BASED MICROTONAL MIDI INTERFACE DESIGN**

**Serdar ÇELİK**

**Erciyes University, Institution of Fine Art**

**Dissertation Thesis, June 2014**

**Advisor: Doç. Dr. Gülay KARŞICI**

## **ABSTRACT**

In order to reproduce Turkish music maqams with the use of a MIDI keyboard, a microtonal MIDI interface prepared with Max/MSP program was designed in this thesis. Actual cent values obtained from analysis of certain zither and tanbur players and theoretical cent values in Arel-Ezgi-Uzdilek sound system, a frequently used theory in Turkish maqam music, were employed for the data base required for programming this interface. Cent values were converted into pitch bend values and thereby addressed to keys of MIDI keyboard.

In short pitch bend message was reprogrammed so as to reproduce microtones used in certain maqams in Turkish music with the use of a MIDI keyboard and MIDI's even temperament tuning structure was changed in addition to the designed microtonal MIDI interface. Continuous control feature of multi channel pitch bend message, which is a drawback in the MIDI network, was changed to data control feature with the use of Max/MSP programming language so as to make necessary changes in tuning. Pitch bend message was made fit for making permanent tuning changes by means of this transformation.

Although four different MIDI channels were used for reproduction of microtones, data control featured pitch bend message employed in permanent tuning changes did not cause any overloads on MIDI network or any congestion in the system. Sounds were reproduced with the use of general MIDI sound fonts using a MIDI keyboard connected to a microtonal MIDI interface and were recorded in MIDI file format. This recorded MIDI file was reproduced with the use of virtual instruments after it was opened in a multi channel Digital Audio Workstation.

Innovations of this thesis are design of data control feature for pitch bend message so as to reproduce certain microtones of Turkish music maqams with the use of MIDI, preparation of pitch bend values from both theoretical and actual cent values and design of microtonal MIDI interface with the use of Max/MSP programming language. Besides this thesis provides a new method for future studies on MIDI programming and microtonal synthesis employed in preparation of data base needed for the design of microtonal MIDI interface and in programming of this interface.

**Keywords:** Microtonality; MIDI, Max/Msp; Music Technology.

## İÇİNDEKİLER

### MAX/MSP TABANLI MİKROTONAL MIDI ARAYÜZ TASARIMI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK .....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
KABUL VE ONAY .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ .....	v
ABSTRACT .....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
GİRİŞ .....	1

## I. BÖLÜM

### MİKROTONAL MIDI ARAYÜZÜNÜN PROGRAMLANMASI, YÖNTEM VE BULGULAR

1. 1. Veri Tabanının Oluşturulması.....	30
1. 1. 1. TMM Kuramındaki Sent Değerleri ve AEU Kuramı.....	31
1. 1. 2. TMM’de Uygulama Sent Değerlerinin Belirlenmesi ve Analiz Aşaması ..	34
1. 1. 2. 1. Karar Sesinin Ortalama Sapma Değerinin Hesaplanması.....	38
1. 1. 2. 2. Mikrotonal Perdelerin OSD Değerlerinin Belirlenmesi ve Karar Sesi OSD’ne Oranlanması .....	40
1. 1. 2. 3. Analiz Sonuçları ve Veri Tabanı Sent Değerleri.....	42
1. 1. 2. 3. 1. Hüseyini Makamı .....	43
1. 1. 2. 3. 2. Neva Makamı .....	44

1. 1. 2. 3. 3. Uşşak Makamı:.....	45
1. 1. 2. 3. 4. Rast Makamı .....	46
1. 1. 2. 3. 5. Hicaz Makamı .....	47
1. 1. 2. 3. 6. Humayun Makamı.....	48
1. 1. 2. 3. 7. Uzzal Makamı .....	49
1. 1. 2. 3. 8. Karcıgar Makamı .....	50
1. 1. 2. 3. 9. Suzinak Makamı .....	51
1. 1. 2. 3. 10. Kürdi Makamı .....	52
1. 2. MMA'nın Programlanması .....	53
1. 2. 1. Pitch Bend Mesajının Dezavantajları.....	53
1. 2. 2. MMA'nın Pitch Bend İle Programlanması .....	55
1. 2. 3. MMA'da Sunum Objeleri ve İşlevleri .....	58
1. 2. 4. Edit Modunda Kullanılan Patch ve Alt Patchler .....	70
<b>SONUÇ:</b> .....	81
<b>KAYNAKÇA</b> .....	83
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	87

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Tuşlu Mikrotonal Çalgılar.....	4
Şekil 2. Yamaha DX7II ve Prophed-5 Sentezleyicileri .....	5
Şekil 3. MIDI Bayt Örneği.....	8
Şekil 4. Durum ve Veri Baytı.....	12
Şekil 5. Pitch Bend Tekerleği.....	13
Şekil 6. Pitch Bend Mesaj Yapısı.....	14
Şekil 7. 14 bitlik Pitch Bend Mesajının Sınırları .....	15
Şekil 8. MM'de Bendin/Bendout ve Xbendin/Xbendout Objeleri .....	16
Şekil 9. Örnek Patch.....	19
Şekil 10. Örnek Alt Patch İçeriği .....	20
Şekil 11. İşlem Objeleri.....	21
Şekil 12. Mesaj Objeleri.....	21
Şekil 13. Kullanıcı Arayüz Objeleri.....	22
Şekil 14. AEU Kuramında Hüseyini Dizisi .....	33
Şekil 15. AEU Sistemindeki Mikrotonal Aralıkların Tampere Perde Sistemindeki Aralıklarla Karşılaştırılması .....	33
Şekil 16. TMM'de Mikrotonal Perdelerin MIDI Klavye Üzerindeki Konumu.....	34
Şekil 17. Melodyne Yazılımında Necdet Yaşar Taksimi.....	37
Şekil 18. Hüseyini Makam Dizisi .....	43
Şekil 19. Neva Makamı Dizisi .....	44
Şekil 20. Uşşak Makam Dizisi .....	45
Şekil 21. Rast Makamı Dizisi .....	46
Şekil 22. Hicaz Makam Dizisi .....	47
Şekil 23. Humayun Makam Dizisi .....	48
Şekil 24. Uzzal Makamı Dizisi .....	49
Şekil 25. Karcıgar Makam Dizisi.....	50
Şekil 26. Suzinak Makam Dizisi.....	51
Şekil 27. Kürdi Makam Dizisi .....	52
Şekil 28. Print Objesinde Çok Kanallı Pitch Bend Mesajı Verileri.....	57
Şekil 29. DAW İçindeki MMA MIDI Çıktıları .....	58

Şekil 30. MMA ve Sunum Modunda Kullanılan Objeler .....	60
Şekil 31. Birinci Bölüm Objeleri .....	60
Şekil 32. İkinci Bölüm Objeleri .....	61
Şekil 33. Üçüncü Bölüm Objeleri ve Çoktan Seçmeli Kullanımı.....	62
Şekil 34. Dördüncü Bölüm Objeleri.....	62
Şekil 35. Dördüncü, Sekizinci ve Onuncu Bölüm Objeleri .....	64
Şekil 36. Beşinci ve Onbirinci Bölüm Objeleri .....	65
Şekil 37. Dokuzuncu Bölüm Objeleri .....	66
Şekil 38. Altıncı Bölüm Objeleri .....	66
Şekil 39. Transport Ünitesinin İçeriği.....	67
Şekil 40. Ondördüncü Bölüm Objeleri.....	68
Şekil 41. Yedinci ve Onikinci Bölüm Objeleri .....	69
Şekil 42. Onüçüncü Bölüm Objeleri .....	69
Şekil 43. MIDI Sinyalinin Max/MSP'deki İşlem Süreci.....	70
Şekil 44. Hüseyini Alt Patch'in Giriş Verileri.....	72
Şekil 45. Hüseyini Alt Patch'in İçeriği.....	74
Şekil 46. Eşlik Alt Patch'in İçeriği .....	75
Şekil 47. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Tone Alt Patch İçeriği .....	76
Şekil 48. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Perde Kümeleri.....	77
Şekil 49. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Eşlik Seçimi Perde Kümeleri.....	77
Şekil 50. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Tampere Perde Kümeleri.....	77
Şekil 51. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Usta Alt Patchi .....	78
Şekil 52. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Covert Alt Patchi.....	79
Şekil 53. Hüseyini Alt Patchinin Çıkış Verileri .....	79
Şekil 54. Edit Modunda 7 bitlik Pitch Bend ve Sent Değerleri İçin Çıktı Objeleri .....	80

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. General MIDI'de Kullanılan Çalgı ve Çalgı Grupları.....	9
Tablo 2. TMM'de Kullanılan Değiştirici İşaretler .....	32
Tablo 3. Değerlendirmeye Alınan İcralar ve İcracılar .....	36
Tablo 4. Necdet Yaşar'ın Hüseyni Taksiminde Saptanan Karar Sesleri ve OSD Sonucu.....	39
Tablo 5. Necdet Yaşar'ın Hüseyni Taksiminde II. Derecedeki Mikrotonal Değerler ve OSD.....	40
Tablo 6. Signell'in Ölçüm Sonuçları ile İcra Analizlerinden Elde Edilen Uygulama Sent Değerlerinin Karşılaştırılması .....	41

## GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1. Hüseyini Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	43
Grafik 2. Neva Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	44
Grafik 3. Uşşak Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	45
Grafik 4. Rast Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	46
Grafik 5. Hicaz Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	47
Grafik 6. Humayun Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	48
Grafik 7. Uzzal Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	49
Grafik 8. Karcıgar Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	50
Grafik 9. Suzinak Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	51
Grafik 10. Kürdi Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri	
Dağılımı .....	52



## KISALTMALAR LİSTESİ

- AEU: Arel-Ezgi-Uzdilek  
BPM: Beat Per Minute  
DAW: Digital Audio Workstation  
DNA: Direct Note Access  
EDO: Equal Division of the Octave  
CD: Compact Disc  
GM: General MIDI  
GUI: Graphic User Interface  
LSB: Least Significant Byte  
MM: Max/MSP  
MMA: Mikrotonal MIDI Arayüzü  
MIDI: Musical Instrument Digital Interface  
MSB: Most Significant Byte  
MSP: Max Signal Processing  
MTS: MIDI Tuning Standart  
OSD: Ortalama Sapma Değeri  
PA: Polyphonic Aftertouch  
PC: Personal Computer  
PDF: Portable Document Format  
TMM: Türk Makam Müziği  
UI: User Interface  
VCO: Voltage Control Oscilator

## GİRİŞ

Mikrotonal müziklerin ve bunun içinde yer alan Türk müziğindeki kimi makamların MIDI içinde seslendirilebilmesi için özel tasarlanmış workstation keyboardların maliyetlerinin yüksek olması ve müzik yazılımları içinde mikrotonların seslendirilmesi için uygun olmaması sebebiyle bu müzik türleri MIDI ile kullanılamamaktadır. Bu sorunu çözme isteğiyle başlayan bu tez çalışmasının amacı; workstation keybordlar yerine daha az maliyetli ve standart bir MIDI klavye kullanılarak sadece yazılımla mikrotonal seslendirme yapılabilecek yeni bir arayüz tasarlanmaktadır. Bunun yanında kalıcı tuning değişiminin MIDI pitch bend mesajının yeniden programlanmasıyla mümkün olup olamayacağı da araştırma konusudur.

Araştırmada ilk olarak Türk Makam Müziğinin (TMM) General MIDI (GM) sound fontuyla seslendirilmesi, bunda başarı sağlanması durumunda da ikinci olarak Digital Audio Workstation (DAW) yazılımları içindeki sentetik ya da örneklenmiş sanal çalgı plug-inleriyle seslendirilmesi planlandı. Tüm bu planlar çerçevesinde gerçekleştirilen bu tez çalışmasında bilgisayarın dijital müzik dili olan MIDI protokolüne sahip bir MIDI klavye ya da denetleyici (controller) ile TMM'deki mikrotonal seslerin MIDI temelli müzik yazılımları ile kullanılabilmesi amacıyla Windows ve MacOSX işletim sistemleri için arayüz tasarlanırken sırasıyla şunlar yapıldı:

- TMM makamlarına özgü mikrotonların uygulama ve kuramdaki sent değerleri belirlendi,
- Mikrotonal seslerin seslendirilebilmesi için MIDI pitch bend mesajı çok kanallı olarak programlandı,
- Bu belirlenen uygulama ve kuram sent değerlerine göre mikrotonal seslendirme yapıldı,
- Seslendirme için öncelikle MIDI GM sound fontları kullanıldı,

- MIDI dosya formatında çıktı alındı ve MIDI çıktı formatı DAW ile kullanılabilir formatta oluşturuldu,
- TMM'nde kullanılan mikrotonlar DAW içindeki plug-inlerle seslendirildi.

### **Mikrotonal Çalgılar**

Batı müziği çalgılarının perdeleri bir oktavın 12 eşit aralığa bölünmesiyle oluşturulan eşit tempereman ses sistemine göre düzenlenir. Ancak, bu ses sistemi uygulamada yaklaşık 200 yıldır kullanılır.

Şaşırtıcı olarak Batı gamları ilk olarak Çin'de keşfedildi. 1596'da Prens Chu Tsai-yu (ya da Zhu Zai-You) logaritma kullanmadan eşit tampere edilmiş kromatik gamın derecelerini hesapladı (Barbour 1953; Kuttner 1975; Yasser 1932). Ancak bu sistem Çin'de Batı'daki kadar anlaşılmadı. Bu düşünce Avrupa'da ilk olarak Simon Steven (1548-1620) tarafından ortaya atıldı. Mersenne'nin çalışmalarıyla teori haline getirildi. Fakat, eşit temperemanın pratikte kullanımı 1800'lerin başlarında Almanya ve sonrasında İngiltere ve Fransa'da gerçekleşti. (Loy, 2006 p.70)

Eşit tempereman ses sistemi dışındaki bütün ses sistemleri mikrotonalite kavramı altında değerlendirilir. Tempereman ses sistemi Avrupa'da 1800'lerde kullanılmaya başlandığına göre, mikrotonal müziğin ve mikrotonalitenin müzik evrimi ve tarihi açısından büyük bir geçmişi ve önemi olduğu açıktır. Bu nedenle, 1800'lere gelinceye kadar hemen hemen bütün müzik teorisi ve eserlerini mikrotonalite ve mikrotonal kavramları altında incelemek doğru olacaktır.

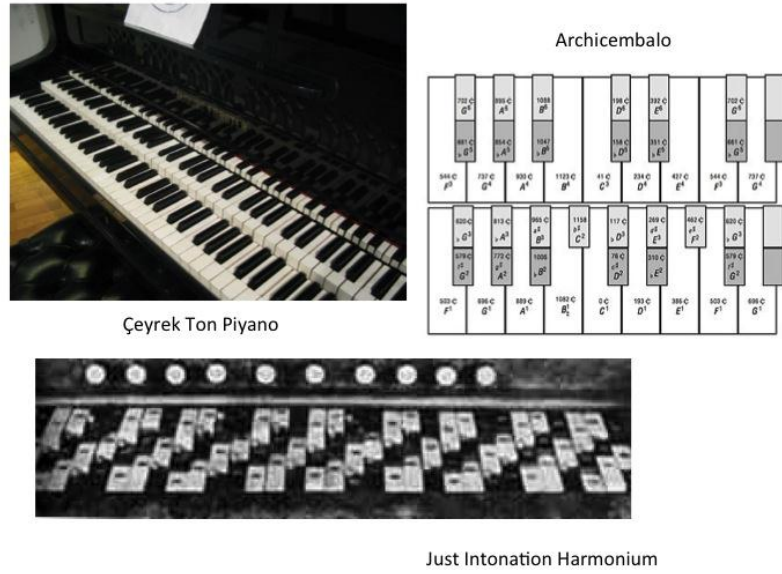
Batı müziğindeki yarım aralıktan daha küçük müzikal aralık birimlerini ifade etmek için kullanılan mikrotonlardan oluşan mikrotonal ses sistemleri ve bu ses sistemleri kullanılarak bestelenen mikrotonal müzikler, yine mikrotonal kavramı altında değerlendirilir. Bir oktavın 1200 sent değerine eşit olarak kabul edildiği sent ölçüm birimi eşit temperemanda 12 eşit aralığa bölümlendiğinde her bir yarım aralık 100 sent değerine eşit olurken, mikrotonal ses sistemlerinde aralık sayısı çoğu zaman 12'den daha büyük değerler olabilir. Bu durumda en küçük aralık birimi 100 sentten daha küçük değerlerle ifade edilir. Bir oktavın 12 eşit aralığa bölünmesiyle oluşturulan eşit tempereman ses sistemi dışında farklı oranlarda bölünmesiyle oluşturulmuş çeşitli mikrotonal ses sistemlerinde bir oktav 15, 17, 19, 22, 31, 53, 72 değerlerine eşit

oranda bölünebilir ve bu eşit paylaşım Equal Division of the Octave (EDO) olarak ifade edilir. Bu durumda, 12 parçalı eşit tampereman ses sistemi 12 EDO olarak da sembolize edilebilir. Benzer bir şekilde bir oktavin 53 eşit parçaya bölümlendiği ve koma adı verilen aralık birimlerinden oluşan 53 EDO ses sistemi de mikrotonal ses sistemlerine örnek verilebilir.

Tampere edilmiş perde düzeni özellikle çok seslendirme için önemli görülmüştür. “Kuşkusuz böyle bir dizide, sekizli dışındaki bütün aralıklar az veya çok hatalı (doğal seslerden farklı) olmaktadır. Ama bu kusur, sağlanan geçki ve göçürme olanakları yanında önemsiz görülmüş, özellikle J.S.Bach’ın desteğiyle tampere dizi yaygın bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır” (Zeren, 2010, s.313). Bu avantajından dolayı tampere ses sistemine göre düzenlenmiş Batı müziği çalgıları ile mikrotonal seslendirme çalışmaları yapılmaktadır. Mikrotonlar mikrotonal ses sistemine göre düzenlenmiş çalgılarla seslendirdiği gibi; 12 EDO için düzenlenmiş Batı müziği çalgılarıyla da seslendirme olanakları zorlanır. Bu tür çalışmalarda Batı müziği çalgılarının perde yapıları çeşitli revizyonlarla değiştirilerek mikrotonal müziklerin seslendirilmesi için uygun hale dönüştürülür.

Doğal sisteme (just intonation) göre düzenlenmiş mikrotonal gitar (Fiore, 2013), Çoğulu’nun 2008’de 53 EDO ses sistemine göre düzenlenmiş olduğu ayarlanabilir perdeli mikrotonal gitar (Çoğulu ve Eroğlu, 2013), 24 EDO çeyrek ton ses sistemine göre düzenlenmiş trompet (Davies, 2014), benzer biçimde çeyrek ton ses sistemine göre tasarlanmış mikrotonal saksafon (Erlaine, 2009) gibi denemeler mikrotonal ses sistemlerine göre yeniden düzenlenen perdeli Batı müziği çalgılarına örnektir.

Özellikle tuşlu çalgılarla yapılan bu tip çalışmaların geçmişi eşit tamperemanın keşfi kadar eskidir ve diğer çalgı gruplarıyla karşılaştırıldığında tuşlu çalgılarla yapılan mikrotonal denemeler sayı ve çeşitlilik noktasında öne çıkar. Vicentino’nun (1555) Archicembalo adını verdiği 31 EDO çembalosu (Kaufmann, 1970), Brown’ın (1875) Just Intonation Harmonium’u (Helmholtz, 1954), çeyrek ton piyano (Haba, 1971) bu tür çalışmalar için önemli örneklerdir.

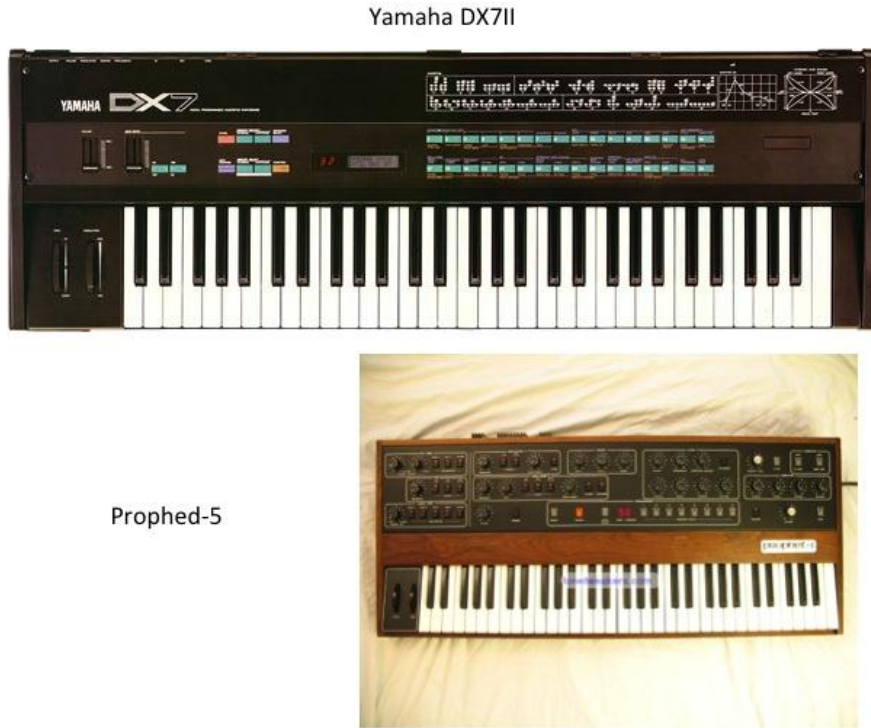


**Şekil 1. Tuşlu Mikrotonal Çalgılar**

Akustik çalgılarla yapılan bu mikrotonal çalışmalardan çok kısa bahsedilmesinin sebebi, araştırma konumuza uzak olmasıdır. Sadece kronoloji için verilen bu örneklerin ardından elektronik temelli mikrotonal çalışmalara ve sonrasında MIDI ile yapılan çalışmalara değinilecektir.

Revize edilmiş akustik çalgıların yanı sıra voltaj kontrollü osilatörlerin (VCO) keşfiyle birlikte çeşitli sentezleme yöntemlerini kullanan analog sentezleyiciler (synthesizer) üretilir. “1960’ların ortalarında Robert Moog öncülüğünde 3 farklı sentezleyici üretildi. 43 EDO sentezleyiciden sonra 479 ve 137 tuşlu iki adet sentezleyici daha eklendi” (Wilkinson, 1988, p.83). Akustik çalgı seslerinin tımsal taklidine ve sentetik tımların seslendirmesine imkan tanıyan sentezleyiciler ile yapılan mikrotonal müzik çalışmaları, perdelerin frekans değişimi prensibine dayanır. Çeşitli algoritmalarıyla farklı sentezleme yöntemleri kullanılarak üretilen bütün tımlar istenilen her frekans değeri ile seslendirilebildiğinden belirlenen sent değerine karşılık gelen hertz değerine dönüştürülmesi mikrotonal seslendirme yapabilmek için yeterlidir.

Frekans değişim esasına dayanan değişken tuning sistemine sahip ilk ticari mikrotonal klavye Motorola Scalatron 1975’de üretilir (Secor, 1975, p.12). Yamaha’nın 1983’de ürettiği FM sentezleyici DX7II ve 1978’de Sequential Circuits Firması tarafından üretilen polifonik sentezleyici Prophet-5 belli başlı analog sentezleyici örneklerindedir (Wilkinson, 1988, p.2).



**Şekil 2. Yamaha DX7II ve Prophed-5 Sentezleyicileri**

## MIDI

Analog mikrotonal sentezleyiciler mikrotonal müziklerin farklı sentetik tınılarla seslendirilebilmesini sağladığı için büyük bir öneme sahip olsa da bilgisayarın iletişim dili analog değil, dijitaldir. Müziği bilgisayar içinde ifade edebilen ve dijital ortak bir dil üzerinden anlaşabilen bir protokol oluşturma düşüncesinin sonucu olan MIDI, özel bir donanım ya da yazılım sürücüsüne (driver) ihtiyaç duymaksızın kullanıma hazır ve ücretsiz olan, hemen hemen her türlü işletim sisteminin kabul ettiği, küçük dosya boyutunda kaydedilebilen, editlenebilen çıktı verebilen bir ortak protokol, müziğin çok çeşitli değişkenleri için çeşitli mesajlar barındıran bir kod paketidir.

MIDI (Musical Instrument Digital Interface) “mikroişlemci teknolojisi ile çalışan elektronik çalgıların, karşılıklı anlaşmasını sağlayan ve aralarında diyaloga izin veren bir bağlantı standarttı, bir computer protokolü”dür (Durmaz, 2000, s.23). 80’lerin başında müzikal çalgılar arasında iletişimi, eş zamanlı çalışmayı sağlayan arabirim olarak standartlaşan MIDI, mikro işlemci teknolojisinin ve geniş depolama imkânlarının gelişmesiyle, müzik endüstrisinin birçok alanında kullanılan, dijital iletişim bilgisine sahip temel yapı haline dönüşmüş olduğu için, “MIDI bir donanım arayüzü, bir dosya

formatı, Standart MIDI File içinde bir veri ya da General MIDI'nin belirlediği çalgı simülasyonudur” (Field, 1997, p.41).

Donanım (hardware) yönüyle MIDI, elektronik çalgılar arasında bir iletişim dilidir. “MIDI desteği sadece elektronsal çalgılar üzerinde değil, müzik üretimine yardımcı olan yan donanımlar üzerinde de bulunabilir. Bu donanımlara örnek olarak etki işlemciler (effect processor), sequencer ve denetleyiciler (controller) gösterilebilir. MIDI her ne kadar elektronsal çalgılar temel alınarak geliştirilmişse de günümüz teknolojisi akustik çalgıların da bu desteğe sahip olmasını mümkün kılar” (Durmaz, 2000, s.128).

Donanımlar arası haberleşmeyi sağlayan MIDI kuşkusuz en büyük ilgiyi müzik yazılımlarıyla birlikte görür. Nota yazılımları, MIDI sequencer yazılımları ve DAW'lar MIDI mimarisi ve MIDI ağı üzerine inşa edilir. Bir notasyon yazılımında müzikal sembollerle ifade edilen porte üzerindeki her bir nota MIDI mimarisi içinde belirli bir perde ve gürlük sayı değerine kodlanır. Bunun dışında nota üzerine eklenecek her bir artikülasyon ve nüans işaretleri, farklı çalış teknikleriyle yapılabilen müzikal ifadeler farklı MIDI mesajlarıyla kodlanır. Glisendo, legato, stacatto, bending, vibrato gibi çalış teknikleri de bu notasyon yazılımlar ve üzerine kurulu olduğu MIDI mimarisi içindeki özel mesajlarla ifade edilebilir.

Nota yazılımları gibi MIDI sequencerlar da MIDI mimarisi üzerine kurulu müzik yazılımlarıdır. GM'nin düşük kaliteli sanal çalgılarıyla seslendirme yapabilen sequencerlar alt yapı düzenlemeleri ya da düzenleme öncesi seslendirme için kullanılacak yazılımlar olmakla birlikte, DAW yazılımlarının geliştirilmesi için en önemli basamağı oluşturur.

Sadece MIDI mesajlarını kaydederek gerektiğinde geri gönderebilen yazılımlara sequencer yazılımları adı verilmektedir. Sequencer özelliği yanı sıra sayısal ses kaydı da yapabilen yazılımlar ise DAW (Digital Audio Workstation – Sayısal Ses Çalışma İstasyonu) olarak adlandırılırlar. Bu yazılımlar aynı işi yerine getiren donanımların bilgisayar üzerinde çalışan benzerleri olarak da düşünülebilir. Sanal çalgılar herhangi bir DAW yazılımının eklentisi (plug-in) biçiminde kullanılabilme üzere derlenebilir. Bu durumda yazılım, ilgili sequencer programı ya da DAW ile aynı protokolü kullanmalıdır. (Eden, 2011, s.11)

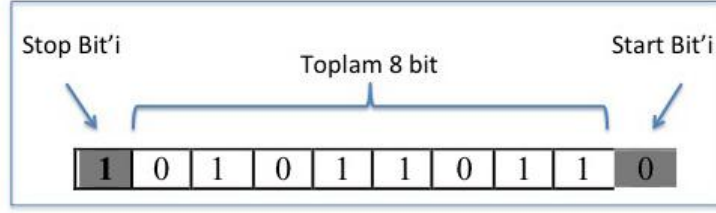
MIDI haricinde audio ve videoyla eş zamanlı çalışma imkanı sunması ve çok çeşitli eklenti desteğiyle DAW, müzik ve multimedia için geniş ve kompakt bir çalışma

platformu sunar ve gerek dijital ses stüdyolarının, gerekse ev stüdyolarının vaz geçilmez parçasıdır. Örnekleyci (sampler), sentezleyici ve looper gibi çeşitli sanal çalgıların bir MIDI denetleyici ile tetiklenebilmesi, çeşitli sequence ve transport işlemlerinin yapılması için birimlerin birbirleriyle ilişkisini belirleyebilecek bir protokole ihtiyaç vardır ki bu protokol MIDI’de hazır olarak bulunur. Bu nedenle, MIDI mesajları DAW yazılımları içinde de önemli görevler üstlenir. Özellikle harici donanımlarla ve eklentileriyle (plug-in) haberleşme MIDI mesajları ve MIDI ağının (MIDI Network) görevidir. Bir DAW yazılımı içinde kullanılacak bir sentezleyicinin ya da bir sanal çalgının hangi perdeyi ne gürlükte çalacağı, birim vuruş zamanının ne olacağı, polifonik olup olmadığı, hangi müzikal nüansın yapılacağı, hangi sesle (sound) çalınacağı gibi müziğe dair verilerin işlenmesi ve adreslenmesi MIDI mimarisiyle gerçekleşir.

### **MIDI Veri Mimarisi ve Bayt Kavramı**

Birçok MIDI mesaj bilgisini ve çeşitli iletişim protokollerini içeren MIDI mimarisi MIDI denetleyici gibi harici donanımlarla tetiklenebildiği gibi dijital yapısıyla, pek çok müzik yazılımı içinde de kendine yer bulur. Çünkü bilgisayarın dili gibi MIDI dili de 1 ve 0’ sayı dizilerinden oluşan iki tabanlı (binary) sayı sistemini kullanır. “Bitlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan veri sisteminin matematiksel karşılığı ikili sayı sistemidir ve bu sistem bilgisayarların temel çalışma prensibini oluşturur” (Eden, 2006, s.17). Sekiz bitten oluşan baytlar, 1 ve 0 rakamlarından oluşan iki farklı olasılığın birbirleri ardına sıralanmış dizileridir. Sekiz bit değerinin kümelenmesi ile oluşan bayt 0 ve 255 arasındaki çözünürlüğü müziğin pek çok değişkenini belirli bir sayı değeriyle ölçeklemek için yeterlidir. Nitekim, 0 ile 127 arasındaki skalada yarım aralıktan oluşan toplam 128 perde bulunur. Müzikte kullanılan en geniş ses sınırına sahip piyanonun 88 tuşlu olduğu düşünülürse 128 perde müzik için oldukça yeterli bir ses sınırı sunar. Benzer bir durum sesin gürlüğü içinde geçerlidir. *ppp*’dan *fff*’ye kadar ki cressendo alanı için 0-127 sayı değeri nüansların gerçekleştirilmesi için kullanılacak yeterli bir çözünürlüktür.





**Şekil 3. MIDI Bayt Örneği**

MIDI donanımlar arasındaki veri iletişimi iki tabanlı bayt kümeleri ile mümkünken, MIDI yazılımlarında ve Max/MSP’de (MM) argümanlar ondalık değerlerle belirlenir. 8 bitlik bir bayt, ondalık (decimal) tabanda 0 ile 255 arasındaki sayı değerlerinde kullanılabilir bir çözünürlük sunar.

### **MIDI Kanalları (MIDI Channels)**

Bir MIDI sistem içinde mesaj gönderen (transmitter) ve alan (receiver) donanım ya da yazılımlar arasındaki veri iletişimini sağlayan kanal numarasıdır. Bütün bir sisteme gönderilen MIDI mesajlarının hangi alıcılar tarafından işleneceği bilgisi toplam 4 bit lik bayt kümesiyle gönderilir. “Nibble” adı verilen bayt kümesiyle 16 adet kanal numarası belirlenebilir. “Bir nibble 4 bit genişliğinde olduğundan ayrılmış 16 MIDI kanal, tek bir MIDI kablo ya da tasarlanmış port ile MIDI kanal numarası gönderebilir” (Huber, 2007, p.17). Perküsyon sesleri için önceden belirlenmiş 10 numaralı MIDI kanal dışında diğer bütün kanallar kullanıcı tercihine bırakılmıştır.

### **MIDI Ağı**

MIDI ağı yazılım ve donanımlar arasındaki haberleşmeyi sağlayan iletişim alt yapısıdır. MIDI donanımlarını birbirine bağlayan, eş zamanlı çalışmayı ve haberleşmeyi sağlayan MIDI kabloları, MIDI yazılımlarında sanal kablolarla dönüşür. MIDI denetleyici ile yazılımlara bağlanıldığında iletişim hem sanal hem de gerçek kablolar üzerinden sağlanır. İster donanım ister yazılım olsun bütün veriler MIDI ağı üzerinden gönderilir ve alınıp gönderilen veriler arasındaki öncelik sırası, verinin hızı, saniyede iletilecek veri sayısı bir protokolle sınırlandırılan MIDI ağı tarafından belirlenir. “MIDI kullanımı ile gönderilen gerçek zamanlı performans verilerinin ve MIDI kontrol veri mesajlarının tek bir veri kablosuyla bir çok elektronik çalgı ve cihaza gönderilmesi ve

elektronik çalgı ve cihazların bir ağ (network) üzerinden adreslenmesi mümkündür” (Huber, 2007, p.2).

MIDI bandwidth (band genişliği) MIDI ağının bir saniyede taşıyabileceği veri yüküdür ve MIDI bandwidth’ın saniyede taşıyabileceği veri yükü 31250 bit kadardır. Başka bir deyişle MIDI ağı üzerinden bir saniyede 3908 kadar bayt verisi geçebilir. Dolayısıyla “Perde, gürlük, tuşa basıldı bilgisini üç bayt ile ifade edebilen bir noteon mesajı MIDI bandwidth üzerinden bir saniyede iletilir. Bu, MIDI bandwidth’ın bir saniyede en fazla 500 notanın (herbiri note-on ve note-off mesajlarından meydana gelir) üstesinden gelebileceği anlamını taşır” (Kirk and Hunt, 2013, p.114).. Bu nedenle MIDI bandwidth hızlıca (presto) çalınan polifonik bir müzik için çoğu zaman yeterlidir.

### General MIDI

General MIDI (GM), 1 den 128 e kadar standart bir çalgı listesi sunar. Böylece her çalgı üzerinde aynı program numarası aynı sese karşılık gelir. Örneğin 1 numaralı program GM destekli her çalgı üzerinde “Grand Piano” sesine karşılık gelir. Bununla birlikte 16 adet MIDI kanalı GM üzerinde de desteklenmektedir. “Böylelikle her bir kanal için farklı bir program numarası belirlenebilir ve gerçek çokseslilik (multi-timbral) sağlanmış olur” (Eden, 2011, s.39). GM’de kullanılan çalgı grupları ve bu gruplara karşılık gelen 128 adet program numarası Tablo 1’de verildi.

**Tablo 1. General MIDI'de Kullanılan Çalgı ve Çalgı Grupları**

Program No	Çalgı Grubu	Program No	Çalgı Grubu
1-8	Piyano	65-72	Reed
9-16	Kromatik Perküsyon	73-80	Pipe
17-24	Org	81-88	Synth Lead
25-32	Gitar	89-96	Synth Pad
33-40	Bas	97-104	Synth Effects
41-48	Yaylı Çalgılar	105-112	Etnik Çalgılar
49-56	Ensemble	113-120	Vurma Çalgılar
57-64	Bakır Nefesliler	121-128	Ses Efektleri

Hemen hemen bütün ses kartları, MIDI klavyeler, sentezleyiciler, modüllerde standart halini almış GM, sadece çalgı ya da tını seçimi için kullanılmaz. GM, iki MIDI donanım ya da yazılım arasında kurulacak iletişim sırasında verici birimden gönderilen MIDI verisinin alıcı birim tarafından anlaşılması, uygulayabilmesi ve asgari ihtiyaçların karşılanabilmesi için gereklidir. “Bir MIDI yazılım ya da donanımın GM uyumlu olabilmesi bir takım standartlara sahip olmasını gerektirir: 16 kanal desteği (10. kanalın perküsyon seslerine ayrılması) olmalı, MIDI den denetleyici ile uyumlu olmalı, pitch bend desteği olmalı, aftertouch ve multi-timbral özellikli olmalı ve 128 adet çalgı sesi ve tınısına uygun olmalıdır” (Önen, 2007, s.279).

### **MIDI Denetleyiciler ve MIDI Klavye**

MIDI içinde farklı çalgı çalış teknikleri için tanımlanmış özel mesajlar da bulunur. Glisendo, legato, stacatto, bending, vibrato gibi çalış teknikleri, cressendo decressendo gibi müzikal nüanslar MIDI mimarisi içindeki özel mesajlarla ifade edilebilir. MIDI mesajlarının bu yeteneği ve asgari yeterlilikleri pek çok akustik çalgı tekniğinin MIDI denetleyicilere aktarılmasının da önünü açar. Başta MIDI klavye olmak üzere MIDI gitar, MIDI davul, MIDI saksafon gibi çok sayıda MIDI denetleyiciler MIDI mesajlarının uzaktan kontrolü ve erişimi için kullanılır.

MIDI klavye, içinde sound modülü bulunmayan, MIDI mesajlarının uzaktan kontrollünü sağlayan, 25 (iki oktav), 37 (üç oktav), 49 (dört oktav) veya daha fazla tuşlu, üzerindeki slider ve knob'lar ile Control Change<sup>1</sup> birimlerini tetikleyebilen ve en çok tercih edilen MIDI denetleyicilerdir. Basit, ucuz ve hafif olmasının yanısıra farklı çalgı çalış tekniklerini tek bir platform üzerinden sunması MIDI klavye kullanımını avantajlı kılar. MIDI klavye üzerindeki modulation tekerleği ile yaylı çalgılardaki vibrato tekniği; pitch bend tekerleği ile gitar telinin parmakla gerdirilmesi ile yapılan bend tekniği taklit edilebilir. Bununla birlikte MIDI klavyenin tuşları hafif olduğundan

---

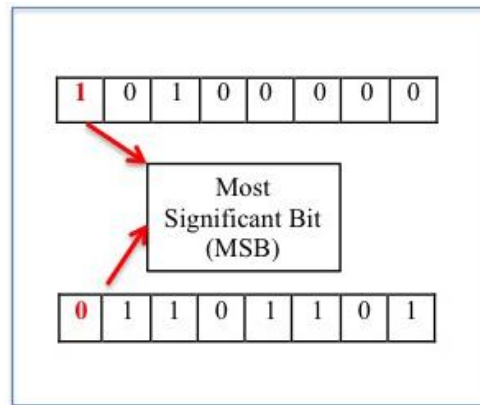
<sup>1</sup> Control Change mesajı, bir cihazın (MIDI sistem dâhilinde ya da MIDI sisteme bağlı) performans parametreleri üzerinden, gerçek zamanlı kontrollerle ilişkili bilgilerin gönderilmesi için kullanılır (Huber: 2007, 29). Bir MIDI klavye ya da MIDI denetleyici üzerindeki mekanik donanımlar (knob, slider) tarafından tetiklenen mesajdır. Veri baytı içindeki kontrol numaraları (Control No) kullanıcı tanımlı olabildiği gibi müzikal ifadelerin kullanılabilmesi (pan, sustain, portamento, vibrato) ön tanımlı parametreleri de tetikleyebilir.

vurma çalgıların seslendirilmesi için de kullanılabilir. Bütün bu avantajlarından dolayı bu tez çalışmasında uzaktan erişim için kullanılacak MIDI denetleyici olarak MIDI klavye tercih edildi.

### **MIDI Mesaj Yapıları**

MIDI mimarisi daha önce de bahsedildiği gibi çeşitli amaçlar için derlenmiş MIDI mesajlarıyla oluşturulur. Ancak, çok sayıda MIDI mesajı bulunduğundan bu tez çalışması içinde ayrıntıya girmeden tüm MIDI mesajlarından bahsetmek yerine tuning değişimi için kullandığımız ve işlevini yeniden programladığımız pitch bend mesajı konusunda açıklama yapmayı uygun bulduk. Bu nedenle, genel ereve de note-on mesajı örneğiyle MIDI mesaj yapısından, özelde pitch bend mesajından ve pitch bend mesajının MM içinde hangi objelerle temsil edildiğinden bahsedildi.

MIDI mesajlarında bayt kümeleri birbiri ardına dizilerek, çoğu zaman bir durum baytını (status byte) takip eden veri baytlarından (data byte) oluşur. “ Bir durum baytı bir donanım ya da yazılım tarafından uygulanacak olan MIDI fonksiyonunun belirlenmesi, aynı zamanda kanal verilerinin (channel data) kodlanması amacıyla kullanılır. Veri baytı, durum baytına eşlik eder ve olay değeri için kullanılır”(Huber, 17). Durum baytı, MIDI kanal numarasıyla birlikte ne tür bir fonksiyon belirlendiğini, veri baytı ise durum baytının ne şekilde işlendiği bilgisini içerir. Örneğin, MIDI klavyede bir tuşa basıldığında tetiklenen note-on durum baytı, kanal numarasıyla birlikte ses üretimi için hazırdır. Takip eden veri bayt hangi tuşa basıldığının ve ne şiddette basıldığının bilgisini diğer MIDI ünitelerine gönderir. “Note-On mesajının ilk baytı durum mesajıdır. Bunu takip eden ilk veri baytı basılan tuşun perde değerini, ikinci veri baytı, velocity (gürlük) değerini verir” (Rothstein, 1995, p.120). 8 bitlik bir bayt kümesinin durum ya da veri baytı olup olmadığı son bit değerinin 1 ya da 0 ile bitmesiyle anlaşılır ve bu son bit değer Most Significant Bit (MSB) şeklinde ifade edilir. Dolayısıyla durum baytlarında son bitin 1 ile bitmesinden anlaşılan durum baytı için ondalık tabanda 128 ile 255 sayı değerleri arasında kodlanırken, son biti 0 ile bitten veri baytları ancak 0 ile 127 arasında değer alabilir.



**Şekil 4. Durum ve Veri Baytı**

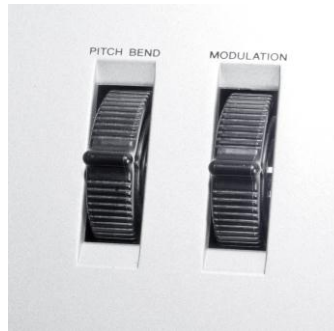
Şekil 4’de durum baytı ve veri baytı için birer örnek verilmiştir. Üst taraftaki bit kümesi son bit değeri yani MSB değeri 1 olduğundan dolayı bir durum baytıdır. Ondalık tabanda 144 sayı değerine eşittir. Bir MIDI ünitesinden bu bayt ya da sayı değeri gönderildiğinde alıcı durumdaki MIDI ünitesi bu mesajı 1. kanal üzerinden MIDI perdesi tetiklendi olarak değerlendirir. Şekil 4’de alt tarafta 0 bit değeri ile biten bir veri bayt örneği verilmiştir ve veri baytının ondalık tabandaki karşılığı 109 sayıdır. Bu sayı değeri bir MIDI perdesine karşılık gelebildiği gibi bir gürlük ya da çalgı değeri de olabilir.

### **Channel Voice Mesajları**

“Channel Voice mesajları gerçek zamanlı performans verilerini bağlı bulunduğu MIDI sisteme iletmek için kullanılır. Bu mesajlar bir MIDI çalgısı çalındığında, seçildiğinde ya da icracı tarafından değiştirildiğinde üretilir” (Huber, 2007, p.23). Adından da anlaşılacağı gibi belirli bir kanal ve kanal numarası üzerinden bilgi taşıyan performansa yönelik mesaj türüdür. Sistem mesajlarına göre daha dinamik, gerçek zamanlı verilerin üretildiği mesajlardır. “Channel Voice mesajları MIDI’nin belkemiğidir çünkü canlı performans sırasındaki MIDI iletişimini temsil eder” (Guerin, 2005, p.30). Yedi tip Channel Voice mesajı bulunur: Note-On, Note-Off, Polyphonic Key Pressure, Channel Pressure, Program Change, Control Change, Pitch Bend.

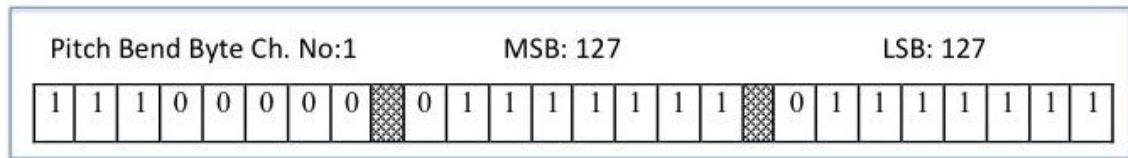
## Pitch Bend Mesajı

“Bu mesaj MIDI enstrümanlarında seslerin *pitch*'ini değiştirmek için kullanılır” (Önen, 2007, s.261). Bu mesajın uzaktan kontrolü için MIDI klavye üzerinde yarım çember biçimli bir potansiyometre bulunur ve adına pitch bend tekerleği denilir. Çemberin herhangi bir noktadaki uzanımı perdenin frekansında değişime sebep olur.



**Şekil 5. Pitch Bend Tekerleği**

Bu frekans değişim biçimi tel gerginliğinin parmakla değiştirildiği ve adına bend denilen gitar tekniğine benzetilebilir. Bend tekniğinde de parmakla yukarı itilen telin frekansıyla telin denge durumundaki frekansı arasında belirli bir miktar değişim olur ve bu değişim müzikal aralık cinsinden ifade edildiğinde yaklaşık üç yarım aralık kadar tizleşmeye karşılıktır. Pitch bend tekerleğinin GM için belirlenen standart değeri iki yarım aralıktan oluşan bir tam aralıktır. Gitardaki bend tekniğinden farklı olarak pitch bend tekerleği perdenin frekansını yalnızca yükseltmez, düşürebilir de. Bu sebeple pitch bend tekerleğinin uzanımı bir tam aralık kadar tize, bir tam aralık kadar pese doğru olmak üzere toplam dört yarım aralık kadardır. Perdenin sayısı, gürlük değeri ve çalgı değişimi için yeterli olan veri baytının 0-127 arasındaki 7 bitlik çözünürlüğü, perdenin frekans değişimi için yetersiz kalır. Çünkü bu durumda pitch bendin 127 parçalı değişim değeri dört yarım aralığın 400 sent değerini bile karşılamaya yetmeyecektir. Pitch değişiminin tek bir veri baytı ile ifade edilmesi yetersiz bir çözünürlük sunduğundan pitch bend mesajına bir 7 bitlik veri baytı daha eklenmiştir.

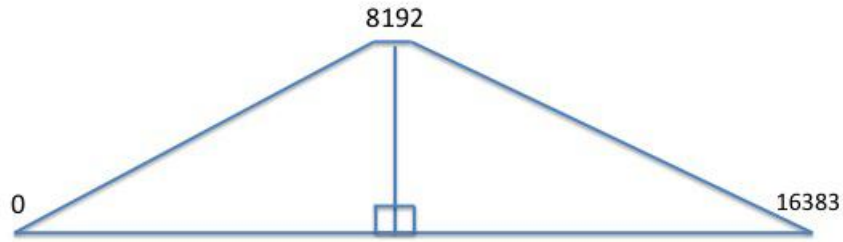


**Şekil 6. Pitch Bend Mesaj Yapısı**

MSB ve LSB olarak adlandırılan bu iki veri baytı 14 bit çözünürlükle dört yarım aralığı 16384 parçaya böler.

“Velocity” ve “volume” gibi sesin gürlüğünü belirleyen kontroller 7 bitlik bir veri baytına sahipken, “Pitch wheel” kontrolü 2 adet 7 bitlik veri baytının bir araya gelmesiyle oluşan 14 bitlik bir kuantizasyon çözünürlüğüne sahiptir. Bu durumda gürlük ile ilgili skala 128 basamağa bölünürken, sesin yüksekliği (frekansı) ile ilgili skala 16384 basamağa bölünmektedir. İnsan kulağı seslerdeki frekans değişimlerine, gürlüklerindeki değişimlere oranla daha hassas olduğu için böyle bir kuantizasyon çözünürlüğüne başvurulmuştur. (Eden, 2006, s.32)

Bu durumda bir perdenin pitchinde bir sentlik değiştirebilmek için kuantizasyon çözünürlüğünün (16384), dört yarım aralığın sent değeri olan 400 sayısına bölünmesi gerekir. Bir sentlik değişim için denge durumundaki pitch bend tekerleğini yaklaşık 41 birim hareket ettirmek gerekir. Bu durumda bir komalık aralık (22.64 sent) için pitch bend tekerleğinin 928 ( $22.64 \times 41$ ) birim aşağı ya da yukarı hareket ettirilmesi gerekir. Daha açık ifadeyle bir koma aralığı kadar pitch değişimi yaratılacaksa 90 derecelik açıyla sabit duran pitch bend tekerleği yaklaşık 10 derece yukarı ya da aşağı hareket ettirilmelidir.

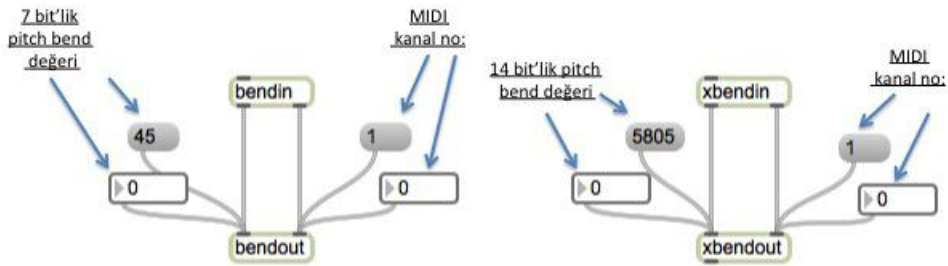


**Şekil 7. 14 bitlik Pitch Bend Mesajının Sınırları**

Pitch bend tekerleği 90 derece aşağıya çekildiğinde 0; 90 derece yukarıya itildiğinde 16383, merkezde 8192 değerini alır. MIDI tuning üzerinde anlık değişim yapabilmek için pitch bend uygun bir mesajdır ve birçok avantajı vardır. Bir channel voice mesajı olduğundan pitch bend tekerleğinin olduğu herhangi bir MIDI klavye ya da MIDI denetleyiciler ile kontrol edilebilir; özel donanıma ihtiyaç duymaz. Bu yönüyle pitch bend mesajı ve tekerleği bir endüstri standardı olmuştur. Pitch değişimi için yeterli bir kuvantizasyon çözünürlüğü sunar. Bu durum en küçük mikrotonal aralığın bile pitch bend mesajı ile seslendirilebileceği anlamını taşır. Pitch bend mesajının aynı zamanda programlanabilmesi, pitch bend tekerleğinden bağımsız olarak tetiklenmesine izin verir. 1 sent'lik pitch değişimi için 41 birim değişim gerekiyorsa, 41 birim istenilen sent değişiminin katları kadar artırılacak demektir. Örneğin bir koma aralığı için pitch bend değeri 928 ( $22.64 \times 41$ ), iki koma aralığı için 1856 ( $45.28 \times 41$ ) birim olmalıdır.

Pitch bend mesajı üzerinde kaç birimlik değişim yapılacağı MIDI klavye üzerindeki tekerlekle kontrol edilebildiği gibi çeşitli yazılımlar üzerinden belirlenen argümanlarla da değiştirilebilir. MM programlama dili ile pitch bend değeri istenilen oranda değiştirilebilir. MM'de pitch bend mesajı için ayrılmış iki farklı işlem objesi bulunur. Bendin/bendout objeleri 7 bitlik verilerle işlem yaparken xbendin/xbendout objeleri 14 bitlik verilerle çalışır.





**Şekil 8. MM'de Bendin/Bendout ve Xbendin/Xbendout Objeleri**

Bendout objesi 0 ile 127 arasındaki sayı değerlerini kabul ederken, xbendout objesi 0 ile 16383 arasındaki sayı değerlerini değerlendirir. Şekil 8’de bendout objesine girilen 45 birimlik pitch bend değeri ile xbendout objesine girilen 5805 birimlik pitch bend değeri sesin pitchinde benzer bir değişim yaratır. Bu değişim her iki obje için yaklaşık 58 senttir ve basılı perde 58 sent kadar pes seslendirilir. Ancak 59 sent için bendout objesinde yine 45 birim pitch bend değeri kullanılsa da xbendout objesinde 59 sent için 129 birim daha azaltarak 5776 birimlik pitch bend değeri kullanılır. Bu nedenle, xbendout objesi bendout objesine göre hassas pitch değişimleri için uygun bir kuvantizasyon çözünürlüğü sunar. Bu hassas çözünürlüğünden dolayı MMA’nın programlanmasında bendout objesi yerine xbendout objesi kullanılmıştır.

### Max/MSP Programlama Dili

Max/MSP (MM) ses işleme için kullanılan gerçek zamanlı (real time), grafiksel, obje tabanlı programlama dilidir. “Bu program Miller Puckette tarafından yazılıp, David Zicarelli tarafından kapsamlı bir şekilde revize edilerek, Cycling’74’ün ([www.cycling74.com](http://www.cycling74.com)) üretim desteği ile yayınlandı” (Capriani and Giri, 2010, p.11). MM, C programlama dilindeki text tabanlı kodların derlenmesiyle oluşturulan grafiksel objeleri kullanır. Her bir objenin özel bir işlem yeteneği ve belirli bir algoritması vardır. Temel işlem objelerinden oluşturulan Max kod paketi içinde, algoritmik işlem için ayrılmış objeler dışında MIDI işlem objeleri de bulunur. Max paketine sonradan eklenen MSP (Max Signal Processing) paketi özellikle sinyal işleme, ses sentezleme çalışmalarına ayrılmış objelerden oluşur. “Max/MSP müstakil algoritmalarından oluşan modüler bir programdır ve arzu edilen müzikal sonuca ulaşmak, spesifik sorunları çözmek için kullanılır” (Todd, 1998, p.41).

MM pratik ve kolay anlaşılır yapısıyla, text tabanlı programlama dillerine göre bir takım avantajlar sağlar. Obje tabanlı bir programlama dili olan MM çeşitli şekil ve işlevlere sahip objelerden ve objeler arasındaki iletişimi sağlayan sanal kablolardan meydana gelir. Bütün objeler text tabanlı C programlama dilinin paketlenmiş kodlarıdır. Bir çalışma ekranı içinde yüzlercesinin kullanıldığı ve tek bir fare tıklamasıyla kolayca eklenen, silinen ve değiştirilebilen objeler, C programlama dilinin komut satırlarının derlenmesiyle oluşturulur. Text tabanlı programlama dillerinin aksine uzun kod dizileri yazmak yerine, MM’de seçilecek tek bir objenin sisteme eklenmesi yeterli olur. MM programcısı için objelerin nasıl derlendiğinden çok onların işlevleri önem taşır. “C diliyle yazılmış her bir objenin içindeki veri ve karmaşık işlem süreci gizlidir, çünkü objenin nasıl çalıştığının bilgisine ihtiyaç yoktur. Max’te *ne* sorusu *nasıl* sorusundan önemlidir” (Todd, 1998, p.50).

MM ile çalışmanın bir diğer avantajı gerçek zamanlı hata kontrolünün istenildiği an yapılabilmesidir. Bazı text tabanlı programlama dillerinde gerçek zamanlı hata kontrolü olsa bile, yapılan hatalara müdahale etmek için çoğu zaman işlem (process) sürecinin sonucunu beklemek gerekir. MM programcısı eklediği her bir obje ya da gönderdiği mesajın sonucunu her işlem adımında kontrol edebilir. “Bir objenin değiştirilmesi ya da obje içindeki hatanın düzeltilmesi, programın diğer bölümlerine müdahale etmeyeceğinden obje tabanlı programlama dillerinde hata ayıklama (debug) ve modifiye işlemleri diğer programlama dillerine göre daha kolaydır” (Pope, 1991, p.53).

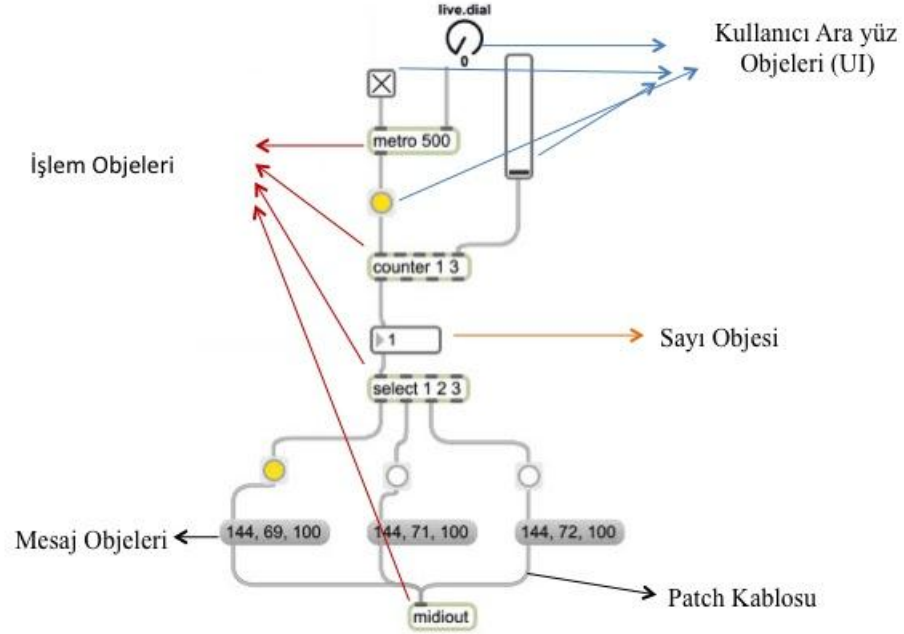
MM’de de programın çıktısı patch adı verilen çeşitli işlevlere sahip objelerin birbirlerine bağlanmasıyla oluşturulur ve MM’nin bilgisayara kurulmasıyla birlikte standart obje kütüphanesi de programcının hizmetine sunulur. Bu kütüphanelerde, her objenin işlevi, giriş ve çıkış argümanları ayrıntılı olarak anlatılır. Her obje sınırları belirlenmiş bir görevi uygulamak için dizayn edilir ve objeler arasındaki iletişim, gönderilen ve alınan mesajlar sayesinde yapılır. Objeler, bir bilgisayar klavyesi ve faresinden, joystick’ten, seri porttan, MIDI çalgısından ya da diğer bir MM objesinden mesaj alabilir. Bu mesaj ya bir objenin işlem yapması için gönderilen bir veri (sayılarla ifade edilir) ya da ne yapacağını açıklaması için bir komut (kelimelerle ifade edilir) olabilir.

### **Edit ve Run Modu**

Edit modu, MM'de objelerin çalışma alanına eklendiği, seçilen obje argümanlarının belirlendiği, patch kabloları ile objeler arasındaki iletişimin oluşturulduğu, genel anlamda düzenleme işlemlerinin (kes, kopyala, yapıştır vb.) yapıldığı mod türüdür. Edit mod kullanımında objeler pasif durumdadır ve sonuç üretme becerisi yoktur. Edit işlemlerinin yapılması ve patchin aktif durumda, işlem yapılabilir hale getirilmesi run moduyla mümkündür. Run modu edit modunda hazırlanan patchden sonuç almak için kullanılır. Run modunda, edit modunda oluşturulan patch, aktif hale getirilerek, patchden çıktı bilgileri alınır aynı zamanda obje seçiminde ve patch kablolarının bağlantısında her hangi bir sorun olup olmadığı test edilir.

### **Patch ve Subpatch**

Patcher ya da daha basit haliyle patch, programcılarının içerisine objeler yerleştirdiği boş bir tuvaldir (Manzo, 2011, p.3). Patch kabloları ile birbirine bağlı çeşitli objelerin belirli bir amacı gerçekleştirmek için oluşturduğu bütün bir sistemin ifadesi olarak kullanılan patch, “analog sentezleyicilerin kontrolü için kullanılan kablo sisteminden ödünç alınmış bir terimdir” (Todd, 1998, p.50).

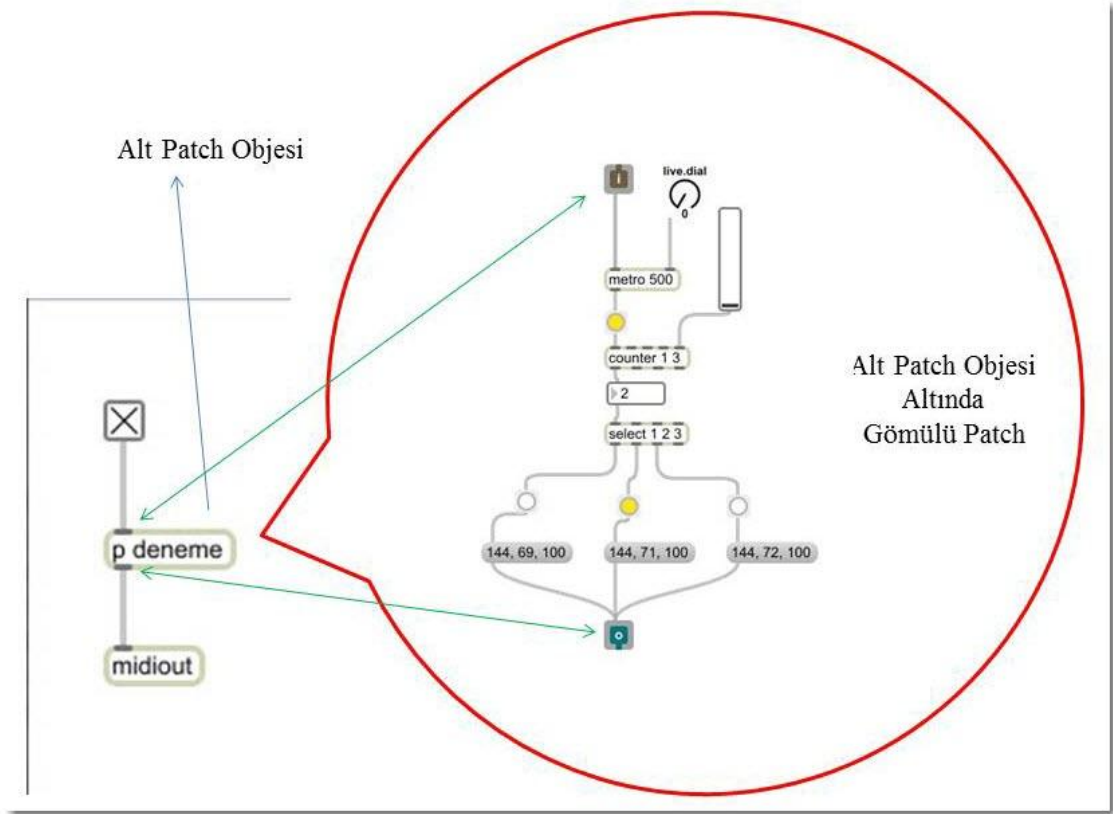


**Şekil 9. Örnek Patch**

Şekil 9’da bir patch örneği hazırlandı. Patch içindeki çeşitli objeler patch kabloları ile birbirilerine bağlıdır. Patchin amacı, belirli zaman aralıklarında (metro objesi, 500ms ) La4, Si4, Do4 seslerini MIDI ile (midiout objesi) seslendirmektir. Patch içinde çeşitli obje türleri olduğu görülür. İşlem objeleri (metro, counter, select, noteout), grafiksel biçimlerden oluşan ve geri bildirimde bulunan arayüz objeleri, ondalık ya da tam sayılı değerlerinin alınıp gönderilebildiği sayı objeleri, hücresi içindeki bilgiyi işlem objelerine gönderen mesaj objeleri Şekil 9’daki örnek patchin içeriğini oluşturur. İşlem sırası yukarıdan aşağıya doğrudur. Bütün sistem *metro* objesinin 500 ms’de bir ürettiği sinyalle (bang) tetiklenir ve her 500 ms’de bir herhangi bir nota belirli bir sırayla seslendirilir.

Bir patch içinde kullanılacak objelerin sayısı konusunda bir sınırlama olmamakla birlikte, çalışma ekranında görüntülenebilecek obje sayısı sınırlıdır. Bir patch içinde kullanılan objelerin fazlalığı programcının çalışma ekranı daraltır ya da ilişkili bulunan objelerin fonksiyonları karışabilir. Bu durumda bütün bir patch, küçük bir obje içine in/out bağlantılarıyla gömülebilir. Böylece bir patch’in çalışma ekranında

kapladığı alan bir obje boyutuna indirgenir ve sonradan, benzer görevler için kullanılabilir özel amaçlı bir patch dosyası yaratılır. Bu özel amaçlar için bir obje içine gömülmüş patch dosyalarına alt patch (subpatch) adı verilir.

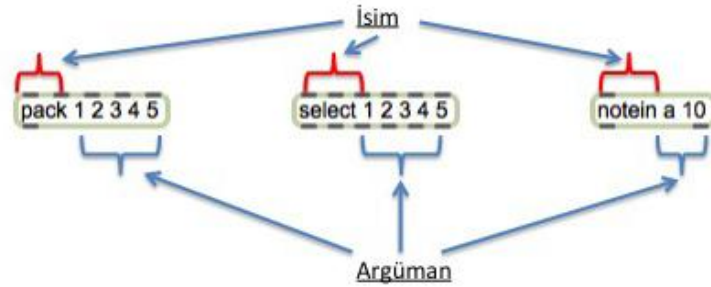


**Şekil 10. Örnek Alt Patch İçeriği**

Şekil 10’da yuvarlak içinde gösterilen patch “p deneme” adlı alt patch objesi içinde gömülü durumdadır. Alt patch objesi kullanmak bir takım avantajlar sağlar: Hem farklı objelerin eklenmesi için çalışma ekranından kazanılır, hem de küçük bir alt patch objesi karmaşık bir patchin işlem gücüne sahip olur. Bir patch kendisini oluşturan özel görevlerle donatılmış birçok alt patchden oluşabilir. Birçok alt patchden oluşan ana patch elektronik devreler içinde farklı görevler üstlenmiş birçok birleşenin (komponent) uyum içinde, ortak bir amaç için çalışmasına benzetilebilir.

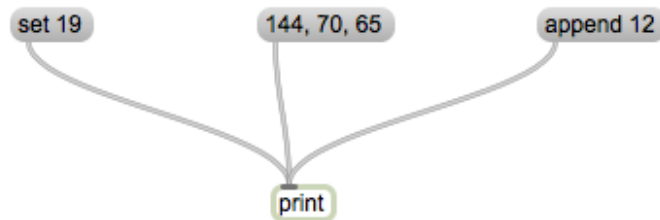
### Max/MSP’de Obje Türleri

MM’de kullanılan ve çeşitli özelliklere ve işlevlere sahip objeler, işlem, mesaj, sayı ve kullanıcı arayüz objeleri (User Interface) olarak gruplandırılır.



**Şekil 11. İşlem Objeleri**

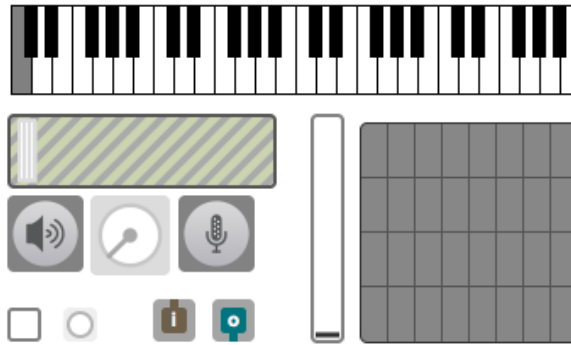
İşlem objeleri ön tanımlı görev yapan obje türüdür. Çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Kontrol işlemleri, ses ve video işleme, depolama işlemleri, matematiksel ve grafiksel işlemler, çeşitli sequence işlemleri, MIDI işlemleri ve daha birçok işlem için işlem objeleri bulunur. İşlem objesinin görevinin ne olduğu hangi verileri kabul edip hangi sonucu üreteceği, objenin fonksiyon ismine bağlıdır. Ancak, işlem objesinin isminin belirlenmesi tek başına yeterli değildir. Objenin hangi sınırlılıklar içinde çalışacağını bilmesi ve doğru sonuçlar üretmesi, objenin görevini doğru anlamasına bağlıdır. Bu nedenle, işlem objesinin görevini hangi değerler arasında, ne tür sınırlılıklar içinde yapacağı, programcısı tarafından belirlenen argümanlarla oluşturulur. Bu sayede programcı objenin yapabileceği işlem hacmini sınırlandırmış olur. Objelerin fonksiyon isimlerini takip eden argümanlar, işlem üretmek için kullanıldığında sayılardan, komut üretmek için kullanıldığında kelimelerden oluşur.



**Şekil 12. Mesaj Objeleri**

Mesaj objeleri adından da anlaşıldığı gibi mesaj alır ve mesaj üretir. Mesaj objelerinin işlem becerisi yoktur ve diğer objelerinin işlem yapabilmesi için sayısal ve

sözel verileri iletir. Run modunda aktif hale gelen mesaj objesi, fare imleciyle ya da kullanıcı arayüz objeleriyle tetiklendiğinde kaydedilmiş mesaj, patchin diğer bölümlerine iletilmiş olur.



**Şekil 13. Kullanıcı Arayüz Objeleri**

Kullanıcı arayüz objeleri, bir fonksiyonu temsil eden grafiksel ikonlar ile ifade edilir. İşlem objeleri ile benzer görevleri üstlenen bu objeler kullanıcı arayüzü yaratmak ve gerçek zamanlı işlemleri yapmak için kullanılır. Özellikle sunum modunda sıklıkla kullanılan objelerdir. Sayı objeleri, tam (number objesi) ve ondalık (flonum objesi) sayıların ifadesi için kullanılır. Sayı objeleri, kullanıcı tarafından belirlenen ya da işlem objeleri tarafından üretilen sayısal verileri diğer objelere taşır.

Patch kabloları bütün objeler arasında veri alış verişini sağlayan iletişim ağını oluşturur. Birbiriyle bağlantılı objelerin işlevine (veri, sound vb.) göre çeşitli şekiller alabilir. Her objenin, gönderilen mesajları kabul ettiği giriş birimi (inlet) ve/veya işlem yaparak göndereceği çıkış birimi (outlet) bulunur. Objeler birbirleriyle patch kabloları üzerinden bağlanarak bu giriş ve çıkış birimleriyle haberleşir.

### **Sunum Modu ve Standalone**

MM programlama dilinin nasıl çalıştığı, programcı tarafından yazılan patchin hangi işlem süreçlerinden geçerek oluşturulduğu MM'nin programlanmasıyla ilgilenmeyen son kullanıcı için önem taşımaz. Dolayısıyla son kullanıcı için gerekli olan patch kullanımının anlaşılır ve pratik olmasıdır. MM programcısı hazırladığı patchin rahat kullanılması amacıyla, anlaşılır bir arayüz oluşturur. Sunum modu (presentation mode), edit ve run modunda birbirine karışmış objeleri, takibi her zaman mümkün

olmayan patch kablolarını düzenleyerek kullanıcı için anlaşılır hale getirir. Sunum modu, hazırlanan patchin kullanıcı arayüzüdür. Programcı kullanıcı arayüz ve sayı objeleriyle hazırladığı patchini sunum modunda düzenleyerek, kullanıcının patche müdahale edebilmesini, etki-tepki ilişkisi içinde veri alıp verebilmesini sağlar. Bu sayede sunum modu genel kullanıcı için patchin kullanımını anlaşılır hale getirirken programcısına da derli toplu sunum imkânı sağlar.

MM yazılımının bilgisayara kurulması aşamasında iki tür sistem uygulama dosyası (exe ya da dmg), diğer sistem dosyaları ile aynı dizine kurulur. Bunlar, patch dosyasının hazırlandığı ve her türlü işlemin yapılabildiği işlem uygulama dosyası ve hazırlanan patchin çalıştırılabileceği runtime uygulama dosyasıdır. Runtime uygulama dosyasının edit yeteneği yoktur, sadece hazırlanan patchin çalıştırılması, sunumu için kullanılır. Standalone runtime uygulama dosyasının modifiye edilmesi ve belirli sistem dosyalarının derlenmesi ile oluşturulur. Standalone şeklinde hazırlanan patch MM programının bilgisayar sistemlerine kurulmasına gerek olmadan bağımsız bir şekilde çalıştırılabilir. Sunum moduyla hazırlanmış bir patch, standalone biçimde derlendiğinde belirlenen işletim sistemimde istenildiği zaman çalıştırılabilir özellik kazanmış olur.

### **Mikrotonalite ve MIDI**

MIDI mimarisinin müzik donanım ve yazılımları içinde ve arasında haberleşme ağı sunması, bir takım müzikal değişkeni yeterli hatta kimi zaman yüksek bir çözünürlükte ifade edebilmesi, mikrotonlar seslendirilmek istendiğinde yetersiz kalır. Mikrotonları MIDI ile kullanmak ve seslendirmek şu anki MIDI mimarisi ile uygun değildir. MIDI'nin mikrotonal seslendirme için kullanımı, MIDI Manufacturers Association (1995) tarafından belirlenen izinlerden ve standart hale gelmiş MIDI'nin değiştirilemeyen mimari yapısından dolayı sınırlıdır. Çünkü MIDI'de her bir perde tek bir sayı değerine ve o sayı değeri tek bir frekans değerine eşittir.

Bir MIDI note-on mesajı frekansla açıklanamaz. Aksine, MIDI'de bir perde 0...127 arasındaki tam sayılı birimlerle ifade edilir. Bütün MIDI synthesizerlar örnek olarak referans frekansa uzaklığı  $n = 69$  (normalde A4 olarak bilinir) ve frekans karşılığı 440 Hz olan bağıl tuning  $r(n) = n/12$  ile çalışacak şekilde dizayn edilir. (Denckla, 1997, p.47)

Mikrotonal ses sistemlerinin MIDI mimarisi içinde kullanımına yönelik bir takım çözümler bulunmuş olsa da karmaşık işlemler ve uzun programlama



süreçlerinden geçmek durumunda. MIDI mimarisi içinde polifonik müziğin ihtiyaç duyabileceği hemen hemen bütün değişkenler için tanımlı bir mesaj bulunur ve bu mesajlar GM ile ücretsiz olarak sunulurken MIDI'nin tuning sistemini değiştirebilmek için özel olarak üretilmiş bir takım donanım ya da yazılımlara ihtiyaç vardır. Üstelik bu donanım ve yazılımlardan alınan MIDI çıktıları birçok DAW içinde kabul görmüş formatlar olamamıştır. Bu durumda MIDI donanım ve yazılımlarından alınacak mikrotonlardan oluşan MIDI çıktıları MIDI tabanlı herhangi bir müzik yazılımında ya da DAW içindeki çalgı eklentileriyle seslendirilememektedir. Dolayısıyla mikrotonların MIDI ile kullanılması için belirli bedellerin ödenmesi ve bahsi geçen MIDI yazılım ya da donanımların satın alınması gerekiyor. Bu sorunun alternatif çözümlerinden biri çeşitli MIDI mesajlarının farklı amaçlar doğrultusunda yeniden programlanması. MIDI mesajları görev sınırları dışına çıkacak şekilde programlanarak mikrotonların MIDI içinde kullanması için yeni çözüm yöntemleri aranıyor. Moussa (2002), MIDI tuning yapısını değiştirebilmek için polifonik key pressure mesajını kullanırken Alt-tuner yazılımında MIDI Tuning Standart (MTS) mesajı kullanılabilir.

MIDI'de geçici ya da kalıcı tuning değişimi yapabilmek, perdeleri sent değeri ile seslendirebilmek için çeşitli mesaj tipleri bulunur. Ancak kalıcı tuning değişimi için kullanılacak tek bir mesaj türü; system exclusive mesajı bulunur. "System – Exclusive (SysEx) mesajı MIDI üreticilerinin, programcılarının ve düzenleyicilerin MIDI cihazları arasındaki MIDI mesajlarını özel olarak dizayn edebilmesine imkan sağlar" (Huber, 2007, p.44). Ancak, bir sistem mesajı olmasından dolayı MIDI ağı üzerinde büyük veri yükü oluşturması, henüz bir endüstri standardı haline gelememiş olması ve bunun üzerine bir de kullanımının belirli şartlara ve izinlere bağlı olması özellikle mikrotonal araştırmaların mikrotonal seslendirmelerin MIDI ile yapılmasının önündeki belli başlı engellerdir. Bu nedenle, MIDI tuning yapısının değiştirilmesine ve mikrotonların MIDI ile seslendirilmesiyle ilgili literatür sınırlıdır. Mikrotonal seslendirme yapabilen bir takım ticari yazılımların kaynak kodları, algoritması ve programlama yöntemleri de gizli tutulduğundan bu alanda yapılan araştırmalar çok denecek kadar azdır. Bu sorunun çözümü için bir çok araştırmada MIDI'nin yeniden programlanmasını ve hale hazırdaki MIDI mesajlarının çalışma biçimlerinin düzenlenmesini içeren yöntemler denenir.

MIDI ve mikrotonalite ilişkili literatür içinde Moussa'nın (2006) araştırması dikkat çekicidir. Bu araştırmada MIDI tuning değişimi için bir kanal mesajı olan

Polyphonic Aftertouch<sup>2</sup> (PA) mesajı kullanılır. PA özelliği olan bir MIDI klavyede Y ekseninde dikey düzlemde basınç değişimleri MIDI mimarisi içinde kodlanır. PA, dikey düzlemdeki basınç değişim bilgisini ses seviyesi, vibrato, çeşitli filtre devre elemanlarının değiştirilmesi için kullanılan bir mesaj iken, bu çalışmada tuning değişim bilgisini tetiklemek için kullanılır. Programlama aşamasında Windows 98 işletim sistemi üzerinde çalışan Visual C++ programlama dilinden yararlanır. PA'nın MIDI'de tuning değişimi için uygunluğu programlanan prototip arayüzle test edilir. Tuning değişimi için pitch bend mesajı kullanılması planlanmış olsa da 12 farklı MIDI kanalına ihtiyaç olduğundan bu yöntemden vazgeçilerek tuning değişimi için system exclusive mesajına karar verilir. Yazılımın yanında patentinin (Moussa, 2006) de alındığı U-Tone adı verilen donanım oluşturulur ve 24 perdeli çeyrek ton sistemine göre seslendirme yapar.

Moussa'nın (2006) araştırmasıyla bizim araştırmamız arasında MIDI mesajlarının yeniden programlanması noktasında bir paralellik olsa da kullanılan MIDI mesajı, MIDI mesajının programlanmasında izlenen yöntem, başvuru programlama dili ve hedeflenen amaç noktasında farklılık gösterir. Moussa, mikrotonal perdelerin adreslenmesi amacıyla PA mesajından, tuning değişimi için system exclusive mesajından yararlanırken, biz bu tez çalışmasında tuning değişimi için pitch bend mesajını kullandık. U-Tone, PA uygulanmış bir MIDI çalgısı ve tuning değişimi için bir sentezleyiciye ihtiyaç duyarken, araştırmamızda programlanan mikrotonal MIDI arayüzünün (MMA) kullanımı için tek başına bir MIDI klavye ya da MIDI çalgısı yeterlidir. Bununla birlikte PA'nın etkin biçimde kullanılabilmesi MIDI klavye tuşları üzerinde dikey düzlemde yapılacak basınç değişimlerine bağlı olduğundan, mikrotonal seslendirme için farklı bir çalış tekniği kullanılmasını gerektir. MMA'da mikrotonal perdeleri seslendirmek için standart bir MIDI klavye yeterlidir ve farklı çalış tekniklerine ihtiyaç duymaz. Bu noktaysıyla MMA'nın kullanımı basit ve pratiktir.

Moussa'nın (2006) araştırmasının temel amacı MIDI ile mikrotonal seslendirme yapabilmektir. U-Tone'un herhangi bir müzik yazılımı (nota yazım programları, MIDI sequencer ve DAW) içinde çalıştırılması, araştırmanın ulaşılmak istenen hedefleri arasında değildir. Mikrotonal perdelerin MIDI ile seslendirilmesi

---

<sup>2</sup> "Polyphonic Aftertouch mesajı, MIDI klavye üzerindeki her bir tuş için yapılacak basınç değişiminden sorumludur. Ancak, bu mesajların bir cihazın nasıl değerlendireceği üreticiden üreticiye değişiklik gösterir. Oysa bu basınç değerleri vibrato, ses seviyesi, tını ve perde gibi performans verileri ortak belirlenmiştir" (Huber, 2007, p.44).

MMA'nın da programlanmasındaki temel amaçtır. Bunun yanında MMA'dan MIDI çıktısı alınması ve bu sayede mikrotonların tınısal çeşitlilik sunan müzik yazılımları içinde seslendirilmesi bu araştırmanın bir diğer amacıdır.

Benzer bir çalışmada Marshall (1987) PA mesajını Moussa gibi mikrotonları seslendirmesi için kullanır. Marshall farklı donanımlara ihtiyaç duymaksızın tek bir sentezleyici üzerinde, Kurzweil 150X ile gerçekleştirir. Her bir perdenin sent değerlerini  $\pm 125$  arasındaki skalada ve 1 sent çözünürlükte değiştirmeye izin veren system exclusive mesajını kullanır. Bu sayede PA kullanarak klavye üzerindeki dikey basınç değişim bilgisini Kurzweil 150X üzerindeki tuning değişim bilgisiyle eşleştirir. Moussa'nın U-Tone'u gibi Kurzweil 150X'de farklı çalış tekniğine ihtiyaç duyar.

Bir diğer araştırma Code'un (2002) Max/MSP (MM) programlama diliyle hazırladığı Groven. Max patchidir. "Groven.Max standart dışı değişken tuning sistemleri için standart tuşlu çalgılara bağlanarak performans eşleşmesi sağlayan gerçek zamanlı bir programdır" (Code, 2002, p.50). Groven.Max üç farklı elektronik piyanonun tuning yapısı değiştirilerek tek bir piyano üzerinden kontrolü amacıyla hazırlanmış MM patchidir. Patchin arayüzü ile istenilen tuning değişimi belirlenerek MIDI out üzerinden elektronik piyanolara tuning değişim bilgisi gönderilir. Bu sayede 36 EDO için düzenlenen üç piyano, patch sayesinde tek bir piyano ile kullanılarak seslendirilir. MMA ile karşılaştırıldığında Groven.Max patchinin MM programlama diliyle hazırlanması ve gerçek zamanlı olması dışında gerek yöntem gerekse amaç noktasında benzerliği yoktur. Mikrotonların MIDI ile seslendirilmesi aşamasında MMA'da olduğu gibi MIDI programlanmaz. Onun yerine önceden mikrotonal olarak programlanmış elektronik piyanolar MIDI ağı üzerinden kontrol edilir. Code'un çalışmasında tuning değişimi için toplam dört farklı piyanoya ihtiyaç vardır. MMA'nın GM sound font'larını kullanarak seslendireceği sanal çalgılar için tek bir MIDI klavye yeterlidir.

İcraya yönelik olmayan ama MIDI çıktısı verebilen bir diğer program bir nota yazım editörü olan Ömer Tulgan tarafından Java programlama dili ile Windows işletim sistemi için hazırlanmış ve ücretsiz sunulan Nota 2.2 programıdır (<http://www.tulgan.com/Nota22/hakkında/tanitma.htm>). Mikrotonal perdelerin seçimi ve sent değeri 17 sesli sistem, Rauf Yekta, Arel-Ezgi-Uzdilek, Töre-Karadeniz, Sarısözen ses sistemi kuramlarına göre değiştirilebilmekte, MIDI ile seslendirilebilmekte ve MIDI çıktısı vermektedir. Ancak programdan alınan MIDI çıktı

formatı farklı müzik programlarında ya da nota yazım programlarında açılmaya çalışıldığında sorun oluşmaktadır. Bunun dışında yazılan notaların mikrotonal olarak seslendirilmesi noktasında kullanışlı bir programdır.

Türk müziği makamları ile yapılmış kayıtlarını otomatik olarak notaya döken, makamın karar sesini saptayabilen, icrayı MIDI dosyasına dönüştürebilen ve Barış Bozkurt tarafından geliştirilen Makam Aracı 1.0 (Bozkurt, 2008) programı Türk makam müziğinin MIDI ile işlenmesi noktasında yapılan araştırmalar için bir diğer örnektir.

### **Mikrotonal MIDI Arayüzü (MMA)**

Mikrotonal MIDI arayüzü (MMA), bir MIDI klavye ya da MIDI denetleyici tarafından gönderilen verileri alabilen, aldığı verileri kendi içindeki algoritmalarla işleyerek çıkış birimine gönderen bir yazılım olarak programlandı. MMA başka herhangi bir yazılıma ihtiyaç duymadan (standalone) çalışabilen, GM sound font'larıyla seslendirme yapabilen, perdelerin sent değerini değiştirerek MIDI dosya formatıyla kaydedebilen, işlenmiş bu verileri sanal MIDI ağı üzerinden müzik yazılım ve DAW'lara gönderebilen, bir anlamda MIDI klavye ve müzik yazılımları arasında tonal-mikrotonal dönüşüm (converter) işlemi yapabilen bir yazılımdır.

Bu tez çalışmasının amacı, mikrotonal müzik olan TMM'nin makamlarını standart bir MIDI klavye aracılığı ile MIDI içinde kullanmak amacıyla bir kullanıcı arayüzü programlamak ve bu arayüzünden alınan MIDI çıktıları önce GM sound fontlarıyla sonrasında DAW eklentileri ile seslendirebilmektir. Bu amaçla MM programlama dili kullanılarak yazılan bir MMA tasarlandı. Windows ve Mac işletim sistemlerinde çalışabilen MMA ile makamlara özgü mikrotonların seslendirilmesi amaçlandı. Hedef: Mikrotonların MIDI klavyenin ilgili tuşlarına adreslenerek MIDI'nin 12 EDO ses sisteminde kalıcı tuning değişimi yaratmaktır. Kalıcı tuning değişimi için pitch bend MIDI kanal mesajından yararlanıldı. MMA içindeki algoritma, pitch bend mesajının çok kanallı kullanımını mümkün kılacak şekilde biçimlendirildi.

MM dilini kullanmak MIDI'nin programlanması, sunum ve arayüz oluşturmak noktasında önem kazanır. MM grafik tabanlı bir programlama dilidir. MM'de text tabanlı programlama dillerinde kullanılan kodlar, grafiksel objelerle sunulur. Bu nedenle bir proje içindeki algoritmayı MM ile anlatmak anlaşılabilirlik açısından da avantaj sağlar. Csound, Puredata gibi açık kaynak kodlu programlama dilleri olmakla birlikte,

patchin içeriğini ve algoritmasını açıklamak noktasında daha anlaşılır arayüz objelerine sahip olduğundan bu tez çalışmasında MM programlama dili tercih edildi. MIDI objelerinin görevleri, sayısal değerlerinin öğrenilmesi ve uygulanması aşamalarında ve birbirleriyle ilişkilerini açıklamakta MM'nin kullanılması tavsiye edilir (Çelik, 2012, s.670).

PC ve MacOSX işletim sistemlerinde standalone çalışabilecek proje oluşturmak bu çalışmada MM kullanmanın bir diğer avantajıdır. Bu sayede proje, herhangi bir kurulumla gerek kalmadan istenilen bilgisayarda çalıştırılabilecek özellik kazanır. Bu özellik projenin paylaşılması açısından önem taşır. Anlaşılabilirliği ve pratikliği MMA'nın programlanması aşamasında MM kullanılmasının temel sebepleridir.

MM için oluşturulacak MMA veri tabanının hazırlanmasında tek başına Arel-Ezgi-Uzdilek kuram bilgisinden yararlanılmadı. Uygulamada kullanılan mikrotonal sent değerleri de veri tabanına eklendi. MMA, mikrotonal perdeleri hem kuramda belirtilen hem de uygulamada kullanılan sent değerleri ile seslendirme yapabilecektir. Bu sayede mikrotonal aralıklar için kullanılan kuram ve uygulama sent değerleri arasındaki farklılıklar sayısal olarak belirlenebilirken, MMA ile seslendirilme sürecinde duymasal farklılıkların sergilenmesi de mümkün hale gelecektir. Bununla birlikte, mikrotonal aralıkların kuram ve uygulama sent değerleri dışında MMA kullanıcısı tarafından sisteme girilebilecek sent değerleri ile de seslendirilmesi bu araştırmanın bir diğer amacıdır.

Makamın seyri için ihtiyaç duyulabilecek kalıcı ve anlık değişimler ve kullanıcı geri bildirim için eklenen objelerle MMA, bağlı bulunan MIDI klavye ile yapılacak performans verilerini MIDI ve text formatında kaydedebilecek, kaydedilen MIDI ya da text dosyası sisteme geri çağırılabilir. Bunun dışında MMA ile nota yazım programlarında 12 EDO ses sistemine göre yazılmış MIDI dosyalarını da makamın mikrotonal sesleri ile seslendirebilecek ve mikrotonal içeriği ile MIDI çıktısı verebilecektir.

MMA'nın diğer bir amacı, program içinde GM sound font'larıyla seslendirilen mikrotonal aralıkların DAW yazılımı içinde de kullanılmasını, DAW eklentileriyle seslendirilmesini sağlamaktır. Ancak, MIDI Tuning Standart'ı (MTS) kullanan programların MIDI çıktıları DAW içinde kullanmak için uygun değildir. Bunun temel sebebi MTS'in henüz bir endüstri standardı haline gelememiş olmasıdır. Nitekim MTS kullanılarak oluşturulmuş MIDI dosyaları bir takım müzik yazılımlarında mikrotonal

olarak seslendirilebilirken MTS'ı kabul etmeyen diğer yazılımlar sadece tonal seslendirme yapabilmektedir. Çünkü MTS bir sistem (system exclusive) mesajı altında bir güncellemedir (MIDI Manufacturers Association, 1995) ve her MIDI sistem bu mesaj yapısını değerlendiremez. Bütün MIDI yazılım ve donanımlarda standart olan mesaj türü belirli bir kanal numarasıyla gönderilen kanal (channel) mesajlarıdır. Bu nedenle, bu çalışmada programlanacak olan MMA'da mikrotonal aralıkların seslendirilmesi için MTS'den vaz geçilmiş, bir kanal mesajı olan pitch bend mesajı çok kanallı kullanılmıştır.

Yukarıda belirtilen amaçlar ve hedefler doğrultusunda hazırlanan MMA, MIDI klavye ya da herhangi bir MIDI denetleyiciler ile performans amaçlı kullanılabilen, MM ile programlanarak standalone çalışabilen, on farklı makamın mikrotonal perdelerini TMM kuram ve uygulama sent değerlerine göre değiştirerek GM ile seslendirebilen, MIDI çıktıları DAW içinde kullanılabilen ve birçok noktasiyla ilk olabilecek bir programdır.

## I. BÖLÜM

### MİKROTONAL MIDI ARAYÜZÜNÜN PROGRAMLANMASI, YÖNTEM VE BULGULAR

Mikrotonal MIDI Arayüzünün (MMA) programlanması için öncelikle veri tabanının oluşturması gereklidir; çünkü MMA'ya bağlanan MIDI klavyenin hangi sese, hangi sent değerini atayacağı bu veri tabanı bilgisine bağlıdır. Bu yüzden bu çalışmada önce veri tabanı oluşturuldu, sonra hazırlanan bu veri tabanı bilgisiyle MMA programlandı. Bu iki aşamada farklı yöntemler kullanıldı.

#### 1. 1. Veri Tabanının Oluşturulması

Perde yapısı tampere ses sisteminin sent değerleriyle düzenlenmiş bir MIDI klavyenin hangi perdesinin hangi mikrotonal sent değeriyle seslendirileceği MMA için oluşturulacak veri tabanı ile mümkündür. TMM'de çok sayıda makam olduğu için bu tez çalışması için kullanılacak makam sayısı sınırlandırıldı. Bu nedenle, MMA'nın veri tabanı için belirlenecek makam seçimi kriteri için Eden'in (2011) çalışmasındaki makamsal sınıflandırma kullanıldı. Eden, aynı değiştirici işaretleri kullanan makamları 5 ana biçim altında sınıflandırır.

Eden'in sınıflandırmasında segah ve eviç perdeleri için kullanılan değiştirici işaretler rast, uşşak, hüseyini ve neva makamları için ortaktır. Benzer biçimde dik kürdi, nim hicaz ve eviç perdeleri için kullanılan değiştirici işaretler hicaz, humayun ve uzzal makamlarında; segah, nim hisar ve eviç perdeleri için kullanılan değiştirici işaretler karcıgar ve suzinak makamlarında ortak kullanılır. Anarmonik perdelerin kullandığı gruplar içindeki makamlara kürdi makamının da eklenmesiyle veri tabanı için toplam on makam belirlenmiş oldu.

Kısaca özetlersek: İlk olarak hüseyini, neva, uşşak, rast, hicaz, hümayun, uzzal, karcıgar, suzinak ve kürdi makamlarının kullanılacağı belirlendi, daha sonra da bu makamlarda kullanılan mikrotonal perdelerin sent değerleri belirlendi. Mikrotonal sent değerlerinin belirlenmesinde TMM kuram bilgisinin yanı sıra tanbur ve kanun icracılarından albümü çıkmış 25 kişinin 38 icrası analiz edilerek ses kayıtlarından da yararlanıldı. Arel-Ezgi-Uzdilek (AEU) perde sisteminde belirtilen makam dizisi içindeki mikrotonal perdelerin sent değerleri, kuramsal sent değerleri adı altında veri tabanına kaydedilirken icra analizleriyle elde edilen veriler de uygulama sent değerleri olarak kayıt altına alındı.

### 1. 1. 1. TMM Kuramındaki Sent Değerleri ve AEU Kuramı

TMM’de bir oktav içinde perde sayısını, perdelerin sent değerlerini belirli matematiksel oranlarla açıklayan çeşitli kuramlar olmakla birlikte günümüzde yaygın olarak kullanılan kuram AEU ses sistemidir. “Arel ses sisteminin öğretimi gerek okullarda gerekse müzik ortamlarında yoğun şekilde devam etmektedir” (Kaçar, 2002, s.156). Kurama göre bir oktav 5’li ve 4’lü aralıklarının peşi sıra eklenmesiyle oluşturulmuş birbirine eşit olmayan 24 perdeden oluşur.

En kaba do’dan itibaren tize doğru birbiri üstünde 11 adet tam beşli ve 12 tane tam dördü teşkil edilerek meydana çıkan sesler bir sekizli içinde yan yana sıralanınca Türk Musikisinin bütün sesleri ve aralıkları ortaya konmuş olur... Batı Musikisinde üst üste sadece 12 tam beşli alınmakla iktifa edecek bir sekizli yalnız 12 parçaya bölünür... Sekizli, Türk Musikisinde gayrı müsavi 24 kısıma, Batı Musikisinde ise az çok müsavi iki kısma bölünmüştür. Türk Musikisi sekizlinin içinde 24 türlü, Batı musikisi on iki türlü ses kullanır. (Arel, 1949, s.3)

AEU kuramında en küçük aralık birimi, bir oktavın 53 eşit parçaya bölünmesiyle oluşturulan Holder (ya da Marcator koması) koması ile ifade edilir. “Sekizliyi tam 53 eşit parçaya bölen birime *Holder koması* veya kısaca *koma* (k)” denir (Zeren, 2010, s.301). Wood, marcator koması içinde benzer bir tanımlama yapar:

53 eşit aralıklı sistem Avrupa’da ilk defa XVII. yüzyıl’da yaşamış Danimarkalı matematikçi ve astronom Nicolas Marcator önermiştir. Bu sistemde aralıklar, hem beşliler zinciri yoluyla elde edilenlere hem de doğal aralıklara çok yakındır. Beşliler yoluyla dizi



oluşturmada 53. beşli iyi bir durma noktasıdır. Bu şekilde oluşturulan bir zincirde başlangıç sesine 3.615 sent gibi küçük bir farkla yaklaşabilmek mümkün olmaktadır. (Wood, 1979, p.195)

TMM’de sıklıkla kullanılan aralıklar koma değerlerinin belirli oranlarda kümelenmesiyle oluşur. 1, 4, 5, 8 ve 9 komadan oluşan çeşitli aralıklar özel isimler alır. “H. S. Arel’in çalışmalarını yakından takip eden Kemal İlerici, Batı müziğinde kullanılmayan bazı sesleri üzerine komaları gösteren rakamlar yerleştirilmiş diyez ve bemollerle ifade” eder (Can, 1995, s.50).

**Tablo 2. TMM'de Kullanılan Değiştirici İşaretler**

Adı	Koma Değeri	Diyez	Bemol	Sent Değeri
Koma	1	♯	♭	22.64
Bakiye	4	♯	♭	90.56
K. <u>Mücennep</u>	5	♯	♭	113.20
B. <u>Mücennep</u>	8	♯	♭	181.12
Tanini	9	×	♭	203.76

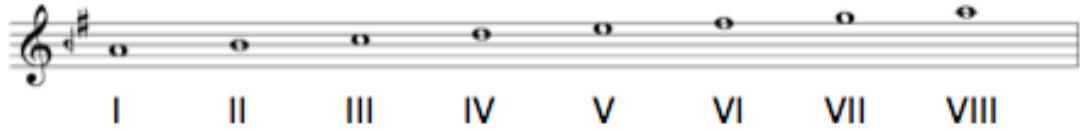
İki frekans ya da perde arasındaki uzaklığın ölçümü için kullanılacak en uygun logaritmik birim sent değeridir. “Frekansların karşılaştırılması için kullanılan incelikli yöntem birimi senttir” (Lapp, 1998, p.52). Frekans değerleri bilinen perdeler arası uzaklığın sent cinsinden değeri aşağıdaki formülle bulunur:

$$1200 \log_2 \left( \frac{f_2}{f_1} \right)$$

$f_1$  referans frekans değerini,  $f_2$  hedef frekans değerini gösterir.

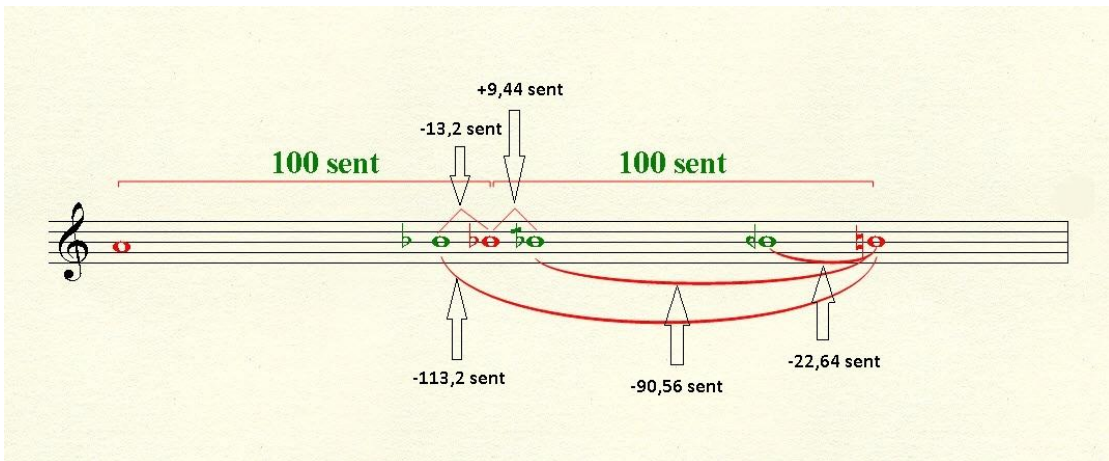
Bir oktavı 1200 eşit parçaya bölen sent birimi, 12 eşit aralıktan oluşan Batı müziği perde sistemi için en küçük perde aralığı olan yarım aralık ya da kromatik aralık tam sayılı değerler verir. Her bir kromatik adım 100 (1200/12) sent değerine eşittir. TMM’de bir oktav 53 eşit parçaya bölümlendiğinden en küçük aralık bir oktavı oluşturan 1200 senttin 53 eşit parçaya bölümüyle bulunur. Bu oranla TMM’deki en

küçük aralık birimi 22.64 (1200/53) senttir. Buna göre, bir koma aralığı 22.64 sent, bakiye aralığı 90.56 (22.64x4) sent, küçük mücennep aralığı 113.20 (22.64x5) sent, büyük mücennep aralığı 181.12 (22.64x8) sent ve tanini aralığı 203.76 (22.64x9) sent değerindedir.



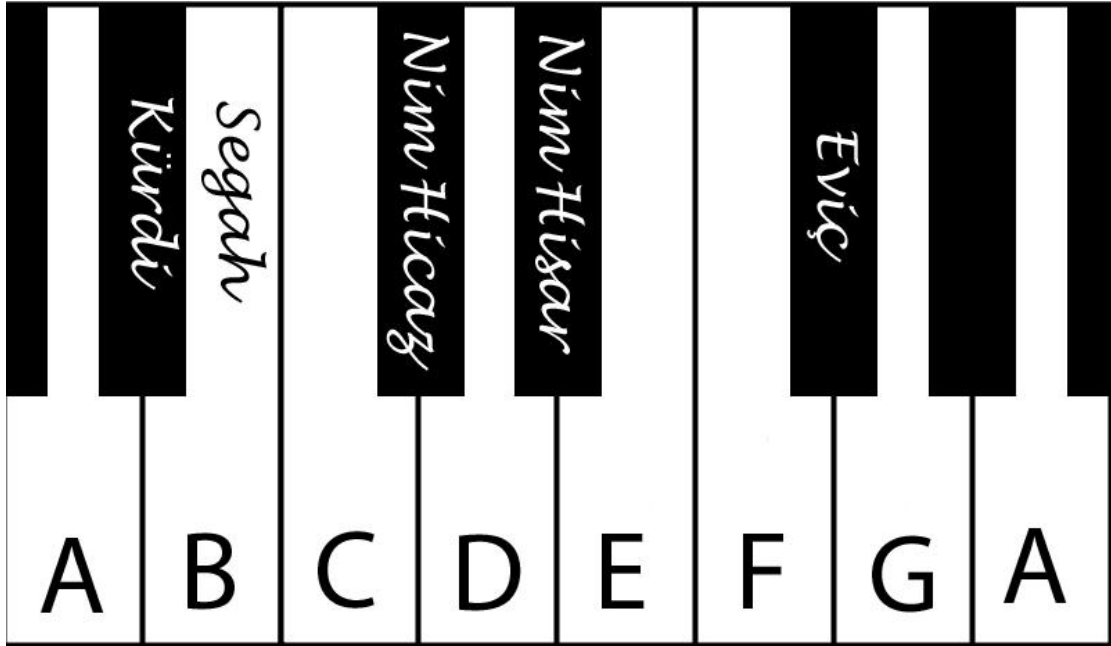
Şekil 14. AEU Kuramında Hüseyni Dizisi

AEU kuramında belirtilen mikrotonal aralıklar veri tabanının kuramsal sent değerlerini oluşturur. Hüseyni makamından verilen örnekte, II. derecede (yegah) koma bemolü ve VI. derecede (eviç) bakiye diyezi kullanılır. Koma bemolünden dolayı yegah perdesi tampere perde sistemine göre 22.64 (~23) sent pes, bakiye diyezinden dolayı eviç perdesi 90.56 (~91) sent tiz seslendirilir. Ancak eviç perdesi Fa perdesine göre ~91 sent uzaklıktayken, Fa diyez perdesine sadece -9 (91 -100) sent uzaklıktadır. Bu nedenle, eviç perdesi MIDI klavyenin tuşlarından Fa diyez perdesine adreslenir. Bu sayede eviç perdesi Fa diyez perdesi üzerinden seslendirilebilirken Fa perdesi natürel olarak kullanılabilir. Bu durum makamın inici ve çıkıcı seyri durumunda Fa ve Fa diyez perdelerinin kullanılmasına imkan sağlanmış olur. Değerlendirmeye alınan toplam 10 makam içinde kullanılan bakiye bemolü, bakiye diyezi ve küçük mücennep aralıkları içinde aynı yaklaşım izlenmiştir.



Şekil 15. AEU Sistemindeki Mikrotonal Aralıkların Tampere Perde Sistemindeki Aralıklarla Karşılaştırılması

Şekil 15’de kromatik aralıkla verilen örnekte kırmızı renkli notalar tampere perde sisteminde kullanılan ve aralarında 100 sentlik mesafe bulunan La, Si bemol ve Si notalarını ifadesi için, yeşil renkli notalar da AEU perde sisteminde belirtilen mikrotonal aralıklar için kullanıldı. Bir koma bemolü (segah perdesi) tampere perde sistemindeki si perdesine -22.64 sent, bir bakiye bemolü (dik kürdi perdesi) -90.56 ve küçük mücennep bemolü (kürdi perdesi) -113.2 sent uzaklıktadır. Makamsal veri tabanı oluşturulurken bakiye ve küçük mücennep aralıkları tampere perde sistemindeki en yakın perdeye göre oranlandı. Buna göre dik kürdi ve kürdi perdeleri tampere perde sisteminin Si bemol perdesine göre oranlandığında dik kürdi perdesinin +9.44 (100 – 90,56) sent tiz, kürdi perdesinin -13.2 (-113.2+100) sent pes olduğu görülür.



Şekil 16. TMM'de Mikrotonal Perdelerin MIDI Klavye Üzerindeki Konumu

Şekil 16’da MIDI klavye tuşları üzerine adreslenen mikrotonal perdeler gösterildi. Kürdi perdesi MIDI klavye üzerinde Si bemol perdesine, segah perdesi Si perdesine, nim hicaz perdesi Do diyez perdesine, nim hisar perdesi Mi bemol perdesine ve eviç perdesi Fa diyez perdesine adreslendi.

### 1. 1. 2. TMM’de Uygulama Sent Değerlerinin Belirlenmesi ve Analiz Aşaması

TMM’de kullanılan mikrotonal perdelerin sent değerlerinin belirlenmesinde tek başına kuram bilgisi yeterli değildir. Uygulamada kullanılan bazı perdelerin ya da

perde frekans değerlerinin AEU kuramında farklılık gösterdiği çeşitli araştırmalarda belirlidir (Akkoç, 2008; Yarman ve Beşiroğlu, 2008; Tura, 1988). Bu nedenle kuramda belirtilen mikrotonal sent değerleri dışında uygulama sent değerlerinin de hazırlanacak veri tabanına dahil edilmesi programlanacak olan MMA'nın TMM makamlarını seslendirebilme noktasındaki yeterliliğini artıracak gibi TMM'de kuram ve uygulama arasındaki farklılığın gözlemlenmesi açısından da önemlidir.

Uygulama sent değerlerinin belirlenmesi amacıyla kanun ve tanbur kullanılmış icra örnekleri incelendi. Tanbur ve kanunun seğilmesinin temel sebebi her iki çalgının da TMM'de kullanılan perdeli çalgılar olmasıdır. TMM'de kullanılan üfleme çalgıların bir çoğu da perdeli olmakla birlikte bu çalgıların tanbur ve kanundan farkı sabit perdeli olmasıdır. Tanbur ve kanunun perde aralıkları ve akordu değiştirilebildiğinden seslendirilen mikrotonal aralıklar çeşitlilik gösterir. Bu amaçla, toplam 25 icracının 38 icrası analiz edildi. İncelemeye alınan icraların belirlenmesinde -geniş bir veri tabanı oluşturma düşüncesiyle- solo albümleri yayınlanmış eski ve yeni kuşak icracıların audio kayıtlarından yararlanıldı. CD kayıtları 16 bit 44100 örnekleme oranı ile wav dosya formatına dönüştürüldü. Bazı eski kayıtlardaki gürültüler noise reduction eklentisi ile temizlenerek analiz için uygun hale getirildi. CD kayıtlarının wav formatına dönüştülmesi işleminde Logic pro 9.0 yazılımı, noise reduction işlemi için aynı yazılım içindeki auto filter eklentisi kullanıldı.

**Tablo 3. Değerlendirmeye Alınan İcralar ve İcracılar**

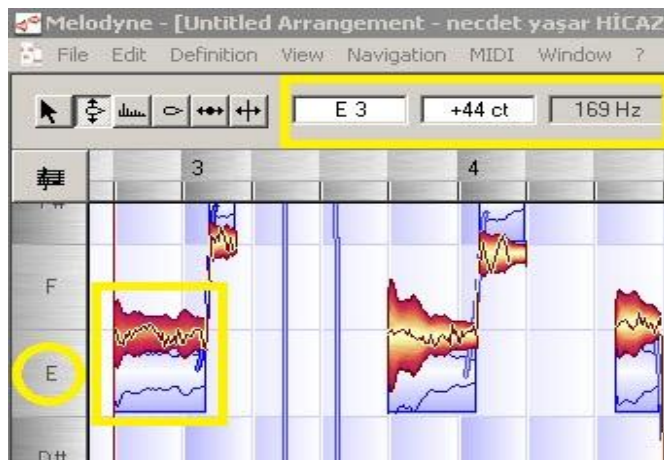
Sayı	İcracı	Çalgı	İcra	Sayı	İcracı	Çalgı	İcra
1	Timur Sarıca	Kanun	1	14	Ercüment Batanay	Tanbur	1
2	Vasfi Akyol	Tanbur	1	15	Göksel Baktagir	Kanun	1
3	Necdet Yaşar	Tanbur	4	16	Murat Aydemir	Tanbur	1
4	M. Uğur Ekinci	Kanun	1	17	Selçuk Sipahioğlu	Tanbur	2
5	Cemil Atikoğlu	Kanun	1	18	Mesut Cemil	Tanbur	1
6	İzeddin Ökte	Tanbur	3	19	Taner Sayacioğlu	Kanun	1
7	Serdar Erbaşı	Tanbur	1	20	Fahrettin Çimenli	Tanbur	1
8	Gökhan Çağlı	Kanun	1	21	Erol Deran	Kanun	1
9	Akın Özkan	Tanbur	5	22	Ahmet Meter	Kanun	1
10	Cevdet Kazanoğlu	Tanbur	1	23	Y. Hakan Polat	Kanun	1
11	Halil Karaduman	Kanun	2	24	Necip Gülses	Tanbur	1
12	Süleyman Taşpınarlı	Kanun	1	25	Tahir Aydoğdu	Kanun	1
13	Ertuğrul Erkişi	Tanbur	2	Toplam		25 T 13 K	38

Uygulama sent değerlerinin analiz aşaması sürecinde icraların karar ve durak sesleri belirlenirken durak sesleri üzerinde uzun süreli kalışlar karar ve durak seslerinin karıştırılmasına neden oldu. Bu karışıklığın önüne geçmek amacıyla icrada kullanılan perdeler belirli bir makam dizisi oluşturacak biçimde sınıflandırıldı. Durak sesinin karar sesi olarak kabul edilmesi durumunda oluşacak dizi sesleriyle karar sesinden oluşturulan diğer dizi sesleri karşılaştırıldı ve bu durumda kullanılan mikrotonal seslerin seçilen makam perdelerine uygunluğu araştırıldı. Aynı zamanda karar ve durak seslerinin belirlenmesinde herhangi bir hata olup olmadığı icradaki başlangıç ve bitiş seslerinin karşılaştırılmasıyla da netleştirildi. İcradaki başlangıç ve bitiş seslerinin karar sesiyle eşleşmesi, icranın karar sesini bulmak için kullanılan yöntemi doğrulamış oldu.

İcra kayıtları üzerinde yapılan analiz işlemlerinin amacı, TMM'de belirlenen makamlara özgü mikrotonal perdelerin hangi sent değerleriyle kullanıldığını, mikrotonal perdenin tampere sistemde belirtilen sent değerlerinden ne kadar saptığını

belirlemektir. Analiz işlemleri Mac OS X işletim sistemi altında çalışan “Melodyne Single Track” yazılımı ile yapıldı. DNA (Direct Note Access) algoritmasını kullanan Melodyne ile perde tahmini (pitch estimation), perde doğrulama (pitch correction), ritimsel perde ayırma (pitch segmentation) ve ezgi ayrıştırma (melody extraction) işlemlerini yapmak mümkündür (Işıkhan, 2011). Araştırmamızda, Melodyne yazılımının perde tahmini özelliğinden yararlandı. Işıkhan’ın (2011) tek sesli ve çok sesli çalgı kaydı kullanarak perde tahmin yazılımları arasında yaptığı frekans ölçüm (F-ölçüm) sonuçlarına göre Melodyne en başarılı (tek sesli: %100, çok sesli: %73) sonuçları vermiştir.

Melodyne yazılımının bir diğer özelliği, işaretlenen ses parçasının frekans değeri ile birlikte sent değerini de belirleyebilmesidir. Aynı zamanda ses parçasının sent değerlerini belirlerken, tampere perde sistemine göre olması gereken konumundan kaç sent pes ya da tiz sapma yaptığını geri bildirimle göstermesi icra analizi sürecinde Melodyne yazılımı kullanmanın bir diğer avantajıdır. Şekil 17’de sarı renkli dikdörtgen içinde gösterilen alanda işaretlenen ses parçasının perdesi, sent değeri ve frekans değeri görülür. Ortada bulunan sent değeri bölgesi “0” değeri alan ses parçasının tampere perde sistemine göre akortlu; “+” işareti tiz, “-” işareti pes olduğunu gösterir. Şekil 17’de Necdet Yaşar’ın hicaz taksimi kaydı üzerinden verilen örnekte E3 (Mi) perdesine karşılık gelen ses parçasının (sarı renkli kare içinde) frekans değerinin 169 Hz, üçüncü oktav E3 perdesi üzerinde ve tampere perde sisteminden +44 sent tiz olduğu görülür.



**Şekil 17. Melodyne Yazılımında Necdet Yaşar Taksimi**

Perde tahmini konusunda Melodyne başarılı sonuçlar verse de, değerlendirmeye alınan bazı icra örneklerinin 440 Hz referans değeriyle akort

edilmemiş olması ve vibrato gibi sesin frekansında (dolayısıyla sent değerinde) salınmalara sebep olan çalış tekniklerinden kaynaklı olarak analiz sonrasında ileride bahsedilecek bir takım işlemlerin yapılmasını gerektirir. Nitekim telli çalgılarla yapılan araştırmada vibrato hareketinin sesin merkez frekans değerinde -15 ile +21 sent kadar sapma oluşturduğu belirlidir (Brown and Vaughn, 2006). Özellikle tanbura özgü çalış tekniğinde karar ve durak seslerinde yapılan vibrato ve mızraplama hareketinin sesin frekansını -26 ve +15 sent değerleri arasında dalgalandırdığı kendi analiz sonuçlarımızda da gözlemlenmiştir. Akortsuzluk ve çalış tekniklerinden kaynaklı sapmaların belirlenmesi ve bu sapmaların analiz sürecine dahil edilmemesi için iki farklı hesaplama yöntemi kullanıldı:

1. Karar sesinin ortalama sapma değerinin hesaplanması.
2. Mikrotonal perdelerin ortalama sapma ve merkez sent değerinin hesaplanması.

### **1. 1. 2. 1. Karar Sesinin Ortalama Sapma Değerinin Hesaplanması**

Melodyne'da icra analizleri sürecinde, çalgıların 440 Hz referansı ile akortlanmadığı görüldü. Bu durumda mikrotonal aralıkların sent değerini doğrudan Melodyne'dan alınan verilerle belirlemeye çalışmak abartılı ve yanlış sonuçlar vereceğinden ve MIDI klavyenin perde sistemi tampere perde sistemine göre biçimlendirildiğinden icra kayıtlarındaki akortsuzluk probleminin giderilmesi gerekir. Bu sorundan dolayı icrada kullanılan karar sesi belirlendikten sonra, "0" değeri alan akortlu tampere ölçeğine çekilmelidir. Sonrasında karar sesinin akortsuz sent değerinden akortlu "0" değerine çekilmesi için toplanan ya da çıkarılan sent değeri belirlenerek, makamın seyri sürecinde kullanılan diğer dizi sesleri de bu miktarda tize ya da pese doğru kaydırılmalıdır. Böylece, hem perdeleri arası aralıkların sent değerleri korunmuş, ezgisel yapı bozulmamış, hem de mikrotonal aralıkların sent değerlerinde gerçekçi sonuçlara ulaşılmış olur. Bu durum aynı ezginin farklı tonlardan çalınmasına (transpoze) benzetilebilir. Transpoze yapılsa bile ezgi içinde kullanılan aralıklar ve aralıkların sent değerleri logaritmik ölçüde muhafaza edildiğinde karar sesi daha tiz ya da pes olsa da ezgideki melodi algısı değişmeyecektir. "Bir aralığı oluşturan seslerin

mutlak frekansları değişebilir. Ama aralarındaki oran değişmiyorsa hep aynı aralık oluşur ve dolayısıyla aynı müzik duygusu algılanır” (Zeren, 2010, s.296).

Akortsuzluk ve diğer sapma değerlerinden arındırılmış karar sesinin merkez değerinin belirlenmesi, analiz verilerinin derlenmesinde ilk aşamayı oluşturur. Modülasyon yapılmış bölümler haricinde seyir esnasında geçen ve karar sesine karşılık gelen bütün sent değerleri belirlendi ve bu sent değerlerinin aritmetik ortalaması alındı. Ortalama sonucuyla karar sesinin ortalama sapma değeri (OSD) bulundu. Başka bir ifadeyle karar sesine karşılık gelen ortalama akortsuzluk değeri bulunmuş oldu. Bulunan OSD değeri sonrasında mikrotonal perdeler için saptanacak sent değerlerinden çıkarıldı. Bu sayede mikrotonal perdelerin sent değerleri de akortsuzluktan ya da çalış tekniğinden kaynaklı sapmalardan arındırılmış oldu.

**Tablo 4. Necdet Yaşar’ın Hüseyini Taksiminde Saptanan Karar Sesleri ve OSD Sonucu**

Sıra Sayısı	Karar Sesi Sapma Değeri (Sent)	Sıra Sayısı	Karar Sesi Sapma Değeri (Sent)	Sıra Sayısı	Karar Sesi Sapma Değeri (Sent)
1	-13	13	-17	25	-17
2	-11	14	-7	26	-21
3	-17	15	-3	27	-19
4	-28	16	+5	28	-19
5	-25	17	-15	29	-16
6	-24	18	-29	30	-20
7	-28	19	-23	31	-9
8	-26	20	-16	32	-2
9	-14	21	-23	33	-24
10	-19	22	-23	34	-16
11	-21	23	-24	OSD	~-17
12	-23	24	-16	(278/34)	

Tablo 4’de Necdet Yaşar’ın seslendirdiği hicaz taksim eseri seyri üzerinde yapılan hesaplamalar örnek olarak verilmiştir. Örnekte, karar sesi 34 kere yinelendi ve en düşük sapma değeri +5 en yüksek değeri -29 olarak belirlendi. Bütün sapma değerlerinin toplanması ve 34’e bölünmesiyle hesaplanan OSD, -17 olarak saptandı. Karar sesi OSD’nin -17 olarak hesaplanması, perde değerleri 440 Hz frekans değerine göre akortlanmış ses sistemine göre 17 sent pes olduğu, 17 sent kadar akortsuz olduğu anlamını taşır. Bu nedenle akortlu 0 merkezi değerinin belirlenmesi için karar sesinin



+17 sent değerinde tizleştirilmesi gereklidir. İcranın başında ve sonunda kullanılan ve karar sesine karşılık gelen sent değerleri ile OSD hesaplamalarımızdan elde edilen sent değerleri karşılaştırıldığında her iki değer arasında paralellik olduğu görülür. Bu durum karar sesi OSD’ni bulmak için kullandığımız yöntemi doğrular niteliktedir.

### 1. 1. 2. 2. Mikrotonal Perdelerin OSD Değerlerinin Belirlenmesi ve Karar Sesi OSD’ne Oranlanması

Makamın dizi sesleri içinde geçen mikrotonal perdelere ait sent değerlerinin akortlu tampere perde sistemine göre ne oranda saptığının belirlenmesi için öncelikle icrada kullanılan mikrotonal perdelerin sent değerlerinin belirlenmesi, bu sent değerlerinin OSD’nin hesaplanması ve sonrasında karar sesi için bulduğumuz OSD kadar mikrotonal perdelerin OSD’ne eklenmesi ya da çıkarılması gerekir. Bu sayede icrada içindeki karar sesi ile makam dizisindeki diğer perdeler arasındaki mesafe (sent cinsinden) ve simetrik biçim korunmuş olur. Necdet Yaşar’ın hüseyini taksimi üzerinden örneklmeye devam edersek:

**Tablo 5. Necdet Yaşar’ın Hüseyini Taksiminde II. Derecedeki Mikrotonal Değerler ve OSD**

Sıra Sayısı	II. Sesin Sapma Değerleri	Sıra Sayısı	II. Sesin Sapma Değerleri
1	-55	7	-49
2	-35	8	-38
3	-55	9	-28
4	-42	10	-39
5	-42	11	-35
6	-15	12	-52
II. OSD (-509/12) ~ -42 II. Sesin Merkez Sent Değeri (-40)-(-17)= -23			

Tablo 5’te Necdet Yaşar’ın hüseyini taksiminden alınan örnekte, II. (segah) derece sesi 12 kere tekrarlandı ve -15 ile -55 sent arasında çeşitli değerlere ulaşıldı. Bütün değerlerin toplamı (-509) tekrarlama sayısına (12) bölünerek OSD yaklaşık -42 sent değeri bulundu. Karar sesinin “0” sent değerine çekilmesi için çıkarılan -17 sent değeri II. derece OSD için bulunan -40’dan da çıkarılarak II. sesin merkez değeri -23 (-

40(-17)) sonucuna ulaşıldı. Bu durumda diyebiliriz ki, karar sesi -17 sent pes olduğu için II. derecenin sent değeri -40 olarak bulundu. Oysa karar sesi 440 Hz referansa göre akortlanmış olsaydı, II. derecedeki mikrotonal perde -23 sent pes basılmış olacaktı ki bu veri, tampere perde sistemini kullanan MIDI klavyede mikrotonal perde için belirlenen değer ve MMA için veri tabanında “Necdet Yaşar” başlığı altında bir değişken olarak kaydedildi. Karar sesinin ve diğer mikrotonal perdelerin OSD’nin hesaplanması için kullanılan yöntem diğer icralarda seslendirilen mikrotonal perdelerin sent değerinin belirlenmesi için de kullanıldı.

Kanun ve tanbur icracılarının uygulama sent değerlerinin belirlenmesi amacıyla literatürde fazla sayıda araştırma olmamakla birlikte, Signell’in araştırması (1986) uygulamada kullanılan mikrotonal sent değerlerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Signell, Necdet Yaşar’ın tanburunu inceleyerek, tanbur perdelerinin sent değerlerini Scoborn adlı bir çeşit tuner ile ölçer. Doğrudan çalgı üzerindeki perdelerle yapılan ölçüm işlemi sonucunda elde edilen veriler, Necdet Yaşar’ın icra analizi sonucunda elde edilecek uygulama sent değerlerinin tutarlılığı açısından önemlidir.

**Tablo 6. Signell’in Ölçüm Sonuçları ile İcra Analizlerinden Elde Edilen Uygulama Sent Değerlerinin Karşılaştırılması**

<b>ARTIK İKİLİ</b>	
Hicaz makamında Dik Kürdi-Nim Hicaz Perdeleri	
Analiz Sonuçlarımız	Signell’in Sonuçları
278 sent	Ort=272+/-4 sent
Karcıgar makamında Hisar –Eviç Perdeleri	
280 sent	Ort=272+/-4 sent
<b>BÜYÜK MÜCENNEP</b>	
Hüseyni makamında Dügah- Segah Perdeleri	
179 sent	Ort=180+/-5
Karcıgar makamında Dügah –Segah perdeleri	
189 sent	Ort=180+/-5
<b>EKSİK BÜYÜK MÜCENNEP</b>	
Uşşak makamında Dügah-Uşşak perdeleri	
145 sent	Ort =141+/-11

Tablo 6'daki değerler incelendiğinde, eksik büyük mücennep aralığında çok yakın sonuçlara ulaşılmış olmakla birlikte diğer aralıklarda da yakın farklarla benzerlikler olduğu görülür. İki analiz sonucu artı ve eksi değerler eklenerek karşılaştırıldığında kürdi ve nim hicaz perdeleri arasında 2 sent, hisar ve eviç perdeleri arasında 4 sent fark vardır. Hüseyini makamında düğah ve segah perdeleri için fark 1 sent olurken aynı perdelerin karcığar makamındaki farkı 4 senttir.

Bununla birlikte Signell'in yaptığı analizler tanbur perdeleri üzerinde yapılmışken, biz analizlerimizi icra kayıtları üzerinden yaptık. Bu sebeple glisando, vibrato gibi çeşitli çalış tekniklerinin uygulanması ve ses kayıt problemleri gibi sesin perdesini etkileyen dinamik faktörler düşünüldüğünde iki analiz sonucu arasındaki farkın bu derece yakın olması araştırmamızda kullandığımız yöntemin başarısı açısından önemlidir. Analiz sonuçlarımız ile Signell'in analiz sonuçları karşılaştırıldığında en yüksek farkın 4 sent olduğu görülür. "İnsan işitme sisteminin iki farklı perdeyi çözümüleme eşiği 5-6 sent arağındadır" (Loeffer, 2006, p.6). Dolayısıyla bu tez çalışmasında elde edilen analiz sonuçları ile Signell'in analiz sonuçları paralellik gösterir. Analiz yönteminin gösterdiği bu başarı sebebiyle, Necdet Yaşar icrasında kullanılan analiz yöntemi diğer icra kayıtlarının analizi içinde kullanıldı.

Necdet Yaşar'ın tanbur kayıtları ile yapılan analiz sonuçları Signell'in  $\pm 11$  sente kadar çıkan sapma payına sahip ortalama sent değerleriyle karşılaştırıldığından analizde edilen diğer icra kayıtları için de belirli sapma payı belirlenmelidir. Dolayısıyla icra analizinden elde edilen sonuçlara da  $\pm 10$  sent sapma payı eklenmelidir.

### **1. 1. 2. 3. Analiz Sonuçları ve Veri Tabanı Sent Değerleri**

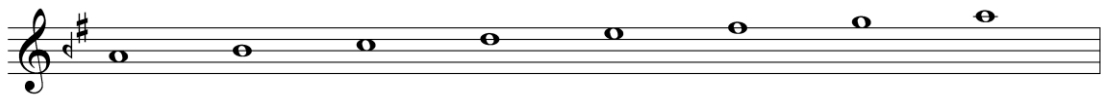
Uygulama sent değerleri ile kuramsal sent değerleri grafik üzerinde karşılaştırılarak veri tabanına eklendi. Karşılaştırmada makamın ilgili derecesinde üzerindeki mikrotonal aralıklar için kullanılan uygulama sent değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak AEU kuramında belirtilen sent değerleriyle benzerlik ve farklılıkları TMM'nin en küçük aralık birimi olan koma değerine göre karşılaştırıldı.

Veri tabanında dört önemli değişken bulunur: Makamın adı, icracının adı, mikrotonal perdelerin makam dizisi içindeki dereceleri ve bu mikrotonal perdelerin sent değerleri. Sonuçlar içinde "-" değerlerin "+" değerlerden fazla olmasından dolayı grafik

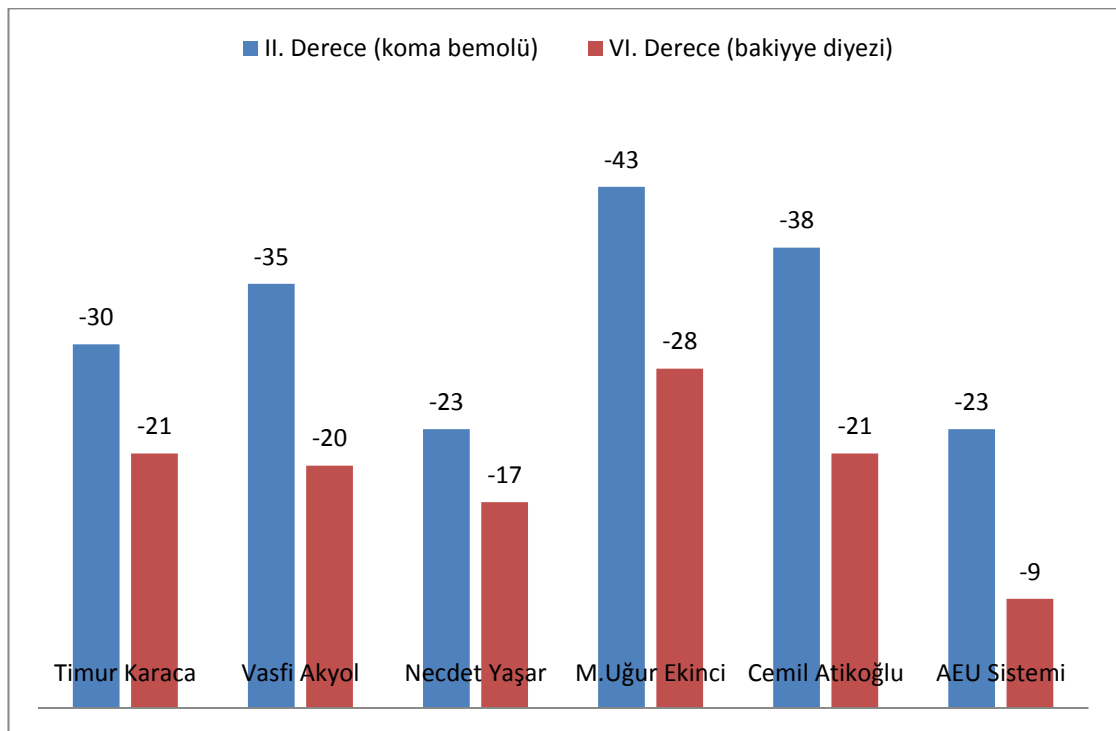
değerleri ters çevrilerek eksi değerler merkez değerinin (0) üst tarafına, artı değerler alt tarafa doğru dağılım gösterdi.

AEU kuramında en küçük müzikal aralık birimi oktavin 53 eşit parçaya bölünmesiyle hesaplanan ve 23,46 sent değerine sahip koma aralığıdır. Uygulama ve kuram sent değerlerinin karşılaştırılarak yorumlandığı bu bölümde karşılaştırma ölçütü koma aralığı ekseninde yapıldı. Mikrotonal sent değerlerine sahip perdelerde kullanılan uygulama sent değerlerinin ortalaması ile AEU kuramında belirtilen sent değerleri koma aralığına göre karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları belirlendi.

### 1. 1. 2. 3. 1. Hüseyini Makamı



Şekil 18. Hüseyini Makam Dizisi

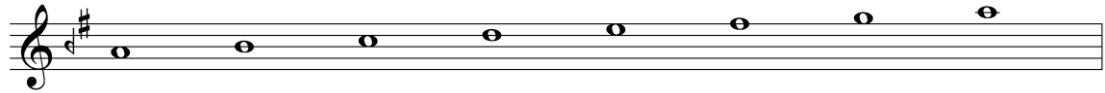


Grafik 1. Hüseyini Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

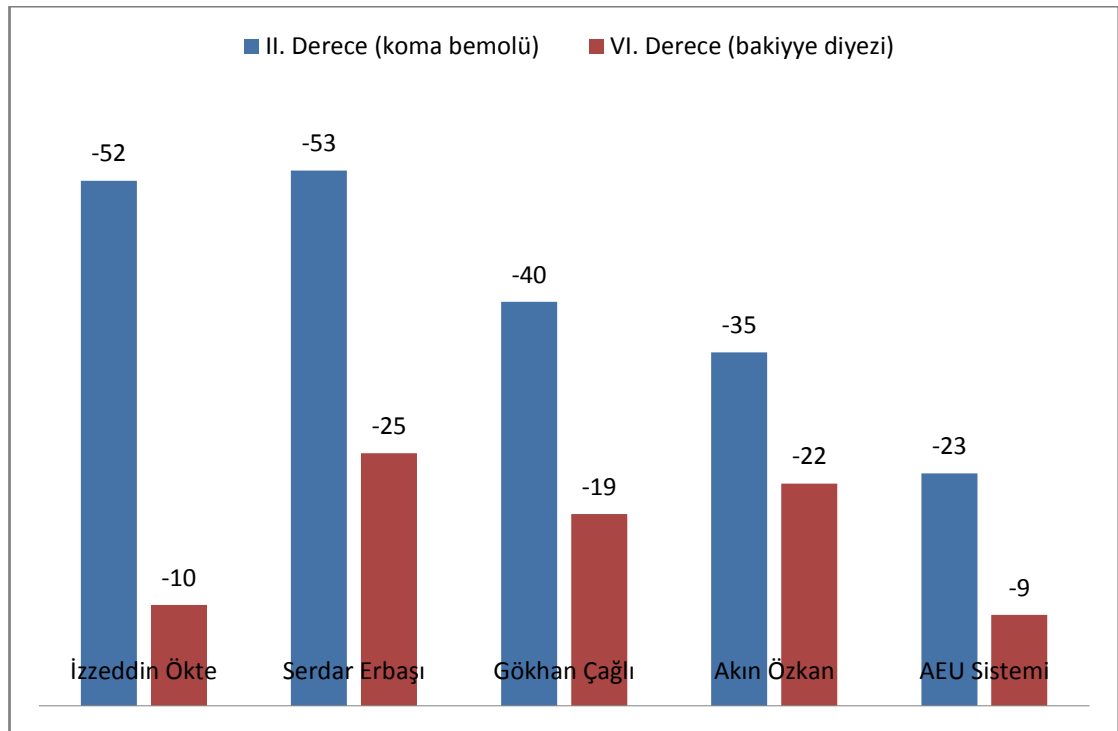
Hüseyini makamı dizisine ait mikrotonal perdeler dizinin II. (seğah) ve VI. (eviç) sesleri üzerindedir. AEU sistemine göre II. derece üzerindeki sent değeri -22,64

(~23), VI. derece üzerindeki sent değeri Fa perdesine oranlandığında +90,56, Fa diyez perdesine oranlandığında -9,44'dür. (~ 9) VI. derece sent değeri MMA'da Fa diyez perdesine atanacağından -9 sent değerini kullandık. Grafik 1'de II. dereceye karşılık gelen uygulama sent değeri -43 ile -23 (ortalama -33) arasındaki bantta oluşurken, AEU sistemine göre bu değer -23 senttir. Uygulamadaki en düşük değer olan -43 ile AEU sistemindeki -23 değeri arasında yaklaşık 1 komalık fark olduğu görülür. VI. dereceye karşılık uygulama sent değerleri -28 ile -17 (ortalama -22) arasındaki bantta oluşurken, AEU sisteminde bu değer -9 sent olarak belirtilir. Uygulamada ki en düşük sent değeri olan -28 ile AEU sistemindeki değer arasında yaklaşık 1 koma kadar fark olduğu görülür.

### 1. 1. 2. 3. 2. Neva Makamı



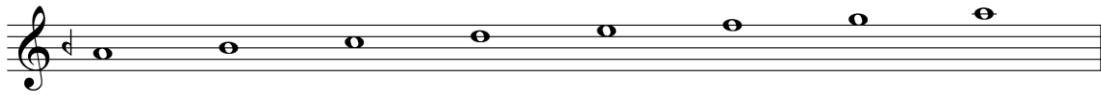
Şekil 19. Neva Makamı Dizisi



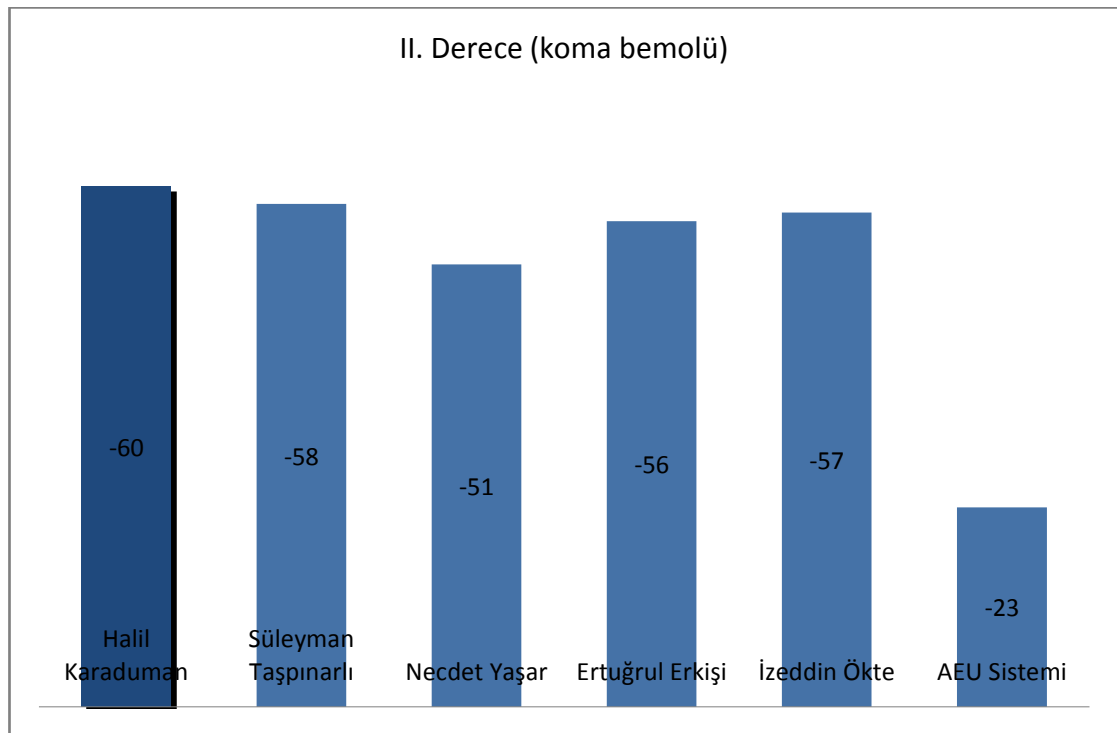
Grafik 2. Neva Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

AEU sistemine göre, Neva makamında II. derece (segah) koma bemolü, VI. derece (eviç) bakiyye diyezi alır. Uygulamada, II. derecenin sent değerleri -35 ile -53 arasında (ortalama -43), AEU sistemine göre ise -23 sent değeriyle oluşur. Uygulamanın en düşük değeri olan -53 ile AEU sisteminin -23 değeri arasında 1 komalık fark oluşur. VI. derecenin sent değerleri -2, -25 arasında (ortalama -16) oluşurken AEU sisteminde bu değer -9 senttir. Uygulamadaki en düşük değer olan -41 sent ile -9 arasında 1 komayı aşan fark vardır.

### 1. 1. 2. 3. 3. Uşşak Makamı:



Şekil 20. Uşşak Makam Dizisi

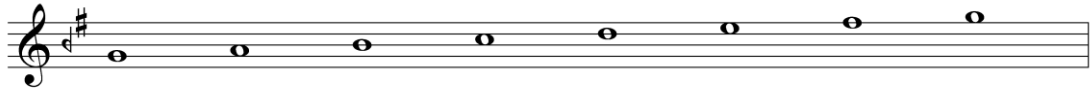


Grafik 3. Uşşak Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

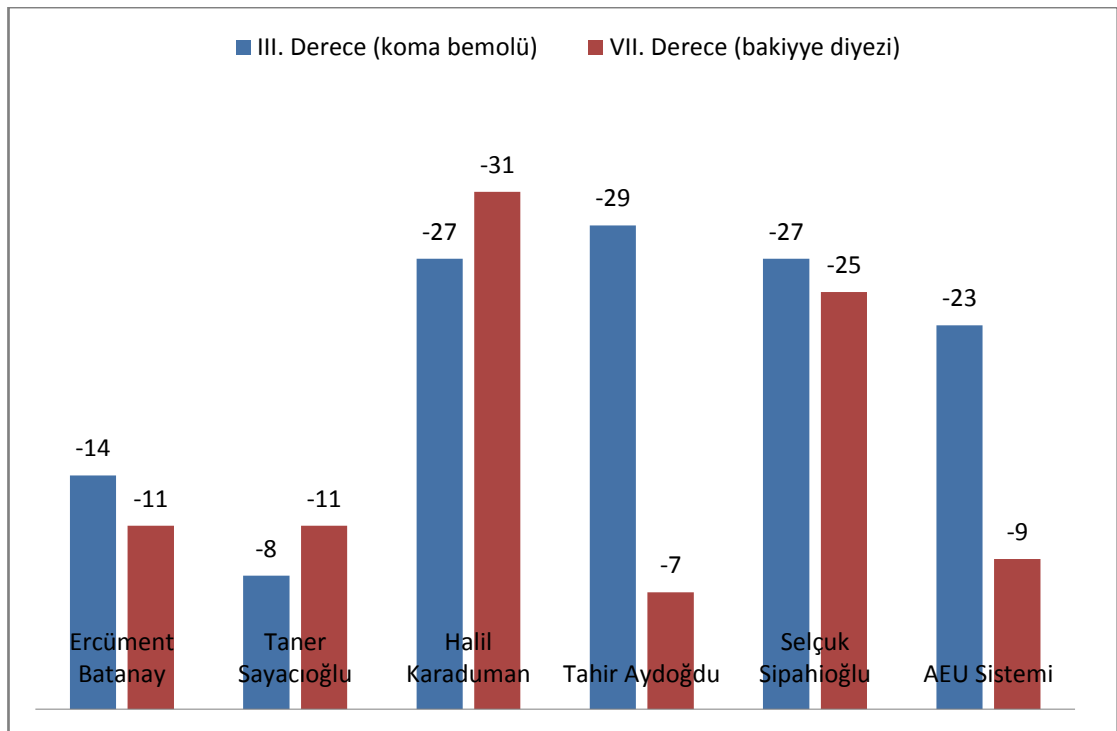
AEU ses sisteminde, Uşşak makamı dizisinde sadece II. (uşşak) derece üzerinde koma bemolü vardır. Uygulamada bu değer -53 ile -64 sent değeri arasında (ortalama -60) oluşmakta, AEU sisteminde ise bu değer -23 senttir. Uygulamanın en

düşük değeri olan -64 ile AEU sisteminin -23 sentlik değeri arasında 1 komayı aşan fark vardır.

### 1. 1. 2. 3. 4. Rast Makamı



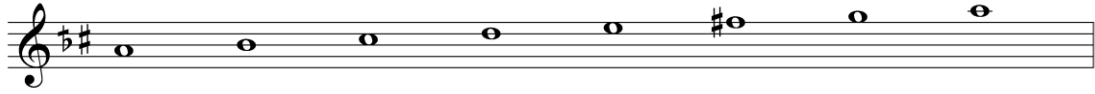
Şekil 21. Rast Makamı Dizisi



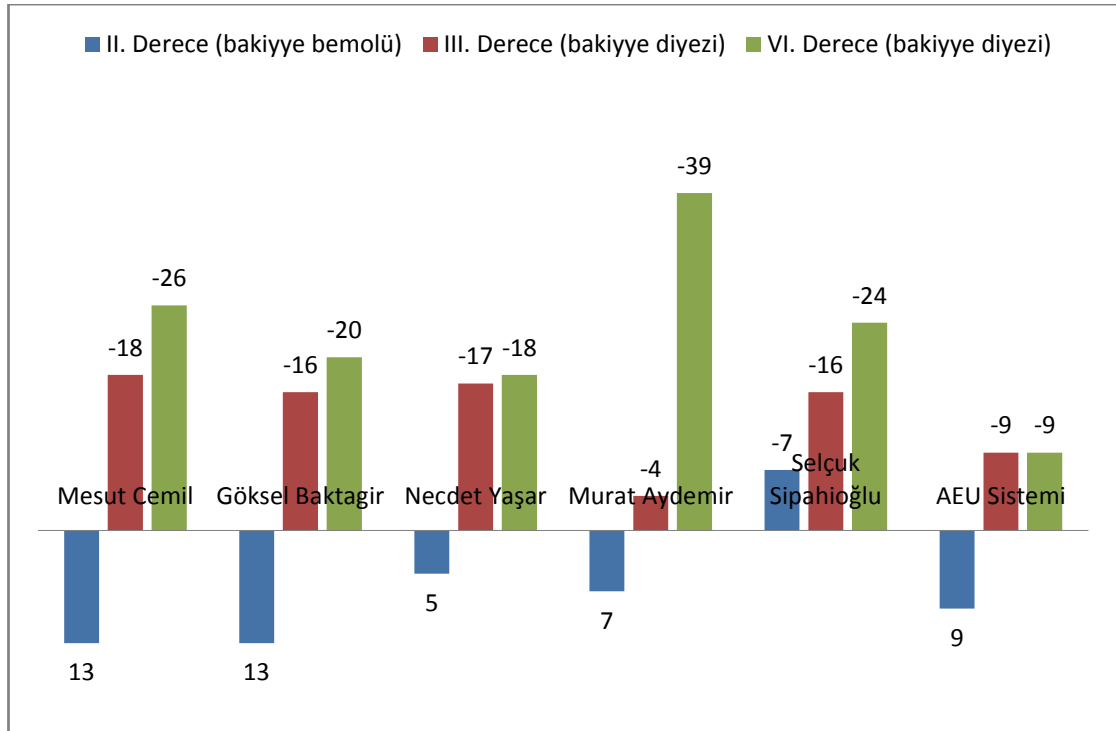
Grafik 4. Rast Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

Rast makamı dizisi AEU sistemine göre III. (segah) ve VII. (evic) derecedeki perdeler mikrotonal sent değerlerine sahiptir. Uygulamada III. derece üzerinde -8 ile -29 arasında (ortalama -18) sent değerleri görülürken, AEU sisteminde bu değer -23 senttir. Uygulama ve AEU sistemi III. derece sent değerleri birbirlerine çok yakındır. VII. derece incelendiğinde uygulamada -7 ile -31 arasında (ortalama -18 sent) değerler bulunurken, AEU sisteminde -9 senttir. En düşük uygulama sent değeri ile AEU sistemi değerleri arasında koma oluşturacak kadar büyük aralık değerine rastlanmadı.

### 1. 1. 2. 3. 5. Hicaz Makamı



Şekil 22. Hicaz Makam Dizisi



Grafik 5. Hicaz Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

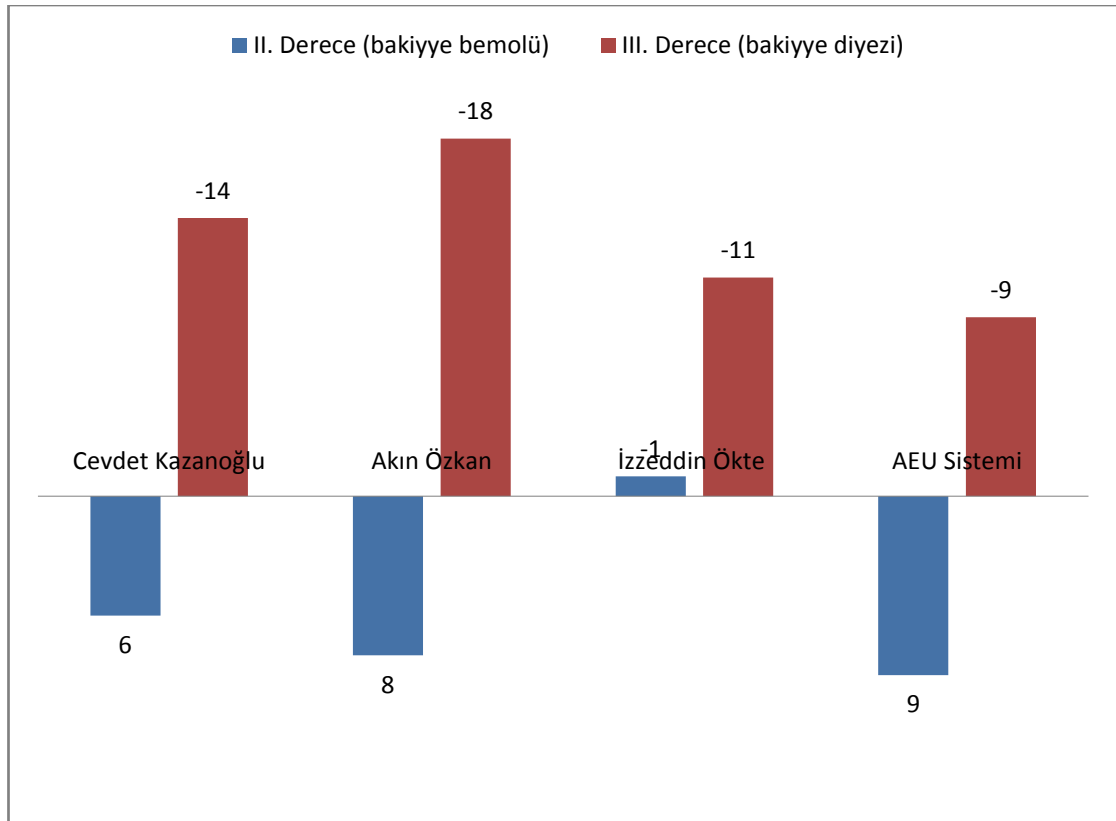
AEU sistemine göre hicaz makamı dizisinde II. (dik kürdi), III. (nim hicaz) ve VI. (evic) derece sesleri sırasıyla bakiyye bemolü, bakiyye diyezi ve bakiyye diyezi kullanılır. Uygulamada II. ses +13 ile -7 (ortalama +3) arasında değişen sent değerlerini alırken AEU sisteminde bu değer +9 senttir. Uygulamanın en yüksek ve en düşük değerleri ile AEU sistemi sent değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Dizinin III. derecesi üzerinde ki uygulama değerleri -4 ile -17 arasında (ortalama -10) oluşmakla birlikte, AEU sisteminde bu değer -9 senttir. III. derece ses üzerinde de uygulama ve AEU sistemi sent değerleri arasında benzerlik görüldü. VI. derece üzerindeki uygulama değerleri -11 ile -43 arasında (ortalama -30) AEU sistemi değeri -9 olarak hesaplandı. En düşük uygulama sent değeri ile AEU sistemi sent değeri arasında yaklaşık 1 komalık fark gözlemlendi.



### 1. 1. 2. 3. 6. Humayun Makamı



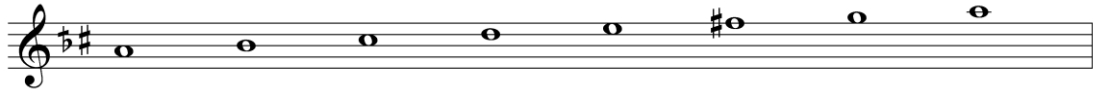
Şekil 23. Humayun Makam Dizisi



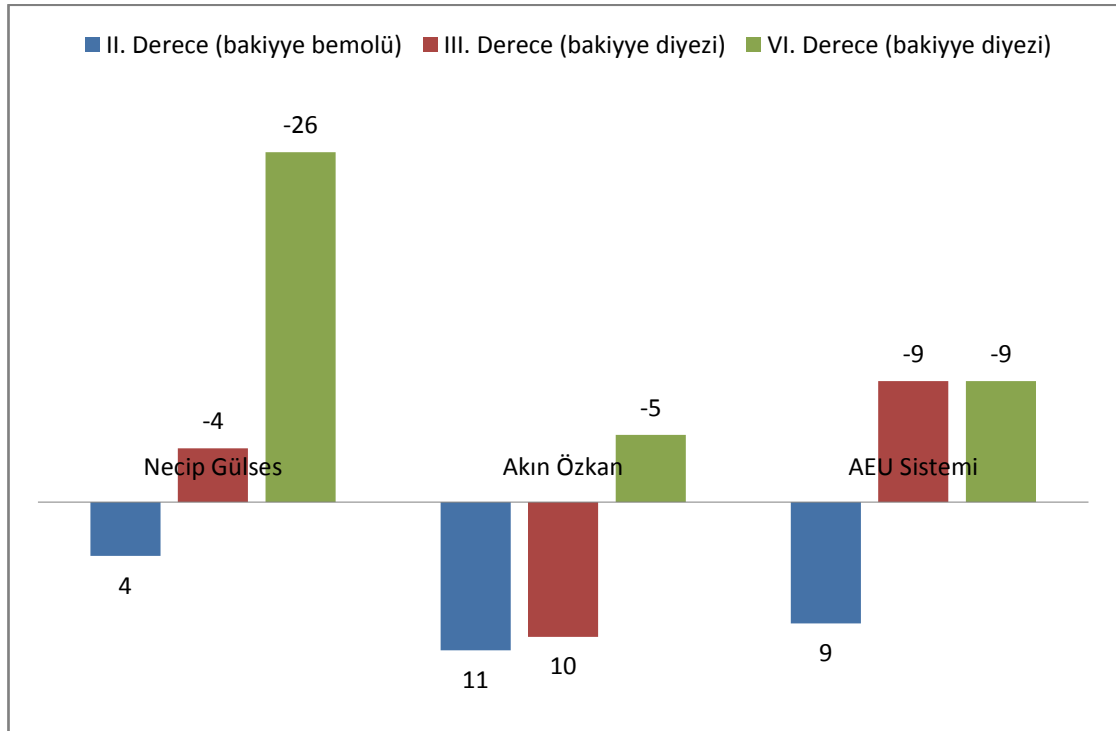
Grafik 6. Humayun Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

AEU sisteminde humayun makamı dizisinde II. derece (dik kürdi) üzerinde bakiyye bemolü ve III. derece (nim hicaz) üzerinde bakiyye diyezi bulunur. Uygulamada II. seste +8 ile -1 arasında (ortalama +4) değişen değerler alırken AEU sisteminde +9 sent değeri ölçülmüştür. Bu nedenle uygulama ve AEU ses sistemi sent değerleri arasında koma değeri oluşturacak fark yoktur. Uygulamada III. seste -11 ile -18 arasında (ortalama -14) değişen değerler alırken AEU sisteminde bu değer -9 senttir. III. derece üzerinde uygulama ve AEU ses sistemi sent değerleri arasında 1 koma oluşturacak bir fark yoktur.

### 1. 1. 2. 3. 7. Uzzal Makamı



Şekil 24. Uzzal Makamı Dizisi



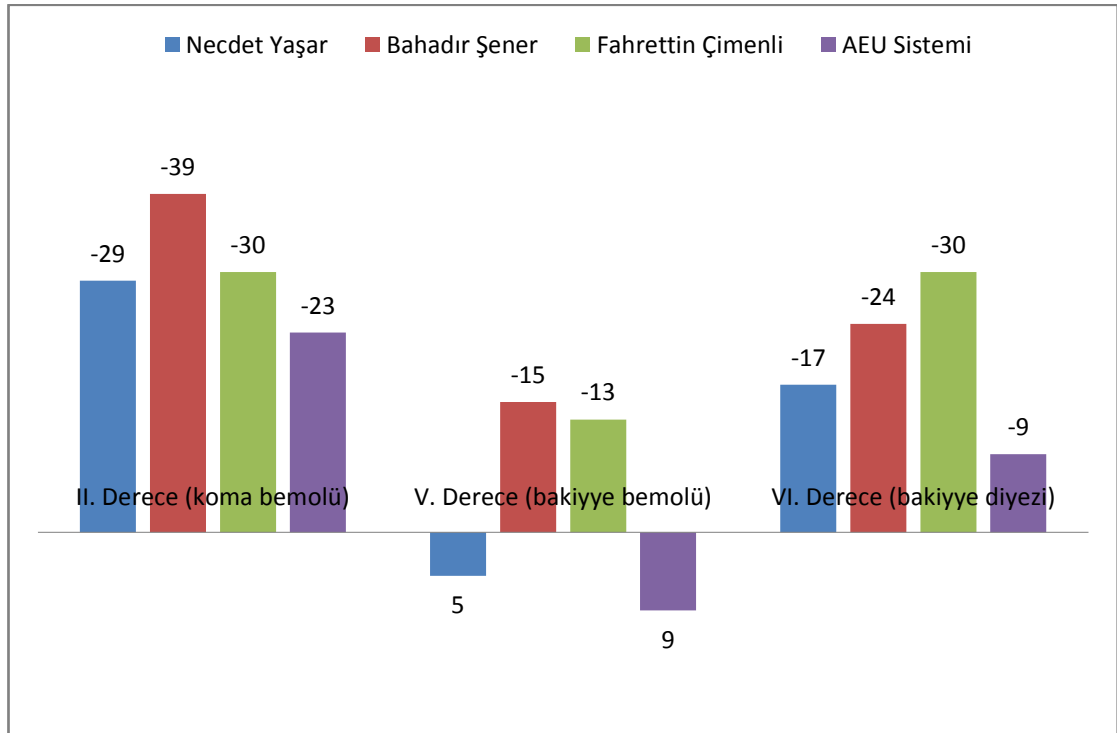
Grafik 7. Uzzal Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

AEU sistemine göre Uzzal makamı II. derecede (dik kürdi) bakiyye bemolü (nim hicaz), III. derecede bakiyye diyezi ve VI. derece (eviç) üzerinde bakiyye diyezi alır. Uygulama değerleri II. derece üzerinde +11 ile +4 arasında (ortalama +7) değer alırken AEU sisteminde bu değer +9 senttir. Uygulama ve AEU değerleri karşılaştırıldığında II. derece üzerinde koma oluşturacak fark yoktur. III. uygulama değerleri +10 ile -14 arasında (ortalama +3) oluşurken AEU sisteminde bu değer -9 senttir. III. derece üzerinde de uygulama ve AEU sistemi arasında koma büyüklüğünde fark gözlenmedi. VI. derece uygulama verileri -5 ile -26 arasında (ortalama -15) değerini alırken AEU sisteminde bu değer -9 senttir. VI. dereceye ilişkin uygulama ve AEU sistemi değerleri arasında koma oluşturacak fark gözlenmedi.

### 1. 1. 2. 3. 8. Karcıġar Makamı



Şekil 25. Karcıġar Makam Dizisi



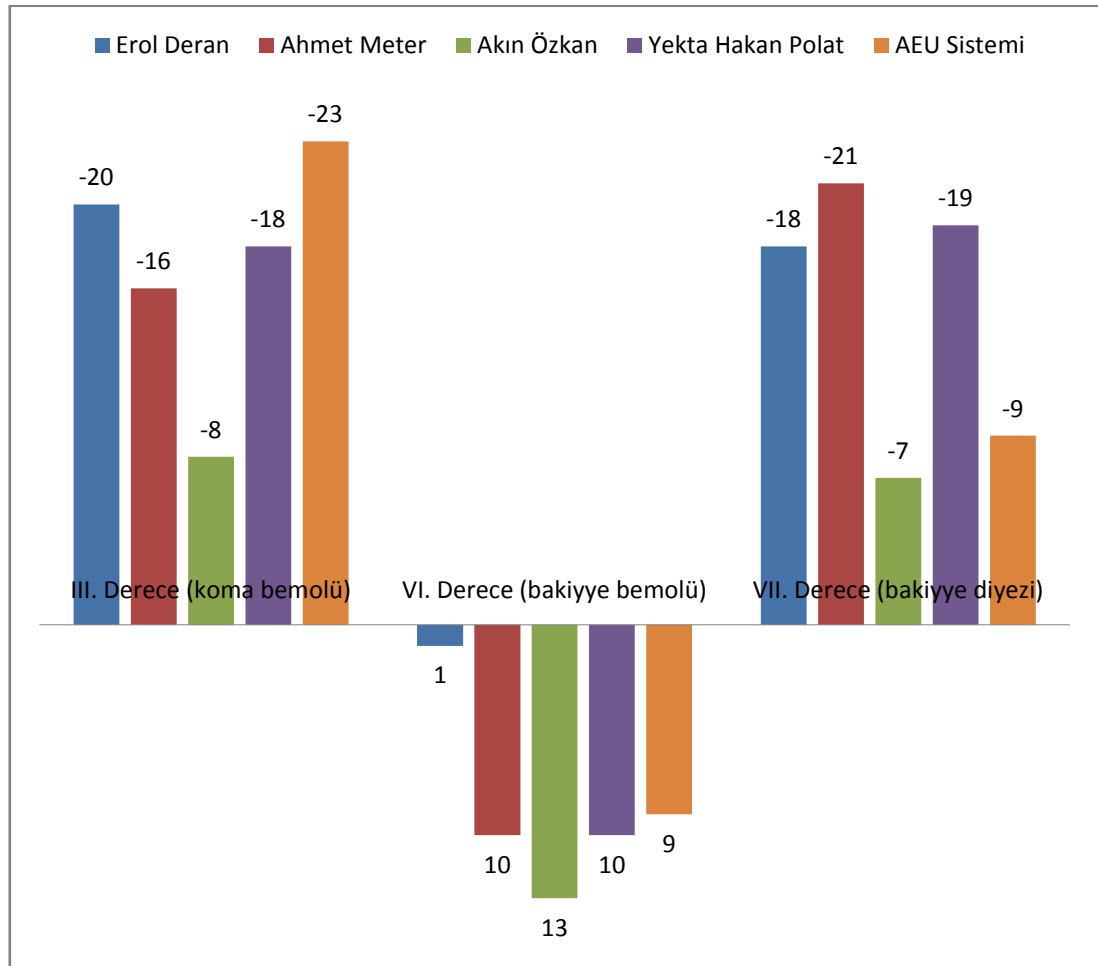
Grafik 8. Karcıġar Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Deġerleri Daġılımı

AEU sistemine göre karcıġar makamı dizisinde II. derece (segah) koma bemolü, V. derece (hisar) bakiyye bemolü ve VI. derece (eviç) bakiyye diyezi alır. Uygulama sent deġerleri II. derece ses üzerinde -39 ile -29 arasında (ortalama -34) deġer alırken AEU sisteminde bu deġer -23 senttir. Uygulama ile kuramsal sent deġerleri arasında II. derece üzerinde koma oluşturan fark gözlenmedi. Dizinin V. derecesinde -15 ile +5 (ortalama -5) sent arasında deġer oluşurken, AEU sisteminde bu deġer +9 olup, V. derecede uygulama ve AEU sistemi sent deġerleri arasında koma oluşturacak büyüklükte fark yoktur. Dizinin VI. derecesinde -30 ile -17 arasında (ortalama -24) sent deġerleri gözlenirken AEU sisteminde bu deġer -9 senttir. Uygulamadaki en düşük sent deġeri ile AEU sistemi arasında 1 komaya yakın fark vardır.

### 1. 1. 2. 3. 9. Suzinak Makamı



Şekil 26. Suzinak Makam Dizisi



Grafik 9. Suzinak Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

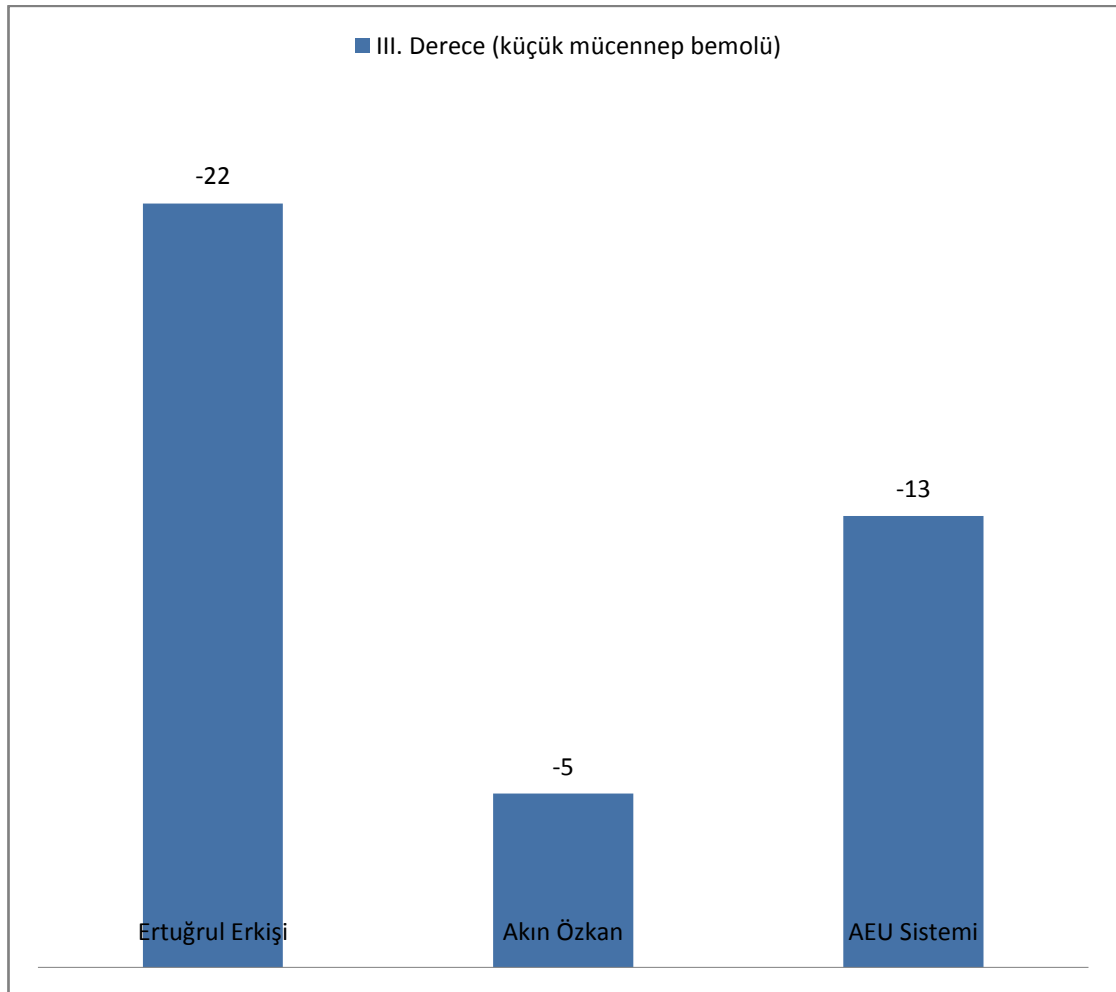
AEU perde sistemine göre Suzinak dizisinin III. derece (segah) koma bemolü, VI. derece (hisar) bakiyye bemolü ve VII. derece (eviç) bakiyye diyezi alır. Uygulamada III. derece -20 ile -8 arasında (ortalama -14) değerler alırken AEU sisteminde bu değer -23 senttir. Uygulama ve kuram sent değerleri arasında koma oluşturacak fark yoktur. VI. derece uygulama sent değerleri +1 ile +13 arasında (ortalama +7) oluşurken, AEU sisteminde bu değer +9 senttir. VI. derece üzerinde uygulama ve AEU sisteminin sent değerleri arasında koma oluşturan fark yoktur. Dizinin VII. derecesi üzerinde uygulama değerleri -21 ile -7 arasında değişim gösterirken (ortalama -14) AEU sisteminde VII.

derecenin sent değeri -9'dur. VII. derece üzerinde uygulama ve AEU sistemi sent değerleri arasında koma büyüklüğünde fark yoktur.

### 1. 1. 2. 3. 10. Kürdi Makamı



Şekil 27. Kürdi Makam Dizisi



Grafik 10. Kürdi Makamında Kuram ve Uygulamadaki Mikrotonal Sent Değerleri Dağılımı

AEU sistemine göre kürdi makamı dizisinde III. (kürdi) derece küçük mücennep bemolü alır. III. derecede kullanılan sent değerleri MMA üzerinde Si bemol perdesine adresleneceğinden dolayı Si bemol perdesine olan uzaklığı hesaplandı. III. derece üzerindeki uygulama değeri -5 ve -22 iken, AEU sisteminde bu değer -13 senttir. Uygulama ve kuram sent değerleri arasında koma büyüklüğünde fark yoktur.

Uygulama ve kuram sent değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan icra analizlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde makamın aynı mikrotonal aralığı için çoğu zaman yakın olsa da farklı sent değerlerinin de kullanıldığı görüldü. Bu sonuçlardan elde edilen uygulama ve kuram sent değerlerinin MMA'nın veri tabanını oluşturabilmesi için analizlerden elde edilen sent değerleri 14 bitlik pitch bend değerlerine dönüştürüldü.

Bu amaçla hazırlanan ölçekte, 200 sent değeri 8192 birim pitch bend değerine eşittir. Dolayısıyla tampere sistemden farklı her bir mikrotonal sent değeri için 40,96 birim pitch bend değeri gerekir. Örneğin, AEU ses sisteminde belirtilen yaklaşık 23 sentlik koma bemolü için belirlenen tuşa 942 birimlik pitch bend değeri uygulanmalıdır. Veri tabanı, uygulama ve kuramdan elde edilen sent değerlerinin pitch bend değerlerine çevrilmesi sürecinden sonra tamamlanmıştır.

## **1. 2. MMA'nın Programlanması**

MMA'nın mikrotonal aralıkları seslendirebilmesi, başka bir ifadeyle MIDI'nin tuning yapısının değiştirilmesi çok kanallı pitch bend mesajının yeniden programlanması temeline dayanır. Burada pitch bend mesajının tuning değişimi için yetersiz yönleri açıklandı ve bu yetersizliklerle başa çıkma yöntemleri araştırıldı. Ayrıca, hazırlanan MMA'nın algoritmasından ve MMA'da kullanılan MM objelerinin işlevinden bahsedildi.

### **1. 2. 1. Pitch Bend Mesajının Dezavantajları**

Tuning'in değişimi için kullanılan pitch bend mesajı bir takım avantajlı yönlerinden dolayı seçildi. MIDI yazılım ve donanım endüstrisinde bir standart haline gelmiş bir kanal mesajı olması ve yüksek konveksiyon çözünürlüğü geçici pitch değişimi için pitch bend mesajı kullanmanın önemli avantajları arasındadır. Ancak perdelerin pitch değerinin kalıcı olarak belirlendiği tuning değişimi için pitch bend mesajının kontrol yapısı yetersiz kalır. Çünkü pitch bend mesajı bend tekniğinin işitsel taklidi amacıyla kullanılır. Dolayısıyla pitch bend mesajının ve tekerinin amacı perde üzerinde geçici pitch değişimi yaratmaktır, kalıcı bir tuning değişimi için, perdelerin sent değerini sabitleyebilme özelliği yoktur.

Pitch bend mesajı çift yönlü (bidirectional) continuous control özelliğindedir ve bu nedenle pitch bend tekerleği ile yapılacak en küçük hareket bir sayısal değere dönüştürülür. Yani pitch bend tekerleği belirli bir A noktasından B noktasına çekildiğinde, pitch bend mesajı B noktasına gelinceye kadar ki bütün adımları bir akış verisi olarak üretir. Pitch bend tekerleği A noktasından B noktasına çekildiğinde sesteki kayma etkisinin sebebi, A ve B noktaları arasında geçilen bütün derecelerin akış verisi olarak seslendirilmesidir. Sesteki kayma etkisinin azaltılması pitch bend tekerleğinin kullanım hızına bağlı olsa da kayma etkisi her zaman oluşacaktır. Pitch değişimi için pitch bend kullanmanın bir diğer dezavantajı sürekli olarak veri üreten continuous control özellikli pitch bend mesajının MIDI ağı için tehdit oluşturmasıdır. Pitch bend mesajı tek bir MIDI kanalı üzerinden kullanıldığında MIDI ağı üzerinde herhangi bir sorun yaşanmazken, continuous control özellikli pitch bend mesajı birden çok kanal üzerinden gönderilmek istendiğinde MIDI bandwidth sınırı aşılır ve MIDI ağı üzerinde aşırı yüke sebep olur.

Pitch bend mesajının continuous control yapısı sesteki kayma etkisinin (glisando) de sebebidir. Hedeflenen pitch değişimine ulaşıncaya kadar arada geçen bütün pitch bend değerlerinin seslendirilmesi seste kayma etkisine sebep olur. Diğer taraftan kayma etkisi müzikte her zaman istenen bir durum olmayabilir. Kayma etkisinin oluşmaması tekerleğin çok hızlı kullanılmasını gerektirir ki DAW yazılımlarında pitch bend değerini ve değişim hızını belirlemek mümkündür. Ancak birden fazla perdede pitch değişimi yapılmak istendiğinde pitch değerleri karışacağından her mikrotonal perde için farklı bir kanal numarasına ihtiyaç vardır. Her bir pitch bend değerinin farklı kanal numaralarıyla iletimi pitch bend mesajının continuous control özelliğinden dolayı MIDI ağına aşırı yüklenir. Çünkü bu durumda kanal mesajlarının runing status özelliği devre dışı kalır ve her seferinde pitch bend değerlerini içeren, farklı kanal numarasına sahip durum baytları MIDI ağına gönderilir. Note-on ve note-off mesajlarının eklenmesiyle birlikte 31250 baud band genişliği (bandwidth) aşılmış olur. Bu durum çoğu zaman sistemde veri kayıplarına ya da sistemin tamamen kilitlenmesine sebep olur. Tuning değişimi için çok kanallı pitch bend mesajı kullanmanın uygun olamayacağı ve sisteme aşırı yük oluşturduğu düşüncesi literatürde (Keislar, 1987; Moussa, Baker 2002; Hair, Pearson, Morrison, Bailey, McGilvray and Parncutt, 2007) de belirtilir.

MIDI band genişliği ile sınırlıdır. MIDI milisaniyede 3 bayt nota mesajı iletir. Yani MIDI saniyede 500 notanın (her biri note-on ve note-off mesajlarından oluşan) geçmesine izin verir. (Bu sayı running status'un kullanılmasıyla yaklaşık 750'ye çıkabilir.) Bu durum bir kaç keyboardun birbirine bağlanarak kullanılması için yeterli olabilir ancak, diğer veri türleri MIDI band genişliğini önemli ölçüde tıkayabilir. Herhangi bir continuous controller mesajı (pitch bend, aftertouch, filter cut-off frequency gibi) büyük miktarda veri üretir. Bu veri MIDI kanal sayısı ile 16'ya katlandığında MIDI band genişliğinin taşıyabileceği veri miktarını aşar. (Kirk and Hunt, 2013, p.114)

Tuning değişimi için pitch bend mesajı kullanmanın bir diğer dezavantajı hassas pitch değişimi noktasında avantaj sağlayan konvilyasyon çözünürlüğüdür. Çözünürlüğün yüksek oluşu istenilen pitch değişiminin seslendirilmesi açısından avantaj sağlarken pitch bend tekeri kullanılarak yapılacak pitch değişimleri arasında farklılıklar oluşmasına da neden olabilir. Pitch bend tekerleğinin kullanımıyla oluşacak olan pitch değerleri ve dolayısıyla sent değerleri arasında oluşacak tutarsız sonuçların ve bir anlamda “rastgele” denebilecek pitch değişimlerinin önlenmesi için pitch bend tekerleği ile uzun süre çalışılmalı ve bir çok defa tecrübe edilmelidir. Ancak tecrübe edilmiş olsa da pitch değişimi için pitch bend tekerleği kullanmak, yüksek çözünürlüğünden dolayı amaçlanan pitch değerlerinin doğru sent ve frekans değeri ile seslendirilmesi ve seslerin pitch değerleri arasındaki tutarlılık açısından her zaman risk taşıyacağı açıktır.

### **1. 2. 2. MMA'nın Pitch Bend Mesajı İle Programlanması**

Seste oluşan kayma etkisinin, MIDI ağı üzerindeki aşırı veri yükünün oluşmasının temel sebebi olan pitch bendin continuous control özelliğine bir şekilde müdahale edilebilir, pitch bend mesajına data control özellik kazandırılabilirse pitch bendin çok kanal üzerinden kullanımı da mümkün olabilir. Bu önermenin doğruluğunun kanıtlanması ve sonuçlarının araştırılması amacıyla sonradan MMA'nın da temel algoritmasını oluşturacak bir prototip hazırlandı. Prototip ile kullanılacak MIDI kanal sayısı ve dolayısıyla pitch bend için kullanılacak MIDI kanal sayısı belirlendi.

Bu tez çalışması için belirlenen makamlar için kullanılan mikrotonal perde sayısı farklılık gösterir: Uşşak ve kürdi makamlarında 1, rast, neva, hüseyini ve hümayun



makamlarında 2, hicaz, karcıgar, uzzal ve suzinak makamlarında 3 mikrotonal perde kullanılmıştır. Bu bilgi pitch bend için kullanılacak MIDI kanal sayısının belirlenmesi için önemlidir. Uygulama ve kuram sent değerlerinin belirlendiği makamlar arasında en fazla üç mikrotonal aralık kullanıldığı görüldü. Her bir mikrotonal aralık için ayrı bir MIDI kanalı kullanılmalıdır. Tampere ses sistemi için bir MIDI kanalının daha eklenmesi gerektiğinden MMA'nın programlanabilmesi ve pitch bend mesajının çok kanallı kullanılması için dört adet MIDI kanalı yeterlidir.

Prototip ile 4 farklı MIDI kanal numarası kullanıldı ve her bir kanal için rastgele pitch bend değerleri belirlendi. Pitch bend değerleri MIDI klavyenin tuşlarına adreslenerek GM sound fontlarıyla seslendirildi. Pitch bend mesajının konvilasyon çözünürlüğünün yüksekliği pitch bend tekeri kullanımında tutarlılık noktasında sorun oluştururken MM için herhangi bir sorun oluşturmadığı gözlemlendi. Bunun nedeni veri tabanında ulaşılan sent değerlerinin pitch bend değerlerine çevrilmiş olması ve bu değerlerin doğrudan mikrotonal pitch değerine sahip MIDI perdesine aktarılmış olmasıdır. Böylece pitch bend mikrotonal aralık için pitch bend tekerleği ile aranan bir değer olmaktan çıkarılarak önceden belirlenmiş sabit bir değer olur. Bir anlamda mikrotonal aralığın pitch bend değeri için teker kullanmak yerine nokta atışı denebilecek belirli bir değer atanmış olur. Bu sayede, MIDI klavyenin mikrotonal sent değerine sahip tuşları belirlenerek ve bu tuşlara ait pitch bend değerleri tuşlara adreslenebilir. Aynı zamanda prototip ile çok kanallı pitch bend mesajı kullanıldığında seste herhangi bir kayma etkisi de oluşmamıştır.

Controller mesaj tipleri continuous, switch ve data olmak üzere üç gruba ayrılır (Durmaz, 2000, s.52). Continuous control, sürekli olarak veri üreten mesaj tipleridir ve pitch bend mesajı tekerlek ile kullanıldığından tekerleğin denge noktasından uzaklaştığı her bir adım için veri üretilir. MIDI klavye üzerinde bir tuşa basılarak pitch bend tekeri hareket ettirildiğinde tuşa basıldı bilgisini içeren 7 bitlik note-on mesajı, pitch bend'in her hareketinde sürekli oluşturulan 14 bitlik pitch bend mesajı ve tuştan parmağın kalkmasıyla oluşan 7 bitlik note-off mesajı gönderilir. Bütün bu veri zincirinde MIDI ağı için en büyük yük pitch bend tekerinin kullanımı sırasında oluşur. Yine de bu veri yükü için MIDI band genişliği yeterlidir. Pitch bend tekeri kullanılarak kaydedilmiş bir MIDI dosyası bir MIDI yazılımı ya da DAW içinde açıldığında da sorun oluşmaz. Sorun diğer bir mikroton için farklı bir MIDI kanalına ihtiyaç duyulduğunda oluşur ki kanal sayısı arttıkça MIDI ağı bu yükü taşıyamaz duruma gelir. Bu sorunun temel

sebebi pitch bendin kanal mesajı ve continuous control özellikli olmasıdır. Pitch bend mesajının bir çok avantaj sağlayan kanal mesajı olma özelliği olduğu gibi bırakılıp, continuous control özelliği değiştirilerek note-on ve note-off mesajları gibi data control özelliği kazandırılabilseydi oluşacak veri MIDI ağı için bir tehdit oluşturmayacaktı. Hazırlanan prototip bu varsayımın kanıtlanması amacıyla programlandı. Bu prototip sayesinde pitch bendin continuous control özelliği değiştirilerek ona data control özelliği kazandırılabilirdi. Bu amaçla, MIDI klavye üzerinde mikrotonların seslendirileceği tuşlar belirlenerek, her bir tuş için sabit bir pitch bend değeri belirlendi. Belirlenen bu değer note-on mesajını takip eden pitch bend mesajının tanımlanmış değeri oldu. Böylece pitch bend tekeri kullanıldığında akış halinde olan standart pitch bend mesajının kontrol tipi (continuous control) değiştirilerek tek bir değeri ifade eden veri (data) kontrol tipine dönüştürüldü. MMA'da 4 farklı MIDI kanal numarası kullanılmasına rağmen MIDI ağında herhangi bir sorun oluşmadı. Çok kanallı pitch bend mesajı MIDI'nin band genişliğini zorlamadı ve herhangi bir veri kaybına sebep olmadı. Mikrotonlar önceden belirlenen pitch bend değerleri ve GM sound fontlarıyla başarılı biçimde seslendirildi. MM'de çıkış verilerinin gözlemlendiği *print* objesiyle prototipten elde edilen çıkış verileri gözlemlendi.

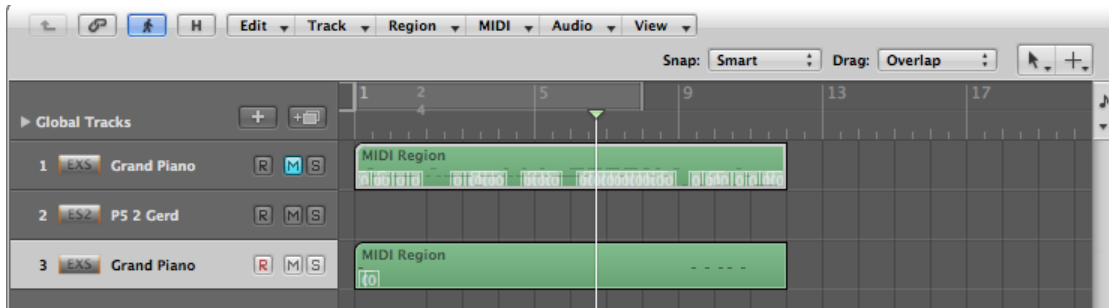
Object	Message
print	145
print	71
print	127
print	225
print	81
print	56
print	145
print	71
print	0

Note-on Mesajı  
 Pitch bend Mesajı  
 Note-off Mesajı

**Şekil 28. Print Objesinde Çok Kanallı Pitch Bend Mesajı Verileri**

Şekil 28'de tek kanal üzerinde pitch bend tekerleği ile yapılan pitch bend mesajı ve prototip kullanılarak üretilen pitch bend mesajı karşılaştırıldığında prototip ile çok kanallı kullanılarak oluşturulan veri miktarı ile pitch bend tekerleğiyle üretilen tek kanallı veri miktarı arasında bile büyük fark olduğu görülür. Prototip ile düzenlenen çok kanallı pitch bend mesajının üretmiş olduğu veri miktarı sistem ve MIDI sistemin band genişliği için sorun yaratacak miktarın altındadır.

Prototipin çok kanallı pitch bend mesajı kullanılmasına izin vermesi ve başarılı sonuçlar vermesi üzerine bu prototipten alınan MIDI çıktıları DAW içinde de denendi. Bu amaçla prototipe bir MIDI sequence bölümü eklenerek, prototipe bağlı bir MIDI klavye ile oluşturulan performans verileri MIDI çıktısı olarak kaydedildi. MIDI çıktıları DAW olarak seçilen ve MacOSX işletim sistemi altında çalışan Logic Pro 9 yazılımı ile kullanıldı. MIDI çıktısı çok kanallı kaydedildiğinden Logic Pro 9 her bir MIDI kanalı için farklı bir kanal oluşturdu. Açılan her MIDI kanalı bir çalgı eklentisiyle ilişkilendirilerek seslendirme yapıldı.



**Şekil 29. DAW İçindeki MMA MIDI Çıktıları**

Mikrotonal pitch bend değerlerine sahip MIDI dosyalarının DAW içinde seslendirilmesi sürecinde herhangi bir sorunla karşılaşmadı. Benzer biçimde prototipten alınan MIDI çıktıları MacOSX 10.9.1. sürümü işletim sistemi altında çalışan Finale 2011 nota yazım programı içinde de açılarak mikrotonal perdeler bu yazılım içinde de mikrotonal sent değerleriyle seslendirildi.

Rastgele sent değerlerinin kullanıldığı prototip başarı göstermiş olsa da analizlerden elde edilen uygulama ve kuram sent değerleri ile kullanılmak istendiğinde prototipin yetersiz kaldığı ve yeni algoritmalara ihtiyacı olduğu görüldü. Bu amaçla ek özellikler ve kullanıcı arayüzü eklenen prototip işlem yeteneği geliştirilerek MMA şekline dönüştürüldü. MMA'nın programlanması sürecinde eksikliği fark edilen ek özellikler de eklenerek MMA son halini aldı.

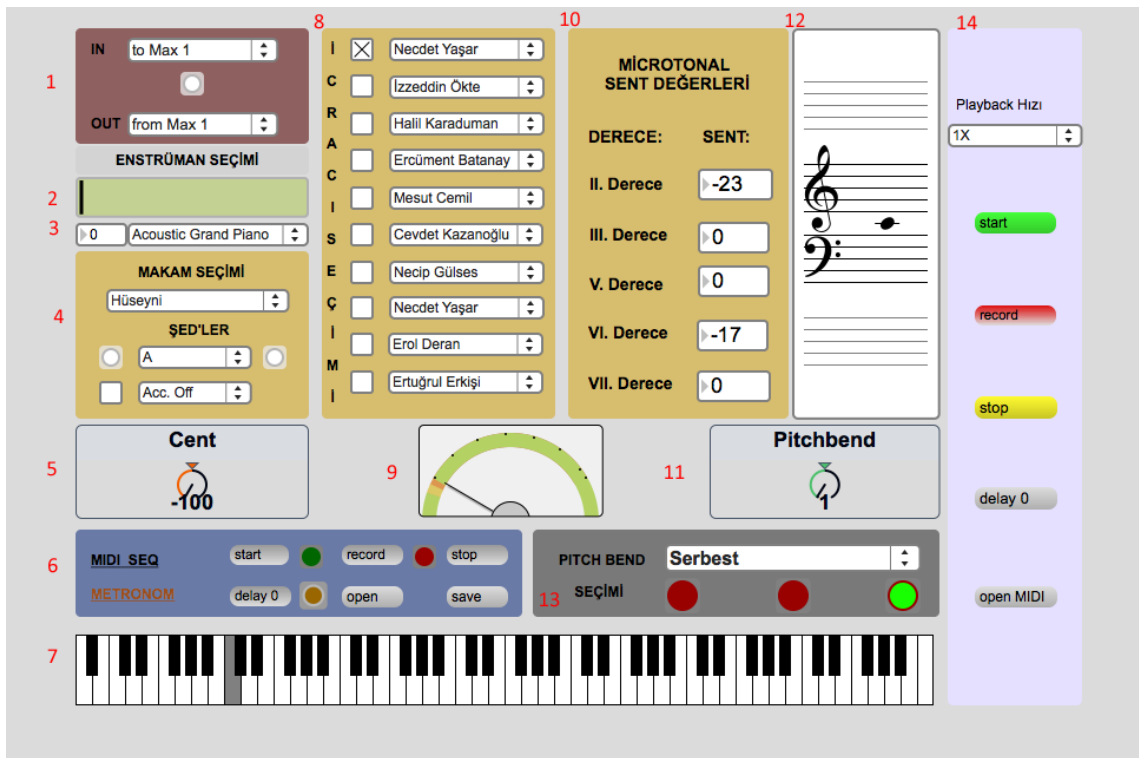
### **1. 2. 3. MMA'da Sunum Objeleri ve İşlevleri**

Bir makamın MIDI klavye ile seslendirilmesi aşamasında kullanıcının ihtiyaç duyulabileceği, 13 farklı bölüm ve bölüm objeleri sunum modunun içeriğini oluşturur. Sunum modunda, MIDI klavyenin kullanılmasından önce kullanıcının seçimine

bırakılmış ön tanımlı verilerin oluşturulduğu bölümler olduğu gibi, MIDI klavyenin kullanılması sırasında kullanıcıya geri bildirimde bulunan gerçek zamanlı verilerin sergilendiği bölümler de bulunur. Sisteme gönderilen ön tanımlı veriler, MIDI sinyallerinin hangi kriterlere göre değerlendirileceğini belirlemek için kullanılır. Bu nedenle, MIDI klavye kullanımına başlamadan önce ön tanımlı veriler sisteme girilmelidir. Kullanıcı seçimine bırakılmış, ön tanımlı verileri sisteme gönderen bölümler aşağıda sıralandırıldı:

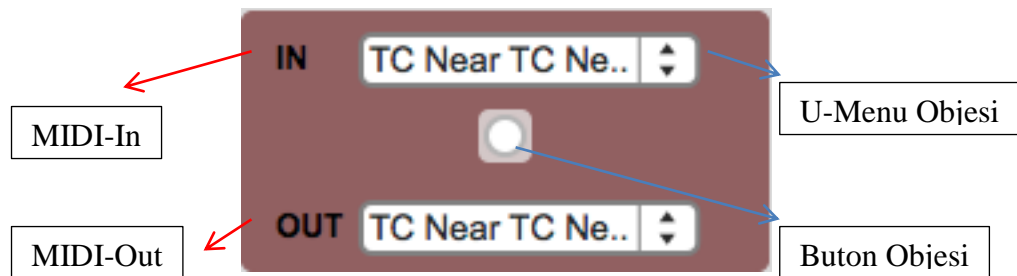
- MIDI-In ve MIDI-Out portlarının belirlenmesi
- Makam seçimi
- Seçilen makam tonunun belirlenmesi
- Mikrotonal perdelerin sent değerlerinin belirlenmesi
- GM çalgı seçimi
- Tampere sistemli eşlik fonksiyonunun belirlenmesi
- Pitch bend aralığının belirlenmesi

Ön tanımlı verilerin kabul edildiği bölümler dışında, kullanıcıya geri bildirim sağlayan gerçek zamanlı veri üreten bölümler de bulunur. Gerçek zamanlı veri üreten bölüm ve objeleri MIDI klavyenin kullanımı aşamasında aktif duruma gelir. Bu sayede kullanıcı, MIDI klavyede yaptığı işlemleri gerçek zamanlı olarak kontrol edebilir. Gerçek zamanlı veri üreten bölümler, sent, gürlük ve pitch bend değerlerinin geri bildiriminden ve sequencer fonksiyonlarının seçiminden sorumludur.



Şekil 30. MMA ve Sunum Modunda Kullanılan Objeler

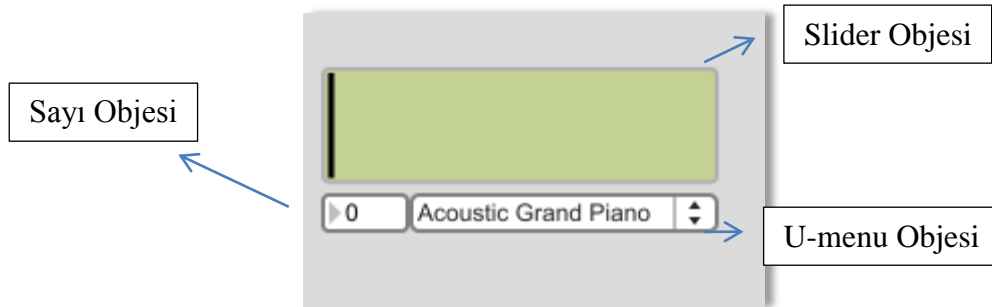
Şekil 29’da sunum modunda kullanılan objeler 1 ve 14 arasındaki rakamlarla gösterildi. MMA’da kullanılan sunum mod objeleri aynı zamanda MMA’nın kullanıcı arayüzüdür. Sunum modu içinde, özgün işlevleri olan bağımsız bölümler olduğu gibi, birbirleriyle ilişki içinde ve iletişim halinde bölümler de bulunur. Özgün işlevleri olan 1, 6, 9, 13 ve 14. bölümler dışında, 2-3, 4-8-10, 5-11, 7-12 numaralı eşleşmiş bölümler kendileri arasında iletişim ve etkileşim halindedir. Eşleşmiş bölümler arasındaki iletişim ve diğer sunum modu bölüm objelerinin fonksiyonları açıklandı. Açıklamalar içinde patch’in pratik kullanımı için programlanan bilgisayar klavye tuşları, MIDI klavye üzerindeki knoblar fare kullanımına alternatif olarak sunuldu.



Şekil 31. Birinci Bölüm Objeleri

1. bölüm, MIDI In/Out (giriş/çıkış) portlarının belirlendiği objeleri içerir. Şekil 30'da iki adet u-menu objesi ve bir buton objesi kullanıldı. Yukarıdaki u-menu objesi MIDI-In, altındaki MIDI-Out portun seçilmesini sağlar. MIDI-in sisteme girilen MIDI klavye ya da herhangi bir MIDI controllerdan gönderilen MIDI veri akışının hangi port üzerinden kabul edileceğini belirler. MIDI-Out sistem içinde değerlendirilen MIDI verilerinin hangi porta gönderileceğini ve hangi port tarafından işleneceğini belirler. Hem MIDI-In hem de MIDI-Out için uygun olan portlar otomatik olarak sunulur. Birden fazla MIDI-In/Out portu varsa kullanıcı tercihinine göre seçim yapabilir. İki u-menu objesi arasındaki buton objesi, MIDI-In portundan veri girişi olduğunda sinyal verir. Sistem veri akışı bu sinyallerle kontrol edilir. MIDI-In ve Out objeleri ön tanımlı, buton objesi gerçek zamanlı veri üreten obje türleridir.

2 ve 3. bölüm 113 adet GM çalgı seslerinin seçilebildiği objelerdir.



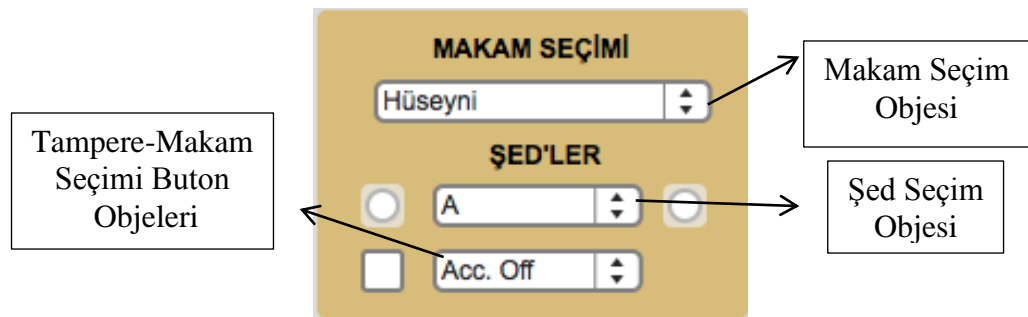
**Şekil 32. İkinci Bölüm Objeleri**

Şekil 31'de gösterilen 2. bölüm içinde slider, number ve u-menu objeleri kullanıldı. Kullanılan bütün objeler ile 0 ile 112 arasında toplam 113 GM çalgısından biri seçilebilir. *Çalgı seçimi*, *slider* objesi kaydırılarak, number objesine sayı değeri girilerek ya da *u-menu* objesiyle çoktan seçmeli biçimde yapılabilir. Çalgı değişiminin daha hızlı ve pratik yapılabilmesi için sisteme bağlı MIDI klavye üzerindeki knoblar kullanılabilir. Knobların kullanılabilmesi için seçilen knoblardan birinin controller number değeri 81 olarak atanmalıdır.



**Şekil 33. Üçüncü Bölüm Objeleri ve Çoktan Seçmeli Kullanımı**

Şekil 32’de çoktan seçmeli kullanılan 113 seçenekli oluşan çalgı listesi sunuldu. Kullanılan 113 çalgı hemen hemen bütün ses kartlarının desteklediği GM çalgı kütüphanesiyle birlikte gelir. Tümü pitch bend desteği olan çalgılardır. Dolayısıyla, TMM’de kullanılan microtonal perdelerin seslendirilmesi için uygundur. GM çalgıları dışında pitch bend desteği olan harici ses bankları ya da sound fontlar da kullanılabilir. TMM’de kullanılan 10 adet makam, şed’leri (transpozenin tonu) ve eşlikli çalış seçeneği 4. bölümde kullanılan objelerle belirlenir.



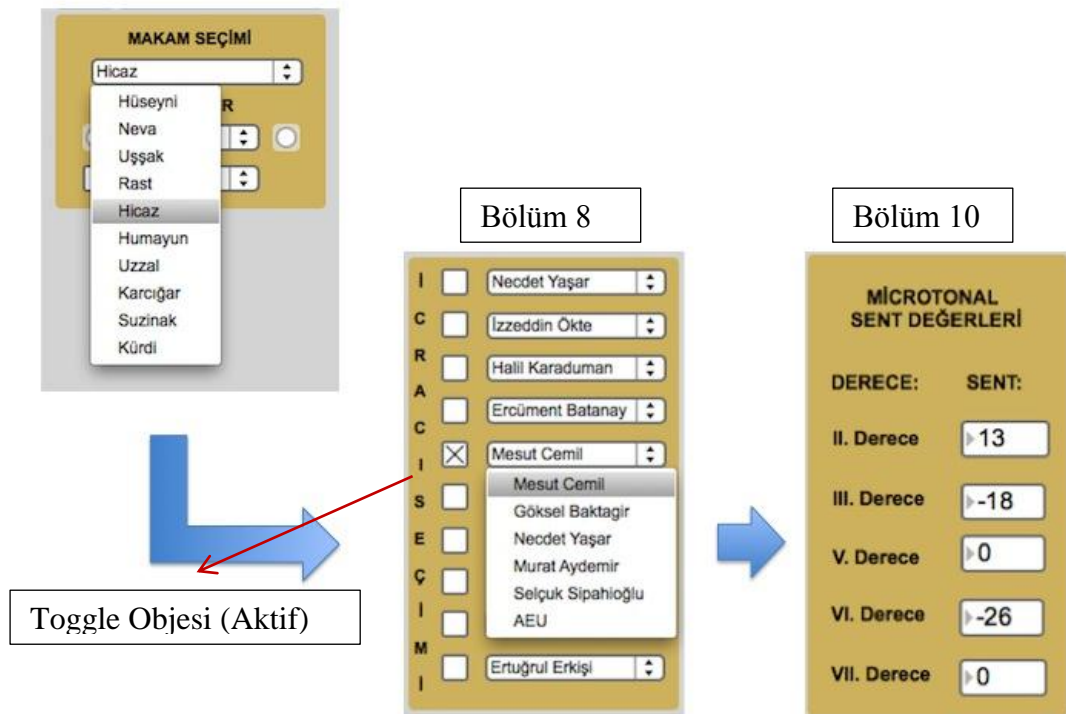
**Şekil 34. Dördüncü Bölüm Objeleri**

Sunum modunda müzikal tercihlerin yapıldığı bölümdür. Makam seçiminin yapıldığı obje ile hüseyini, neva, uşşak, rast, hicaz, hümeyun, uzal, karcıgar, suzinak ve kürdi makamları arasında geçiş yapmak mümkündür. Seçim işlemi bilgisayar faresiyle yapılabildiği gibi, MIDI klavye üzerindeki knobla (controller number 74 olarak ayarlanmalıdır) da yapılabilir.

*Şed'ler* objesi, *makam seçimi* objesiyle belirlenen makamın ton seçimi için kullanılır. *Şed'ler*'in seçimi için 12 kromatik sesten herhangi biri ya da tampere perde sistemi kullanılabilir. Bulunduğu makamdan tampere sisteme hızlı biçimde geçilmek istendiğinde bilgisayar klavyesindeki *space* tuşu kullanılır. *Space* tuşuna basıldığında tampere makam seçimi butonları kırmızı renkte yanarak, transpoze seçimi objesinde *tampere* ifadesi oluşur. Tekrar *space* tuşuna basıldığında yeşil renkli buton yanarak, bulunduğu makama ve makamın tonuna geri döner. Bu sistem TMM'de kullanılan mikrotonal sesler ile tampere sistem sesleri arasında hızlı geçiş imkânı sunar. Bu özellik, TMM eserlerinin seyri sırasında mikrotonal perdelerin tampere sisteme anlık geçişleri için kullanılabilirdiği gibi aynı zamanda TMM'de kullanılan mikrotonal seslerin tampere sistemin seslerine olan uzaklık ve yakınlık hissini algılanması için eklendi.

*Eşlik Seçim* objesi, MIDI klavyenin tuşlarını iki bölüme ayırır. Bu obje *açık* konumundayken (bu durumda toggle objesi de aktif hale gelecektir), MIDI klavye üzerindeki A4 (dördüncü oktavdaki La perdesi) perdesinin sağında kalan tuşlar seçilen makamın mikrotonal sesleri için, sol tarafında kalan tuşlar tampere perde sistemi sesleri için kullanılır. Kapalı konumda bütün perdeler seçilen makamın mikrotonal seslerine geri döner. Bu objenin amacı, TMM makamlarına ait eserlere, tampere perde sistemi sesleriyle eşlik çalışmaları (akorlar, bas yürüyüşleri) yapılmasına imkân sağlamaktır. Bu bölümün diğer bir özelliği de *makam seçimi* objesi ile yapılan makam tercihinin sunum modundaki 8 ve 10 numaralı bölümleri de etkilemesidir. Bu nedenle 4, 8 ve 10. bölümler için aynı renk belirlendi.

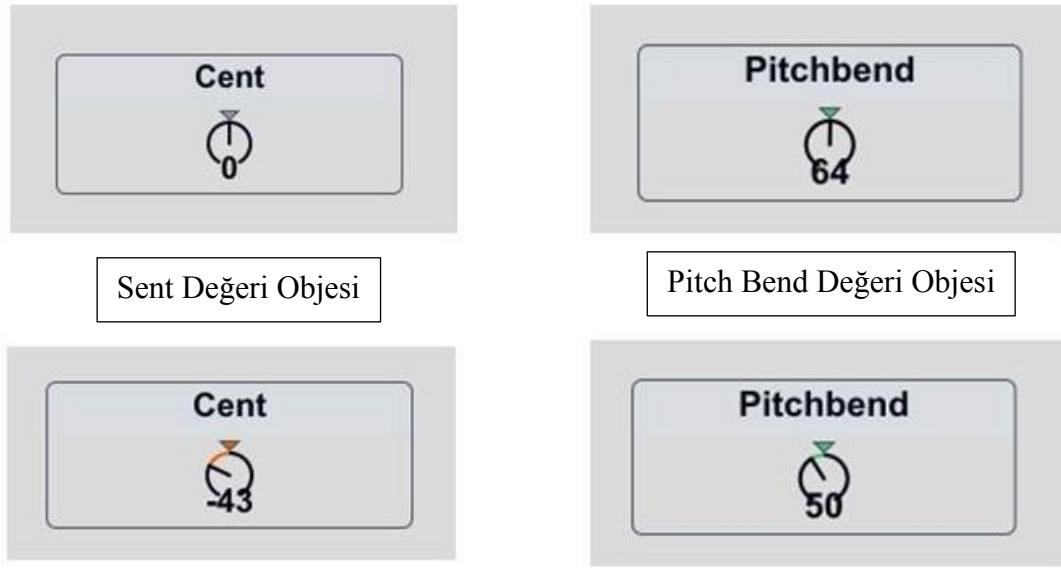




Şekil 35. Dördüncü, Sekizinci ve Onuncu Bölüm Objeleri

*Makam seçimi* objesiyle bir makam belirlendiğinde bölüm 8’de seçilen makama ait icracı ve kuram tercihi yapılır. Yapılan tercih sonucunda mikrotonal perdelerin hangi sent değeri temsil edildiği bölüm 10’da gösterilir. Şekil 34’de verilen örnekte, bölüm 4’de hicaz makamı seçildiği görülür. Seçim sonucuyla bölüm 8’de hicaz makamına karşılık gelen *toggle* objesi aktif duruma geçerek beş icracı ve bir kuram tercihi kullanıcıya sunulur. Örnekte, Mesut Cemil’in seçilmesi durumunda, Mesut Cemil’in II., III. ve VI. derecelerde kullandığı uygulama sent değerleri bölüm 10’da temsil edilir. Bu sent değerleri sabit değildir: Kullanıcı bu değerleri sonradan kendisi de belirleyebilir: +100 ile -100 arasındaki sent değerleri arasında istenilen herhangi bir değer ilgili dereceye (II, III ve VI) atanabilir.

5 ve 11. bölümler MIDI klavye kullanımıyla oluşan gerçek zamanlı verilerin analizi için kullanılır.



**Şekil 36. Beşinci ve Onbirinci Bölüm Objeleri**

Beşinci bölümde kullanılan obje, MIDI klavye kullanımı sırasında basılan perdeye ait sesin sent değerinin, tampere perde sistemi sent değerinden ne oranda saptığını belirlemek için kullanılır. 0 ile belirtilen durumda hiçbir sapma olmadığı ve tam olarak tampere sistemin sent değerini taşıdığını ifade eder. -43 sent değeri ile ifade edilen şekil 35'deki örnekte, MIDI keyboard'da basılan tuştan çıkan sesin -43 değeriyle pes üretildiği anlamını taşır.

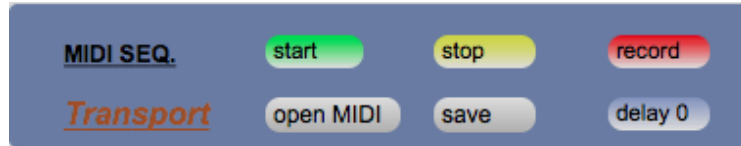
11. bölümde kullanılan obje, 5. bölümdeki objeyle benzer işleve sahiptir. Sent değeri yerine MIDI klavye üzerinde basılan tuştan çıkan sesin 7 bitlik pitch bend değerini verir. Denge durumundaki 64 değeri tampere perde sistemi üzerinde herhangi bir pitch bend mesajı üretilmediğini ifade eder. Diğer örnekte ise pitch bend mesajı değerinin 50 olduğu ve basılan tuştan çıkan sesin  $64-50=14$  birimlik sapma ile üretileceği anlamına gelir. Hem 5 hem de 11. bölüm objeleri, MIDI klavyede bir tuşa basıldığı anda üretilir (gerçek zamanlıdır) ve her iki obje birbirleri arasında oranlıdır. *Sent değeri* objesindeki -43 değerindeki sent sapması, pitch bend objesinde 50 olarak karşılığını bulur. Gerçek zamanlı verilerin değerlendirildiği bir diğer obje, 9. bölümdeki gürlük objesidir.



Şekil 37. Dokuzuncu Bölüm Objeleri

MIDI klavyede tuşa uygulanan basınç değerini ve basınç değerine karşılık üretilen gürlük değerini ifade eden objedir. Note-on mesajı içinde gürlük *velocity* olarak adlandırılır.

6. bölüm, seslendirilen çalışmaların kayıt edildiği MIDI sequencer alanıdır.



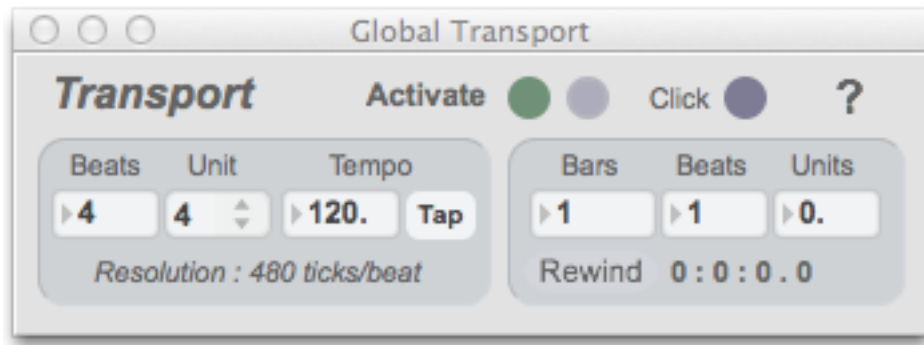
Şekil 38. Altıncı Bölüm Objeleri

*Record* butonu, MIDI klavye ya da MIDI denetleyici ile sisteme girilen bütün MIDI verileri gerçek zamanlı kaydeder ve geçici bellekte depolar. *Stop* butonu ile kayıt işlemine son verilir. Bilgisayarın geçici belleğinde tutulan kayıtlı MIDI verilerinin yeniden seslendirilmesi *start* butonu ile mümkündür. *Delay 0* butonu *record* butonuna basıldıktan, MIDI verilerinin oluşmaya başladığı (örneğin MIDI klavyede tuşa basıldığında) sürece kadar geçen boşluğu silmek için kullanılır. Bu sayede kullanılmayan veri kayıt dışı tutulduğu gibi aynı zamanda kayıt tekrar dinlenmek istendiğinde, gereksiz bekleme sürecinin önüne geçilmiş olur. MIDI verilerinin geçici bellekten, kalıcı belleğe alınması ve bilgisayarda istenilen dizinine midi ve text dosya formatlarıyla kaydedilmesi *write* butonu ile mümkündür. Kaydedilmiş dosyalar *read* butonu ile sisteme geri çağırılabilir ve tekrar seslendirilebilir. 6. bölümde ayrıca master clock'un belirlenebildiği *transport* objesi bulunur.

Bir MIDI sistemde müzikteki perde ve gürlük değişkenleri note-on mesajı içinde kodlanırken sistemin nabız atışı MIDI master clock ile belirlenir. Bir dakikalık süre içinde ne sayıda dörtlük değerli nota kullanacağı ya da başka ifadeyle kaç vuruş olacağı BPM (Beat Per Minute) adı verilen zamansal değerlerle ölçülür.

Timing clock MIDI nin kalbidir ve bu özelliği ile büyük önem taşır. Sistemin zaman boyutunu timing clock belirler. Atışı o kadar önemlidir ki zamanında olduğunda emin olmak için, 31.250 Baud hızla diğer tüm mesajların aralarına düşebilir. Hatta bir mesajın durum baytı ile veri baytları arasında bile bulunabilir. Nota uzunluklarının ölçülmesi MIDI clock ile gerçekleşir. (Durmaz, 2000, s.69)

Timing Clock yalnız sistem nabzı için gerekli bir özellik değildir: MIDI ile çalışan müzisyenin metronom gibi birim vuruşu belirleyebilmesi ve çalış ve kayıt aşamasında senkron sorunu yaşamaması içinde önemlidir. Bu sayede müzisyenin ritimsel hatalar yapmasının önüne geçilirken sisteminde müzisyenle eş güdümlü olarak zamansal ölçüm noktaları belirlemesine yardımcı olur.



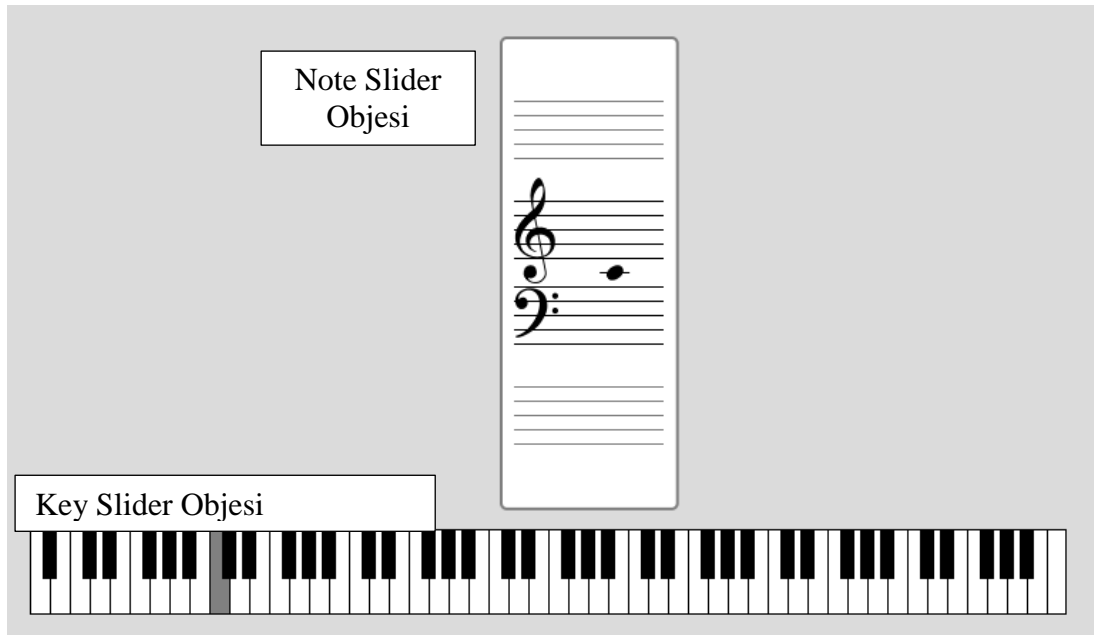
**Şekil 39. Transport Ünitesinin İçeriği**

MIDI SEQ. bölümünde transport objesine tıklandığında açılan ve MM'de hazır patch olarak sunulan *Global Transport*, başlangıç ve bitiş zamanları için objeler arasında iletişimi sağlamak için tasarlanmış patchdir. Temel transport işlemlerini yerine getirir: Sol tarafta istenilen ölçü değerinin ve dolayısıyla tartımın belirlenebileceği *Beats* ve *Unit* objeleri birlikte, birim vuruş değerinin belirlenebildiği *Tempo* objesi de bulunur. Sağ tarafta *Bars* objesi çalış sürecinde geçilen toplam ölçü sayısını, *Beats* ve *Unit* objeleri ölçü içindeki birim zamanları verir. Yeşil renkli *Activate* butonu Transport'u aktif hale getirirken, *Click* butonu belirlenen tempoda click sesiyle geri bildirimde bulunur. 14. bölüm tampere perde sistemine göre yazılmış MIDI dosyaları içindeki perde sent değerlerinin mikrotonal sent değerleriyle değiştirilmesi ve bu değişime göre seslendirilmesi için tasarlandı.



**Şekil 40. Ondördüncü Bölüm Objeleri**

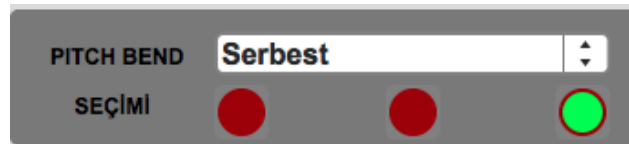
Nota yazım programları ile yazılmış ve tampere perde sistemine göre düzenlenmiş MIDI dosyaları *open MIDI* objesiyle ile sisteme çağrılarak, bir takım sequence işlemleri yapılabildiği gibi bölüm 4 ve 8'deki objelerle belirlenen makamın dizi sesleri içindeki mikrotonal perdelerin sent değerleri ile seslendirme yapabilmektedir. Örneğin doğal La minör dizisiyle nota yazım programında oluşturulmuş bir MIDI dosyası 4. bölümde hüseyni makamı ve 8. bölümde Necdet Yaşar seçilerek sisteme çağırıldığında dizinin II. ve VI. sesleri seçilen makam ve icracının mikrotonal seslerine göre seslendirme yapar. La minör dizisi dışında farklı bir tonda yazılmış MIDI dosyası sisteme çağırılacaksa makamın şed değişimi dizinin tonuna göre yapılmalıdır. 14. bölümün bu özelliği her makam ve her icracı seçimi için uygulanabilir kılar. Bunun dışında sisteme girilen MIDI dosyasının çalış hızı da 2'nin alt ve üst katları şeklinde hızlı ya da yavaş olmak üzere *çalma hızı* objesiyle değiştirilebilir.



Şekil 41. Yedinci ve Onikinci Bölüm Objeleri

MIDI klavye üzerinde basılan tuşun gerçek zamanlı görsel karşılığı bölüm 7’de kullanılan *key slider* objesiyle, dizek üzerinde hangi notaya karşılık geldiği bölüm 12’de gösterilen *note slider* objesiyle ifade edilir. MIDI klavye kullanılmadığı durumlarda fare kullanılarak seslendirme çalışmaları ortalama gürlük değeri (64) taşıyan *key slider* objesiyle de yapılabilir. *Key slider* objesi piyanonun ses sınırları içinde oluşturuldu.

13 numaralı bölüm, MIDI klavye üzerindeki pitch bend tekerleğinin kullanılmasına izin veren ve erişim sınırlarını sınırlandırabilen objelerden oluşur. GM standardında pitch bend tekerleğinin yukarı ve aşağı hareketi bir tam ses (200 sent) tizleşecek ya da pesleşecek şekilde ayarlıdır. Ancak, TMM ses sisteminin en küçük aralık birimi koma aralığıdır. Bu nedenle pitch bend tekerleğinin hareketleri de koma aralıklarına uygun olmalıdır.



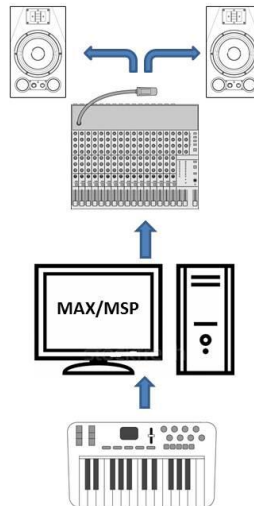
Şekil 42. Onüçüncü Bölüm Objeleri

*Pitch bend seçimi* objesi 1 koma pitch bend, 2 koma pitch bend ve serbest olmak üzere üç adet seçenek sunar. 1 koma pitch bend seçeneği, pitch bend tekerleğinin en düşük ve en yüksek değerlerini bir koma pes ya da tiz; 2 koma pitch bend seçeneği

iki koma pes ya da tiz olarak sınırlandırır. *Serbest* seçeneği, pitch bend tekerleğinin ses sınırını MIDI klavye kullanıcısına bırakır ve istenilen herhangi bir aralık seçilebilir. Seçenekler fare kullanılarak belirlenebildiği gibi bilgisayar klavyesi tuşları ile seçenekler arasında hızlı geçiş yapmak mümkündür. *1 koma pitch bend* için 1, *2 koma pitch bend* için 2 ve *serbest* için 3 numaralı bilgisayar klavye tuşları kullanılabilir.

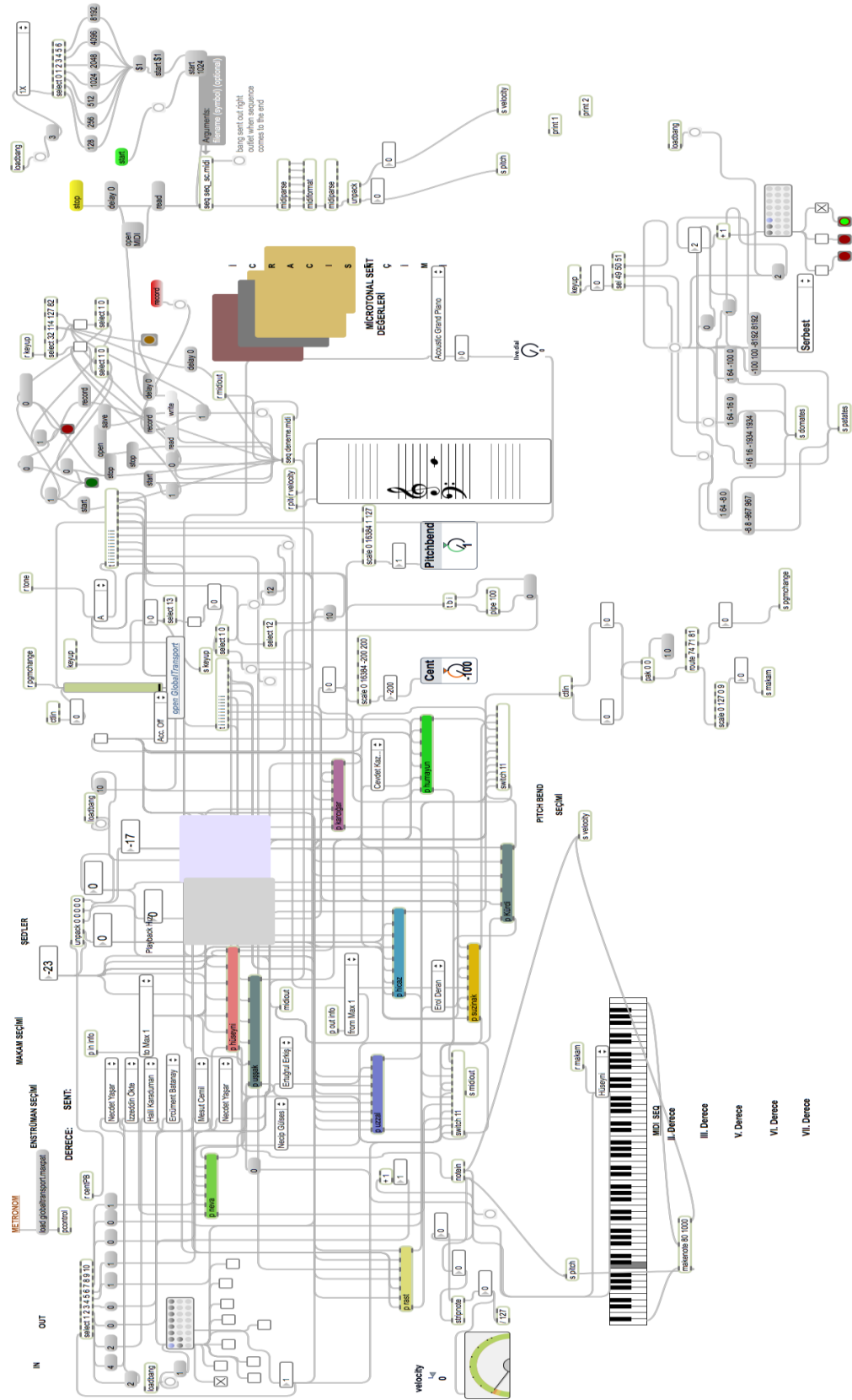
#### 1. 2. 4. Edit Modunda Kullanılan Patch ve Alt Patchler

Sunum modu patche ön tanımlı verilerin girildiği ya da patchden gerçek zamanlı sonuç verilerinin alındığı objelerden oluşur.



**Şekil 43. MIDI Sinyalinin Max/MSP'deki İşlem Süreci**

MIDI klavye ile sisteme girilen MIDI sinyalleri bilgisayarda MM yazılımıyla işlenir. Bu işlem sırasında sunum modunda seçilen makamın mikrotonal sesleri MM'de belirlenen tampere sisteme göre standartlaştırılmış MIDI klavye tuşlarına adreslenir. Adreslenmiş tuşa basıldığında MIDI mesajı patch ve alt patch objeleriyle belirli işlemlerden geçerek mikrotonal ses ya da sesler elde edilir. Ses kartında yapılan dijital/analog dönüştürme işlemiyle, bir power mixer ya da yükselteç gönderilen sinyal, monitörler aracılığıyla ses (akustik) enerjisine çevrilir. MM'de hazırlanan patch ve alt patchlerin MIDI sinyalini ne şekilde işlediği, hangi objelerin ne tür amaçlar için kullanıldığının açıklandığı bu bölümde açıklamaların sırası MIDI sinyalinin izlediği akış trafiğine göre yapıldı.



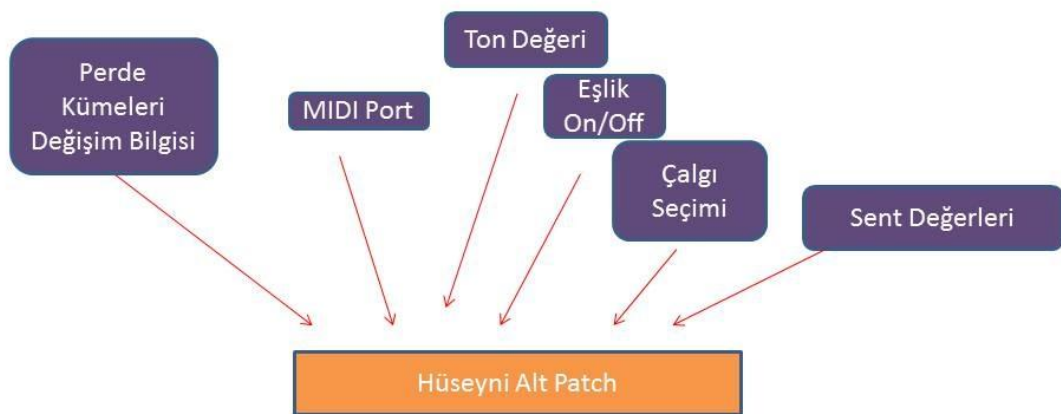
Şekil 43. Edit Modunda Genel Patchin İçeriği



Şekil 43, MM’de hazırlanan patch dosyasının edit modundaki durumunu gösterir. Belirlenen her bir makam için farklı renklerde gösterilen bir alt patch bulunur. Her bir makam alt patchi için MIDI sinyalinin işlenmesi ve süreci birbirine benzer. Bu nedenle, bir MIDI sinyalinin işlem sürecini tek bir makam üzerinden anlatmak, alt patch’lerin nasıl çalıştığını, hangi işlemlerden geçerek sonuca ulaşıldığını anlamak noktasında yeterli olacaktır.

Hüseyini alt patchi üzerinden anlatılan işlemlerin yapısı ve sırası, kullanılan objeler, giriş ve çıkış verileri diğer makamlar için tasarlanan alt patchler içinde benzer özellikler taşır. Alt patchler arasındaki en önemli farklılık mikrotonal perdeler için kullanılan giriş birimlerinin sayısında oluşur. Örneğin, uşşak makamı için tek bir mikrotonal perde adreslenirken, hicaz makamı için üç adet mikrotonal perde adreslenmiştir. Buna bağlı olarak makam alt patchlerin giriş birimi sayısı farklılık gösterir.

MIDI sinyalinin işlem süreci, hüseyini makamı alt patchi örneği üzerinden anlatıldı. Şekil 43’de kırmızı renkle gösterilen “p hüseyini” objesi hüseyini makamına ait işlemlerin yapıldığı alt patchdir. Giriş ve çıkış veri iletişiminin sağlandığı patch kabloları ile birbirine bağlıdır.

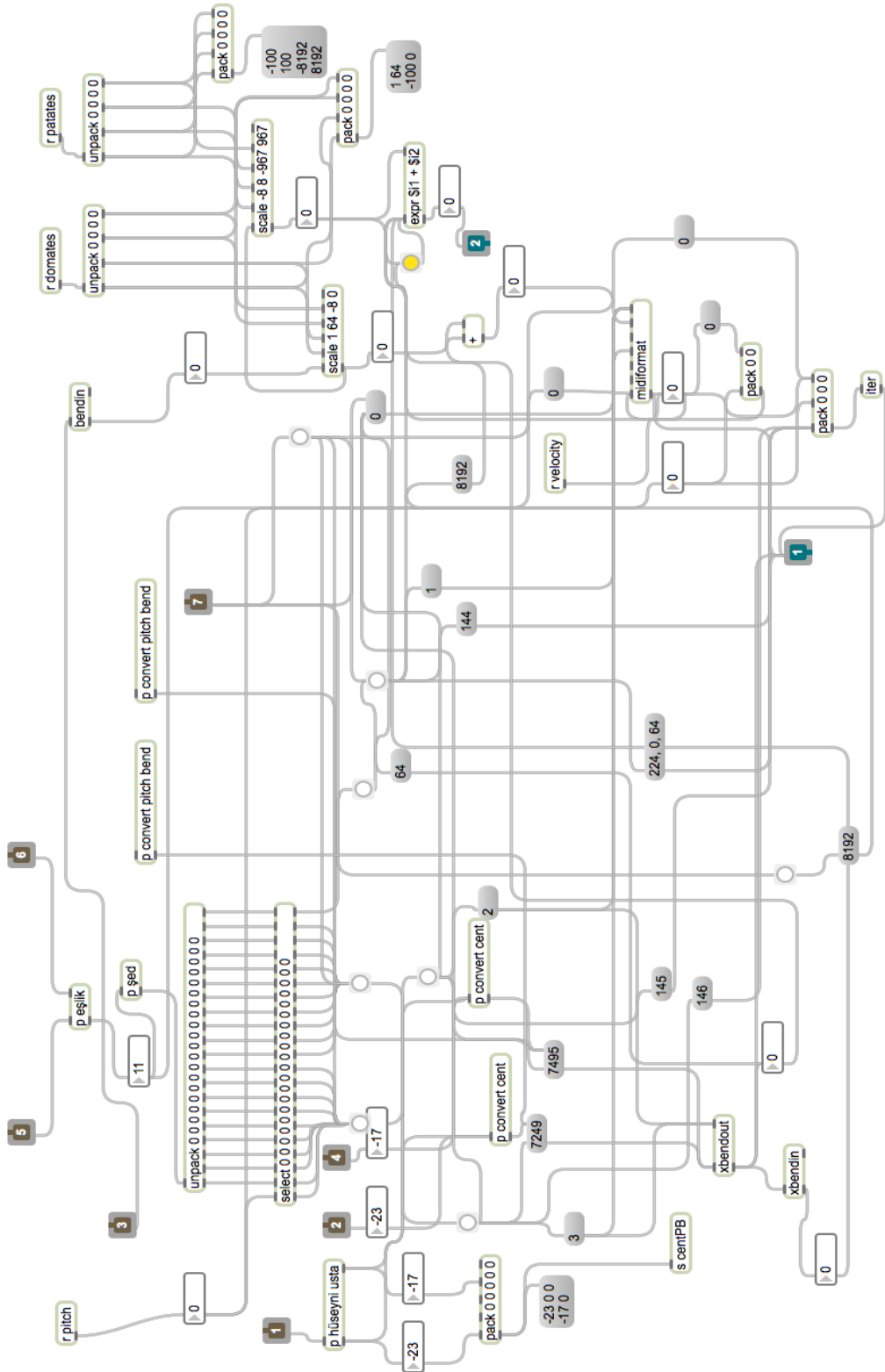


**Şekil 44. Hüseyini Alt Patch'in Giriş Verileri**

Hüseyini alt patchin içinde, ön tanımlı verilerin kabul edildiği giriş portları ve gerçek zamanlı sonuç verilerinin patch içindeki diğer birimlere gönderildiği çıkış portları bulunur. Kullanıcının belirlediği çeşitli değişkenler giriş portu verilerini

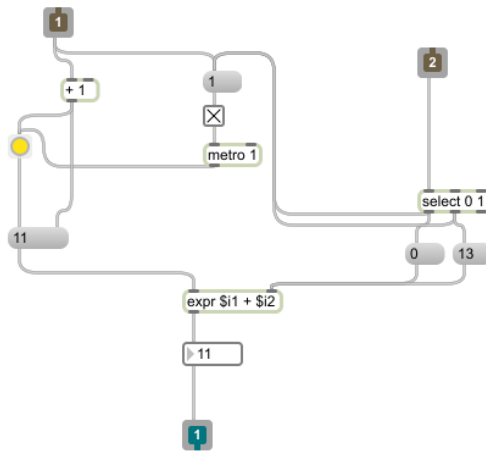
oluştururken patch ve alt patch algoritmalarıyla işlenen giriş portu verileri ve MIDI sinyalleri çıkış portuna gönderilir.

Giriş portu perde kümeleri değişim, MIDI port, şed, eşlik ve çalgı seçimi ve sent değerleri verilerini kabul eder. Bu veriler müzikal tercihlerin belirlendiği, ön tanımlı veri türleridir ve sunum modunda 1, 2, 3, 4, 8, 10, 13 ve 14 numaralı bölüm objelerinden alınan bilgiler giriş portu verilerini oluşturur. Bu veriler, MIDI klavyeden alınacak MIDI sinyallerinin nasıl yorumlanacağı bilgisini taşır. Bu bilgilerdeki her bir değişim, note-on, program change, control change kanal mesajlarını tetikler ve bu MIDI mesajlarının değerini yeniden biçimlendirir. MIDI kanal mesajları, hüseyini patchi içinde belirli bir algoritmayla oluşturulmuş diğer alt patch objeleri tarafından biçimlendirilir. II. ve VI. derecelere ait değişim verileri, MIDI info, şed, eşlik seçimi, çalgı seçiminin yapıldığı program change mesajı, kuram ve icrada kullanılan sent değerleri patchin ön tanımlı giriş verilerini oluşturur. Bütün giriş verileri kullanıcı tarafından sunum modunda belirlenir. MIDI keyborda tuşa basılmadan önce II. ve VI. derecelere ait değişim verileri, hüseyini makamı ve şedi seçildiğinde MIDI klavyede hangi tuşlara ait sesler için değişim yapılacağı belirlenir. Giriş verileri patch içindeki objelerle değerlendirilerek gerçek zamanlı pitch bend ve sent değerine ait çıkış verileri üretilir ve bu veriler kullanıcı takibi için sunum modundaki 5 ve 11. bölüm objelerine gönderildi.



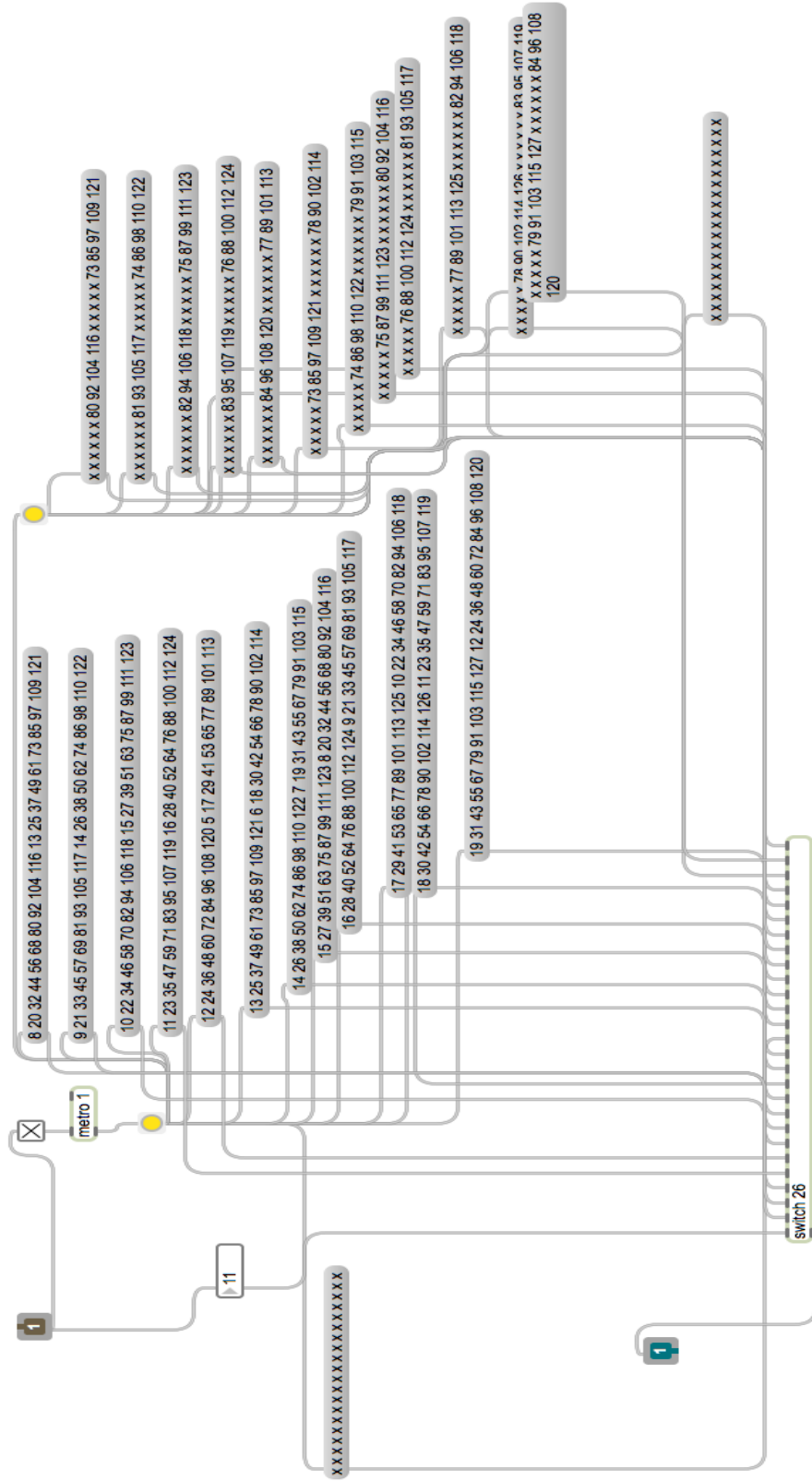
Şekil 45. Hüseyini Alt Patch'in İçeriği

Giriş portundan girilen perde kümeleri değişimi, şed, eşlik, çalgı seçim bilgisi ve sent değeri verileri sunum modundaki 4 numaralı bölüm objeleri tarafından belirlenir. Run modunda *p hüseyini* alt patchine fareyle tıklandığında alt patchin altında gömülü olan sisteme ve kırmızı renkle işaretlenmiş olan toplam beş adet alt patche ulaşılır. Bütün alt patchler sunum modu objelerinden aldıkları sayısal değerleri, belirli algoritmalarla değerlendirerek işler.



**Şekil 46. Eşlik Alt Patch'in İçeriği**

*p eşlik* alt patchi sunum modundaki 4 numaralı bölümde *şedler* ve *eşlik* objelerinin sayısal değerlerini belirler. 1 ile 12 arasında değişen şed seçimi sayısal değerleri, eşlik seçimi sayısal değerleriyle toplanır ve bu değerlerin işlenmesi için *p tone* alt patchine gönderilir.



Şekil 47. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Tone Alt Patch İçeriği

*p tone* alt patchi perde kümeleri değişimden sorumludur. Seçilen tona göre belirlenmiş perde kümelerine ait mesaj objeleri, *p* eşlik alt patchi tarafından tetiklenir ve MIDI klavye üzerindeki hangi perde ya da perdelerde değişim yapılacağı belirlenir. Mesaj objeleri içinde kullanılan rakamlar, note-on mesajının ilk veri baytı olan pitch değerlerinin ondalık tabandaki karşılığıdır.

18 30 42 54 66 78 90 102 114 126 11 23 35 47 59 71 83 95 107 119

### Şekil 48. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Perde Kümeleri

Örneğin sunum modunda 4 numaralı bölüm üzerinde, kullanıcı La hüseyini dizisi seçimi yaptığında ve eşlik seçeneği işaretlenmemişse, bütün oktavlarda II. Derece Si (11, 23, 35, 47, 59, 71, 83, 95, 107) ve VI. derecedeki Fa diyez (18, 30, 42, 54, 66, 78, 90, 112) perdesine karşılık gelen MIDI perde kümeleri belirlenir ve bu mikrotonal sent değerleri bu perdeler adreslenir. Sunum modunda La'dan farklı bir şed seçilirse, farklı bir mesaj objesi tetiklenir ve şekil 48'deki mesaj objesinden farklı bir mesaj objesi seçilir.

x x x x x 78 90 102 114 126 x x x x x 71 83 95 107 119

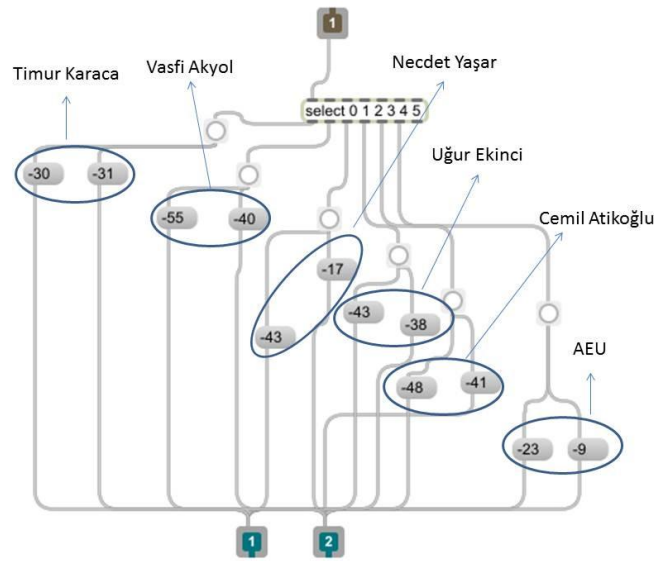
### Şekil 49. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Eşlik Seçimi Perde Kümeleri

Eşlik seçim tuşu aktif olduğunda, dördüncü oktavadaki La sesine karşılık gelen 69 numaralı perde ve daha pes soslere karşılık gelen 69 değerinin altındaki perdeler değerlendirmeye alınmaz. Şekil 48 ile şekil 49 karşılaştırıldığında, şekil 48'de mesaj objesi içindeki, Si perdesi için kullanılan 11, 23, 35, 47 ve 59 nolu perdeler, Fa diyez perdesi için 18, 30, 42, 54 ve 66 numaralı perdelerin şekil 49'daki mesaj objesinde X sembolü ile gösterildiği ve değerlendirmeye alınmadığı görülür. Bu nedenle 69 numara altındaki perdelerde herhangi bir değişim olmaz ve bu perdeler üzerine mikrotonal sent değerleri adreslenmez.

x x

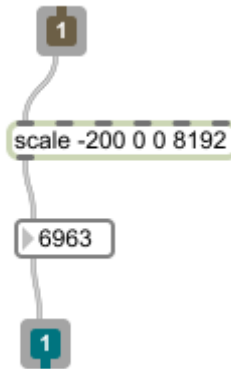
### Şekil 50. Tone Alt Patchinde La Hüseyini Dizisi İçin Tampere Perde Kümeleri

Şekil 50’de gösterilen mesaj objesi, sunum modu 4. bölümde *şedler* objesinde, *tampere* seçeneğinin belirlenmesi ile tetiklenir. Bu mesaj objesi sisteme gönderildiğinde, perdeler üzerine hiçbir mikrotonal sent değeri adreslenmez. Bu durumda *tampere* perde sisteminin kullanılacağı anlamını taşır. Sunum modunda, 11. bölümde belirlenecek icracı ve kuram (AEU) verileri, *p usta* alt patchi içinde değerlendirilir.



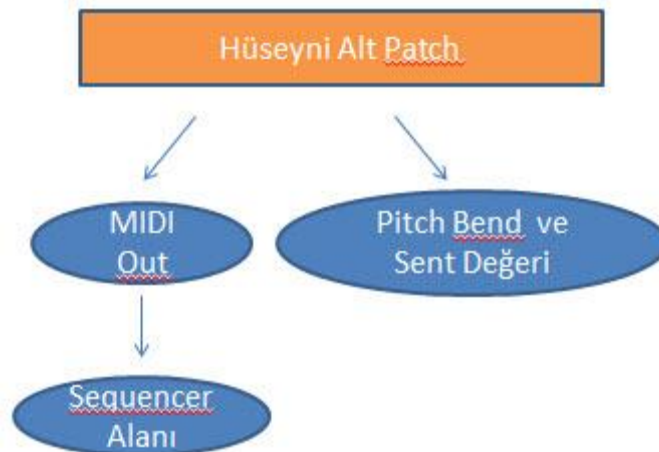
**Şekil 51. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Usta Alt Patchi**

Hüseyini makamı için belirlenen kanun ve tanbur icracılarının uygulama sent değerleri ve kuram sent değerleri *p usta* alt patchi altındadır. Timur Karaca'nın II. derece için baskı sent değeri -30 ve VI. derece için -31'dir. Sunum modunda Timur Karaca seçildiğinde bu sent değerlerine ait mesaj objeleri tetiklenir ve sent değerleri ilgili klavye tuşuna atanır. Bu sent değerleri altta gösterilen out objeleri (mavi renkli) yardımıyla *p convert sent* alt patchine gönderilir. Örneğin, sunum modunda La tonu ve Timur Karaca seçildiğinde, II. dereceye karşılık gelen Si perdesi 30 sent, VI. dereceye karşılık gelen Fa diyez perdesi 31 sent pes olarak seslendirilir. Diğer bir alt patch, *p convert sent* alt patchidir.



**Şekil 52. Hüseyini Alt Patchi Altındaki Covert Alt Patchi**

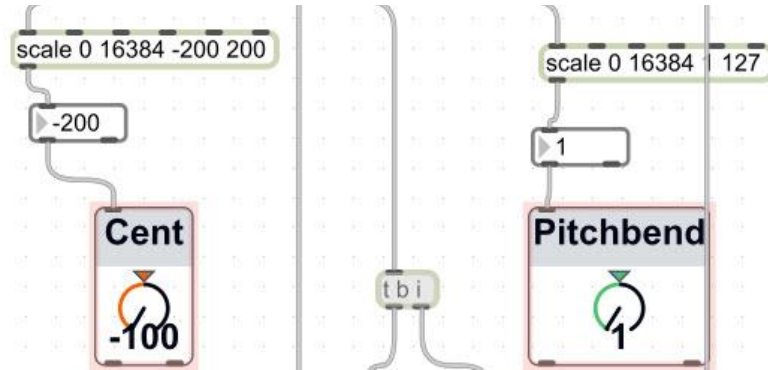
*p usta* alt patchinden aldığı sent değerlerini 14 bitlik pitch bend değerlerine çevirir. Timur Karaca'nın II. ve VI. derece için kullandığı -30 ve -31 sentlik baskı sent değerleri, 14 bitlik pitch bende oranlandığında 6963, 6922 değerleri bulunur. Çevirim işlemleri sonucunda oluşan pitch bend değerleri her bir mikrotonal ses için farklı MIDI kanal numaralarıyla birlikte ilgili MIDI klavye tuşuna adreslenir. Ön tanımlı verilerin belirlenmesi ve sonrasında MIDI klavyede bir tuşa basılmasıyla alt patchlerde işlenen veriler, *hüseyini* alt patchinin çıkış birimine gönderilir.



**Şekil 53. Hüseyini Alt Patchinin Çıkış Verileri**

MIDI klavye ile tetiklenen çıkış verileri, MIDI klavye ile basılan tuşun sent ve pitch bend değerlerini sunum modundaki 5 ve 11. bölüm objelerine göndererek klavye kullanıcısına geri bildirimde bulunur. Bu sayede MIDI klavye kullanıcısı, bastığı her perdenin sent ve pitch bend değerlerini takip eder, girilen ön tanımlı verilerle, çıkış olarak alınan geri bildirim verileri arasında sağlama yapılabilir.





**Şekil 54. Edit Modunda 7 bitlik Pitch Bend ve Sent Değerleri İçin Çıktı Objeleri**

Hüseyini alt patchin çıkış birimlerine gönderdiği MIDI klavye tuşlarının sent ve pitch bend değerleri şekil 54’de gösterilen scale objesinde oranlanır. Sent değerinin belirlenmesi için 14 bitlik pitch bend değeri olan 0 ile 16384 arasındaki değerler B2’li aralığının 200 sentlik değerine; 7 bitlik pitch bend değerinin belirlenmesi için 1 ile 127 arasındaki değerlere oranlanır. Bulunan sayısal değerler, insan arayüz objelerinde sergilenir.

Alt patch içinde işlenen ve MIDI Out portuna gönderilen MIDI sinyalleri, alt patchin diğer çıktı verisini oluşturur. Ham MIDI sinyalleri ses kartlarının ses üreticilerine (sound generator) iletilir ve dijital-analog sinyal işleyiciler üzerinden hoparlörlere gönderilir. MIDI Out portuna gönderilen MIDI sinyallerinin bir kopyası kayıt ve edit işlemlerinin yapılabilmesi için sequencer alanına gönderilir. Alınan MIDI sinyalleri *record* objesiyle bilgisayarın geçici belleğinde tutulur ve *write* objesiyle MIDI formatında kalıcı olarak kaydedilir.

## SONUÇ

Bu tez çalışmasında mikrotonal perdelerin MIDI ile seslendirilmesini sağlayan ve hem Windows hem de Mac tabanlı işletim sisteminde standalone çalışan bir MIDI arayüzü (MMA) programlandı. Makamın yapısına göre en fazla dört farklı MIDI kanal numarası kullanılsa da mikrotonal perde değerlerinin pitch bend mesajıyla seslendirilmesi, sistemde kopmaya sebep olmamaktadır. Bu çalışma pitch bendin data control özellikli çok kanal üzerinden kullanımının ve mikrotonal perdelerin MIDI ile seslendirilmesinin mümkün olduğunu gösterdi.

Gelecek çalışmalar için MIDI kanal numarası sayısı artırılarak her bir kromatik aralık için tuning değişimi düşünülmektedir. Bu sayede bu tez çalışmasında kullanılan MIDI kanal sayısı sonraki araştırmalarda dörtten önyçe kadar kademeli olarak çıkarılarak MIDI pitch bend mesajının sınırlılıkları tespit edilebilir. MIDI kanal sayısının artırılmasıyla, pitch bend mesajının TMM'den daha farklı mikrotonal ses sistemleri içinde kullanılabilmesi mümkün olacaktır.

Harici MIDI klavye ile kullanıldığında mikrotonal perdeler gerçek zamanlı olarak GM sound fontunun 113 çalgısıyla seslendirilmekle birlikte, MMA'dan mikrotonal sent değişim bilgisiyle MIDI dosya formatıyla çıktı da alınabilir. MMA üzerinde değerlendirilen veriler sanal MIDI ağı üzerinden DAW yazılımlarına gönderildi. Bununla birlikte MMA'dan alınan MIDI çıktıları DAW yazılımı içindeki çalgı eklentileriyle de seslendirildi. MMA, mikrotonal perde verileriyle derlenmiş MIDI dosya çıktısı verebildiğinden mikrotonal perdelerin pitch bend desteği olan DAW eklentileri ve nota yazım programları ile kullanımını da uygundur.

Bu araştırma, gelecekte mikrotonal perdelerin MIDI ile seslendirilmesi ve DAW yazılımları için çok kanallı pitch bend mesajının kullanılabilir olduğunu da kanıtlamıştır. Bununla birlikte bu araştırmada makamlara özgü mikrotonal perdelerin kuram ve uygulamadaki sent değerleri arasındaki farklılıklar ortaya konulmuş, MMA makam dizisindeki mikrotonal perdeler bahsi geçen sent değerleriyle seslendirmiştir. Bu

yönüyle MMA, uygulama sent değerlerine göre mikrotonal seslendirme yapabilen ilk yazılım olma özelliğine de sahiptir. MMA, genelde mikrotonal sistemleri özelde TMM özgü mikrotonal perdeleri seslendirmeye yönelik MM'de yapılmış ilk çalışma olma özelliğini de taşımaktadır.

## KAYNAKÇA

- Akkoç, C. (2008). “Türk Musikisinde İcraya Dayalı Nazariyat Modeli Bina Edilmesi”, (Türk Müziğinde Uygulama ve Kuramdaki Sorunlar ve Çözümleri" konu başlıklı çağrılı kongre, 3-6 mart 2008), İstanbul Teknik Üniversitesi Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı, İstanbul, s. 1-7.
- Arel, H. S. (1949). “Türk Musikisi Ses Sistemi”. Musiki Mecbuası, no:17, s. 3-5.
- Denckla, B. F. (1997). *Dynamic Intonation for Synthesizer Performance*. PhD Thesis. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts.
- Bozkurt, B. (2008). “An Automatic Pitch Analysis Method for Turkish Maqam Music”. *Journal of New Music Research*. Vol. 37/1, 1-13.
- Can, C. (1995). *Çeşitli Kültürlerin Müziklerinde Ses Sistemleri*, (Basılmamış Ders Notları) Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Code, D. L. (2002). “Groven. Max: An Adaptive Tuning System for MIDI Pianos”. *Computer Music Journal*, 26(2), 50-61.
- Cipriani, A. and M. Giri. (2010). *Electronic Music and Sound Design - Theory and Practice with Max/Msp*. Italy: Con Tempo Net Press.
- Çelik, S. (2012). “Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı MIDI Derslerinde Max/MSP Programlama Dilinin Kullanılması ve Kazanımları”.(III. Hisarlı Ahmet Sempozyumu, 24-26 Mayıs 2012, Kütahya), *Müziği Algılamak*, Kütahya Güzel Sanatlar Derneği, Kütahya 2012, s. 658-671.
- Çoğulu, T. ve S. C. Eroğlu. (2013). “Makamsal ve Mikrotonal Müziklerin İcrası İçin Yeni Çalgı Arayışları: Mikrotonal Gitar, Perdesiz Gitar ve Oğur Sazı”. *Erstes Bağlama Symposium in Deutschland*, Landesmusikrat, Berlin.
- Denckla, F. D. (1997). *Dynamic Intonation for Synthesizer Performance*. Massachusetts Institute of Technology. M. S. Thesis. Massachusetts.
- Durmaz, S. (2000). *MIDI*. İzmir: Dokuz Eylül Yayıncılık.
- Eden, A. (2011). *Geleneksel Türk Müziği Çalgılarından Tanbur'un Sanal Çalgı Kitaplığının Oluşturulması*. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Güzel Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Malatya.

- Eden, A. (2006). *Müzik Üretiminde Bilgisayar Teknolojisinin Kullanılmasının Araştırılması*. Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müzik Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sivas.
- Erlaine, S. M. (2009). *Microtonality as an Expressive Device: An Approach for the Contemporary Saxophonist*. Duplin Institute of Technology, Master Thesis, Irish.
- Field, E. S. (1997). *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. USA: The MIT Press.
- Fiore, G. (2013). *The Just Intonation Guitar Works of Lou Harrison, James Tenney and Larry Polansky*. University of California Santa Cruz. Phd Thesis.
- Guerin, R. *MIDI Power!: The Comprehensive Guide* (second edition). Canada: Course Technology PTR.
- Haba, A. (1971). "Mein Weg zur Viertel und Sechsteltonmusik". *Gesellschaft zur Forderung der Systematischen Musikwissenschaft*. 5(3), 262-271.
- Hair, G., I. Pearson, A. Morisson, N. Bailey, D. McGilvray and R. Parncutt. (2007). "The Rosengarden Codicil: Rehearsing Music in Nineteen-Tone Equal Temperament". *Scottish Music Review*, Volume 1, No. 1, pp.99.
- Helmholtz, H. (1954). "Experimental Instruments for Exhibiting the Effects of Just Intonation". *On the Sensation of Tone*. (Original Published 1885), Trans. A. J. Ellis Newyork: Dover. App. 20 pp.466-483.
- Huber, D. M. (2007). *The MIDI Manual* (third edition). United Kingdom: Focal Press.
- Kaçar, G. Y. (2002). "Yorgo Bacanos'un Ud İcrasındaki Aralıklar ve Arel Ezgi-Uzdilek Ses Sistemi'ne Göre Bir Karşılaştırma", *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, Sayı 2, s. 155-161.
- Kaufman, H. (1970). "More on the Tuning of the Archicembalo". *Journal of the American Musicological Society*, 23 (1), 84-94.
- Keislar, D. (1987). "History and Principles of Microtonal Keyboards". *Computer Music Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 18-28.
- Kirk, R. and A. Hunt. (2013). *Digital Sound Processing for Music and Multimedia*. United Kingdom: Focal Press.
- Lapp, D. R. (1998). *The Physics of Music and Musical Instruments*. Wright Center for Innovative Science Education. Medford, Massachusetts.

- Loeffler, B. D. (2006). *Instrument Timbres and Pitch Estimation in Polyphonic Music*. Georgia Institute of Technology, M. S. Thesis, Atlanta.
- Loy, G. (2006). *Musimathics: The Mathematical Foundations of Music*. United Kingdom: The MIT Press.
- Manzo, V. J. (2011). *Max/MSP/Jitter for Music A Practical Guide to Developing Interactive Music Systems for Education and More*. New York: Oxford University Press.
- Marshall, P. J. (1987). "Kurzweil 150X Microtonality". *Computer Music Journal*. 16-16.
- MIDI Manufacturers Association (1995). *MIDI 1.0 Detailed Specification*. USA: Document Version 4.2.
- Moussa, A. S. (2006). "Perception-based microtuning over MIDI networks", *IEEE Multimedia*, 13(1), 56.
- Moussa, A. S. and T. P. Baker. (2002). "A dynamic microtunable MIDI system: problems and solutions". In *Automation Congress, 2002 Proceedings of the 5th Biannual World* (Vol. 13, pp. 339-344).
- Önen, U. (2007). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri*. İstanbul: Çitlembik Yayınları.
- Pope, S. T. (1991). *The Well-Tempered Object: Musical Applications of Object-Oriented Technology*. Cambridge: MIT Press.
- Rothstein, J. (1995). *MIDI: A Comprehensive Introduction* (2. Edition). USA: A-R Editions, Inc.
- Secor, G. (1975). "Specifications of the Motorola Scalatron", *Xenharmonikon, An Informal Journal of Experimental Music* 2 (2).
- Signell, K. L. (1986). *Makam, Modal Practice in Turkey Art Music*. New York: Da Capo Press.
- Todd, W. (1998). *Composing Interactive Music Techniques and Ideas Using Max*. USA: The MIT Press.
- Tura, Y. (1988). *Türk Musikisinin Meseleleri*. İstanbul: Pan Yayıncılık.
- Wilkinson S. R. (1988). *Tuning in: Microtonality in Electronic Music : A Basic Guide to Alternate Scales, Temperaments, and Microtuning Using Synthesizers*. Minnesota: Hal Leonard Corporation.
- WEB\_1. (2014). Alt-Tuner Home Page: <http://www.huygens-fokker.org/scala> (24.01.2014)

- WEB\_2.(2010). Nota 2.2 Web site:  
<http://www.tulgan.com/Nota22/hakkinda/tanitma.htm> (24.01.2014).
- Wood, A. (1979). *Alexander Wood's The Physics of Music*. Revised by J. M. Bowsler, London.
- Yarman, O. ve Ş. Ş. Beşiroğlu. (2008). "Türk Makam Müziği'nde Nazariyat-İcra Örtüşmezliğine Bir Çözüm: 79-Sesli Düzen". İTÜ Dergisi/b, Cilt 5, Sayı 2.
- Zeren, A. (2010). *Müzik Fiziği*. İstanbul: Pan Yayıncılık.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Serdar Çelik

Uyruğu: Türkiye (T.C.)

Doğum Tarihi, Yeri: 30/11/1974, Karaman

Tel: 505 223 59 70

Email: sercelik@gmail.com

Adres: Cumhuriyet Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı, SİVAS

### EĞİTİM:

#### Derece

Lise

Lisans

Y. Lisans

#### Kurum

Konya Gazi Lisesi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Eğitim Fakültesi Müzik Öğretmenliği

Dokuz Eylül Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

### İŞ DENEYİMİ:

#### Yıl

2002-2007

2008- Halen

#### Kurum

Cumhuriyet Üniversitesi

Güzel Sanatlar Fakültesi

Müzik Teknolojisi Anabilim Dalında

Araştırma Görevlisi

Cumhuriyet Üniversitesi

Güzel Sanatlar Fakültesi

Müzik Teknolojisi Anabilim Dalında

Öğretim Görevlisi

### YABANCI DİL:

İngilizce KPSS: 55



**YAYINLAR:**

1. ÇELİK, S., EDEN, A., KARŞICI G. ve LEVENDOĞLU ÖNER, O. “Türk Makam Müziği İçin Max/MSP Tabanlı MIDI Arayüz Tasarımı”, Asos Journal Online Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 1, Mart 2014, s.463-472.
2. ÇELİK, S. “Müzik Teknolojisi Anabilim Dalı MIDI Derslerinde Max/MSP Programlama Dilinin Kullanılması ve Kazanımları”, Kütahya Güzel Sanatlar Derneği, III. Uluslararası Hisarlı Ahmet Sempozyumu, “Müziği Algılamak” s: 658-671, Express Matbaası, Ekim 2012, Kütahya.
3. ÇELİK, S., EDEN, A. ve KARŞICI, G. “Mikrotonal Perdelerin MIDI ile Seslendirilmesi: Bir Max/MSP Çalışması”, Müzik ve Medya İçin Ses Teknolojileri Uluslararası Sempozyumu, s: 59-64, Şubat 2013, Proceeding, Bilkent Üniversitesi Ankara.
4. ÇELİK, S. “Türk Makam Müziğinde Pitch Bend Kullanımı”, I. Uluslararası Müzik Çalışmaları Sempozyumu, “Müzik ve Kültürel Doku”, 2012, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
5. ÇELİK, S., EDEN A., KARŞICI G. ve LEVENDOĞLU ÖNER O., “Max/MSP Tabanlı Mikrotonal MIDI Arayüz Tasarımı”, Kütahya Güzel Sanatlar Derneği, IV. Uluslararası Hisarlı Ahmet Sempozyumu, “Müzik Nereye Gidiyor”, 2013, Kütahya.
6. ÇELİK, S., EDEN A. ve KARŞICI, G. “Max/MSP Based Microtonal MIDI Interface Design”, III. European Conference On Social And Behavior Sciences, February 06-08, 2014, Sapienza University in Rome, Italy.
7. ÇELİK, S., “Etkileşimli Müzik ve Multimedya” 1. Uluslararası Güzel Sanatlar Fakültesi Bilimsel Araştırma Günleri, Mayıs 2014, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.