T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
MÜZİK TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI
Yüksek Lisans Tezi

SANTURUN TINISAL ÖZELLİKLERİ VE MİKROFONLAMA TEKNİĞİ

Hazırlayan
Deniz Can ERTÜRK

Danışman
Doç. Dr. Suat VERGİLİ

İZMİR / 2023

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Santurun Tınısal Özellikleri ve Mikrofonlama Tekniği” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

…./…./….

Deniz Can ERTÜRK

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün …… / …… / ……. tarih ve …… sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği' nin …….. maddesine göre Müzik Teknolojisi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Deniz Can Ertürk'ün, "Santurun Tınısal Özellikleri ve Mikrofonlama Tekniği" konulu tezi incelenmiş ve aday …… / ……. / ……... tarihinde, saat ……'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır. Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ……. dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin …….. olduğuna oy …… ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE ÜYE

ÖZET

Bir enstrümanın sesini, başka bir enstrümanının sesinden ayıran şey nedir? Sesin temel frekansı ile armonik seslerin aynı anda duyulması, benzersiz bir sesin oluşmasını sağlar. Bu karakteristik ses, tını olarak adlandırılır. Bir enstrümanın tınısal özelliklerinin dinleyiciye doğru bir şekilde aktarılmasında ses kayıt teknolojisinin payı büyüktür. Aynı mikrofon, ses kaynağına farklı açı ve uzaklıklarda konumlandırıldığında bile farklı tınılar elde edilebilir. Ancak bu alandaki çalışmalar genellikle batı müziği enstrümanları üzerinden yapılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı; yaklaşık 3500 yıllık bir tarihi olan santurun tarihsel, yapısal ve icra özelliklerini incelemek ve bu özelliklere bağlı olarak şekillenen doğru mikrofonlama tekniğinden bahsetmektir. "Farklı santur modellerinde ideal mikrofon seçimi ve ideal mikrofonlama tekniğine ulaşmak mümkün olabilir mi?" sorusu üzerinden yola çıkan çalışmada, İran santuru, mandallı santur ve Yunan santuru olmak üzere, 3 farklı santur, farklı mikrofon marka ve modelleri ile *stereo* ve *mono* mikrofonlama teknikleri kullanılarak kaydedilmiştir. Bu kayıtlar, frekans spektrumunda incelenmiş ve analiz edilmiştir. Ayrıca santur icracıların da aralarında olduğu müzisyenler ve genel dinleyici gruplarına bu kayıtlar dinletilmiş ve onlardan bu kayıtları beğenilerine göre sıralamaları istenmiştir. Analiz ve değerlendirmelerin sonucunda ortaya çıkan verilerle, stüdyo kayıtlarında santur için ideal tınıya nasıl ulaşılabileceği tartışılmış, santur ve kayıt teknolojileri literatürüne katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Santur, mikrofon, mikrofonlama teknikleri, tınısal analiz

ABSTRACT

What distinguishes the sound of one instrument from the sound of another? Hearing the fundamental frequency of the sound and the harmonic sounds at the same time creates a unique sound. This characteristic sound is called timbre. Sound recording technology plays a major role in conveying accurately the timbral characteristics of an instrument to the listener. Different timbres can be obtained even when the same microphone is positioned at different angles and distances from the sound source. However, studies in this field have generally been carried out on western music instruments.

The main purpose of this study is to examine the historical, structural and performance characteristics of santoor, which has a history of approximately 3500 years, and to mention the correct microphone technique shaped according to these characteristics. This study is based on the following question: "Is it possible to reach the ideal microphone selection and ideal microphone technique in different types of santoors?". Based on that question, three different types of santoor, including Persian Santoor, Santoor with latches and Greek Santouri, were recorded with different microphone brands and models using stereo and mono microphone techniques. These recordings were examined and analyzed in the frequency spectrum. In addition, these recordings were played to musicians, including santoor players, and general audience groups, and they were asked to rank these recordings according to their liking. With the data obtained as a result of the analyses and evaluations, the methods to reach the ideal timbre for santoor in studio recordings and the contributions to the literature of santoor and recording technologies were discussed.

Keywords: Santoor, microphone, microphone techniques, timbral analysis

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Teknolojisi Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yapılan literatür taramasında, 2022 tarihine kadar, santuru odak noktasına alan 3 yüksek lisans ve 1 doktora tezine ulaşılmıştır. Yapılan bu çalışmalar müzikoloji alanında olup önünüzde duran tez çalışmam, müzik teknolojisi ve santur literatürüne katkı sunmayı hedeflemektedir.

2008 yılından bugüne icracısı olmaya çalıştığım ve 2015 yılından bu yana eğitimini vermeye çalıştığım bu saz üzerine, akademik olarak çalışabilmek benim için çok kıymetliydi. Öncelikle, çalışmamın her anında desteğini ve tecrübesini esirgemeyen ve beni müzik teknolojisi alanında yaptığım projelerde her zaman cesaretlendiren danışman hocam Doç. Dr. Suat Vergili ve kıymetli hocam Prof. Dr. Feridun Öziş'e yürekten teşekkür ederim.

Müzikal yolculuğumda yaşadığım hayal kırıklıklarına rağmen her zaman yanımda olan canım kardeşim, Beniz Dora Ertürk'e, inandığım yolda yürümemi sağlayan aileme, santur ile tanıştığım andan beri çok iyi dost olduğum santur icracıları Ozan Özdemir ve Sedat Anar'a, aynı sahneyi paylaştığım ve hiçbir zaman yalnız hissetmememi sağlayan Aykut Uykan ve Arif Tunç Konak başta olmak üzere tüm Ayrık Otu üyelerine sonsuz teşekkür ederim.

Santurun ezgisini kendisine ninni yaparak uyuyan, 12 yıl boyunca ve şimdi de anısıyla her zaman yanımda olan canım kedim Zagor'a teşekkürlerimi ve özlemimi sunarım.

Deniz Can Ertürk

İzmir, 2023

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ ..... **ii**

TUTANAK ..... **iii**

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **x**

KISALTMALAR ..... **xiii**

GİRİŞ **1**

1.BÖLÜM

SANTURUN KISA TARİHÇESİ

1.1 Santurun Etimolojisi ve Kökeni 4

1.2 Santur Çeşitleri 12

1.3 Santurun Yapısı 14

2.BÖLÜM

MİKROFONLAR VE MİKROFONLAMA TEKNİKLERİ

2.1 Mikrofonlar ve Çalışma Prensipleri 19

2.2 Elektromanyetik Mikrofonlar 20

2.2.1 Dinamik 21

2.2.2 Şerit *(Ribbon)* 22

2.3 Elektrostatik Mikrofonlar 23

2.3.1 Kondansatör (*Condenser*) 23

2.3.2 Elektret Kondansatör 25
2.4 Mikrofon Özellikleri 25
2.4.1 Yönsellik *(Directionality)* 26
2.4.2 Frekans Yanıtı *(Frequency Response)* 28
2.4.3 Geçiş Tepkisi *(Transient Response)* 29
2.4.4 Duyarlılık *(Sensitivity)* 30
2.4.5 Dip Gürültüsü *(Equivalent Noise Rating)* 30
2.4.6 Empedans *(Impedance)* 31
2.4.7 Maksimum Ses Basınç Seviyesi *(Max SPL)* 31
2.5 Mikrofonlama Teknikleri 32
2.5.1 Mikrofon Yerleşimi 33
2.5.2 Sızıntı *(Leakage)* ve 3:1 Kuralı 34
2.5.3 Stereo Mikrofonlama Teknikleri 35

3.BÖLÜM

MİKROFONLAMA TEKNİKLERİ ÜZERİNE YAKLAŞIMLAR

3.1 Yüksek Lisans Tezleri 41
3.2 Doktora Tezleri 44
3.3 Akademik Makaleler 47

4.BÖLÜM

DENEY VE YÖNTEM

4.1 Kayıt Süreci 50
4.1.1 Kayıt Ortamı 50
4.1.2 Kullanılan Ekipmanlar 52
4.1.3 Kayıtlarda Kullanılan Santurlar ve İcra 55
4.1.4 Stereo Kayıtlar 56

4.1.5 Mono Kayıtlar 58
4.2 Anket Süreci 59
4.2.1 Stereo Mikrofonlama Tekniklerinin Karşılaştırılması 60
4.2.2 Mono Mikrofonlama Tekniklerinin Karşılaştırılması 62
4.2.3 Stereo – Mono Karşılaştırmaları 64
4.3 Tınısal Analiz 65
4.3.1 İran Santuru Tınısal Analizi 66
4.3.2 Mandallı Santur Tınısal Analizi 69
4.3.3 Yunan Santuru Tınısal Analizi 72
SONUÇ 76
EKLER 79
EK 1: Santur Kayıtları CD'si 79
EK 2: Müzisyen Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları 79
EK 3: Genel Dinleyici Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları 81
KAYNAKÇA 84
ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kaplumbağa kabuğundan müzik aleti ve kemik mızrap 5
Şekil 2. Asurlular döneminde tellerine tokmalarla vurulan harplar 5
Şekil 3. Truva Kralı Priamos'un kızı Cassandre 7
Şekil 4. Hz. Davud ve Psalterium 8
Şekil 5. Jacop Cornelisz – Müzisyen Melekler 9
Şekil 6. Tatar Yatık Sazı 9
Şekil 7.Özbek Çengi 9
Şekil 8. Türk Hareminden bir sahne 11
Şekil 9. Cimbalom 13
Şekil 10.Hammered Dulcimer 13
Şekil 11. Santuri (Yunan) 13
Şekil 12. İran Santuru 13
Şekil 13. Batı'da kullanılan zahme örnekleri 14
Şekil 14. İran santuru zahmeleri 14
Şekil 15. Hamaili Santurun Akort Yapısı 16
Şekil 16. Simbal (Alafranga Santur) Akort Yapısı 16
Şekil 17. Çalışma prensiplerine göre mikrofonlar 20
Şekil 18. Dinamik Mikrofonun Yapısı 21
Şekil 19. Shure SM58-LCE Dinamik Mikrofon 21
Şekil 20. Ribon Mikrofon Kesiti 23
Şekil 21. RCA 77DX Ribon mikrofon 23
Şekil 22 . Kondansatör Mikrofon Diyaframı ve AKG C3000 B kesiti 24
Şekil 23. Neumann U87 Ai 25
Şekil 24. AKG C451 B 25
Şekil 25. *Omni* ve *Bidirectional Polar Pattern* Örnekleri 27
Şekil 26. *Cardioid* Ailesi *Polar Pattern* Örnekleri 27
Şekil 27. Shure SM58 LC'in frekans yanıtı 28
Şekil 28. Çeşitli mikrofon türlerinin *transient response* özellikleri 30
Şekil 29. Yakın ve Uzak Mikrofonlama 33
Şekil 30. 3:1 Kuralı 35
Şekil 31. AB Mikrofonlama Tekniği 36
Şekil 32. XY Mikrofonlama Tekniği 37

Şekil 33. Farklı mikrofonlama teknikleri arasındaki açı ve mesafeler 38
Şekil 34. Mikrofon açı ve mesafe ilişkisi ile ortaya çıkan stereo genişlik 39
Şekil 35. Kemençe kayıtlarında kullanılan mikrofonlar 43
Şekil 36. Mono kayıtlarda kanunda farklı noktalara bakan mikrofonlar 45
Şekil 37. Tambur kayıtlarında kullanılan mikrofonlar 46
Şekil 38. Kayıt odasının görünümü 51
Şekil 39. Kontrol odasının görünümü 51
Şekil 40. Kayıt ve kontrol odalarının geometrisi 51
Şekil 41. Stüdyonun akustik parametre değerleri 51
Şekil 42. Kayıtlarda kullanılan mikrofonlar ve özellikleri 52
Şekil 43. Nuemann KM184 frekans yanıtı 53
Şekil 44. AKG P170 frekans yanıtı 53
Şekil 45. Beyerdynamic TG I53c frekans yanıtı 53
Şekil 46. Nuemann U87 frekans yanıtı 54
Şekil 47. Audio Technica AT2020 frekans yanıtı 54
Şekil 48. Rode NT1A frekans yanıtı 54
Şekil 49. Shure SM57 frekans yanıtı 55
Şekil 50. Eş zamanlı uygulanan AB, XY ve ORTF teknikleri 56
Şekil 51. Mikrofon uzaklıkları 57
Şekil 52. Mikrofon Uzaklıkları 2 57
Şekil 53. İran santuru stereo mikrofon yerleşimleri 57
Şekil 54. Mandallı santur stereo mikrofon yerleşimleri 57
Şekil 55. Yunan santuru stereo mikrofon yerleşimleri 58
Şekil 56. Mono tekniklerdeki mikrofon yerleşimleri 58
Şekil 57. İran santuru mono mikrofon yerleşimleri 59
Şekil 58 Mandallı santur mono mikrofon yerleşimleri 59
Şekil 59. Yunan santuru mono mikrofon yerleşimleri 59
Şekil 60. Audio Technica ATH M50x'in frekans yanıtı 60
Şekil 61. Müzisyen Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması 61
Şekil 62. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması 62
Şekil 63. Müzisyen Anketi Sonuçları, Mono Tekniklerin Karşılaştırılması 63
Şekil 64. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması 63
Şekil 65. Müzisyen Anketi Sonuçları, Stereo – Mono Tercihleri 64
Şekil 66. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo – Mono Tercihleri 65
Şekil 67. İran Santuru için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 66

Şekil 68. İran Santuru için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu.....67
Şekil 69. İran Santuru için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 67
Şekil 70. İran Santuru için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 68
Şekil 71. İran Santuru için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 68
Şekil 72. İran Santuru için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 68
Şekil 73. İran Santuru için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 69
Şekil 74. Mandallı Santur için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 69
Şekil 75. Mandallı Santur için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 70
Şekil 76. Mandallı Santur için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 70
Şekil 77. Mandallı Santur için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 71
Şekil 78. Mandallı Santur için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu.....71
Şekil 79. Mandallı Santur için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 71
Şekil 80. Mandallı Santur için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 72
Şekil 81. Yunan Santuru için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu.....72
Şekil 82. Yunan Santuru için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu.....73
Şekil 83. Yunan Santuru için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 73
Şekil 84. Yunan Santuru için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 74
Şekil 85. Yunan Santuru için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 74
Şekil 86. Yunan Santuru için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 74
Şekil 87. Yunan Santuru için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu 75
Şekil 88. Müzisyen Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları.....81
Şekil 89. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları 83

KISALTMALAR

AD/DA : Analog to Digital/ Digital to Analog (Analogtan Dijitale/ Dijitalden Analoğa)

DAW : Digital Audio Workstation (ses dosyalarını kaydetmek, düzenlemek ve üretmek için kullanılan yazılımların genel adı)

dB : Desibel

Hz : Hertz (Frekans Birimi)

kHz : Kilo Hertz

K1..K28 : Katılımcı

M.Ö. : Milattan Önce

M.S. : Milattan Sonra

PA : Pascal (Basınç Birimi)

SPL : Sound Pressure Level (Ses Basınç Seviyesi)

V : Volt

yy. : Yüz Yıl

Z : Empedans

GİRİŞ

Müziğin nerede ve nasıl başladığı ile ilgili farklı görüşler ortaya atılmış olsa da bu görüşlerin ortak noktası, müziğin insanlık tarihiyle yaşıt olduğudur. İnsanlık tarihi ile yaşıt olan müzik, XIX. yy.'ın sonlarına kadar yalnızca canlı icralar ile dinlenebildiği için ulaşılması güç bir aktiviteydi. Ancak 1887'de Thomas Edison'un fonografı icadı ile müzik dinleme alışkanlıkları devrimsel bir değişiklik yaşayacaktı. Fonografın hemen ardından gramofonun bulunuşu ile müzik herkes için daha ulaşılabilir oldu. Ses kayıt teknolojilerinin gelişimi ve bu alandaki tecrübenin uygulamaya doğru aktarılmasıyla müzik dinleme deneyimimiz bugün, Edison'un hayal ettiğinin çok daha ötesine taşınmıştır.

Bir müzik kaydını güzel kılan şey nedir? Kaydın kalitesini ne gibi unsurlar belirler? Ya da sizin çok beğendiğiniz bir müzik kaydı, herkes tarafından aynı oranda sevilebilir mi? Bu sorulara çok uzun yanıtlar verilebilir ve estetik algımız üzerinden entelektüel tartışmalar sürdürülebilir. Ama yine de bu sorulara kısaca bir yanıt vermek gerekirse, enstrümanın bizatihi kendisi, icra, kaydın alındığı akustik ortam, mikrofonlar, mikrofonların yerleşimleri, kayıtlarda kullanılan AD/DA çeviriciler, kablo, konnektör ve diğer ekipmanların hepsi ve tartışmasız olarak ses mühendisinin yaklaşımı, alınan müzik kaydını etkileyen unsurlardır. Çalışmamız bu unsurlardan, mikrofon ve mikrofonlama teknikleri üzerinde durmaktadır. Bunu da santur üzerinden örneklendirmektedir.

Tezin 1. Bölümünde, kısa bir süre önceye kadar unutulmaya yüz tutmuş olan santurun, M.Ö. 1600'lü yıllarda başlayan hikayesi kronolojik olarak ele alınmış, yapısından ve icra tekniklerinden, gittiği coğrafyalarda küçük değişiklikler gösteren ve bugün de dünyanın birçok farklı noktasında kullanılmaya devam eden santur çeşitlerinden söz edilmiştir.

2. Bölümde ise mikrofonların çalışma prensipleri, mikrofon özellikleri ve mikrofonlama teknikleri üzerinde durulmuştur.

3. Bölüm ise batı müziği enstrümanları dışındaki otantik çalgılar için mikrofonlama teknikleri ile ilgili yapılmış olan, akademik makalelerin, yüksek lisans ve doktora tezlerinin ve bunların çıkarımlarının aktarıldığı bölümdür. Bu çalışmalarda

yapılan mikrofonlama tercihleri santur için nasıl bir yol izlenebileceği konusunda fikir sahibi olmamızı sağlamıştır.

4. Bölüm ise tezin, deney bölümünü oluşturmaktadır. Bu bölümde yapısal özellikleri farklı 3 santur seçilmiş ve stüdyo ortamında kaydedilmiştir. Bu kayıtlar toplamda 28 kişilik denek grubuna dinletilmiş ve onların hangi kayıtları tercih ettikleri sorulmuştur. Sonrasında ise santur kayıtlarının tınısal özellikleri frekans spektrumunda incelenmiştir.

Ortaya çıkan verilerle, santur için ideal bir tınının ve buna bağlı olarak şekillenen bir mikrofonlama tekniğinin olup olamayacağı tartışılmıştır.

1. BÖLÜM
SANTURUN KISA TARİHÇESİ

1.1 Santurun Etimolojisi ve Kökeni

Türk Dil Kurumu'nun Türkçe Sözlüğü'nde santur, "kanuna benzeyen, tokmaklarla çalınan bir tür telli çalgı" (TDK, 2011: 1906) şeklinde, Misalli Büyük Türkçe Sözlükte ise "tellerine iki küçük tokmakla vurulmak suretiyle çalınan kanuna benzer çalgı" (Ayverdi, 2010: 1060) biçiminde tanımlanmıştır.

İki farklı sözlüğün tanımlamasının ortak noktası santurun kanuna olan benzerliğidir. Ancak tarihsel açıdan incelendiğinde santurun ya da santur benzeri çalgıların kanundan çok daha eski bir geçmişe sahip olduğu görülür. Tellerine vurularak çalınması da göz önüne alındığında santur için kanun ve piyanonun atası olduğu görüşü öne sürülebilir. Santur sözcüğü Farsça senturdan bozmadır. Farsça senturun da Yunanca'da yatuğan anlamına gelen psalteriondan bozma olduğu sanılmaktadır (Ülker, 2009: 24).

Santurun tarihini, elimizdeki verilerle M.Ö. 1600 Babil medeniyetinin ortaya çıkış yıllarına kadar götürmek mümkündür. 2010'nun Kasım ve Aralık aylarında, Kuzeybatı İran'ın Azerbaycan ile sınır bölgesindeki Caferabad köyü yakınlarında yapılan arkeolojik kazılarda santur benzeri bir çalgıya rastlanılmıştır. Kazının başkanlığını yürüten Farshid Iravani Ghadim, NTV tarih dergisinin, Mart 2011 tarihinde yayınlanan 26. Sayısında, bulunan müzik aletini şu şekilde anlatmıştır;

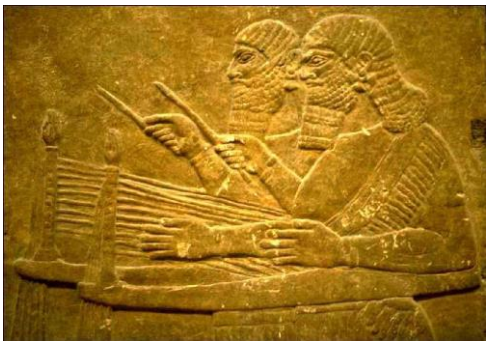
> "Kullanıldığı dönemde kaplumbağa kabuğunun alt kısmına gerilmiş telleri olduğu tahmin edilen müzik aletinin, yuvarlak parmak tutamağına sahip kemik mızrapla çalındığı düşünülüyor. Kemik mızrabın, kaplumbağa kabuğunun içinde ele geçmiş olması her iki öğenin birbiriyle ilişkisine işaret ediyor. Usta bir işçiliğe sahip olan ve kullanımdan dolayı kenarlarının aşınmış olduğu gözlenen kaplumbağa kabuğu 18 cm. uzunluğunda ve 15 cm. genişliğinde. Gerçekleştirilen arkeozoolojik incelemeler sonucunda Testudiniade sp ailesinden bir kaplumbağaya ait olduğu anlaşılan kabuk topraktan arındırılınca içinden 7.8 cm. uzunluğunda kemik mızrap çıktı" (Haber7: 2011).



Şekil 1. Kaplumbağa kabuğundan müzik aleti ve kemik mızrap (Haber7: 2011)

Şekil 1'de Ghadim'in bahsettiği çalgı görülmektedir. Mezopotamya bölgesinde ortaya çıkarılan kabartmalarda tasvir edilen çalgıların hiçbirinin bugüne kadar arkeolojik kazılarda bulunamaması göz önüne alındığında, bu keşfedilen çalgının son derece önemli olduğu ifade edilebilir.

Antik Babil (M.Ö. 1600–911) ve Yeni Asur dönemine (M.Ö. 911–612) ait ikonografik dokümanlardan birinde dikey olarak tutulan harpın tellerine iki çubukla vurularak çalındığı görülmektedir (Tetik 2011: 21). Bu durum iki farklı şekilde yorumlanabilir. İlki normalde parmak ile çalınan bir enstrümanı yatay olarak tutup bir çubuk ile çalarak yeni bir tını aranmış olabilir. İkincisi ise bu çalım ile dem ses veriliyor olabilir.



Şekil 2. Asurlular döneminde tellerine tokmalarla vurulan harplar (Tetik, 2011: 22)

Tevrat'ta Bâbil Kralı Buhtunnasr'ın orkestrasındaki sazlar arasında santur da (psanterin) anılır (Karakaya, 2009: 107). Özellikle ilahilerin kaydedildiği psalm kitaplarında, Aramice bir terim olan "Psanterin" kelimesi, Avrupalı uzmanlar tarafından

"psalter, psalterion" şeklinde adlandırılmakta ve "psaltery" başlığı altında ele alınmaktadır. Bu müzik aletinin biçimi ile ilgili olarak Orta Çağ'da yapılmış tasvirlerin üçgen, dikdörtgen ve delta biçiminde olduğu, ancak XII. yüzyıldan sonra bir ses kutusunun tasvir edildiği görülmektedir (Tetik, 2011: 22).

Asurlular döneminde kullanılan çalgının bir ses kutusu olmaması sebebiyle bu çalgıya santur demek yanlış olur. Ancak tellerine tokmakla vurularak çalınması sebebiyle santur fikrinin ilk olarak burada ortaya çıktığını söyleyebiliriz. Yakın zaman aralıklarında Mezopotamya bölgesi dışında Eski Mısır ve Yunanistan'da da santur benzeri çalgıların kullanıldıklarını elimizde bir görsel olmamasına rağmen yazılı kaynaklar sayesinde biliyoruz.

Türkiye'deki önemli santur icracılarından birisi olan Sedat Anar'ın "Santurname" adlı kitabında, Eski Mısır ve santur ilişkisi şu şekilde anlatılmıştır:

> "Antik Mısır'da diğer çalgılarla birlikte santurun da bulunduğunun en önemli kanıtı, Hz. Musa'nın kurtardığı İsrailoğulları'nın yanlarında diğer çalgılarla birlikte santuru da getirmeleridir. Tevrat'ta, Apokrifler'de, daha sonra da Mezmurlar'da çokça söz edilmesi bunu göstermektedir. Mısır'da müzik aletleri genellikle dinsel törenlerde rahipler tarafından kullanılıyordu. Kitab-ı Mukaddes'te de diğer çalgılarla birlikte santur Allah'ı ululamanın, O'na hamt ve şükür etmenin bir aracı olarak da tanımlanır" (Anar, 2020: 31).

Antik Yunan'da santurun izini sürdüğümüz zaman, psaltery adlı müzik aleti ile karşılaşırız. Bu müzik aleti, Fransızca "psalterion", "saltere", "sauterie", Almanca, "psalterium", "psalter", İtalyanca ve İspanyolca "salterio" olarak anılmakta olup, zither ailesinin bir üyesidir (Tetik, 2011: 23). Asurlular döneminde kullanılan çalgıdan farklı olarak psaltery bir ses kutusuna sahiptir. Ahşaptan yapılan rezonans kutusu genellikle yamuk, dikdörtgen veya domuz başı şeklindedir. Başlangıçta parmakla telleri çekilerek çalınan çalgı zamanla tokmaklarla tellerine vurularak çalınan bir hal almıştır. Bu çalım tekniğiyle psalteryn, bugün farklı coğrafyalarda farklı isimlerle anılan santurun öncülüdür.



Şekil 3. Truva Kralı Priamos'un kızı Cassandre (Truvalı Cassandre, tarihsiz)

Homeros'un İlyada'sında anlatılan Truva Savaşı'nın ilk çağda M.Ö. 1164 yılında yapıldığı kabul edilir. Her ne kadar Truva öyküsü efsanelere dayanıyor olsa da Resim 3'de Truva kralı Priamos'un kızı Cassandre psaltery çalarken görülmektedir.[1] Buradan da Yunanlıların santur ile oldukça eski bir tarihte tanıştıkları çıkarımı yapılabilir. Kesin olarak bildiğimiz bir şey varsa o da Yunanlıların santurla, daha doğrusu psaltery ya da psalterion'la, en azından kelime düzeyinde, Tevrat'ın Yunancaya çevrildiği MÖ III. yy.'da tanıştıklarıdır (Anar, 2020: 45).

Psalterium kelimesi Latince bir kökenli bir kelime olup zaman içerisinde farkı kavramlar için kullanılmıştır. Zamanla santura dönüşecek olan bu kelimenin yolculuğunu Seher Işık Tetik şu şekilde açıklamıştır:

> "Antik Yunanda bu kelime harp için kullanılırken, dini literatürde ilahilerin kayıtlı olduğu "Psalms" kitabı anlamına gelmekte, ayrıca psaltery, dulcimer gibi "kutu zither" anlamını da taşımaktadır. Terim, Yunanca parmakla tutup çekmek anlamına gelen "psallein" kelimesinden gelmekte olup, "Psaltria" kelimesi ile ilişkilendirildiğinde ise kitara ve lir gibi müzik aletleri çalan bayan icracılar için kullanılmaktadır. Eski Ahit"in Yunanca çevirisinde çoğu yerde terim "nebel" iken Eski Ahitte "harp" veya "nabla" ve özellikle de psalmlarda "psalter/psalterion" olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda İbraniceye "mezmur" olarak çevirilen bu terimin, arpla/çengle söylenen bir şarkı olarak kayıtlı olması, Yunanca konuşan Yahudilerin tüm kitabı psalmlar kitabı ve sonunda basitçe "psalterion", "psalter" olarak adlandırmasına yol açmıştır. Jerome"un V. yüzyıl

[1] Resmin kim tarafından, hangi dönemde yapıldığı bilinmemektedir.

> başlarında yaptığı İncil'in Latince çevirisi olan *Vulgate*'de "nebel'in" "psalterium" olduğunu söylemesi, bu ifadenin kullanımını kuvvetlendirmiş, böylelikle Eski Ahit'in bölümlerinden ibaret olan "psalm kitapları" içerisinde en çok sözü geçen müzik aleti anlamında "psalterium" olarak adlandırılmıştır" (Tetik, 2011: 23).

Psalterium, Hristiyan literatüründe önemli bir yer tutar. Hristiyanlığın yaygınlaştığı ve Avrupa'da hâkim din haline geldiği orta çağda, bu dönemde yapılan sanat eserlerinde de kendisine yer bulur. İncil'in IX. yy.'da Roma İmparatoru Charles Bald (823-877) tarafından kaleme alındığı bir minyatürde, Hz. Davud'un emrindeki dört melek ile birlikte psalterium çaldığı görülmektedir. Rönesans dönemi ressamlarından Jacop Cornelisz'n "Müzisyen Melekler"[2] tablosunda da bu çalgının bir melek tarafından çalındığı görülür.



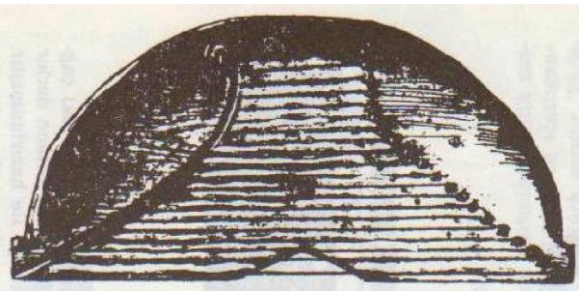
Şekil 4. Hz. Davud ve Psalterium (Músicos medievais, 2013)

[2] 1512 tarihli bu resim günümüzde Napoli Capodimonte Müzesi^nde sergilenmektedir.

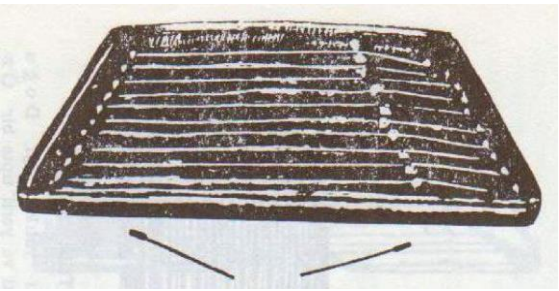


Şekil 5. Jacop Cornelisz – Müzisyen Melekler (Performable music in medieval and renaissance art, 2021)

Türklerin hangi tarihten beri santur kullandıkları konusunda kesin bir bilgi mevcut değildir. Bir kütük üzerine takılan tellerle, ortaya çıkan çalgıya "yatuğan" adı verilerek Orta Asya Türklerince bu çalgı kullanılmıştır. Abdülkadir Meragi'nin XV. yy.'da yazdığı "Camiül-Elhan" adlı eserinde Hıtaylar tarafından yatuğan adlı bir çalgı çalındığı belirtilmektedir (Sezikli, 2007, s. 222). Yatağan'a Abdürrezak Semerkandi ve Ali Şir Nevai'nin eserlerinde de rastlamak mümkündür. Özbekler 'de ve Tatarlar 'da ise "Çang" yatuğan benzeri bir çalgıdır.



Şekil 6. Tatar Yatık Sazı (Tetik, 2011: 64)



Şekil 7.Özbek Çengi (Tetik, 2011:66)

Santurun Osmanlı İmparatorluğu'nda ne zaman ortaya çıktığı konusunda kesin bir bilgiye sahip olmasak da tahminlere göre XV. yy.'ın sonlarında İspanya'dan gelen Yahudilerin beraberlerinde santuru getirdikleri düşünülmektedir. Santur, Osmanlı Devleti sınırları içerisinde XVI. yy.'dan itibaren çalınan bir enstrümandır. XVI. yy.'da İstanbul'a gelen Avrupalı gezginlerden biri olan Lubenau, İstanbul'da kullanılan en yaygın sazlar arasında rebap, miskal, ney, tanbura ve santuru saymıştır (Anar, 2020: 63). XVI. yy.'a ait minyatürlerde ve arşiv belgelerinde bu sazın sarayda veya çevresinde çalındığına dair henüz bir kayda rastlayamamış olmamız, santurun saray çevresinde çok yaygın olmadığını veyahut da sarayda çalınmaya başlanmadan evvel halk arasında yaygınlaştığı ihtimali düşündürmektedir (Tetik, 2011: 71).

Osmanlı döneminin bilinen en önemli santur üstadı Ali Ufki Bey'den ve santurun Osmanlı'da sarayda kullanımının başlamasından Seher Işık Tetik, Türk Musikisinde Santur adlı doktora çalışmasında şu şekilde bahsetmiştir:

> "XVII. yüzyılda Ali Ufkî (1610?-1675) ve onun Mecmûa-i Sâz-ı Söz isimli eserine kaydettiği Santurî İbrahim Çelebi, kaynaklarda ismi anılan ilk santurîlerden olma özelliğini taşımaktadır. Ayrıca Ali Ufkî Bey'in, "Fahte tarab-ı Santurî ġâh Murad der makâm-ı dügâh hüseynî ûsûleş fahte" kaydını düşerek IV. Murad'ı da (ö. 1640) santurî olarak nitelemesi, bestekârlığı ile ilgili şüphelere cevap verdiğimiz IV. Murad'ın bestelerini hangi saz eşliğinde yaptığını açıklığa kavuşturmaktadır. Ali Ufki Bey'in eserine kaydettiği bu bilgiler santur sazının XVII. yüzyılın ikinci yarısında saraya girdiğini, hatta bir padişah tarafından çalındığını açık bir şekilde göstermektedir. Ayrıca Sultan IV. Mehmed'in saltanat yılları arasında cariyelerin müzik eğitiminin yoğunlaştığı bilinmekte olup, bu tarihten itibaren çeşitli kıyafet albümleri içerisinde ve 1654 yılında Roma İmparatorluğu büyük elçisi Hans Ludwig von Kuefstein tarafından yaptırılan yağlı boya tabloda santur çalan bir cariyenin de görülmesi Fransız Gezgin Sieur du Mont'un 1691'de İzmir'den gönderdiği mektuplarda, bütün kadınların evlerinde santur çalarak eğlendiklerini belirtmesi, Ali Ufkî Bey'in eserinde santur üzerine yazılmış bir tekerlemeye yer verilmesi, yeniçeri ordusunda saz şairi olması dolayısıyla saraya yakın olan Âşık Ömer'in (ö. 1707) divanında, bu dönemde çalınan çalgılar arasında santur sazından da bahsetmesi bu sazın sarayda ve çevresinde çalındığını ve özellikle kadınlara öğretildiğini göstermektedir (Tetik, 2011: 72)."



Şekil 8. Türk Hareminden bir sahne[3] (Ressamların Gözünden Osmanlı'da Müzik ve Eğlence, 2017)

Osmanlı döneminde iki farklı santur kullanılmıştır. Bu santurlar, hamaili (alaturka) santur ve simbal (alafranga) santur olarak adlandırılmaktadır. Akord yapıları birbirinden farklı olan bu santurlardan 1.3. bölüm olan Santurun Yapısı bölümünde detaylı olarak bahsedilecektir.

Cumhuriyet dönemine gelindiğinde santur icracılarının sayısı giderek azalmıştır. Bu azalışın sebebi santur ile Türk Müziğinde kullanılan birleşik makamları çalmanın güçlüğünden ileri gelir. Santuri Ethem Efendi (1855-1926) hem Osmanlı hem de erken Cumhuriyet'in ilk yıllarında yaşamış büyük santur üstadlarından birisidir. Onun kullandığı santur, Macarların cimbalom dedikleri çalgıya çok benzer olan alafranga santurdur. Sultaniyegah ve şehnaz longa onun en tanınmış eserleridir. Santuri Ethem Efendi'nin öğrencisi Ziya Santur (1862 – 1952), bu sazın yalnızca icracısı olmakla kalmamış, santurun tanıtılması ve gelecek kuşaklarca unutulmaması için bir santur metodu yazmıştır. Bu kaynak, santur çeşitleri, yapısı ve problemlerine dair bilgiler vermektedir. Enstrümanının adını kendisine soy ismi olarak seçen Ziya Santur'un öğrencileri arasında Osman Güvenir, Zühtü Bardakoğlu, Hüsnü Tüzüner, Vecdi Seyhun ve Sadun Ersin gibi santuriler bulunmaktadır.

[3] Elçi Robert Ainslie için yaveri Major d'Otee tarafından 1779 yılında yapılan resimde, bir konserde santur, kemençe, tanbur, ney, keman ve daire çalan müzisyenler resmedilmektedir.

2000'li yıllara gelindiğinde Ümit Mutlu'dan başka bilinen bir icracısı kalmayan bu saz büyük oranda unutulmaya yüz tutmuştur. Yönetmenliğini Fatih Akın'ın üstlendiği İstanbul Hatırası: Köprüyü Geçmek (2005) adlı belgesel film, İstanbul'un müziklerini anlatmaktadır. Bu filmde yer verilen gruplardan birisi de Siya Siyabend'dir. Siya Siyabend o yıllarda İran'dan gelen bir santuru grup müziğinde kullanmaya başlamış ve sıkça İstanbul, İstiklal Caddesi'nde sokak müziği yapmıştır. Fatih Akın'ın filmi ile hem grup hem de santur yeniden popülarite kazanmaya başlamıştır. Osmanlı'daki kadar popüler olmasa da bugün Türkiye'nin hemen her şehrinde bir santur icracısına rastlamak mümkündür. Ancak bugün Türkiye'de kullanılan santurların büyük çoğunluğu Osmanlı döneminde kullanılan hamali ya simbal denilen çalgılar değil İran santurlarıdır.

1.2 Santur Çeşitleri

Santur fikrinin ilk olarak Asur döneminde tellerine tokmaklarla vurulan yatay harpler ile ortaya çıktığından bir önceki bölümde bahsetmiştik. Zaman içerisinde farklı toplumların ticaret ilişkileri ve göçler ile bu enstrüman farklı kültürlere taşınmıştır. Santurun tarihsel yolculuğu boyunca gittiği coğrafyalarda farklı isimlerle anıldığını ve o bölgenin kültürüne uygun olarak form değiştirdiğini söyleyebiliriz. Örneğin bugün santur denilince ilk akla gelen ülkelerden birisi olan İran'a santur, Hindistan yarımadasından gelmiştir. Farsça bir santur kitabı yazan Dairush Salari, santurun Hindistan'dan İran'a olan yolculuğunu şu şekilde özetlemiştir:

> "Kaçar döneminde, Tahran kenti başkent ilan edilip İranlı sanatçılarla Hint sanatçılar birbiriyle irtibatta bulunup kaynaşınca İranlı sanatçılar santur çalmayı Hintlilerden öğrendiler. Daha sonra da onu İran üslubuyla çalmaya başlamışlardır. Hint santuru Hint tikinden (tik ağacı) ya da areka ağacından (tembul somun ağacından) yapılıyordu, ancak İran'da ceviz ağacı, areka ağacının yerini almıştır. Hiç kuşkusuz Ermeni ve Hristiyan saz ustaları bu sazı iyi yapanlardı. Santurun yapımında kullanılan tel Hindistan'dan getiriliyordu" (Salari Aktaran Anar, 2020: 53).

Türklerin ve İranlıların santur adını verdikleri çalgı, gittiği coğrafyalarda farklı isimlerle anılmıştır. Amerika'da "*Hammered Dulcimer*", Çin'de "*Yangqin*", İsviçre, Almanya ve Avusturya'da "*Hackbrett*", Fransa'da "*Tympanon*", Macaristan'da

Cimbalom, İrlanda'da *Tiompan*, Yunanistan'da "*Santuri*", Romanya'da "*Timbal*" ve Hindistan'da "*Santoor*" adlarıyla bilinen çalgı bugün de kullanılmaya devam etmektedir.



Şekil 9. Cimbalom (Cimbalom, 2022)

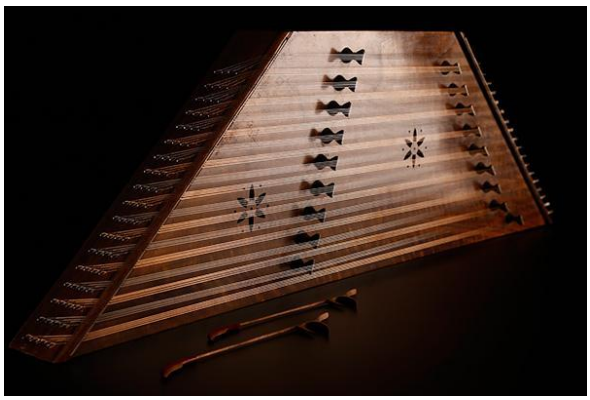


Şekil 10.Hammered Dulcimer (Hammered Dulcimer, 2022)

Uzak Doğu'dan Amerika'ya neredeyse dünyanın tüm coğrafyalarında varlığını geçmişten bugüne sürdüren santur gittiği yerde oranın kültürüne uyum sağlayarak birtakım değişikliklere uğramıştır. Bu değişikliklerin en önemlisi kullanılan akort düzenidir. İran santuru diyatonik bir yapıdayken, Macarların kullandığı *cimbalom*, Amerikalıların kullandığı *hammered dulcimer* gibi sazlar kromatik olarak akort edilir. Bu farklılıklardan bir diğeri ise santurun üzerinde bulunan eşik (köprü) sistemi ile ilgilidir.



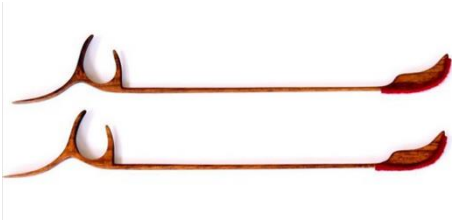
Şekil 11. Santuri (Yunan) (A Fun and Educational Adventure into the Music and Culture of the Eastern Mediterranean!, 2020)



Şekil 12. İran Santuru (500 yıl boyunca yasaklanan bir çalgı "Santur", 2018)



Şekil 13. Batı'da kullanılan zahme örnekleri (Anar, 2020: 117)



Şekil 14. İran santuru zahmeleri (Anar, 2020: 121)

İran ve Hindistan'da kullanılan santurlar da eşikler hareket edebiliyorken *cimbalom, hammered dulcimer* ve Yunan *santuri*sinde eşikler sabittir. Santur üzerinde kullanılan teller de yine farklı santurlarda farklı tınıların ortaya çıkmasını sağlarlar. Tüm bunlara ek olarak santurun yapımında kullanılan ağaçlar ve santuru çalarken kullanılan mızraplar (zahme) da coğrafya ya göre farklılık gösterirler.

1.3 Santurun Yapısı

Santurun yapısal özelliklerini açıklamak için ne yazık ki batı müziği enstrümanlarında olduğu gibi bir standardizasyondan bahsetmek mümkün değildir. Bu sebeple bu bölümde bir önceki bölümde bahsedilen farklı santurların ortak yapısal özellikleri anlatılmaya çalışılacaktır. Boyutları birbirinden farklı olsa da santurlar ikiz kenar yamuk şeklinde yapılırlar. Enstrümanın ses kutusunun büyüklüğü ve enstrümanda kullanılan tel, enstrümanın ses rengini belirleyen en önemli faktördür.

Kromatik ya da diyatonik akort yapısında olması fark etmeksizin santur genellikle 3 oktav civarında bir ses aralığına sahiptir. Santurdaki her bir notayı vermek için klasik gitardaki gibi farklı tipte teller değil genellikle aynı özelliğe sahip teller kullanılır. Şekli itibariyle alt sıralara takılan teller ile üst sıralara takılan tellerin uzunluğu birbirinden farklıdır. Sesin perdesini belirleyen şey tellerin uzunluğunun farklı olmasıdır.

Türkiye'de de günümüzde yaygın olarak İran santuru kullanıldığı için bu santurdan bahsetmek gerekirse, İran santurunda 9'ar sıra eşik bulunur. Eşikler santur üzerinde sabit değillerdir. Akordu değiştirmeden farklı bir gamı çalabilmek için çelik tellerin bulunduğu eşikler sağa veya sola doğru hafif kaydırılabilirler. 35 mm kalınlığında çelik ve 40 mm kalınlığında pirinç tellere sahiptir. Her bir eşik üzerinde 4'erli tel grubu

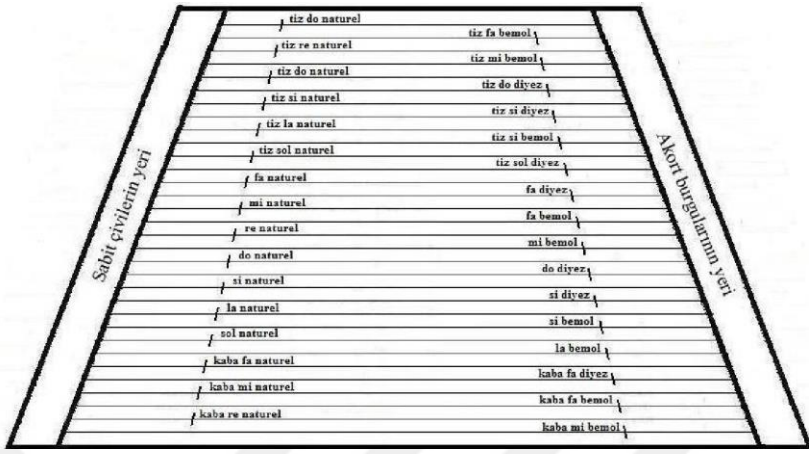
bulunan santurda toplamda 72 adet tel bulunur. Diyatonik olarak akort edilen bu santurun en pes sesi piyanonun 3. oktavındaki re notasına, en tiz sesi ise piyanonun 6. oktavındaki mi notasına karşılık gelir. Genellikle İran santurları ceviz ağacından yapılırlar. Santurda ceviz ağacının kullanılmasının sebebi hem dayanıklı bir ağaç olmasından hem de İran bölgesinde oldukça çok bulunmasından kaynaklıdır. Ancak İzmir'de yaşayan lutiye Ozan Özdemir ile yapılan görüşmelerde kendisi yaptığı santurlarda ceviz ağacının dışında akça ağaç ve gül ağaçlarını da tercih ettiğini söylemiştir. Santurda kullanılan teller oldukça gergin olarak ses kutusunun üzerinde bulunurlar. Tellerin yaptığı basınç üst kapağının formunu bozmaması için santur yapılırken yaylı çalgılarda olduğu gibi eşiklere yakın bölgelere can direkleri yerleştirilir.

Boyutları birbirinden farklı olsa da batı da kullanılan *hammered dulcimer, cimbalom,* Yunan *santuri*si gibi çalgıların ortak özellikleri şu şekilde sıralanabilir.

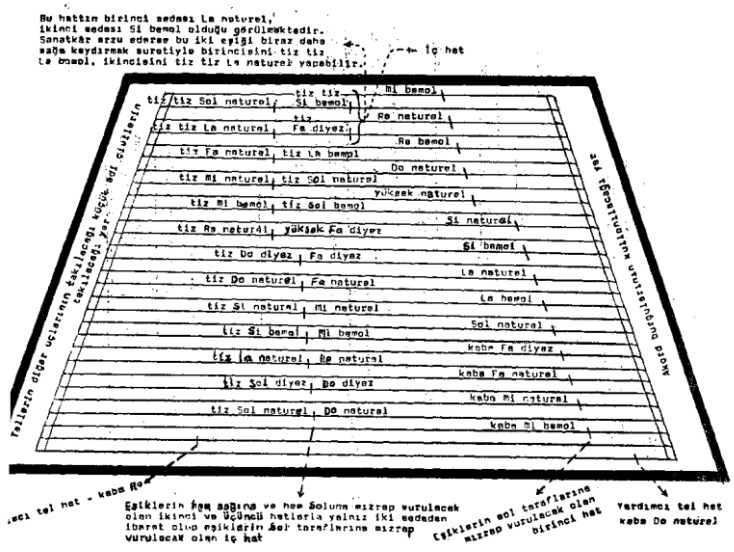
- Kromatik olarak akort edilirler.
- İran santurunun sol bölümündeki çelik teller eşiğin her iki tarafında sesin tam bir oktavını verirlerken, batı santurlarında sesin beşlisini verecek şekilde akortlanırlar.
- Eşikler santurun üst kapağının üzerinde sabittir. Hareket etmezler.
- Çelik ve pirinç tellerin yanında piyanodaki gibi sarım teller de kullanılır.
- Uzayan *sustain*i azaltmak için bu santurlara çoğu zaman susturucu bir pedal eklenir.
- 3'erli ya da 4'erli tel gruplarına sahiptir.

Çalışmanın ilk bölümünde Osmanlı döneminde iki farklı santur kullanıldığından söz etmiştik. Bu iki santurdan Serap Aybar, "Santurun Dünü ve Bugünü" adlı çalışmasında kısa şu şekilde bahseder:

> "Bunlardan birisi İstanbul'da ekseriyetle Musevilerden oluşan saz takımlarında görülen ve Anadolu'nun bazı taraflarında kullanılan "Hamaili Santur" denilen sistemdir. Diğeri Romanya ve Macaristan'da kullanılan ismi "Çembalo" veya Simbal olan ve İstanbul'da yine aynı tarihlerde Saray Musiki Heyetinden Hilmi ve talebesi İsmet Beylerle üçüncü olarak Ethem Efendi tarafından kullanılmaya başlanılan diğer çeşittir (Aybar, 1994: 6)."



Şekil 15. Hamaili Santurun Akort Yapısı (Tetik, 2011:174)



Şekil 16. Simbal (Alafranga Santur) Akort Yapısı (Aybar, 1994: 9)

Şekil 15'de Hamaili santurun, şekil-16'da alafranga santurun akort yapısı görülmektedir. Hamaili santurda herhangi bir ezgiyi icra etmek için sürekli zigzag çizilmesi gerekmekte ve bu çalım oldukça zordur. Daha çok Osmanlı Sarayı çevresinde kullanılan alafranga santurun ise icrası hamaili santura göre daha kolaymış gibi gözükse de akort yapısı itibariyle Türk müziğine çok uygun oldukları söylenemez. Bu gibi zorluklar ve yeni icracıların yetişememesi nedeniyle bu santurlar zaman içerisinde daha az kullanılır olmuşlar ve en nihayetinde unutulmuşlardır. Ancak Santuru Türk müziğine uyumlu hale getirebilmek için kanundaki gibi koma sesleri verebilen mandallar santur

telleri üzerine eklenmiştir. Bu çalışmanın da deney bölümünde kullanılacak santurlardan birisi de mandallı santur olacaktır.

2. BÖLÜM

MİKROFONLAR VE MİKROFONLAMA TEKNİKLERİ

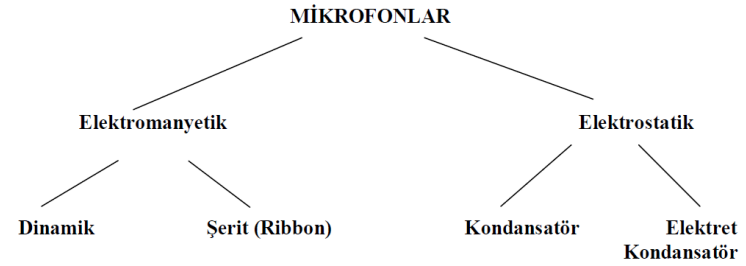
Müzik prodüksiyonu, müziği ilk kayıt altına alma isteğinden itibaren birçok değişim geçirmiştir. Gelişen ve değişen teknoloji sadece kaydın nasıl yapılacağını değil, miks gibi duyumun ve dengenin sağlanabilmesi için gereken bir aşamayı ve sonrasında da aktarım ve çoğaltmanın gelişmesi ve gerekliliğiyle de mastering işleminin zorunluluğunu ortaya koymuştur. Her bir aşama kendi içinde zorunluluklar, doğrular, teknikler ve teoriler oluşturmuştur (Kakı ve Karahasanoğlu, 2013: 184).

Müzik prodüksiyonunun ilk halkası şüphesiz kayıt sürecidir. Kayıt sürecinin doğru bir şekilde yapılması prodüksiyonun sonraki aşamalarının da sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi için elzemdir. Çünkü mikrofon seçimi gibi başlangıç aşamasında alınan kararlar projenin devamında değiştirilemeyebilir. Kayıt sürecinin başında doğru mikrofonu seçmek ve doğru mikrofonlama tekniğini uygulamak, kaydedilen müziğin dinleyiciye kusursuz bir şekilde ulaşmasının ilk aşaması olduğundan dolayı önemlidir. Peki mikrofon dediğimiz bu alet nedir? Serhat Durmaz, mikrofonu, Müzik Teknolojisi ve Audio Terimleri Sözlüğü'nde "Akustik ortamdaki moleküler titreşimleri, elektriksel sinyallere çeviren elektro/elektro – mekanik devre elemanı, çevirici" (Durmaz, 2009: 217) şeklinde tanımlamıştır. Bir şekildeki enerjiyi başka bir şekildeki enerjiye çeviren cihazlar İngilizcede *transducer* olarak adlandırılır. Mikrofon da bir *transducer*'dır (Önen, 2007:121).

2.1 Mikrofonlar ve Çalışma Prensipleri

Akustik ortam, ses kaynağının özelliği gibi değişkenlerin çok fazla olması sebebiyle çok sayıda mikrofon çeşidi vardır. Ses kaynağından mümkün mertebede en iyi sesi almak için farklı algılama özelliğindeki mikrofonlar dikkatlice seçilmelidir. Bir mikrofonun ses alımının kalitesi, yerleşim, mesafe ve akustik ortam gibi dış değişkenlere ve mikrofonunun çalışma tipi, tasarım özellikleri ve kalitesi gibi tasarım değişkenlerine bağlı olarak değişir. Bu birbiriyle ilişkili unsurlar, genel ses kalitesini etkilemek için birlikte çalışma eğilimindedir (Huber ve Runstein, 2005:115).

Mikrofonlar, tasarımları itibariyle insan kulağının zarına benzerlik gösterirler. Ses basıncına duyarlıdırlar ve içerdikleri hareketli parçalar sayesinde ses basıncındaki değişimleri algılarlar. Mikrofonlardaki hareketli ve ilk etkinin algılandığı kısımlara, farklı tip mikrofonlarda farklı isimler verilir. Örneğin; kapsül, diyafram ve şerit gibi. Bu algılanan akustik enerjiyi de farklı yöntemlerle elektrik akımına çevirebilirler (Kakı, 2012: 27). Bu farklı çalışma prensipleri mikrofonun türünü belirler. Çalışma prensiplerine göre mikrofonlar, elektromanyetik ve elektrostatik başlıkları altında iki gruba ayrılırlar.



Şekil 17. Çalışma prensiplerine göre mikrofonlar

2.2 Elektromanyetik Mikrofonlar

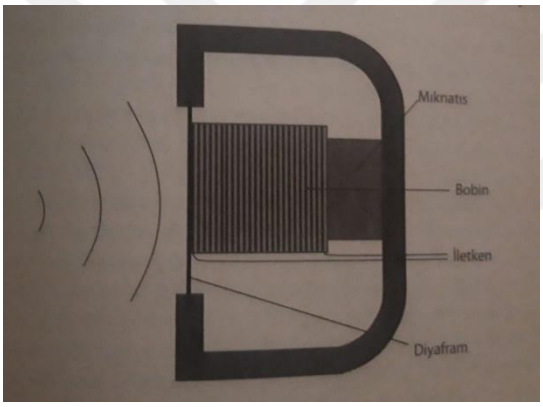
1831 yılında Micheal Faraday tarafından keşfedilen elektromanyetik indüksiyon, değişen bir alana maruz kalmış bir iletkenin üzerindeki potansiyel fark (voltaj) üretimidir. Serhat Durmaz, elektromanyetik indüksiyonu şu şekilde açıklar;

> "Sabit bir mıknatıs ortamında bir elektrik elemanı üzerinden geçirilen akımın, kutupsal çekme ve itme etkileri sonucu bağlı olduğu mekanizmayı çekip-itme devinimine sokması. Audio teknolojilerinde dönüştürücü, güç çevirici (*transducer*) olarak hem akustik enerjiyi elektriksel verilere çevirmek için hem de elektriksel verileri akustik enerji dönüşümlerini sağlamak için kullanılır. Devingen mekanizmaya sahip bobinli hoparlörler (*loudspeaker*) ve mikrofonlar bu prensip ile çalışır. Voltaj değişimlerine maruz kalan elemanın mıknatıs içindeki devinimi, akustik enerji çevrimi (hoparlörler); akustik ortam enerji hareketlerinin ise devinimine uygun mekanizmaya sahip bir elektriksel elamanın da mıknatıs içindeki devinimi ise elektriksel sinyal üretimi (mikrofonlar) sağlar (Durmaz, 2009, s. 133)."

Dinamik ve Ribbon mikrofonlar elektromanyetik indüksiyon prensibiyle çalışırlar.

2.2.1 Dinamik

Dinamik mikrofona ayrıca basınç veya hareketli bobin mikrofonu da denir. Kalıcı bir manyetik alanda hareket eden küçük bir diyafram ve bir ses bobini kullanır. Diyaframın yüzeyine çarpan ses dalgaları, bobinin manyetik alanda hareket etmesine neden olarak diyaframın yüzeyindeki ses basıncıyla orantılı bir voltaj üretir (Ballou, 2008: 503).



Şekil 18. Dinamik Mikrofonun Yapısı (Işıkhan, 2013: 249)



Şekil 19. Shure SM58-LCE Dinamik Mikrofon (SM58 Vocal Microphone, tarihsiz)

Bobby Owsinski'ye göre, mikrofonun geçiş tepkisi (*transient response*) ve daha yüksek frekanslı sinyallere yanıt verme yeteneği, hareketli parçaların ne kadar ağır olduğuna bağlıdır. Dinamik mikrofonlar 1 ile 4 kHz arasında bir rezonans frekansına sahiptir. Bu rezonans tepkisi, ses anlaşılırlığını doğrudan etkileyen bir bölgede meydana gelir. (Owsinski, 2009: 2) Bu doğal etkiden dolayı dinamik mikrofonlar vokaller tarafından sıklıkla tercih edilir.

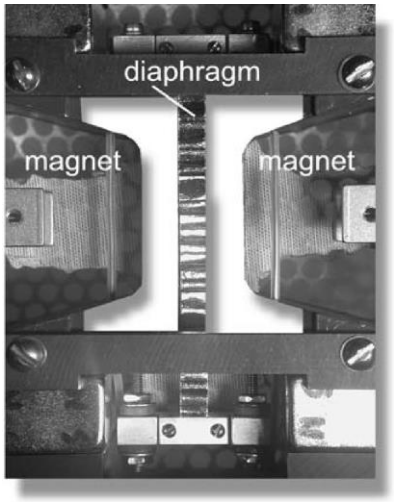
Dinamik mikrofonların uygulama alanlarında kullanımlarında ortaya çıkan avantaj ve dezavantajları, Cihan Işıkhan, "Yayıncılıkta Ses Teknolojisi ve Mikrofonlar" adlı kitabında aşağıdaki maddeler halinde açıklamıştır:

> "Çalışma prensibi mekanik – elektrik yöntem ve parçalara dayandığından maliyeti düşüktür.
>
> İç yapısında mıknatıs, transformatör vs. gibi sağlam malzemeler vardır. Bunlar bir de mahfaza ile korunmaya alındıkları için, mikrofon bir bütün olarak dış etkenlere veya darbelere oldukça dayanıklıdır. Dolayısıyla hareketli ortamlarda (konser, miting vs.) daha çok tercih edilir.
>
> Mikrofonu oluşturan mekanik parçalar nispeten büyük olduklarından mikrofonu da iri gösterirler. Dolayısıyla, ekranda göze batmama gibi bir durum pek söz konusu değildir.
>
> Darbelere karşı dayanıklı olması, kaynaktan yayılan yüksek basınçlı seslere karşı da dayanıklı olduğunu gösterir. Böylece, davul setleri, gitar amfileri vs. için idealdir.
>
> Elektromanyetik yöntem, açığa çıkan frekansların daha çok orta bölgelerde yoğunlaşmasını sağlar. Kaynaktan yayılan tiz ve pes frekanslar bu nedenle doğal etkilerini kaybederler. Bu durum konuşma sesleri için ideal olabilir ama müzik gibi geniş frekans bandının bulunduğu alanlarda bu durum her zaman dikkate alınmalıdır.
>
> Dinamik mikrofonlardan en iyi sonucu almak için kaynağın mikrofona yakın olması gerekir. Bu nedenle uzak mesafeli kaynak sesler için kullanılması pek tavsiye edilmez (Işıkhan, 2013: 250-251)."

2.2.2 Şerit *(Ribbon)*

Dinamik mikrofonlar gibi, şerit (*ribbon*) mikrofonlar da elektromanyetik indüksiyon prensibiyle çalışır. Bu tür mikrofonlarda, diyafram olarak güçlü manyetik bir alana yerleştirilmiş çok ince bir alüminyum şerit bulunur. Ses dalgaları şeride çarptığında, şerit titreşmeye başlar ve bu titreşimler, sesin şiddeti ve frekansına bağlı olarak değişen elektrik akımının oluşmasını sağlar. Şerit küçük bir çıkış sinyali üretir. Bu nedenle, çıkış sinyalini ve empedansı kabul edilebilir bir aralığa yükseltmek için bir yükseltici transformatör kullanılmalıdır (Huber ve Runstein, 2005:118).

Ribon mikrofonlar, yapıları gereği dinamik mikrofonların aksine darbelere karşı dayanıklı değillerdir. Çok üst frekanslar dışında, detaylı, doğal ve sıcak sesleri kayda yansıtabilmeleri başarısıyla şeritli mikrofonlar insan sesi için iyi bir tercihtir. Bu sebeplerle canlı performanslarda değil daha çok stüdyolarda vokal kayıtları için tercih edilirler. Ayrıca yayıncılık sektöründe de kullanılırlar. Şekil-20'de şeritli mikrofonun kesiti, şekil-21'de en çok tercih edilen şeritli mikrofonlardan birisi olan RCA markasının "77DX" modeli görülmektedir.



Şekil 20. Ribon Mikrofon Kesiti (Huber & Runstein, 2005:118)



Şekil 21. RCA 77DX Ribon mikrofon (RCA 77-DX Ribbon Microphone, tarihsiz)

2.3 Elektrostatik Mikrofonlar

Elektrostatik, hareketsiz veya çok yavaş hareket eden elektrik yüklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Elektrostatik, elektrik yüklerinin birbirlerine uyguladığı kuvvetlerden kaynaklanır. Elektrostatik prensibi kullanan mikrofonlar, Kondansatör (Condenser) ve Elektret Kondansatör mikrofonlar olarak iki alt kategoride değerlendirilebilir.

2.3.1 Kondansatör (*Condenser*)

Bir yalıtkan malzeme, elektronik ortamda iki metal plaka arasına yerleştirilir ve plaka uçlarına da gerilim uygulanırsa, harekete geçen elektronlar kutuplaşarak, elektriksel yükü bir elektrik alanının içinde depolayabilirler. Üstelik depolanan yük, gerilim kesilse bile bir süre için varlığını koruyabilir. Elektronikte, bu amaçla üretilen devre elemanlarına "kondansatör" veya "kapasitör" denilmektedir (Işıkhan, 2013: 251). Kondansatör mikrofonun içinde bulunan iki plakadan biri sabit diğer plaka ise hareketlidir. Hareketli olan plaka, diyafram gibi davranır. Ses dalgaları diyaframa yani bu plakalardan birine çarptıkça, titreşen plaka sabit plakaya doğru yakınlaşıp uzaklaşmaya başlar. Plakaların birbirlerine yakınlaşıp uzaklaşması elektriksel bir yükü meydana getirir. Plakaların uçlarına harici bir gerilim uygulanırsa elektriksel yük, elektrik akımına dönüşür. Ve

nihayetinde akustik enerji, elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Kondansatör mikrofonlar işte bu şekilde çalışırlar.

Plakaların uçlarına harici bir gerilim uygulayabilmek için kondansatör mikrofonlar elektrik enerjisine ihtiyaç duyar. Bu ihtiyaç mikser ya da ses kartından mikrofona gönderilen *phantom power*[4] ile sağlanır. Bazı kondansatör mikrofonlar elektrik enerjisini mikrofonun içine takılan pillerden alır.

John Eargle, "*The Microphone Book*" adlı kitabında ilk kondansatör mikrofonların, Almanya ve Avusturya'da ortaya çıktığı 1940'lı yılların sonlarından beri stüdyo kayıtlarına hâkim olduğunu söyler (Eargle, 2005: 6). *Condenser* mikrofonlar üst ve alt frekanslara çok duyarlıdırlar. Sesleri berrak ve temizdir. İçlerindeki preamplifikatör sayesinde çıkış sinyalleri dinamik mikrofonlara göre daha yüksektir. *Condenser* mikrofonlarda mıknatıs olmadığı için boyutları dinamik mikrofonlara göre daha küçük olabilir. Her ne kadar canlı müzik ve benzeri uygulamalar için kullanılıyor olsa da *condenser* mikrofonların, özellikle geniş diyaframlı olanların, esas kullanım alanı stüdyo kayıtlarıdır (Önen, 2007: 124).



Şekil 22 . Kondansatör Mikrofon Diyaframı ve AKG C3000 B kesiti (Huber ve Runstein, 2005: 119)

[4] Phantom power, mikrofon kablosu aracılığıyla mikser veya ayrı bir güç ünitesinden gönderilen ve 11-48 Volt DC arasında değişen enerjidir.



Şekil 23. Neumann U87 Ai
(Neumann U 87 Ai Studio Set, tarihsiz)



Şekil 24. AKG C451 B (AKG C451 B Small-Diaphragm Condenser Microphone, tarihsiz)

2.3.2 Elektret Kondansatör

Elektret kondansatörlü mikrofonlar, mikrofonun diyaframı ve arka plakası arasında kalıcı olarak oluşturulmuş bir statik polarizasyon yükünü taşırlar. Yük, kapsülün içinde yerleşik olduğundan, diyaframa güç sağlamak için herhangi bir harici kaynak gerekmez. Elektret kondansatörlü mikrofonlar da pil ve/veya (daha profesyonel tasarımlarda) bir *phantom* güç kaynağı gibi düşük akımlı bir kaynaktan güç alması gereken empedans değiştiren bir amplifikatöre ihtiyaç duyar (Huber ve Runstein, 2005: 121). Yaka mikrofonları, cep telefonlarındaki mikrofonlar ve bazı düşük fiyatlı *boom* mikrofonlar elektret kondansatörlü mikrofonlara örnek gösterilebilir.

2.4 Mikrofon Özellikleri

Bir konser, stüdyoda enstrüman ya da vokal kayıtları ya da bir konferans gibi farklı uygulama alanlarında sesi en iyi şekilde alabilmek ve iletebilmek için ilk ve en temel kural, uygulama alanına göre doğru mikrofonu seçmek ve doğru mikrofon yerleşimini yapmaktadır. Doğru mikrofonu seçebilmek için de mikrofon özelliklerini bilmek gerekir. Mikrofon özellikleri yedi başlıkta incelenebilir. Bunlar;

1. Yönsellik *(Directionality)*
2. Frekans tepkisi *(Frequency response)*
3. Geçiş tepkisi *(Transient response)*
4. Duyarlılık *(Sensitivity)*
5. Dip gürültüsü oranı *(Equivalent noise raiting)*

6. Empedans *(Impedance)*
7. Maksimum basınç seviyesi *(Max sound pressure level)*

2.4.1 Yönsellik *(Directionality)*

Yönsellik *(directionality)*, mikrofona hangi yön ya da yönlerden gelen seslerin nasıl bir duyarlılıkla algılanacağını ifade eden bir mikrofon özelliğidir. Bu açısal tepki, bir mikrofonun 360˚ üzerinde yön ve frekansa göre hassasiyetini gösterecek şekilde bir grafik ile çizilebilir. Böyle bir çizelgeye *pick-up pattern* veya *polar pattern* adı verilir. Yönsellik iki bölümde incelenebilir:

- Çok Yönlü Kutup Tepkisi *(Omnidirectional Polar Response)*
- Yönlü Kutup Tepkisi *(Directional Polar Response)*

Çok yönlü (*omnidirectional*) kutup tepkisine sahip mikrofonlar, her yönden gelen seslere tepki verirler. Farklı ses kaynaklarından gelen sesleri tek bir mikrofon ile kaydetmek için bu mikrofonlar tercih edilebilir. Ancak müzik uygulamalarında her yönden gelen seslere duyarlı oldukları için iyi bir seçim olmazlar. Bu tarz mikrofonlar yüksek güçteki ses sistemleri ile seslendirme yapılırken kullanılırlarsa, dilimizde "mikrofon ötmesi" olarak bilinen, İngilizcede *feedback* olarak adlandırılan problem ile karşılaşılması oldukça olası bir durum olur.

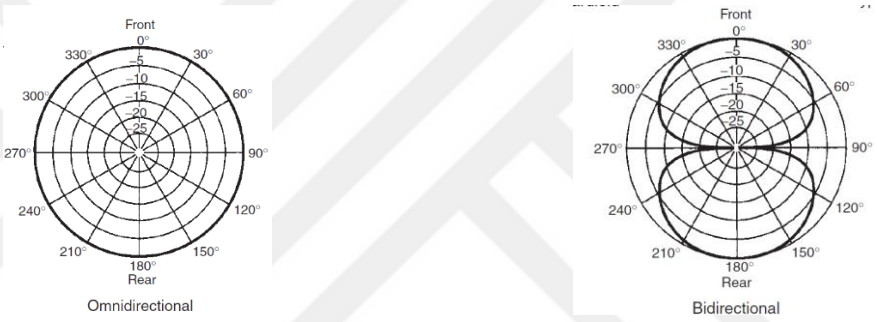
Yönlü (*directional*) kutup tepkisine sahip mikrofonları tek yönlü (*unidirectional*) ve çift yönlü (*bidirectional)* alt başlıklarında inceleyebiliriz.

Tek yönlü (*unidirectional*) mikrofonların kutupsal paternleri kalp şekline benzediği için, "*cardioid*" olarak da adlandırılır. *Cardioid* mikrofonlar arkadan gelen seslere çok az, çok yönlü *(omni)* mikrofonlar ile karşılaştırıldığında yanlardan gelen seslere daha az duyarlıdır. *Cardioid* mikrofon ailesinin, arkadan gelen seslere duyarlılığına göre *subcardioid, cardioid, supercardioid* ve *hypercardioid* olmak üzere 4 üyesi vardır.

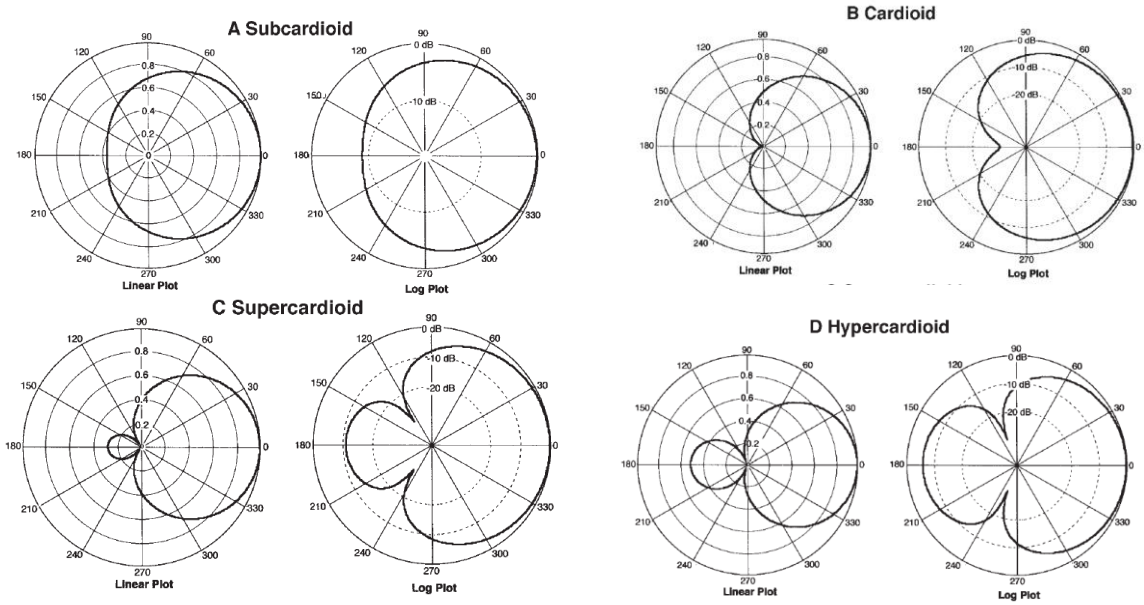
Kalpsel karakter, günümüzde dinamik, kondansatör veya elektret mikrofonların yaygın kullanılmasına bağlı olarak, uygulamada en fazla bilinen mikrofon karakteridir. Bununla birlikte sahne seslendirme ve televizyon yayınlarında tek kaynak

mikrofonlamanın ön planda bulunması nedeniyle diğerlerine göre daha çok tercih edilir. Tercih edilmesindeki bir diğer etmen ise *feedback* (geri besleme) etkisine daha kapalı olmasıdır (Işıkhan, 2013: 257).

Çift yönlü mikrofonlar hem önden hem de arkadan gelen ses dalgalarına eş miktarda tepki verirler. *Polarn pattern*'leri 8 rakamına benzediği için, *figure–8* olarak da adlandırılırlar. Glen Ballou'na göre, mikrofon yanlardan gelen seslere çok az duyarlı olduğu için bir masanın zıt taraflarındaki iki konuşmayı kaydederken çift yönlü bir mikrofon kullanmak yararlı olabilir (Ballou, 2008: 497). Neredeyse tüm ribon mikrofonlar çift yönlüdür.



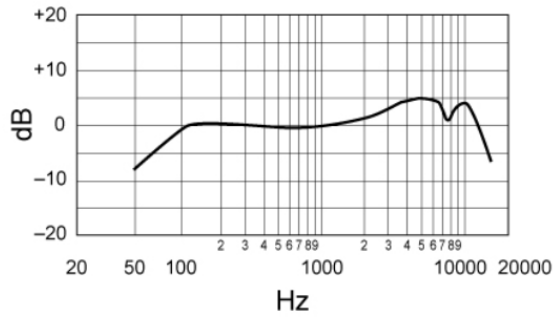
Şekil 25. *Omni* ve *Bidirectional Polar Pattern* Örnekleri (Huber ve Runstein, 2005:126)



Şekil 26. *Cardioid* Ailesi *Polar Pattern* Örnekleri (Eargle, 2005: 69-70)

2.4.2 Frekans Yanıtı *(Frequency Response)*

Bir mikrofonun hangi sesleri duyup üretebildiği bilgisine o mikrofonun frekans yanıtı adı verilir. Bu kavram İngilizcede *frequency range* ya da *frequency response* olarak adlandırılır. Bu aralık hertz (Hz) ile ifade edilir. Örneğin, Shure markasının ürettiği SM58–LC mikrofonun frekans yanıtı, 50 Hz – 15 kHz arasındadır. Bu, SM58-LC'nin 50 Hz ile 15 kHz arasında kalan frekans aralığını duyup üretebildiği ancak bu alan dışındaki frekanslara tepki veremediği anlamına gelir. Bu sebeple kik ve ziller için bu mikrofonu kullanmak doğru bir tercih olmayacaktır.



Şekil 27. Shure SM58 LC'in frekans yanıtı[5] (SM58 Vocal Microphone, tarihsiz)

Diğer taraftan frekans tepkisini, etkileyen en önemli faktör, sinyalin dB cinsinden genliğidir (Işıkhan, 2013: 240). Şekil 27.'de SM58 LC'nin frekans yanıtı verilmiştir. Bu grafiğe baktığımızda her frekans, her genlikte eşit olarak algılanmamaktadır. Eğri düz bir çizgi halinde ilerlememekte, 5 ve 10 kHz bölgesinde bir tümsek oluşturmaktadır. Buradan yola çıkarak örneğimizdeki mikrofonun, 5 ve 10 kHz bölgesindeki frekanslara diğer bölgedeki frekanslara göre daha iyi tepki verdiğini söyleyebiliriz.

Eğer mikrofonun frekans yanıtı düz bir çizgi halinde olsaydı, bu frekans yanıtı düz frekans yanıtı *(flat frequency response)* olarak adlandırılırdı. Owsinski, düz frekans yanıtı hakkında, mikrofon şirketlerinin son 40 yıldır ana hedefinin sabit bir frekans yanıtına ulaşabilmek olduğunu söyler. Ancak böyle bir mikrofon her zaman için doğru bir tercih olmayabilir. Bazı uygulamalarda belirli frekansları daha fazla okuyan mikrofonlar seçmenin daha iyi sonuçlar verebileceğini ifade eder. (Owsinski, 2009:10)

[5] Grafik, SM 58'in kullanıcı rehberinden alınmıştır.

Örneğin kik için bas frekansları daha güçlü, ya da vokaller için 4 kHz civarını olduğundan daha fazla okuyan mikrofonlar seçilebilir.

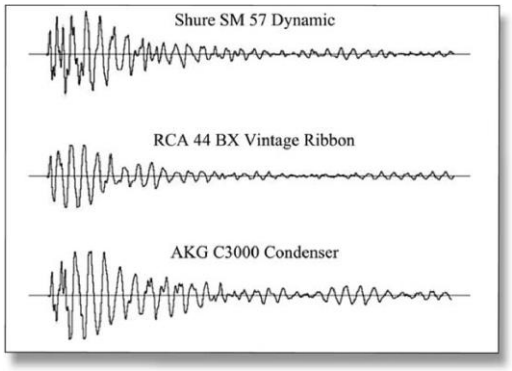
Eargle, tüm yönlü mikrofonların ses kaynağına yaklaştıkça, daha fazla alt frekans üretmeye ve belirli frekansları daha fazla vurgulamaya başladığını ifade eder. (Eargle, 2005: 64). Buna yakınlık etkisi *(proximity effect)* adı verilir. Bu etki, uygulama esnasında bir ekolayzır kullanılarak azaltılabilir.

2.4.3 Geçiş Tepkisi *(Transient Response)*

İngilizcedeki *transient* sözcüğünü, geçici ya da süreksiz olarak dilimize çevirmek mümkündür. Bir mikrofon özelliği olan geçiş tepkisini, Öz, kısaca aşağıdaki gibi açıklamıştır.

> "Süreksizler (transient), sesin oluşum aşamasının hemen başındaki, kısa süreli ilk tepe (peak) noktalarıdır. Süreksiz sesler herhangi bir sesin tanımlanabilmesinde önemli rol oynar. Özellikle hızlı sönüm zamanına sahip vurmalı ve çekilerek çalınan telli çalgılarda transientlerin önemi büyüktür. Bu tür enstrümanların kaydında enerji ve kesinliğin tam yansıtılabilmesi için kullanılacak mikrofonların süreksiz tepkisi yüksek olmalıdır. Süreksiz tepkisi yüksek olan mikrofonların diyaframları ses dalgasının pozitif ve negatif yöndeki tepe noktalarının hızı ve nüanslarında hızlı bir tepki verir (Öz, 2017: 36)."

Mikrofon diyaframının büyüklüğü, *transient response*'u belirleyen temel etmendir. Dinamik mikrofonların diyaframı, ribon ve kondansatör mikrofonların diyaframlarından daha büyük ve daha ağır dolduğu için üzerine gelen ses dalgalarına ribon ve kondansatör mikrofonlara göre daha yavaş tepki verir. Bu sebeple dinamik mikrofonlar daha sert ve vurgulu tonlara sahiptirler. Ribon ve kondansatör mikrofonlarda küçük ve hafif diyaframlar kullanılır. Bu, diyaframın bir ses-basınç dalgasına karşı çok az mekanik direnç sağladığı ve tüm frekans aralığında dalgayı doğru bir şekilde izlemesine olanak tanıdığı anlamına gelir (Huber ve Runstein, 2005:129).



Şekil 28. Çeşitli mikrofon türlerinin *transient response* özellikleri (Huber ve Runstein, 2005:129)

2.4.4 Duyarlılık *(Sensitivity)*

Bir mikrofonun ne kadarlık bir basınçla ne kadar gerilim üretebildiğine, yani mikrofonun basınçla gerilim üretme yeteneğine duyarlılık (*sensitivity*) adı verilir (Işıkhan, 2013: 243). Duyarlılık günümüzde 94 dB SPL (1 PA) şiddetinde, 1 kHz sinüs dalgasının mikrofona gönderilmesi sonucu mikrofondan elde edilen voltaj değeri ile ölçülür (Eargle, 2005:108). Basit bir ifadeyle, aynı seviyedeki iki sesi, farklı mikrofonlarla kaydettiğimizde, daha yüksek duyarlılığa sahip olan mikrofon, daha fazla elektrik enerjisi üretirken, daha düşük duyarlılığa sahip olan mikrofon daha az elektrik enerjisi üretir.

2.4.5 Dip Gürültüsü *(Equivalent Noise Rating)*

Her mikrofon, çalışırken az ya da çok bir dip gürültüsü üretir. Owsinski, bu gürültünün iki çeşit olduğunu ifade eder. Bunlar mikrofonun kendi ürettiği gürültü ve işlem gürültüsüdür. Kondansatör mikrofonlarda, kapsül tarafından üretilen çok küçük sinyaller bir preamplifakatör ile yükseltilirken gürültü de yükselmiş olur. Bu sebeple kondansatör mikrofonlar gürültüye yatkındır (Owsinski, 2009: 11).

Dinamik veya ribon mikrofonlardaki dip gürültüsü aslında bobin veya şeridin içinde hareket eden elektronlar tarafından üretilir (Huber ve Runstein, 2005:130). Bazı firmalar ölçüm için farklı değerler kullansalar da *equivalent noise rating* ya da diğer adıyla *self-noise*, genelde dB SPL cinsinden ifade edilir (Önen, 2007:132).

Bu dip gürültüsü, kullanılan sistemlerdeki preampların gürültülerine oranla yakın bir zamana kadar göz ardı edilebilecek kadar küçük bir seviyedeydi. Ancak, müzik teknolojileri alanındaki son gelişmeler ile sistem tarafından üretilen gürültü seviyelerinde büyük azalmalar meydana gelmiştir. Bu gelişmelerle beraber mikrofonun dip gürültüsü günümüzde mikrofon tercihlerini belirleyen önemli bir kriter haline gelmiştir.

2.4.6 Empedans *(Impedance)*

Empedans (*impedance*), bir devreden geçen alternatif akımın direncidir. Ohm birimi ile ifade edilen empedansın sembolü Z ya da Ω olarak gösterilir. Mikrofonlar, düşük, orta ve yüksek empedanslı olarak 3'e ayrılır. Bruce ve Jenny Bartlett'e göre, kaynak *(source)*, bir sinyal veren, Yük *(load)* ise sinyali besleyen cihazdır. Kaynağın belirli bir çıkış ve yükün de belirli bir giriş empedansı vardır. İki cihazı birbirine bağlarken empedanslarının uyumlu olması gerekir. İki cihazın empedansları eşitse kaynaktan yüke maksimum güç aktarımı sağlanır. Düşük empedanslı bir kaynak yüksek empedanslı bir girişe bağlandığında elde edilen ses yüksekliği düşük olur. Tam tersi durumda ise, sinyalin aktarımı sırasında bozulmuş bir sinyal alınabilir. En iyi ses kalitesi ve en yüksek voltaj aktarımı için takılan konektörün giriş empedansı, mikrofonun çıkış empedansından en az 7 ila 10 kat daha yüksek olmalıdır. Örneğin bir mikrofonun empedansı 200 ohm ise mikserin giriş empedansı 1400 ila 2000 ohm olmalıdır (Bartlett ve Bartlett, 2009: 535-536).

Profesyonel amaçlı kullanımlarda her zaman düşük empedanslı mikrofonlar tercih edilir. Bu sayede hem gürültüden hem de uzun mesafelerde sinyal bozulmalarından kaçınılmış olunur.

2.4.7 Maksimum Ses Basınç Seviyesi *(Max SPL)*

Maksimum ses basınç seviyesi (*maximum sound pressure level*), mikrofonun, kaldırabildiği en yüksek ses şiddeti seviyesidir. *Ribbon* mikrofonların oldukça hassas mikrofonlar olduğundan daha önce söz edilmişti. Bir *ribbon* mikrofon kik için kullanılırsa *Max SPL*'i düşük olduğu için yüksek basınca dayanamaz mikrofon zarar görür ve ürettiği sinyaller bozulmaya uğrar.

Hubber ve Runstein'in aktarımıyla, bozulma açısından, dinamik mikrofonlar son derece sağlam bir alıcıdır ve genellikle 140 dB'lik dinamik aralık sağlayabilmektedir. Tipik olarak, bir *condenser* mikrofon, en şiddetli ses basıncı seviyeleri dışında bozulmaz; ancak kondansatör sistemi, yüksek akustik seviyelerde kapsülün çıkışının mikrofonun preamplifikatörünü aşırı yüklemeye yetecek kadar yüksek olabilmesi bakımından dinamik sistemden farklıdır. Bunu önlemek için, çoğu *condenser* mikrofon, kapsül çıkışını hemen takip eden ve ön amfinin girişindeki sinyal seviyesini düşürmeye hizmet eden, böylece aşırı yük distorsiyonunu azaltan veya ortadan kaldıran, değiştirilebilir bir zayıflatma *pad'*i sunar (Huber ve Runstein, 2005:130).

2.5 Mikrofonlama Teknikleri

Mikrofon özelliklerini göz önüne alarak yapılan mikrofon tercihinden sonra, seçilen mikrofonu ses kaynağına göre hangi konumda kullanılacağı bu bölümün temel problemini oluşturur. Çünkü aynı mikrofonu farklı ortamlarda, farklı uzaklıklarda kullanmak birbirinden farklı sonuçlar doğurur.

Müzikte mikrofonlama öğretisi, bir takım kuramsal bilgilerin ardından, bilinen çalgıların mikrofonlanmasıyla başlar. Piyano, gitar, keman, saksafon, klarnet, obua, bateri vs. gibi çalgılar her yerde yaygın olarak kullanıldıklarından, mikrofonlamaları üzerine çokça bilgi sunulmuştur, ama bu hazır bilgiler, ancak mikrofonlamanın yapıldığı ortam, çalgı, donanım vs. şartları kendi şartlarıyla eşit olduğunda bir anlam kazanırlar. Bu nedenle mikrofonlama öğretisi genellikle "tavsiye" niteliğindedir ve her mikrofonlama aynı kişi tarafından yapılsa bile şartlara göre kendi içinde değişkenlik gösterir (Işıkhan, 2013: 298).

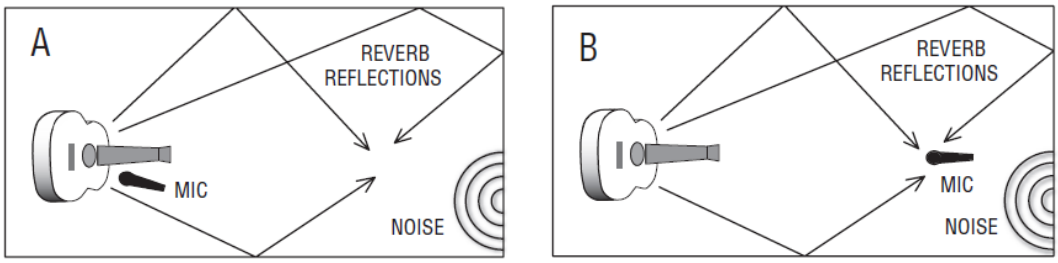
Bu bölümde ses kaynağı ve mikrofon mesafesi üzerine geliştirilmiş yaklaşımlardan ve iki mikrofon ile gerçekleştirilen *stereo* mikrofonlama tekniklerinden bahsedilecektir. İkiden daha fazla mikrofon kullanılan *surround* mikrofonlama teknikleri ve senfoni orkestralarında kullanılan *decca tree* gibi mikrofonlama teknikleri bu çalışmanın konusu dışında olduğundan bu mikrofonlama tekniklerinden söz edilmeyecektir.

2.5.1 Mikrofon Yerleşimi

Bollou, mikrofonlama tekniklerinin bilimden çok bir sanat olduğunu söyler (Ballou, 2008: 582). Bu nedenle, iyi bir kayıt için bir mikrofonu konumlandırmanın tek bir yolu yoktur. Bu genellikle sübjektiftir ve ses mühendisinin kontrolündedir. Ses kaynağı ile mikrofon arasındaki mesafenin en az 1 m olduğu mikrofon yerleşimlerinin yapıldığı mikrofonlama teknikleri uzak mikrofonlama *(distant microphone placement),* mikrofon, ses kaynağına 1 m'den daha yakın konumlandırılırsa bu teknik, yakın mikrofonlama (*close miking*) olarak adlandırılır.

Uzak mikrofonlama yapıldığında, mikrofon yalnızca ses kaynağından gelen doğrudan sesi değil, ortamın yansımalarını ve ortamdaki diğer sesleri de alır. Yakın mikrofonlama da ise mikrofon ağırlıklı olarak doğrudan ses kaynağından gelen sesleri duyar. Mikser ya da ses kartı üzerinden daha az kazanç *(gain)* ile kayıt yapılabildiğinden, mikrofon mekân içerisindeki yansıma ve dip gürültüsü gibi seslere uzak mikrofonlama da olduğu kadar duyarlı değildir.

Kayda yansıyan sesleri dahil etmek kötü bir şey gibi düşünülebilir. Ancak koro toplulukları ya da senfoni orkestrası kayıtları yapılırken salondaki yansıma seslerin de kayda dahil olması çoğunlukla istenilen bir durumdur. Buna ek olarak bir konser kaydı esnasında seyirci sesleri ve tepkisini de kayda yansıtmak için uzak mikrofonlama tekniğinden yararlanılır.



Şekil 29. Yakın ve Uzak Mikrofonlama (Bartlett ve Bartlett, 2009: 105)

Mikrofonun uygun konumu, hedeflenen etkiye bağlıdır. Bollou'ya göre yakın mikrofonlama, akustik ortamın çok az belirgin olduğu, önden bir ses üretirken, uzak

mikrofonlama, oda özelliklerinin çok belirgin hale gelmesiyle daha geniş bir ses üretir. Yakın bir mikrofon konumu, kaynağın sesini doğru şekilde yeniden üretmeyebilir. Oda akustiği, istenen ses üretimine uygun değilse, uzak bir mikrofon konumu hoş olmayan veya anlaşılmaz bir sonuç verebilir. Doğru seçim, mühendisin istenen ses için uygun mikrofon konumunu seçmesini gerektirir (Ballou, 2008: 582).

2.5.2 Sızıntı *(Leakage)* ve 3:1 Kuralı

Bir konser esnasında ya da bir hücum kayıtta, aynı anda birden çok mikrofon farklı ses kaynakları için kullanılır. Böyle bir durumda, örneğin saksafonun mikrofonu ortamdaki diğer sesleri de alır. Bu durum, sızıntı *(leakage)* olarak adlandırılır. Sızıntı, faz çakışmaları gibi bir durumu doğurur. Faz problemleri bazı frekansların ya olduğundan daha fazla duyulmasını ya da bazı frekansların daha az duyulmasına ve dolaylı olarak sesin bulanıklaşmasına neden olur. Sızıntıların önüne geçmek için, mümkünse ses kaynakları birbirinden uzaklaştırılmalı, ses kaynakları mikrofonlara yaklaştırılarak çok yönlü mikrofonlar yerine tek yönlü mikrofonlar kullanılmalıdır. Eğer kayıt ortamı müsaitse, ses kaynakları arasına *gobo* adı verilen akustik separasyon panellerinin kullanılması da sızıntıyı azaltabilir.

Faz sorunları karşısında sızıntıyı en aza indirgemenin dışında yapılabilecek bir şey daha vardır. Bu da 3:1 kuralını uygulamak. Bu kurala göre, faz problemlerini en aza indirgemek için, iki mikrofon arasındaki uzaklık, mikrofonların ses kaynaklarına olan uzaklıklarından en az 3 katı fazla olmasıdır. Örnek olarak birinci enstrümanın 20 cm uzağında bir mikrofon, ikinci enstrümanın ise yine 20 cm uzağında olmak üzere ikinci bir mikrofon olduğunu düşünelim. 3:1 kuralına göre bu iki mikrofon arasındaki mesafe 3x20=60 cm olmalıdır (Önen,2007: 135)



Şekil 30. 3:1 Kuralı (Önen,2007:135)

2.5.3 Stereo Mikrofonlama Teknikleri

Bu bölüme kadar bahsedilen mikrofonlama teknikleri, kaynak ve mikrofon arasındaki uzaklığa göre değişmekteydi. Ses kaynağına yönelik tek bir mikrofon kullanıldığında burada mono bir mikrofonlama söz konusudur. Ses kaynağının boyutsal özelliklerini kayda aktarabilmek için iki mikrofonla[6] yapılan mikrofonlama tekniklerine stereo mikrofonlama adı verilir.

Stereo Yunanca "katı, sağlam" anlamına gelmektedir. Stereoskopik görüntü denildiğinde cisimleri iki gözle gördüğümüz zaman oluşan derinlik ve konum algısındaki birliktelik kastedilir. Aynı birliktelik, sesler dinleyicinin önünde hareket ettiği zaman da vardır (Talbot ve Smith, 2002: 88).

Stereo ses veya basitçe stereo, insan işitme duyusunun doğasına uygun bir şekilde sesin farklı yönlerde ve simetrik olarak yerleştirilerek iki veya daha fazla bağımsız ses kanalına bağlanmış hoparlörler aracılığıyla yeniden üretilmesini ifade eder. Popüler kullanımda stereo terimi, sesin aynı anda iki kanallı kaydedilmesi veya bir çift hoparlör kullanılarak yeniden üretilmesi anlamına gelir. Bu şekilde stereo ses, hoş bir etki ve daha geniş bir ses alanı sağlayarak ses deneyimini zenginleştirir.

Stereo mikrofon tekniklerini uygularken M-S tekniği ve bazı özel uygulamalar hariç olmak üzere, iki mikrofonun da aynı marka ve model olması gereklidir. İdeal olanı,

[6] Tek bir mikrofon gibi görülen, özel üretim mikrofonlar da kullanılabilir. Örnek: Neumann SM69

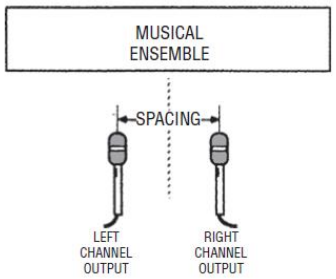
fabrikadan arka arkaya çıkmış aynı model iki mikrofon kullanmaktır. Fabrikada arka arkaya üretilmiş iki mikrofon *matched pair* olarak adlandırılır (Önen, 2007:136).

AB, XY, M-S, Blumlein, ORTF, NOS ve DIN dünyada standart olarak kabul edilen stereo mikrofonlama teknikleridir.

2.5.3.1 AB *(Spaced Pair)*

İki mikrofonun önünde belirli bir mesafe bırakılarak ses kaynağının önüne yerleştirilmesine AB ve *spaced pair* adı verilir. *Spaced pair* Türkçede "aralıklı çift" ya da aralarında mesafe olan çift anlamına gelmektedir. AB tekniği için genelde *omnidirectional* mikrofonlar kullanılır, ama *cordioid* mikrofonlar da diğer bir seçenektir (Önen,2007:136).

Kadis, yaratılan stereo alanın, mikrofonlar arasındaki mesafeye bağlı olduğunu söyler. Mikrofonlar birbirinden çok uzaksa, stereo alanın ortasında bir boşluk oluşabilir. Bu etkiyi önlemek için bazen iki mikrofonun ortasında üçüncü bir mikrofon kullanılır. Ancak bu dikkatli yapılmazsa istenmeyen iptaller meydana gelebilir (Kadis, 2012: 93). Ses dalgaları mikrofonlara farklı zamanlarda ulaşacağından kayıtlar monoya indirgendiğinde faz problemine neden olabilir. Bunun için 3:1 kuralını uygulamakta fayda vardır.



Şekil 31. AB Mikrofonlama Tekniği (Bartlett ve Bartlett, 2009: 117)

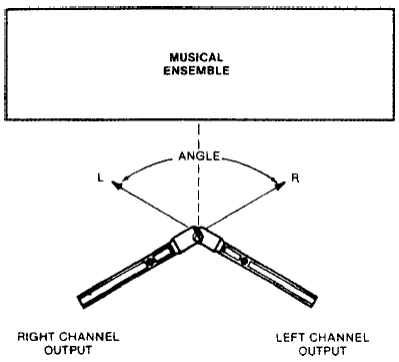
2.5.3.2 XY ve Blumlein

XY stereo mikrofonlama tekniğinde iki *cardioid* mikrofon aralarında 90º ila 120º lik bir açı olacak şekilde üst üste yerleştirilir. İki mikrofon da baktığı yöndeki orta ve üst

frekanslara daha fazla duyarlı, alt frekanslara ise eş şekilde duyarlıdır. Mikrofonlar arasında bir uzaklık olmadığından, ses dalgaları mikrofonlara aynı anda ulaşır. Bu da faz çakışmalarına neden olmaz. XY stereo mikrofonlama tekniğinde mono uyumluluk yüksektir.

Blumlein tekniği ismini Alan Dower Blumlein'dan alır. XY tekniğinden tek farkı mikrofonlamada *cardioid* mikrofonlar yerine *bidirectional* mikrofonlar seçilmesidir.

Owsinski, *blumlein* tekniği için, mikrofonlar ve ses kaynağı arasındaki mesafe arttıkça düşük frekans tepkisi azalacağından, kaynağa yakın yerleştirildiğinde iyi bir stereo sonucunun sağlanacağını söyler. *Blumlein* stereo, kanallar arasında XY tekniğine göre daha yüksek bir ayrım derecesine sahiptir, ancak mikrofonlar yapıları gereği arkalarında bulunan ses kaynaklarını da alacağı için dikkatli kullanılmalıdır (Owsinski, 2009: 90).



Şekil 32. XY Mikrofonlama Tekniği (Bartlett ve Bartlett, 2009: 114)

2.5.3.3 M-S

M-S *(mid-side)* tekniği, XY ve Blumlein tekniğinde olduğu gibi mikrofonların üst üste yerleştirilmesiyle uygulanır. Kullanılan mikrofonların biri *cardioid* iken diğeri ise *bidirectional*'dır. *Cardioid* mikrofon (M) doğrudan kaynağa yönlendirilir. *Bidirectional* mikrofon (S*) cardioid* mikrofona 90º açı ile yerleştirilir, bu sayede yanlardan gelen sesleri algılar. Kaydedilen sesler diğer tekniklerde olduğu gibi hemen dinlenemez çeşitli işlemlerden geçirilmesi gerekir. Bunlardan biri "*matrix box*" denilen bir devreden

geçirmektir. Eğer kullanılan preampta M-S *matrix* devresi yoksa bu işlem kanallar üzerinde de yapılabilir. M-S tekniğini bu şekilde kullanabilmek için 3 ayrı kanal açılması, birine *cardioid* bağlanırken diğer ikisine *bidirectional* mikrofonlar sağ ve sola panlanarak ve sağ tarafa faz değiştirme işlemi uygulanır (Eargle,2003: 258-261 Aktaran Öz, 2017: 46).

M-S tekniği, en iyi sonuçları ses kaynağına 3-5 metre uzaklıkta ve akustiği iyi mekanlarda verir. Bu teknik ile 270 º açı içerisinde kalan sesleri kaydedebilirsiniz. Daha sonra yan kanalların seviyelerini azaltarak ya da çoğaltarak stereo alanı daraltıp genişletebilirsiniz (Önen,2007:139).

XY ve Blumlein için olduğu gibi M-S mikrofonlama için de stereo mikrofonlar üretilmiştir. Yapısal olarak kullanımının daha kolay olmasının yanı sıra bazı modellerde diyaframların kutupsal özellikleri değiştirilerek elde edilen kutupsal desenlerde değişiklik yapılabilir (Ballou, 2008: 545)

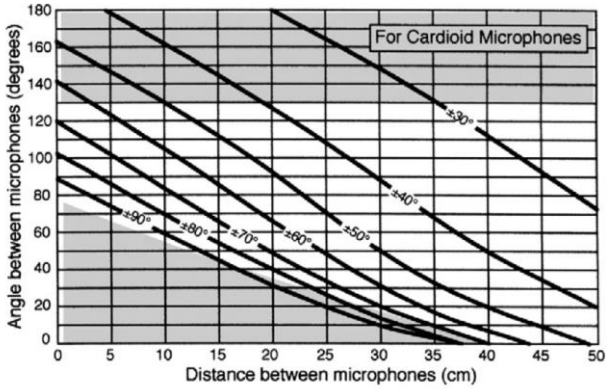
2.5.3.4 ORTF, NOS ve DIN

ORTF *(Office de Radio Television Francaise*), NOS *(Nederlandse Omroep Stichting*) ve DIN *(Deutsches Istitut für Normung*) mikrofonlama teknikleri XY mikrofonlama tekniğinden yola çıkarak geliştirilmiş stereo mikrofonlama teknikleridir. Aralarındaki fark mikrofonlar arası uzaklık ve mikrofon açılarıdır.

Teknik	**Açı**	**Mesafe**
ORTF	110º	17 cm
NOS	90º	30 cm
DIN	90 º	20 cm

Şekil 33. Farklı mikrofonlama teknikleri arasındaki açı ve mesafeler

Yakın merkezli mikrofonlamaların standart hale gelmesiyle ses mühendisleri bu mikrofonlamalar üzerine deneyler yapmıştır. 1987'de Michael Williams, yaptığı çalışmalar doğrultusunda stereo genişliğin mikrofonların açıları ve uzaklıklarıyla olan bağlantısını ortaya koyan grafikler yaratmıştır. Grafikteki kalın çizgiler doğrultusunda ayarlanan aralık ve açılar, çizgilerin ifade ettiği mikrofonlama genişliğini ortaya koymaktadır (Rayburn, 2012: 231 Aktaran Öz, 2017: 50).



Şekil 34. Mikrofon açı ve mesafe ilişkisi ile ortaya çıkan stereo genişlik (Öz, 2017: 51)

3. BÖLÜM
MİKROFONLAMA TEKNİKLERİ ÜZERİNE YAKLAŞIMLAR

Bir enstrümanın tınısını, kayda yansıtırken kayıt alınan ortamın akustik özellikleri, mikrofon seçimi ve mikrofonlama teknikleri gibi birden çok unsur göz önüne alınmalıdır. Hangi mikrofon ve mikrofonlama tekniği ile kayıt yapılacağı ses mühendisinin inisiyatifindedir. Bu tercihi yaparken hem kendisinin hem de diğer mühendislerin deneyimlerinden yararlanılabilinir. Tezin ana problemini oluşturan "santur için ideal bir mikrofonlama tekniği olabilir mi?" sorusu için, batı müziği enstrümanları dışındaki enstrümanlar için daha önce benzer bir sorunun sorulup sorulmadığı araştırılmıştır. Ve bu tezin deney bölümünde kullanılan mikrofonlama teknikleri geçmiş çalışmalardan esinlenilerek uygulanmıştır. Kabul etmek gerekir ki, batı müziği enstrümanları dışındaki çalgılar için yapılmış olan akademik çalışmaların sayısı oldukça azdır. Yükseköğretim Kurulu'nun Ulusal Tez Merkezi'nde yapılan aramalar sonucunda batı müziği enstrümanları dışındaki çalgılar için 7 adet yüksek lisans 3 adet doktora tezine ulaşılmıştır. Ayrıca bilimsel dergiler de taranmış bu alanda yayımlanmış 4 adet akademik makale incelenmiştir. Bu bölümde araştırma sonucunda ulaşılan bilimsel yayınlar hakkında kısaca bilgi verilecektir.

3.1 Yüksek Lisans Tezleri

Ulaşılan yüksek lisans tezleri aşağıdaki gibidir.

1. Stüdyo Ortamında Türk Müziği Çalgılarının Kayıt Özelliklerinin Belirlenmesi – Burçin Aktükün (2007)
2. Günümüzde Ses Kayıt Teknikleri ve Türk Müziği Kayıtlarında Kullanılan Yöntemler – Deniz Oflaz (2008)
3. Bir Müzik Albümü Prodüksiyonu ve Uygulama Aşamaları – Volga Tamöz (2008)
4. Türk Müziği Enstrümanlarının Tınısal Özelliklerinin İncelenmesi ve Bu Çerçevede Mikrofonlama Tekniği – Hakan Mazlum (2011)
5. Doğu Karadeniz Müziği Çalgılarından Kaval, Kemençe ve Tulum için Stüdyo Kayıt ve Mikrofonlama Teknikleri – Öncü Caner Koyuncu (2015)
6. Kemençe Tınısının Spektrum Analizi Yöntemiyle İncelenmesi – Orçun Güneşer (2019)

7. Kabak Kemane Ses Kitaplığı Örnekleminden Hareketle Mikrofonlama Tekniklerinin Spektral Analizi – Bektaş İlhan (2022)

Aktükün (2007) tez çalışmasında, Türk müziğinde kullanılan 20 farklı çalgının kayıt sürecini ele almıştır. Tüm çalgılar için, genellikle mono ve yakın mikrofonlama tekniği seçilmiştir. Kullanılan dinamik ya da kondansatör mikrofonların marka ve model bilgisi verilmemiştir. Alınan kayıtlar üzerinden dinleyici ya da icracı fikirlerinden bahsedilmemiştir. Çalışma, bu sebeple Aktükün'ün kişisel fikirlerini yansıtmaktadır.

Oflaz (2008) ise tez çalışmasında hem batı müziği hem de Türk müziğinde kullanılan çalgılar ve kayıt aşamaları hakkında bilgi vermiştir. Ancak çalışması yeni bir şey söylemekten çok konuyla ilgili bir derleme niteliğindedir. Tez çalışmasında stüdyo kaydı ya da uzman görüşleri yer almamaktadır.

Tamöz (2008) tez çalışmasında, müzik eserinin ilk ortaya çıktığı andan, dinleyici ile buluşmasına geçen prodüksiyon aşamalarını ele almıştır. Analog ve dijital kayıt formatlarından bahsedilen çalışmada, mikrofon ve mikrofonlama tekniklerine değinilmemiştir.

Mazlum (2011) tez çalışmasında Türk müziği çalgılarını ve kayıt tekniklerini incelemiştir. Aktükün'ün çalışmasında olduğu gibi uzman görüşlerine yer verilmemiştir. Kayıtlarda, dinamik mikrofon olarak Shure Sm57, geniş diyaframlı kondansatör mikrofon olarak Rode K2, dar diyaframlı kondansatör mikrofon olarak ise AKG C 1000S mikrofonları tercih edilmiştir. Kayıtlarda stereo mikrofonlama teknikleri uygulanmamış, daha çok uzaklık ve mikrofon karakteristiğine göre tercih yapılarak, doğal tınıya en yakın sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca Mazlum'un tez çalışmasında, santurun da tarihinden, yapısından ve icrasından söz edilirken mikrofonlama tekniklerine değinilmemiştir.

Koyuncu (2015), tez çalışmasında Doğu Karadeniz çalgıları olan, kaval, tulum ve kemençenin kayıt tekniklerini incelemiştir. Her üç çalgı için kayıtlarda, AB ve XY stereo mikrofonlama, yakın ve uzak mikrofonlama teknikleri tercih edilmiş, ayrıca bu mikrofonlama tekniklerinde dinamik ya da kondansatör mikrofonlar kullanılarak,

kayıtlardaki tınısal farklılıklar incelenmiştir. Kayıtlarda, Neuman U87, Neuman KM184, Sennheiser MD421, AKG C414, Elektro – Voice RE 20 ve DPA 4041 kullanılmıştır.

Ses mühendisi ve prodüktörler, müzisyenler ve genel dinleyici olmak üzere 3 kategoride, her kategoriden 10, toplamda 30 kişi olmak üzere, yapılan kayıtlar beğeni anketi ile değerlendirilmiştir. Kayıtlar arasında bir icra farkı olmaması ve bu durumun katılımcıları etkilememesi adına, tüm farklı teknikler ve farklı mikrofonlar ile yapılan kayıtlar eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir. Anket katılımcılarının değerlendirmeleri üzerinden bir sonuca varılmaya çalışılmıştır.



Şekil 35. Kemençe kayıtlarında kullanılan mikrofonlar (Koyuncu, 2015: 49)

Güneşer (2019), tez çalışmasında kemençenin tınısal özelliklerini frekans spektrumu ile incelemiştir. Çalışmada 4 farklı kemençe günümüzde virtüöz olarak kabul edilen icracılar tarafından kaydedilmiştir. İcra farklılıkları ya da farklı lüthiyelerin yaptığı çalgıların birbirlerine göre yapısal farklılıkları olsa da kemençe tınısı için tek bir sonuca varılabilir mi sorusuna çalışmada yanıt aranmaya çalışılmıştır. Uygulama esnasında, mikrofon kemençe eşiğinin 4 cm yukarısındaki noktaya, kemençenin kapağına dik açıyla bakacak şekilde 10 cm uzaklıktan bakacak şekilde konumlandırılmıştır. Güneşer, farklı mikrofonlamalarla yapılan kayıtlarda ayırt edilebilir bir fark olmadığını ve tınıyı

etkilememek adına frekans tepkisi *flat* olan bir kalibrasyon mikrofonu tercih ettiğini söylemektedir. Bu mikrofon, Presonus PRM1'dir.

İlhan (2022) tez çalışmasında, kabak kemane için sanal bir ses kütüphanesi oluşturulmasını hedeflemiştir. Stüdyo ortamında alınan ses kayıtları midi formatına dönüştürülmüştür. Farklı Türk müziği makamlarında alınan kayıtlar frekans spektrumunda değerlendirilerek çalgının armonik sesleri incelenmiştir. Kayıtlarda XY ve AB stereo mikrofonlama teknikleri 10 cm uzaklıktan Microtech Gefell M300 mikrofonlar ile yapılmıştır. İlhan, kabak kemane için sanal bir ses kütüphanesi oluşturulurken her iki teknikte de yapılan kayıtların kullanılabileceğini söylemektedir.

3.2 Doktora Tezleri

Ulaşılan doktora tezleri aşağıdaki gibidir.

1. Türk Makam Müziği İle İlgili Kayıt Yapım Yöntemlerinin İstatistik Yoluyla Değerlendirilmesi: Örnek Olarak Kanun İncelemesi – Can Karadoğan (2010)
2. Türk Makam Müziği Çalgılarından Tanbur'un Müzik Prodüksiyonu İçin Kayıt Yöntem ve Teknikleri – Sertaç Kakı (2012)
3. Bağlama Mikrofonlama Teknikleri ve Kompresör Kullanımının Müzik Teknolojileri Eğitimine Katkıları – Hasan Delen (2017)

Karadoğan (2010) çalışmasında, Türk makam müziği çalgılarından kanunun stüdyo kayıt tekniklerini incelemiştir. Çalışması için 4 stereo teknik, 2 mono tekniği uygulamıştır. Kullanılan stereo mikrofonlama teknikleri, AB, Blumlein, ORTF ve XY'dir. Mono mikrofonlama için, kanunda iki farklı nokta seçilmiş ve mikrofonlar yaklaşık 17 cm uzağa çalgıya tam tepeden bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Kayıtlarda, DPA 4006, Royer R-121, AKG C414, Rode NT -4 , Neuman U87, Neuman KM 184, Shure SM57 ve Eartworks QTC1 mikrofonlar kullanılmıştır. Karadoğan'ın çalışmasında, stüdyo ortamında alınan kayıtlar, 30 icracı, 30 ses mühendisi ve prodüktör, 30 genel dinleyici olmak üzere toplamda 90 kişiyle yapılan beğeni anketiyle istatistiki çıkarımlar

yapılmıştır. Anket sürecinin sonunda, mono kayıtların tüm deney gruplarında, stereo mikrofonlama tekniklerine göre daha çok tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 36. Mono kayıtlarda kanunda farklı noktalara bakan mikrofonlar (Karadoğan, 2010: 86)

Kakı (2012), doktora tezinde, Türk makam müziği çalgılarından tamburun stüdyo kayıt tekniklerini ele almıştır. Kakı'nın çalışmasında, toplam 14 mikrofon ile kaydedilen tek bir tanbur icrası, 9 farklı örneğe dönüştürülmüş ve sonrasında anket yoluyla dinleyici kitleye ulaştırılarak alınan cevapların üzerinden istatistiki sonuçlara varılmaya çalışılmıştır. Ayrıca alınan kayıtlar frekans spektrumunda da incelenmiştir. Kayıtlarda, 2 cm ile 91 cm arasında değişen 8 farklı mikrofon yakın mikrofonlama tekniği içerisinde kullanılmıştır. AB, XY ve MS teknikleri kayıtlarda kullanılan stereo mikrofonlama teknikleridir. Neumann U87, Sennheiser MD 421, Shure Sm57, Rode NT4, Royer R121, AKG C414 ve DPA 4010 kayıtlarda kullanılan mikrofonlardır.

Anket çalışmasının sonucunda dinleyiciler tarafından en çok tercih edilen mikrofonlama tekniği mono ve yakın mikrofonlamadır. Karadoğan'ın çalışmasında da en çok tercih edilen kaydın Shure Sm57 ile gerçekleştirilmiş olan mono kayıt olduğu düşünüldüğünde, dinleyicilerin ortamdaki yansımalardan uzak çalgının doğrudan karakteristik sesini kaydeden mikrofonları tercih ediyor olması oldukça önemlidir. Bu alanda yapılacak çalışmaların sayısının artması, Türk müziği çalgıları için ideal bir kayıt yöntemi belirlenmesi konusunda oldukça kıymetli olacaktır.



Şekil 37. Tambur kayıtlarında kullanılan mikrofonlar (Kakı, 2012: 59)

Delen (2017) çalışmasında, Türk Halk Müziği çalgılarından bağlamanın stüdyo kayıt tekniklerini ve kayıt sonrasında uygulanan kompresör türlerini ele almıştır. Kayıtlarda yalnızca kondansatör mikrofonlar tercih edilmiştir. Bu mikrofonlar, AKG C414, MXL Genesis ve Rode NT5-M'dir. XY, AB, MS ve ORTF stereo mikrofonlama teknikleri ile mono, yakın mikrofonlama teknikleri kullanılmıştır. Ancak diğer doktora çalışmalarından farklı olarak, tüm teknikler aynı anda değil farklı zamanlarda uygulanmıştır. Bu da icra farklılıklarının dinleyiciye yansıyabileceği anlamını taşımaktadır. Delen de çalışmasında, alınan kayıtları frekans spektrumunda incelemiş ve uzman görüşlerine yer vermiştir. Toplamda 20 kişilik uzman grubu, ses mühendisleri ve müzik teknolojileri alanındaki öğretim üyelerinden oluşmaktadır. Çalışmada mono teknikler için bağlamanın göğüs bölgesine bakan geniş diyaframlı kondansatör mikrofon kullanımı, stereo teknikler için de XY tekniği uzmanların en çok tercih ettiği mikrofonlama tekniği olarak öne çıkmıştır.

3.3 Akademik Makaleler

Ulaşılan akademik makaleler aşağıdaki gibidir.

1. Stüdyo Kayıtlarında Üç Türk Müziği Çalgısının Yapay Yansışım Süresi ve Mikrofonlama Farklılıklarının Belirlenmesi – Feridun Öziş, Suat Vergili ve Alp Varol (2008)
2. Türk Müziği Çalgılarında Kayıt Yöntemleri ve Mikrofonlama Teknikleri – Alp Varol, Suat Vergili, Cihan Işıkhan, Fırat Kutluk ve Feridun Öziş (2011)
3. Ülkemizde İlk Kayıtlardan Günümüze Geleneksel Türk Müziği Topluluklarında Kullanılan Kayıt Yöntemleri – Hasan Delen (2020)
4. Ud Çalgısında Mikrofonlama Teknikleri İle İlgili Uzman Görüşleri – Salih Akkaş, Hakan Emre Ziyagil (2021)

Öziş, Vergili ve Varol (2008)'un çalışması, ud, ney ve yaylı tambur için yapay yansışım süresinin ve mikrofonlama farklılıklarının belirlenmesi üzerinedir. Araştırmaya konu olan üç enstrüman da bir adet Shure KSM 44 kullanılarak üç farklı noktadan yakın mikrofonlama ile kaydedilmiştir. Alınan kayıtlar 10 farklı ses mühendisine dinletilerek onların görüşleri alınmıştır. Kayıtlara eklenen yapay yansışım süresi tercihlerine bakıldığı zaman, ud ve yaylı tambur için daha çok kısa yansışım süresinin, ney için ise uzun yansışım süresinin uzmanlar tarafından uygun bulunduğu söylenmiştir. Bu çalışmada derinlemesine mikrofonlama teknikleri sorgulanmamış, daha çok kaynak ve mikrofon yerleşimi üzerine çıkarımlar yapılmıştır.

Varol, Vergili, Işıkhan, Kutluk ve Öziş (2011)'in ortak çalışmasında, yaylı tambur, duduk, klasik kemençe ve asma davulun stüdyo kayıt tekniği incelenmiştir. Asma davul dışındaki çalgılar için Shure KSM 44, 3 farklı noktada konumlandırılarak kaydedilmiş ve frekans spektrumunda incelenmiştir. Asma davul için ise, tokmak sesleri Shure PG52 kick mikrofonu ile, çırpı sesleri AKG C414 ile ambiyans ise Shure KSM 44 ile kaydedilmiş ve frekans spektrumunda incelenmiştir. Çalgıların armonikleri ve oluşan rezonans frekansları incelenerek ideal mikrofon yerleşimi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu

çalışmada da mikrofonlama teknikleri derinlemesine sorgulanmamış, kaynak ve mikrofon yerleşiminin frekans spektrumuna olan etkisi üzerinden çıkarımlar yapılmıştır.

Delen (2020), çalışmasında, ses kayıt teknolojilerinin tarihini ve bir şarkının prodüksiyonundaki ses kayıt zincirini özetlemeye çalışmaktadır. Bu özeti yaparken ayrıca ses mühendislerinin de görüşlerini almıştır. Yapılan görüşmelerde canlı performanslarda ve stüdyo uygulamalarında mühendislerin mikrofon tercihlerinden söz edilmiştir. Detaylı olarak mikrofonlama tekniklerine değinilmemiştir.

Akkaş ve Ziyagil(2021) ortak çalışmasında, Türk makam müziği çalgılarından udun stüdyo kayıt tekniklerini ele almıştır. Kayıtlarda, Rode K2, Rode NT 55, Rode NT 5 ve JZ Vintage 11 marka model mikrofonlar kullanılarak, 3 mono 4 stereo mikrofonlama tekniği uygulandığı söylenmektedir. Ancak uygulanan bu teknikler hakkında, mikrofonun ses kaynağından ne kadar uzaklığa yerleştirildiği, mikrofonun çalgının hangi noktasına baktığı gibi bilgilerden söz edilmemiştir. Ayrıca alınan kayıtlar ekolayzırdan geçirilerek dinleyiciye sunulmuştur. Bu durum da farklı mikrofonların karakteristik özelliklerini karşılaştırırken dinleyicinin tercihlerini belirlemede yanıltıcı bir etki yaratabilir. Alınan kayıtlar toplamda 55 kişilik deney grubuna (müzik öğretmenleri, ses mühendisleri, sanatçılar) dinletilmiş ve buradan hareketle ud için ideal mikrofonlama tekniğine ulaşılmaya çalışılmıştır. Anket çalışmasının sonucuna göre, mono teknikler, stereo tekniklere göre daha çok tercih edilmiştir.

4. BÖLÜM
DENEY VE YÖNTEM

Bir müzik kaydını iyi ve kaliteli yapan şey nedir? Bu soruya, kayıtta kullanılan enstrüman, icra yeteneği, mikrofonlama tekniği, kayıtta kullanılan ekipmanların özellikleri, kaydın alındığı ortam ve miks-mastering süreçleri gibi birçok farklı değişkenin göz önünde bulundurularak bir yanıt aranabilir. Unutmamak gerekir ki; öznel yargılar da estetik algısının içerisinde bulunduğundan, sizin için çok iyi olan bir müzik kaydı, bir başkası için aynı güzellikte olmayabilir.

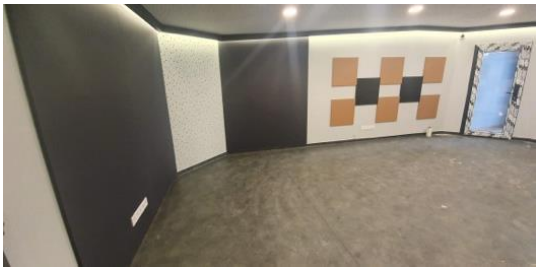
Bu kısım, yapısal özellikleri farklı üç santurun (İran santuru, mandallı santur ve Yunan santuru) farklı mikrofon ve mikrofonlama teknikleri ile stüdyo ortamında kaydedilmesini, bu kayıtların farklı dinleyici grupları tarafından değerlendirilmesinin ayrıntılarını ve alınan santur kayıtlarının tınısal analizini içermektedir. Yukarıda bahsedilen kaydı etkileyen faktörlerin büyük bir kısmı (akustik ortam, icra, mikrofonlar dışındaki diğer stüdyo ekipmanları vb.) sabit tutularak, değişkenin yalnızca mikrofonlar ve mikrofonlama tekniği olması üzerine çalışılmıştır. Anket sürecinde kullanılan, dinleme testinde de yine benzer bir durum söz konusudur. Akustik ortamın özelliklerinden etkilenilmemesi için kapalı bir kulaklık ile aynı kulaklık preamfisi üzerinden dinlemeler gerçekleştirilmiştir.

4.1 Kayıt Süreci

4.1.1 Kayıt Ortamı

Kayıtlar, İzmir'de bulunan "Studio Gate"de gerçekleştirilmiştir. Kayıtlar için bu stüdyonun seçilmesinin nedeni, stüdyonun akustik parametre verilerine ulaşabiliyor olmamızdan kaynaklıdır. Kontrol ve kayıt odasının zemin alanı toplamda 53 metrekaredir. Kontrol ve kayıt odalarının görselleri aşağıdaki gibidir.





Şekil 38. Kayıt odasının görünümü



Şekil 39. Kontrol odasının görünümü



Şekil 40. Kayıt ve kontrol odalarının geometrisi

	Frekans Bant	(Hz)	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
Kontrol Odası	**EDT**	(s)	0,70	0,33	0,22	0,20	0,22	0,26	0,26	0,26
	T(30)	(s)	0,69	0,42	0,31	0,32	0,33	0,36	0,34	0,34
	D(50)		0,73	0,89	0,96	0,97	0,95	0,93	0,93	0,94
	STI	0,85								
Kayıt Odası	**EDT**	(s)	1,10	0,45	0,22	0,16	0,18	0,21	0,22	0,25
	T(30)	(s)	1,06	0,44	0,25	0,17	0,20	0,24	0,25	0,27
	D(50)		0,48	0,80	0,95	0,99	0,98	0,96	0,96	0,94
	STI	0,86								

Şekil 41. Stüdyonun akustik parametre değerleri (Vergili, 2022: 490)

Şekil 41’de santur kaydı alınan stüdyonun akustik parametre değerleri paylaşılmıştır. Bu parametre değerlerine bakıldığında bas frekanslardaki yansışım süresinin orta ve tiz frekanslara göre yüksek olduğu söylenebilir. Bu da frekansların dalga boyları ile alakalı ve normal bir durumdur. Tablo genel olarak incelendiğinde hem kayıt hem de kontrol odası oldukça emici olarak tasarlanmıştır. Tablodaki parametre

değerlerinin tam olarak ne ifade ettiği başka bir çalışmanın konusu olduğu için bu değerler üzerinde durulmayacaktır.[7]

4.1.2 Kullanılan Ekipmanlar

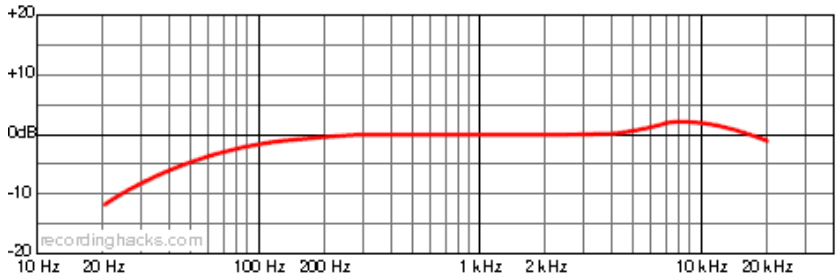
Kayıtlarda, ses kartı olarak, *Focusrite* markasının "*Scarlett 18i20*" modeli kullanılmıştır. Bu sayede kayıtlarda kullanılan tüm mikrofonlar aynı mikrofon *preamp*'ından geçmişlerdir. *Stereo* kayıtlarda 6 mikrofon, *mono* kayıtlarda 4 farklı mikrofon aynı anda kaydedilerek, oluşabilecek icra farklılıkları en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Kayıtlarda kullanılan *daw* yazılımı *Logic Pro'*dur. *Logic Pro'*da alınan kayıtlar daha sonra *Reaper*'da düzenlenmiştir. Bu düzenleme işlemi, yalnızca seviye eşitlemelerini, kayıt öncesi ve sonrasında boşlukları silme gibi işlemleri içermektedir. Dinleme testinde kullanılacak kayıtlarda, ekolayzır ya da kompresör gibi sinyal işlemciler kullanılmamış, oluşabilecek tını farklılığın yalnızca mikrofonlama teknikleri üzerinden olmasına özen gösterilmiştir.

Kayıtlarda kullanılan mikrofonlar ve hangi mikrofonun hangi teknik ile kaydedildiği aşağıdaki tabloda listelenmiştir. Bu mikrofonların frekans yanıtları ise tezin ekler bölümünde bulunmaktadır.

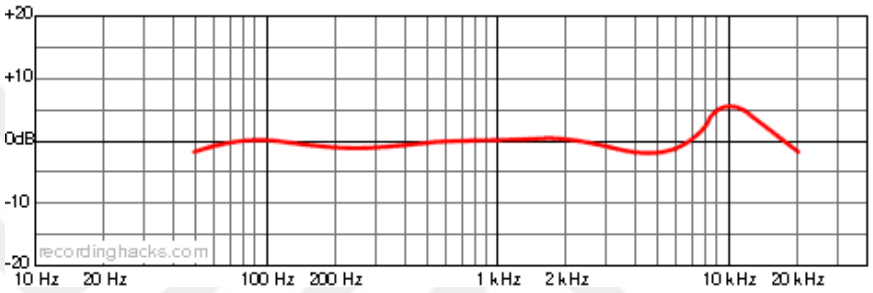
Kullanılan Mikrofonlama Tekniği	**Adet**	**Marka**	**Model**	**Çalışma Prensibi**	**Yönsellik**	**Diyafram**
ORTF	2	Neumann	KM184	kondansatör	cardioid	Küçük
AB	2	AKG	P170	kondansatör	cardioid	Küçük
XY	2	Beyerdynamic	TG153	kondansatör	cardioid	Küçük
mono	1	Shure	SM57	dinamik	cardioid	Küçük
mono	1	Neumann	U87 Ai	kondansatör	çok yönlü	Büyük
mono	1	Rode	NT1-A	kondansatör	çok yönlü	Büyük
mono	1	Auido Technica	AT2020	kondansatör	çok yönlü	Büyük

Şekil 42. Kayıtlarda kullanılan mikrofonlar ve özellikleri

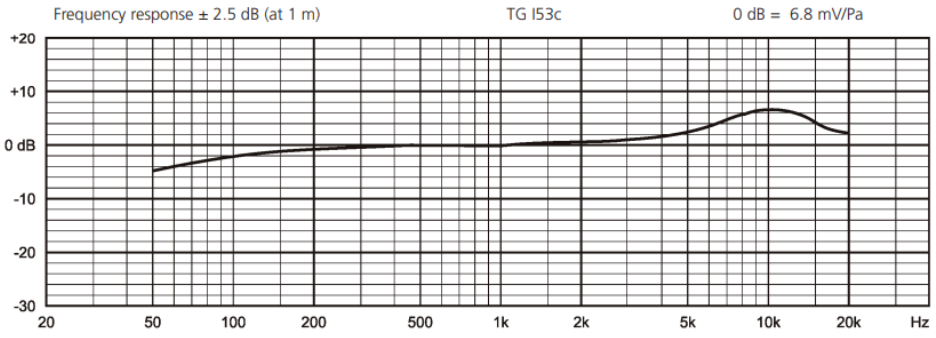
[7] Konu hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak için, Suat Vergili'nin "Bir Ses Kayıt Stüdyosu İnşaatı Özelinde Stüdyo Akustik Tasarım Süreci" adlı makalesi okunabilir.



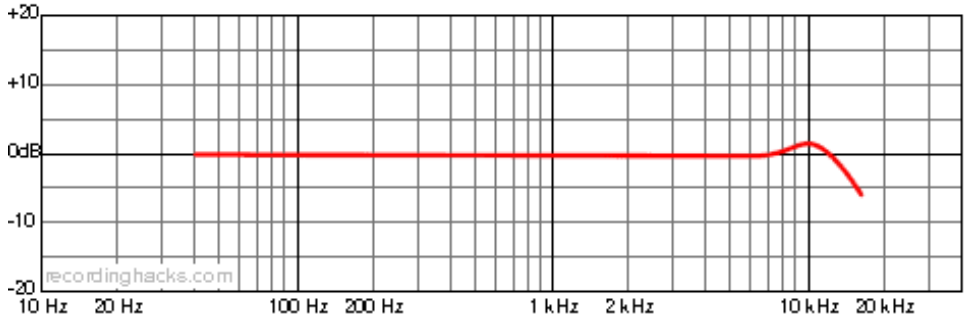
Şekil 43. Nuemann KM184 frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



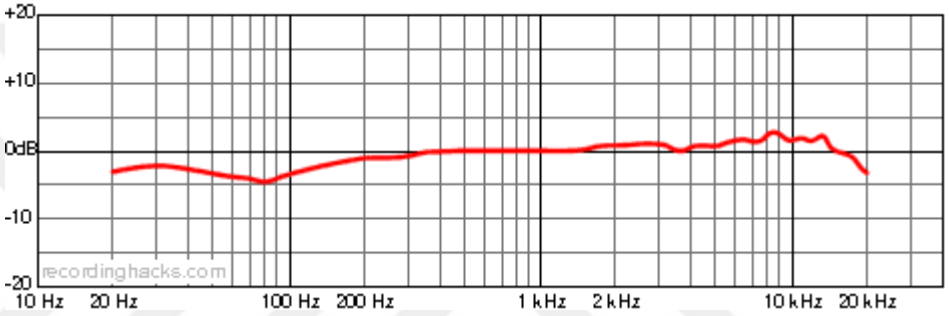
Şekil 44. AKG P170 frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



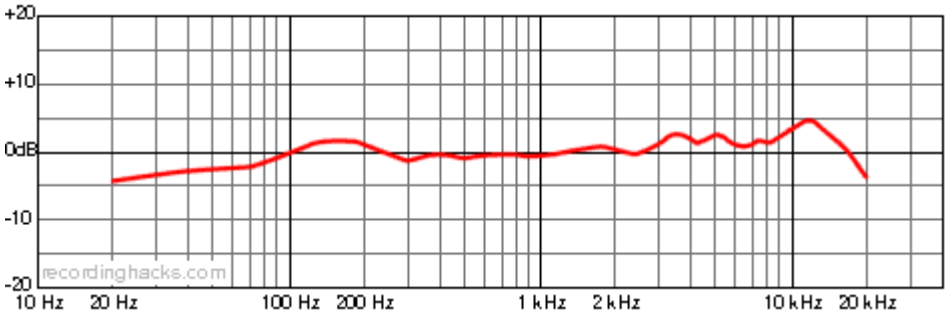
Şekil 45. Beyerdynamic TG I53c frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



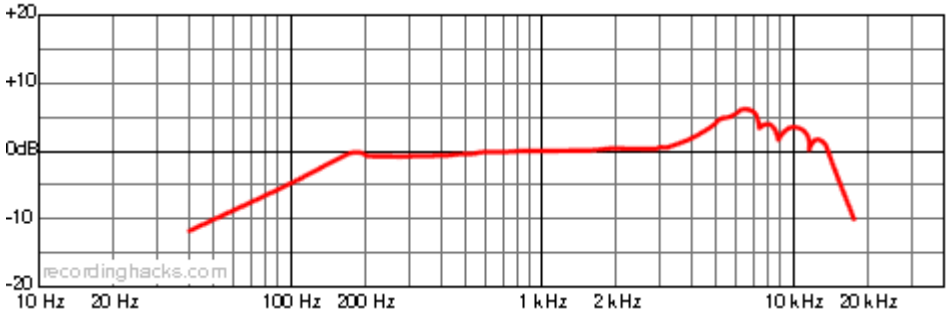
Şekil 46. Nuemann U87 frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



Şekil 47. Audio Technica AT2020 frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



Şekil 48. Rode NT1A frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)



Şekil 49. Shure SM57 frekans yanıtı (The RecordingHacks Microphone Database, tarih yok)

4.1.3 Kayıtlarda Kullanılan Santurlar ve İcra

Kayıtlarda, İran santuru, mandallı santur ve Yunan santuru kullanılmıştır. Tüm santurlar, 2008 yılından bu yana icracısı olduğum tarafımca çalınmıştır. Dinleme testlerinde karşılaştırılacak şey mikrofonlama teknikleri olduğu için 3 santurla 3 farklı melodi çalınmıştır. Melodiler santurların yapısını dinleyiciye göstermeye yönelik 15 ila 20 saniye arasında ezgilerdir. Santurların yapısını dinleyiciye aktarmaya yönelikten kasıt, Yunan santurunun kromatik yapısı ve pedal kullanımı, İran santurunda bas seslerinin kullanımı gibi şeylerdir.

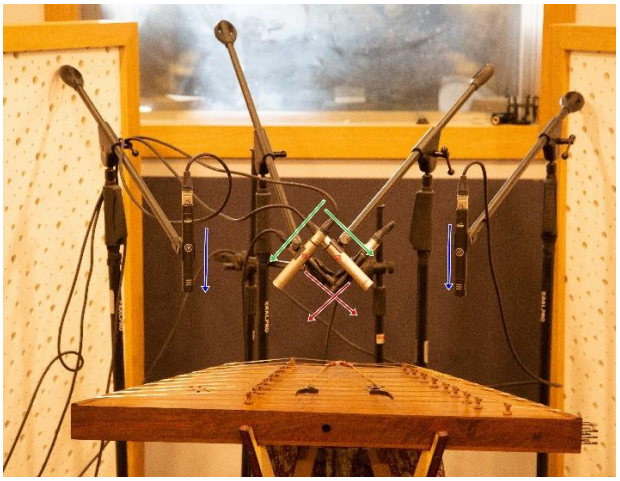
İran santuru, 40 mm bakır ve 35 mm çelik tellerin kullanıldığı, piyanonun 3. oktavındaki re sesinden piyanonun 6. oktavındaki mi sesine kadar uzanan, 146 Hz ile 1319 Hz arasında bir ses kapasitesine sahip diyatonik yapıda bir santurdur. Her eşikte 4'er adet tel bulunmaktadır.

Mandallı santurun çelik tellerin bulunduğu bölümde 16, bas tellerinin bulunduğu bölümde ise 11 sıra eşik vardır. Her eşikte 3'erli tel grupları bulunmakta olup 40 mm bakır, 35 mm çelik, 30 mm çelik ve 28 mm çelik teller kullanılmaktadır. Diyatonik yapıda akort edilen santurda, her bir sıradaki mandallar sayesinde, notaların, diyez ve bemollerine ve yaklaşık 2,5 koma değerindeki seslere ulaşılabilmektedir. Piyanonun 3. oktavındaki re sesinden piyanonun 6. oktavındaki mi sesine kadar uzanan, 146 Hz ile 1319 Hz arasında bir ses kapasitesine sahiptir.

Yunan santurunda, diğer santurlardan farklı olarak kromatik yapıdadır. İran santurunda çelik tellerdeki eşiklerin sol tarafı, sağ taraftaki notanın tam 1 oktav yukarısını verirken Yunan santurunda bu durum sesin 5lisini verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu santurda, bakır sarım teller ve çelik teller kullanılır. Ayrıca bu santurda, *sustain*i azaltmak için de bir pedal bulunmaktadır. Piyanonun 2. oktavındaki do sesinden, piyanonun 4. oktavındaki si sesine kadar uzanan, 65 Hz ile 493 Hz arasında bir ses kapasitesine sahiptir.

4.1.4 Stereo Kayıtlar

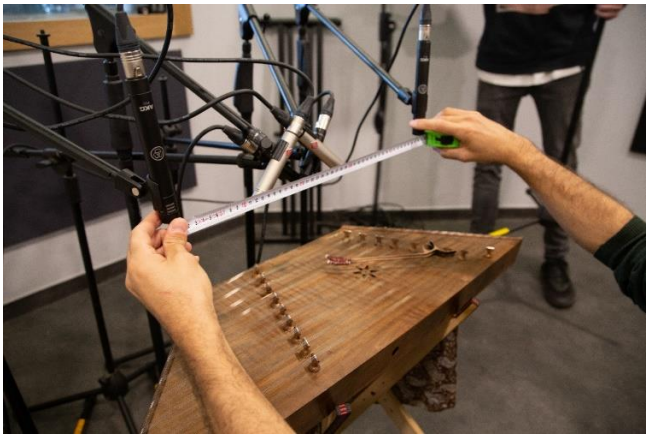
Stereo kayıtlarda kullanılan 3 mikrofon çiftinden Neumann KM184 ile ORTF, Beyerdynamic TG153 ile XY ve AKG P170'le ise AB mikrofonlama tekniği uygulanmıştır. Tüm mikrofon diyaframlarının enstrümana olan uzaklığı 15 cm'dir. ORTF tekniğinde mikrofon çiftinin birbirine uzaklığı 17cm, AB mikrofonlama tekniğinde mikrofonların birbirine olan uzaklığı 50 cm'dir. Şekil 42'de mikrofon diyaframlarının baktıkları yönler, Şekil 43 ve 44'te ise mikrofonların enstrümana olan uzaklıkları gösterilmiştir.



Şekil 50. Eş zamanlı uygulanan AB, XY ve ORTF teknikleri



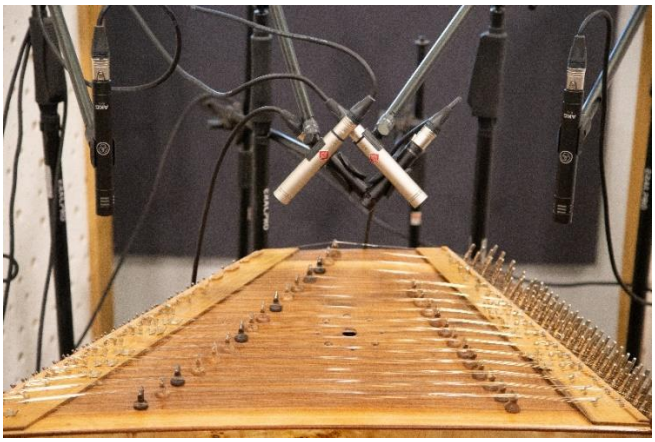
Şekil 51. Mikrofon uzaklıkları



Şekil 52. Mikrofon Uzaklıkları 2



Şekil 53. İran santuru stereo mikrofon yerleşimleri



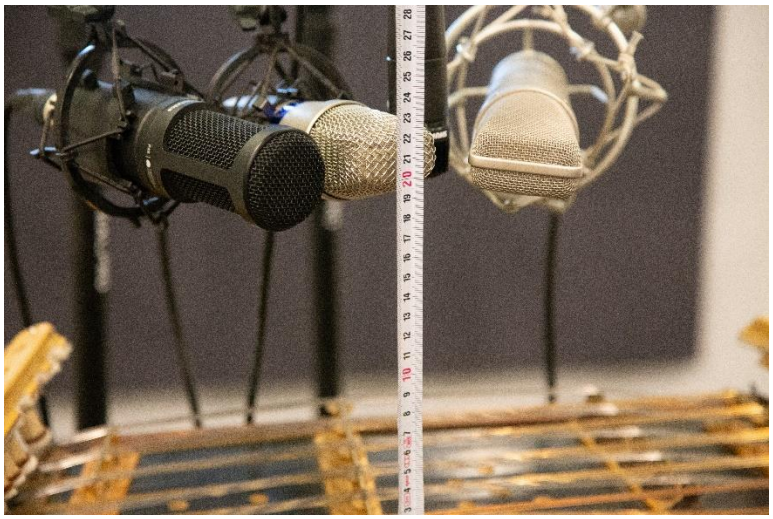
Şekil 54. Mandallı santur stereo mikrofon yerleşimleri



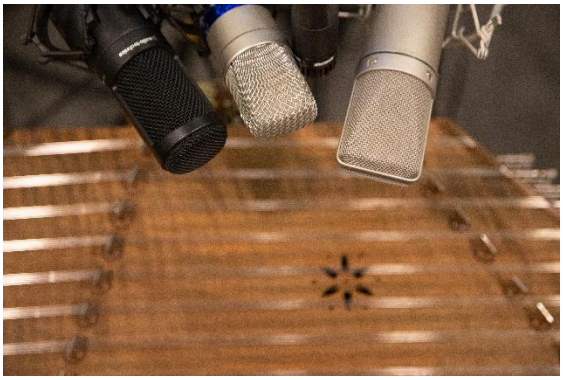
Şekil 55. Yunan santuru stereo mikrofon yerleşimleri

4.1.5 Mono Kayıtlar

Mono kayıtlarda, Shure SM57, Neumann U87 Ai, Rode NT1-A ve Auido Tecnica AT2020 marka model mikrofonlar kullanılmıştır. Mikrofon diyaframlarının santurlara olan uzaklıkları 20 cm olarak belirlenmiştir. Mikrofonlar, diyaframları santurların üst kapaktaki ses çıkışlarının sağlandığı deliklere bakacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 56. Mono tekniklerdeki mikrofon yerleşimleri




Şekil 57. İran santuru mono mikrofon yerleşimleri




Şekil 58 Mandallı santur mono mikrofon yerleşimleri



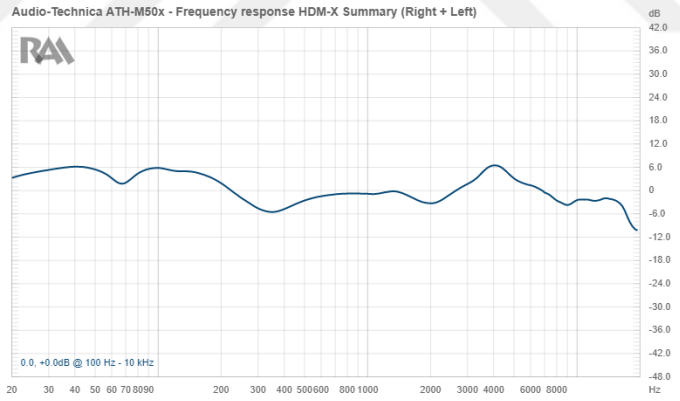

Şekil 59. Yunan santuru mono mikrofon yerleşimleri

4.2 Anket Süreci

Bu bölümde, stüdyo ortamında alınan santur kayıtlarının karşılaştırılması için iki farklı kategoride uygulanan anket sürecinin ayrıntılarından söz edilecektir. Anketler, kayıtların sırayla dinlenilmesi ve katılımcıların kişisel beğenilerine göre bu kayıtları tercih etmeleri üzerinden santur için ideal bir mikrofonlama tekniği olabilir mi sorusuna

yanıt aramaktadır. Dinleme testlerinde, 44.100 kHz ve 24 bit wav ses formatında olan santur kayıtları, Steinberg UR22C ses kartı ve Audio Technica ATH-M50x kulaklık kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ankete katılan tüm katılımcılar, aynı kulaklık preampını ve aynı kulaklığın karakteristik özelliklerini duyarak yanıt vermişlerdir. Kapalı bir kulaklık kullanıldığı için verilen yanıtlarda, anketin uygulandığı ortamın akustik özellikleri belirleyici olmamıştır. Şekil-52'de anket sürecinde kullanılan ATH-M50x'in frekans yanıtı verilmiştir.

Müzisyenler ve genel dinleyici kategorilerinde her iki grupta da 14'er kişi olacak şekilde toplamda 28 kişi ile anket gerçekleştirilmiştir. Her bir katılımcıya, öncelikle 3 stereo kayıt dinletilmiş ve birisini seçmesi istenmiştir. Daha sonrasında ise karşılaştırmalar 4 mono kayıt üzerinden yapılmıştır. Anketin son aşaması olarak, katılımcının tercih ettiği stereo ve mono kayıtlar tekrar kendisine dinletilerek bir seçim yapması istenmiştir. Tüm santur kayıtları için bu süreç işletilmiştir.



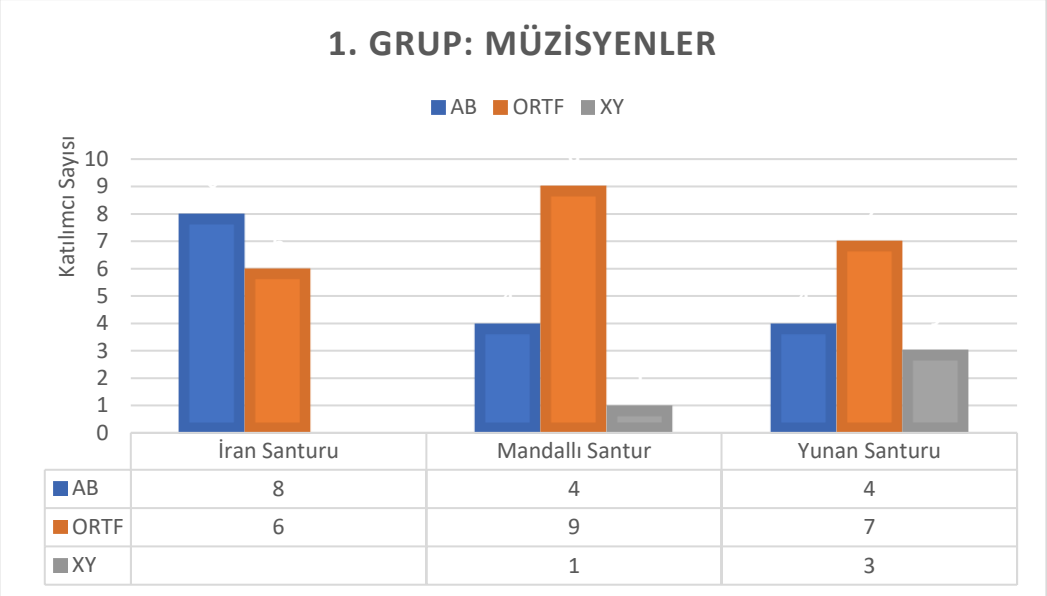
Şekil 60. Audio Technica ATH M50x'in frekans yanıtı (Compare the frequency response of headphones - Direct comparison of graphs, 2023)

4.2.1 Stereo Mikrofonlama Tekniklerinin Karşılaştırılması

Şekil-61'de müzisyen anketinin, Şekil-62'de ise genel dinleyici anketinin sonuçları verilmiştir. Stereo teknikler için konuşacak olduğumuzda, her iki kategorideki katılımcıların da birbirlerine yakın yanıtlar verdiğini söyleyebiliriz.

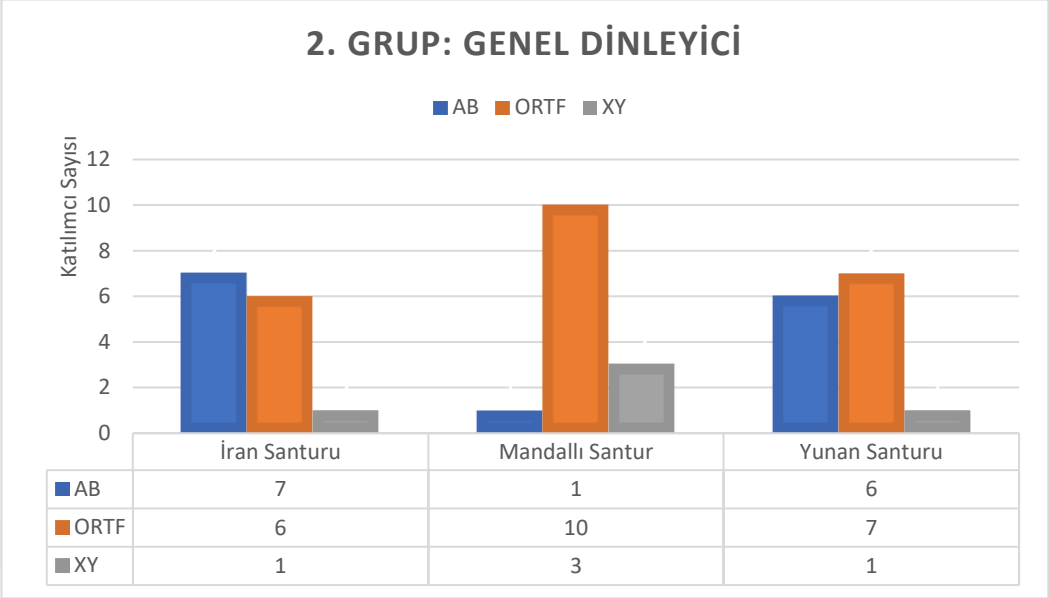
İran Santuru için, 1. grupta, %57 ile (8 kişi) AB ve %43 ile (6 kişi) ORTF teknikleri öne çıkan mikrofonlama teknikleri olmuştur. 2. Grupta ise AB'yi 7 kişi, ORTF'yi 6 kişi tercih etmiştir. XY tekniği, müzisyenler tarafından hiç tercih edilmemiş, genel dinleyici kategorisinde ise yalnızca 1 kişi tarafından tercih edilmiştir.

Mandallı santur da ise, 1. Grupta %64 (9 kişi) ve 2. Grupta %71 ile (10 kişi) ORTF tekniği en çok tercih edilen stereo mikrofonlama tekniğidir. Yunan santurunda da ORTF tekniği müzisyenler tarafından %50'lik (7 kişi) oranla diğer iki tekniğe göre en çok tercih edilen mikrofonlama tekniği olmuştur. Genel dinleyici kategorisinde de %50'lik oranla (7 kişi) en çok tercih edilen teknik yine ORTF'dir. Ancak iki grubu karşılaştırdığımızda, XY tekniği de müzisyenler tarafından %21'lik bir oranla (3 kişi) tercih edilirken, genel dinleyici kategorisinde ise bu oran yalnızca %7 (1 kişi) ile sınırlı kalmıştır.



	İran Santuru	Mandallı Santur	Yunan Santuru
AB	8	4	4
ORTF	6	9	7
XY		1	3

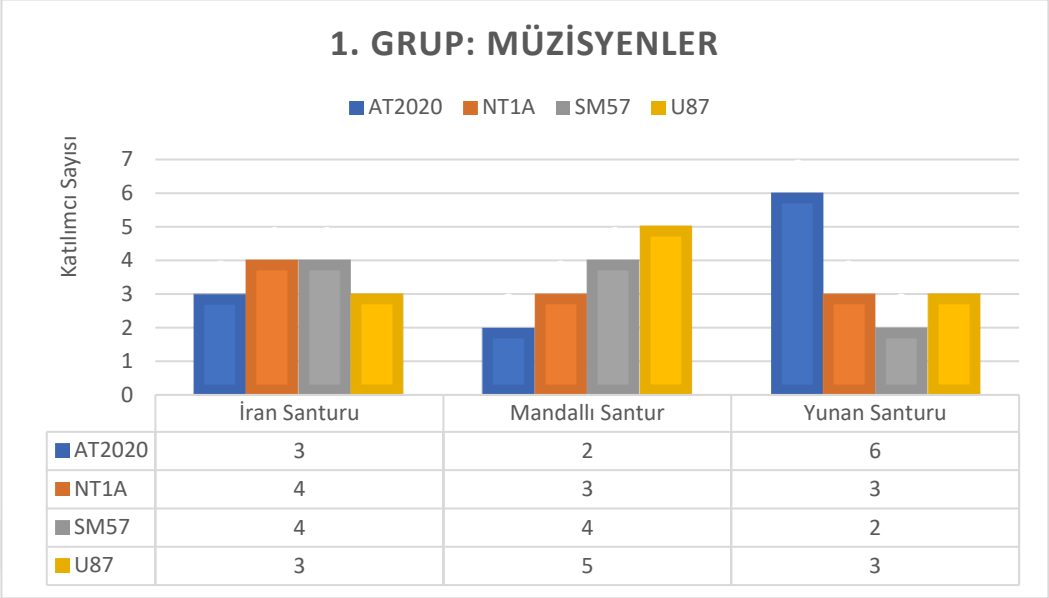
Şekil 61. Müzisyen Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması



Şekil 62. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması

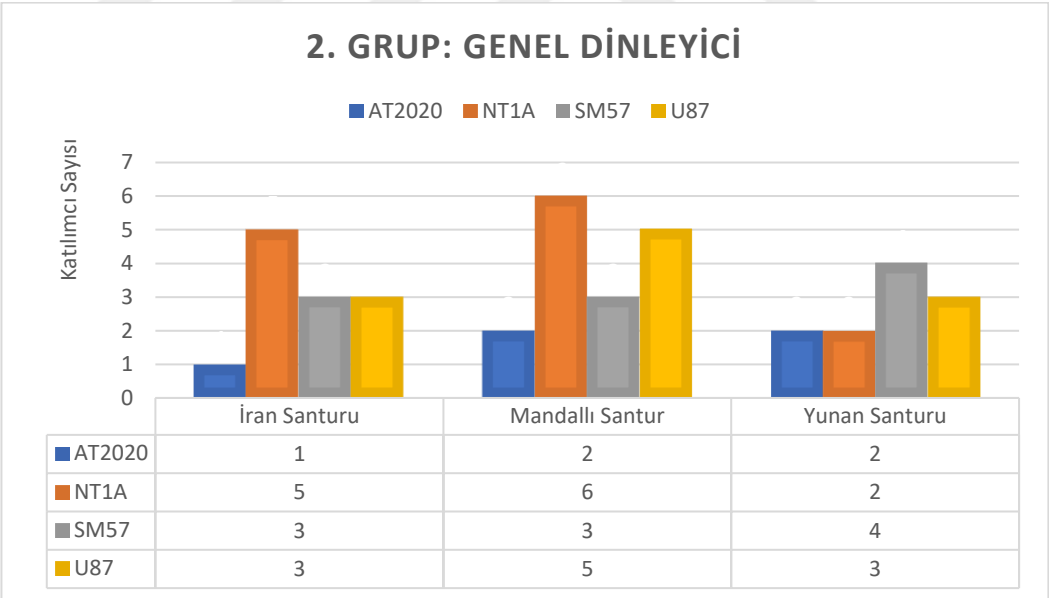
4.2.2 Mono Mikrofonlama Tekniklerinin Karşılaştırılması

Mono mikrofonlamaların anket sonuçlarına bakıldığında, stereo tekniklerin karşılaştırılmasında olduğu gibi bir tekniğin diğerlerine göre daha ön planda olduğu gibi bir durum görülememektedir. Kayıtlarda kullanılan hiçbir mikrofon %50'nin üzerinde tercih edilmemiştir. İran santuru ve mandallı santur için 4 mikrofon da birbirlerine yakın oranlarda tercih edilmişlerdir. Audio Technica'nın AT2020 mikrofonu ile alınan mono kayıt, Yunan santuru için %43 ile (6 kişi) müzisyenler tarafından en çok tercih edilen mikrofon olmuştur. Genel dinleyici kategorisinde ise AT2020 tüm santurlarda en az tercih edilen mikrofondur. Genel dinleyici kategorisinde, İran santurunda ve mandallı santurda sırasıyla %35 (5 kişi) ve %43'lük oranla (6 kişi) en çok tercih edilen mikrofon Rode markasının ürettiği NT1A modeli olmuştur.



	İran Santuru	Mandallı Santur	Yunan Santuru
AT2020	3	2	6
NT1A	4	3	3
SM57	4	4	2
U87	3	5	3

Şekil 63. Müzisyen Anketi Sonuçları, Mono Tekniklerin Karşılaştırılması



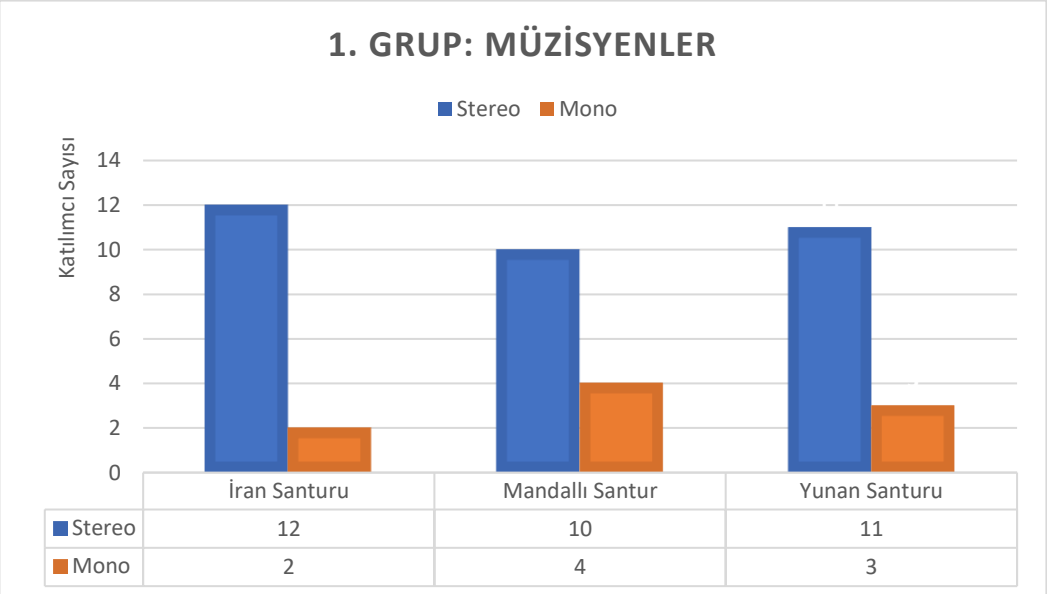
	İran Santuru	Mandallı Santur	Yunan Santuru
AT2020	1	2	2
NT1A	5	6	2
SM57	3	3	4
U87	3	5	3

Şekil 64. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo Tekniklerin Karşılaştırılması

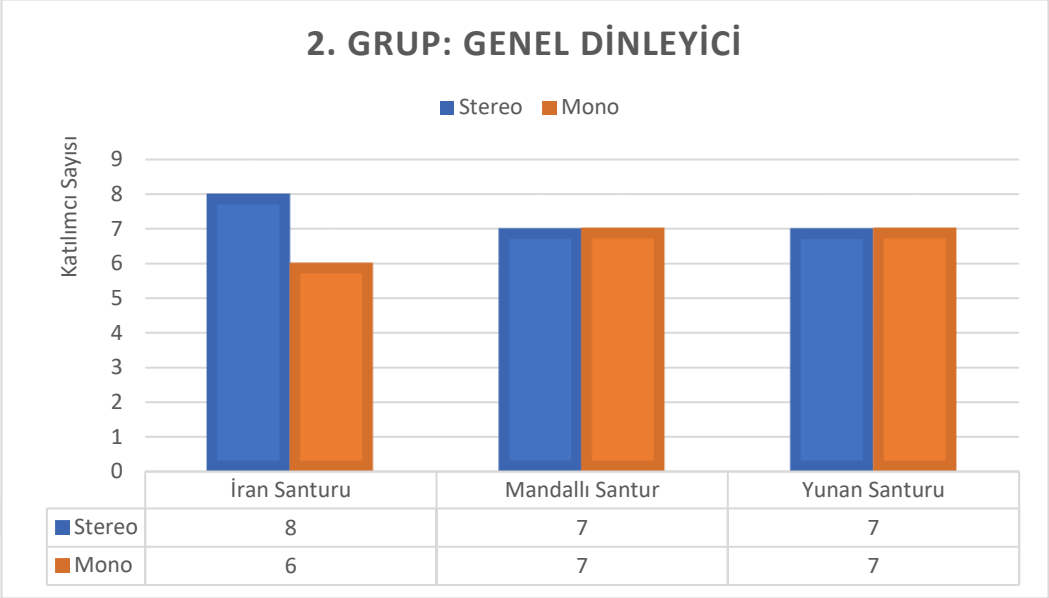
4.2.3 Stereo – Mono Karşılaştırmaları

Stereo ve mono tekniklerin karşılaştırılması, anket katılımcısı tarafından tercih edilen stereo ve mono tekniklerin tekrar kendisine dinletilmesi ve 2 kayıttan birisini seçmesinin istenmesi üzerinden yapılmıştır.

Anketin, 1.Grubu yani müzisyenler ele alındığında, stereo mikrofonlama tekniklerinin mono mikrofonlama tekniklerine göre, İran santurunda, %85 (12 kişi), mandallı santurda %71 (10 kişi) ve Yunan santurunda %78 oranıyla (11 kişi) tercih edildiği görülmektedir. Genel dinleyici kategorisinde ise, stereo ve mono teknikler arasında 1.grupta olduğu kadar büyük farklar yoktur. Yalnızca İran santurunda %57'lik oranla (8 kişi) stereo teknikler, mono tekniklere göre daha çok tercih edilmiştir. Mandallı santur ve Yunan santurunda ise, stereo ve mono tekniklerin tercih edilme oranları %50 - %50'dir. Buradan yola çıkarak, anketin iki grubunun birbirinden en çok ayrıştığı noktanın stereo-mono karşılaştırmaları olduğu söylenebilir.



Şekil 65. Müzisyen Anketi Sonuçları, Stereo – Mono Tercihleri



Şekil 66. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları, Stereo – Mono Tercihleri

4.3 Tınısal Analiz

Sesleri birbirinden ayırt etmemizi sağlayan ses özelliğine "tını" diyoruz. İki farklı enstrümandan aynı anda aynı notanın geldiğini düşünelim. İki farklı sesin hangi enstrümana ait olduğunu, o enstrümanların tınıları sayesinde karar veriyoruz. Örnek vermek gerekirse, piyanonun 4. Oktavındaki la notası saniyede 440 kere titreşirken santurda da bu oktav aralığına karşılık gelen la notasını yine saniyede 440 kere titreştiğini, söyleyebiliriz. Ancak piyanoyu piyano gibi, santuru da santur gibi duymamızı sağlayanın burada bahsettiğimiz tını kavramıdır. Bu benzersiz ses özelliğini yani tınıyı belirleyen şey ise, doğuşkanlardır.

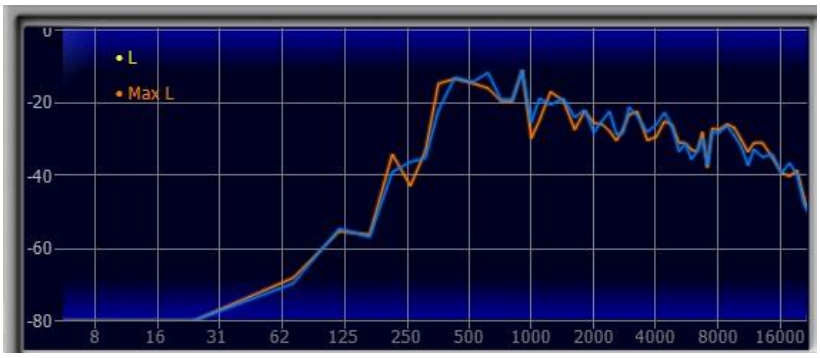
Doğada hiçbir ses tek sesli değildir. Sesin temel frekansının üzerine eklenmiş ancak temel sesin frekansı kadar güçlü duyamadığımız farklı frekanslar da vardır. Bunlar, temel frekansın tam sayı katları olabileceği gibi, rastgele katları da olabilir. Bu harmonik ya da inharmonik seslere doğuşkanlar adı verilir. Tını, temel frekans ile doğuşkanların üst üste binmesi, birbiriyle karışması ile meydana gelir. Ses rengi, ton gibi kelimeler de "tını" kavramı yerine kullanılabilir.

Santur yapımında kullanılan ağaçlar, santurun ses kutusunun büyüklüğü ve santurda kullanılan teller, santur tınısını belirleyen temel faktörlerdir. Çalışmamıza konu olan, İran santuru, mandallı santur ve Yunan santurları için alınan kayıtlar "Waves" firmasının "PAZ – Frequency Analizer" *plugini* yardımıyla incelenmiş ve frekans spektrumları paylaşılmıştır. Frekans analizlerinde mavi çizgiler, sağ kanalı, turuncu çizgiler ise sol kanalı göstermektedir. Mono kayıtlarda ise tek bir çizgi bulunmaktadır.

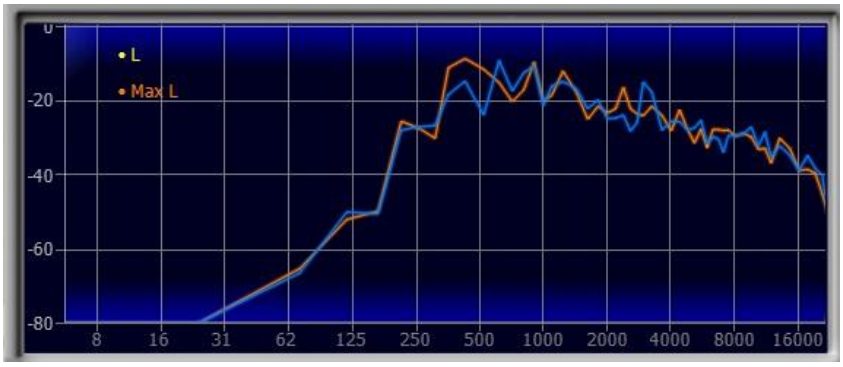
4.3.1 İran Santuru Tınısal Analizi

Yapılan dinleme anketlerinde İran santuru için AB ve ORTF mikrofonlama tekniklerinin diğer tekniklere göre daha ön plana çıktığını görmüştük. Bu tekniklerin frekans spektrumu incelendiğinde özellikle *low-mid* bölgesindeki frekansların diğer kayıtlara göre daha belirgin olduğunu, AB tekniği dışındaki diğer kayıtlarda doğuşkanların, birbirlerine çok yakın seviyelerde duyulduğu, AB tekniğinde ise doğuşkan seslerin daha ayırt edilebilir olduğunu söylemek mümkündür.

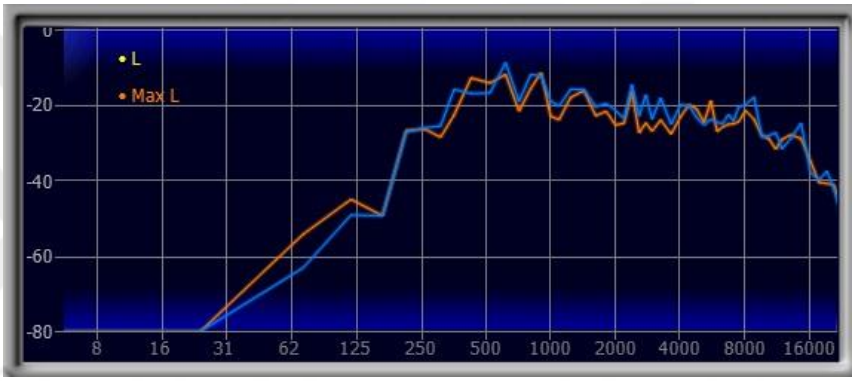
Mikrofonlama teknikleri stereo olarak incelendiğinde, AB tekniğinde sağ ve sol kanalın aynı ses yüksekliğinde performans gösterdikleri, ORTF tekniğinde 500 Hz civarında sağ kanalın sol kanala göre yaklaşık 3 dB kadar daha düşük olduğunu, ORTF ve XY tekniklerinde 1 kHz civarında, AB'ye göre yaklaşık 5 dB kadar daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. 2 kHz ve 8 kHz arasında kalan bölge, XY ve ORTF tekniklerinde, AB'ye göre daha yüksek görünmektedir. Buradan da yola çıkarak XY ve ORTF tekniklerinin, AB tekniğine göre daha *high-mid* karakterli tınılara sahip olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 67. İran Santuru için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



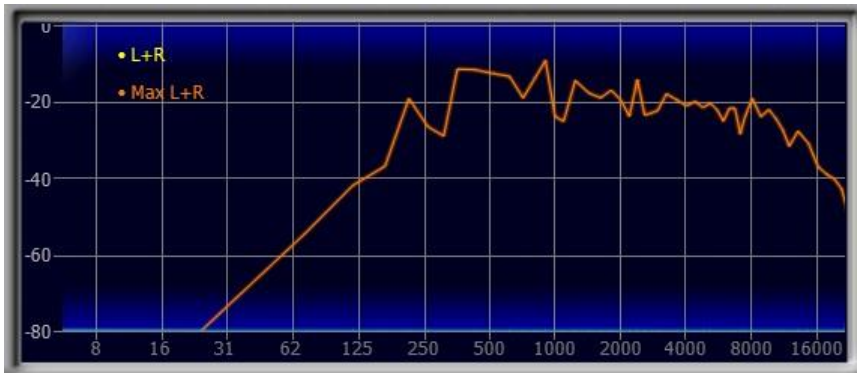
Şekil 68. İran Santuru için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



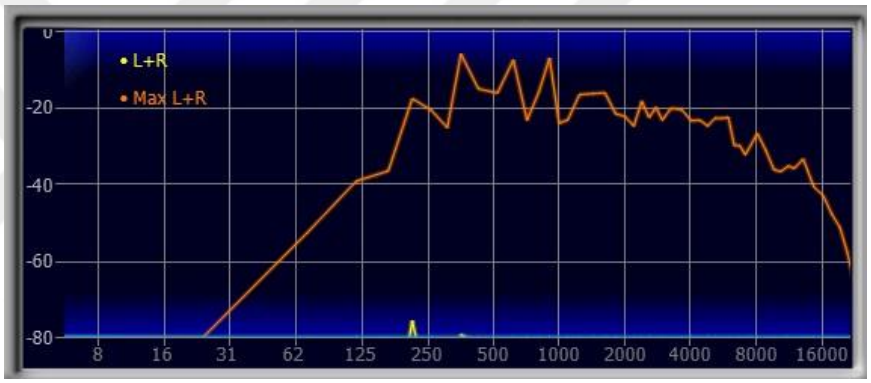
Şekil 69. İran Santuru için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

300 Hz altında kalan bölge, santur zahmelerinin tellere vuruş seslerinin olduğu bölümdür. Bu bölümler mono tekniklerde stereo tekniklere göre daha ön plana çıkmıştır.. Bass ve tizlik açısından AT2020 diğer kayıtlara göre daha dengeli bir performans sergilemiştir. NT1A ile alınan santur kaydının, diğer kayıtlar ile karşılaştırıldığında aynı AB tekniğinde olduğu gibi *low-mid* bölgesindeki frekansların diğer frekans bantlarına oranla en yüksek duyulduğu kayıt olduğunu görürüz. Hemen her kayıtta 2 kHz'den sonrası için benzer eğriler mevcuttur.

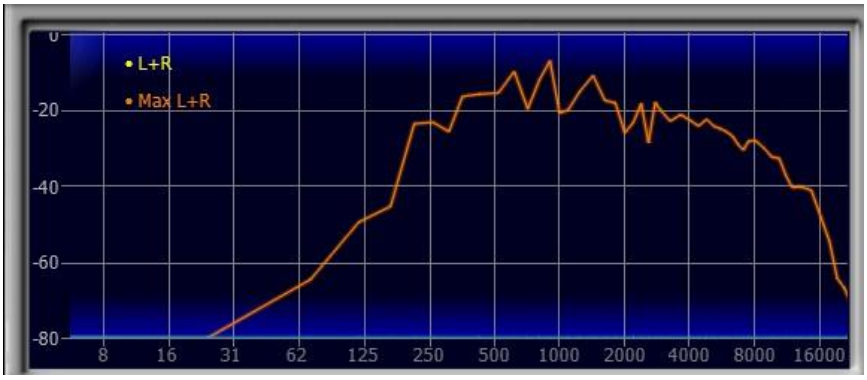
Tüm bu değerlendirmelerden yola çıkarak, yapılan anketlerde, İran santurunda en çok tercih edilen tekniğin stereo tekniğin AB, en çok tercih edilen mono tekniğin NT1A olmasının sebeplerinden birisi *high-mid* bölgesini diğer tekniklere göre daha az yansıtması olabilir.



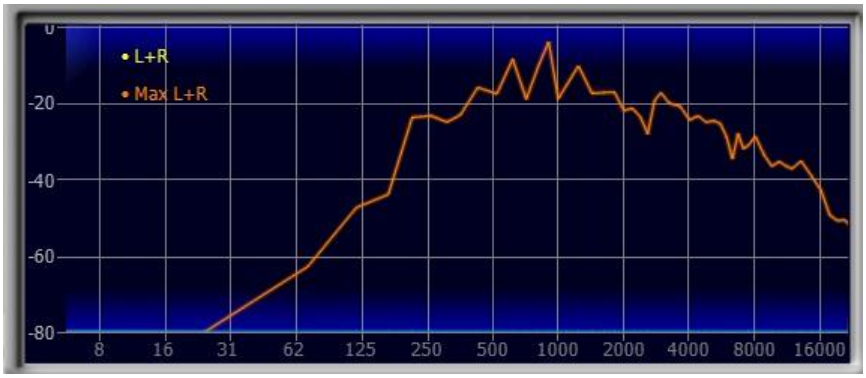
Şekil 70. İran Santuru için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 71. İran Santuru için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



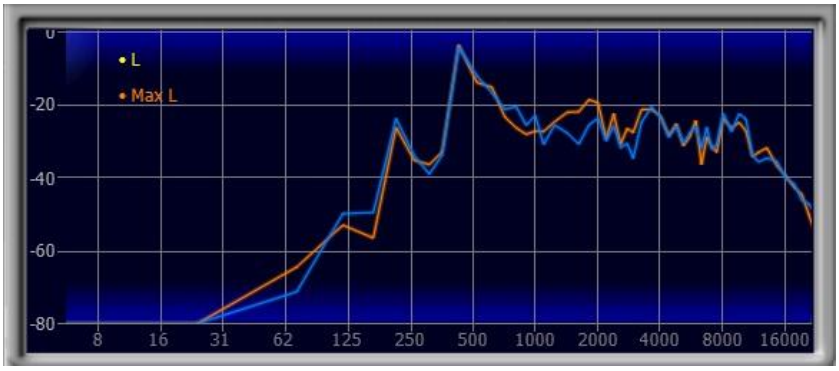
Şekil 72. İran Santuru için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 73. İran Santuru için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

4.3.2 Mandallı Santur Tınısal Analizi

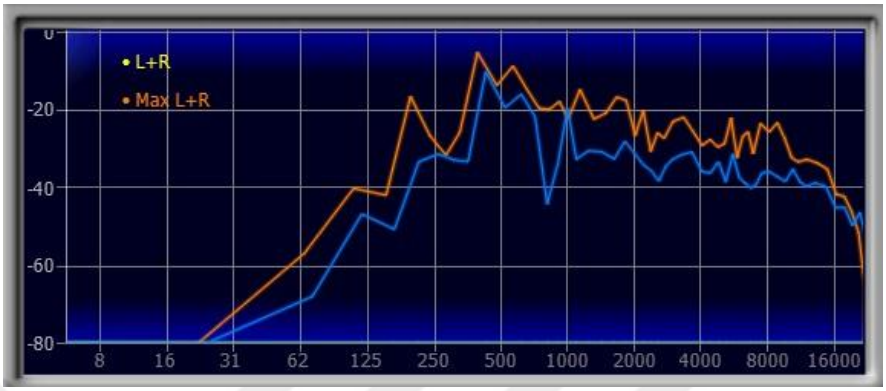
Mandallı Santur için ORTF tekniğinin frekans spektrumu incelendiğinde, sağ ve sol kanallar arasında 250 Hz ve 1 kHz civarında 10 ile 15 dB arasında ciddi farklar olduğunu görmekteyiz. ORTF tekniğinde sağ ve sol kanalların diğer stereo kayıtlara göre daha farklı eğriler çizdiklerini, buradan da yola çıkarak genişlik algısının yani stereo imajın diğer stereo kayıtlara göre daha fazla hissedildiğini söyleyebiliriz.



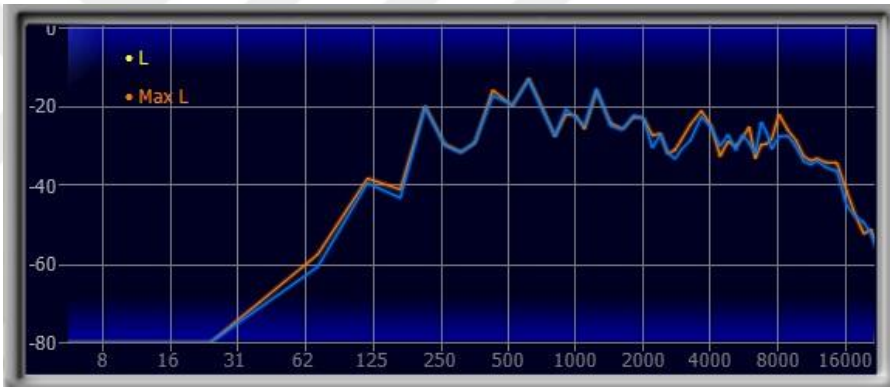
Şekil 74. Mandallı Santur için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

AB tekniğinde, ORTF ve XY teknikleri ile kıyasla, 1 kHz civarında yaklaşık 8 db kadar düşüş görülmektedir. Mandallı Santur için stereo teknikler incelendiğinde XY tekniğinin mono uyumluluğu en yüksek teknik olduğunu söylemek mümkündür. Bu duruma, ses kaynağı olan santurun şeklinin diğer santurlara göre daha dar olması ve XY

tekniğinde mikrofon diyaframlarının üst üste duruyor olmasından kaynaklı faz farklarının en az olması sebep olmaktadır.

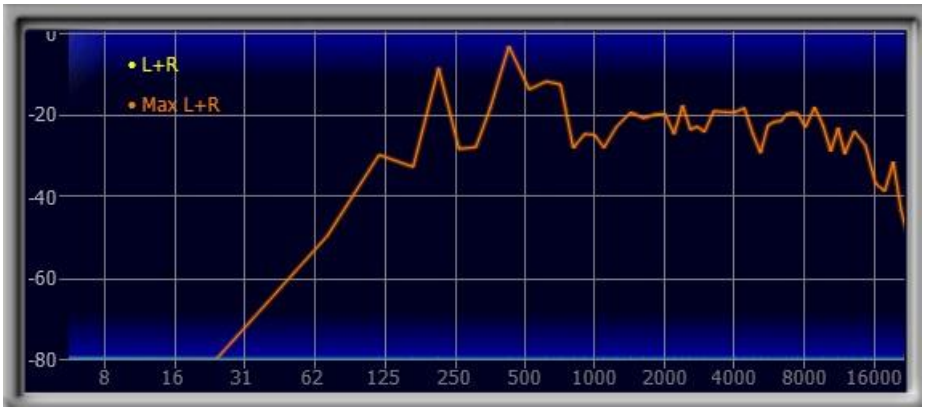


Şekil 75. Mandallı Santur için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

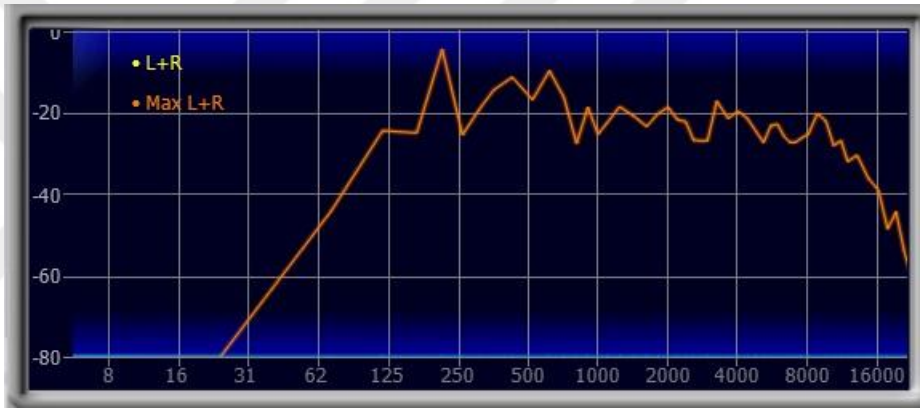


Şekil 76. Mandallı Santur için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

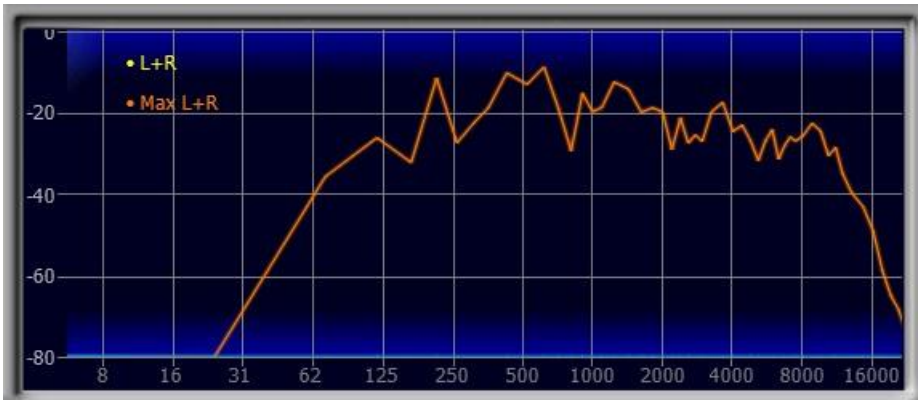
Hem müzisyen hem de genel dinleyici gruplarının tercihlerinde hiçbir mono teknik %50'nin üzerinde tercih edilmese de NT1A ve U87'nin kayıtları biraz daha öne çıkmıştır. Mono tekniklerin frekans spektrumları genel olarak birbirine yakındır. 125 Hz altındaki frekansların en zayıf olduğu mono mikrofonlama U87 ile yapılandır. Bu frekans bölgesinde diğer mikrofonlamalara göre 15 dB kadar bir zayıflık görülmektedir. NT1A'nın frekans spektrumunda ise bas ve tiz frekanslar arasında büyük farklılıklar olmamakla birlikte, doğuşkanlar arasında büyük çöküntüler bulunmamaktadır.



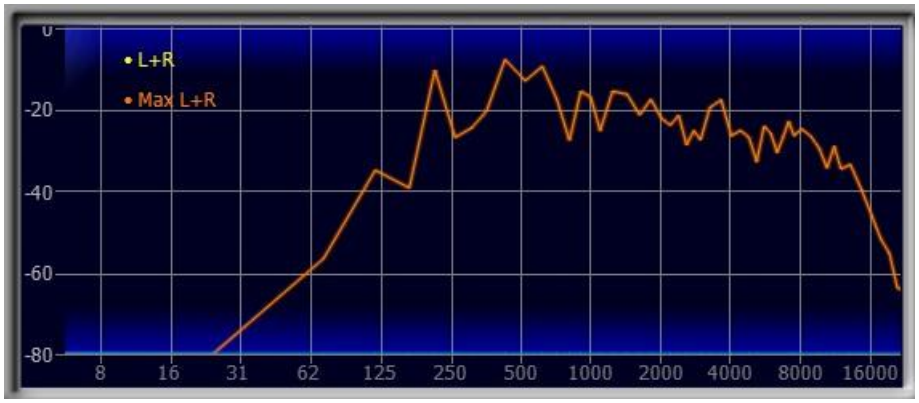
Şekil 77. Mandallı Santur için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 78. Mandallı Santur için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



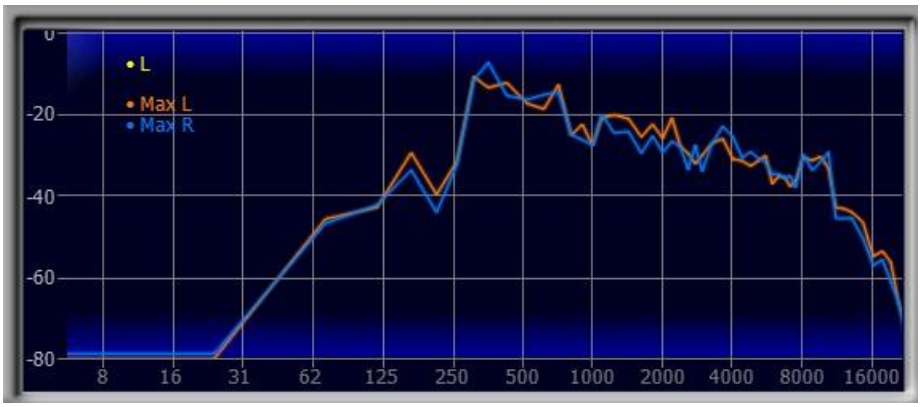
Şekil 79. Mandallı Santur için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



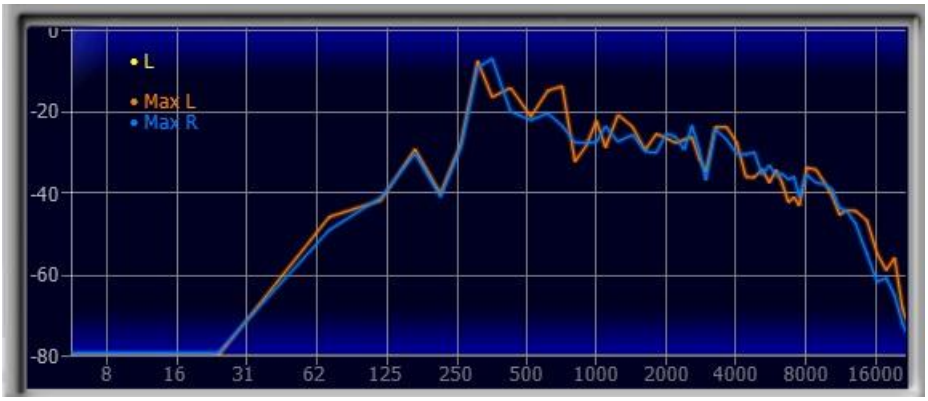
Şekil 80. Mandallı Santur için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

4.3.3 Yunan Santuru Tınısal Analizi

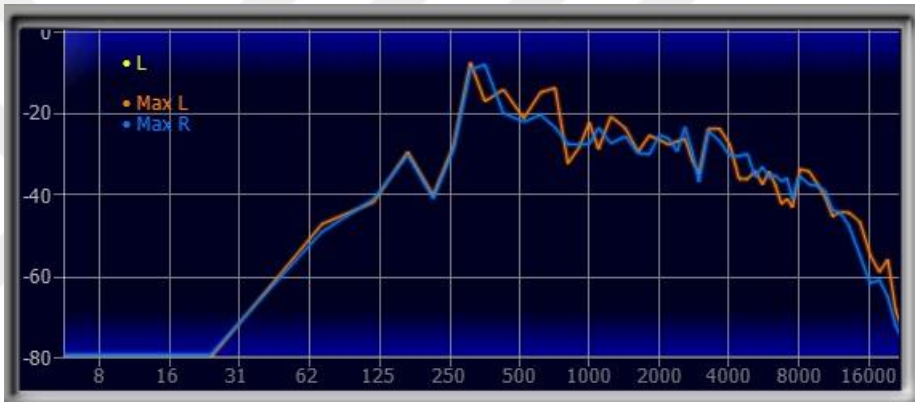
Yunan santurunun frekans spektrumları incelendiğinde, bu santur için diğer santurlardan farklı olarak 60 Hz ile 250 Hz arasındaki bas seslerin de kendisini hissettirdiğini, ancak tiz frekansların diğer iki santurdan farklı olarak daha düşük değerlerde kaldığını söylemek mümkündür. AB tekniğinde sağ ve sol kanallar, ORTF ve XY tekniklerine göre birbirlerine daha yakın performans göstermişlerdir. ORTF ve XY tekniklerinde 500 Hz bölgesinde, sol ve sağ kanal arasında yaklaşık 3 dB'lik bir fark bulunmaktadır.



Şekil 81. Yunan Santuru için AB stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

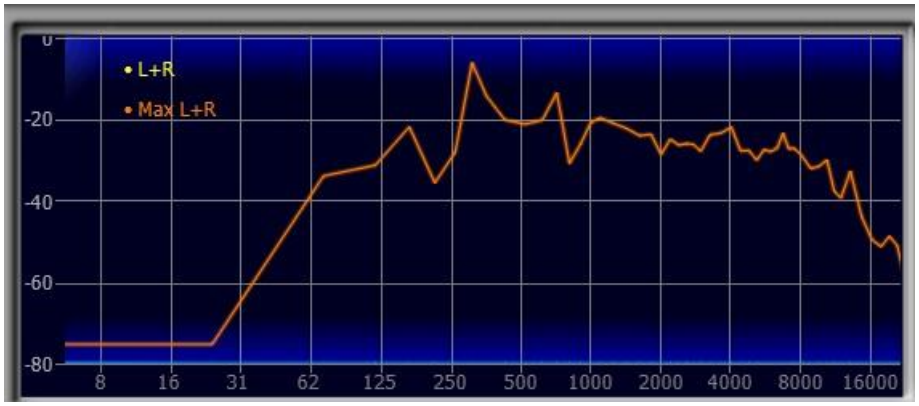


Şekil 82. Yunan Santuru için ORTF stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

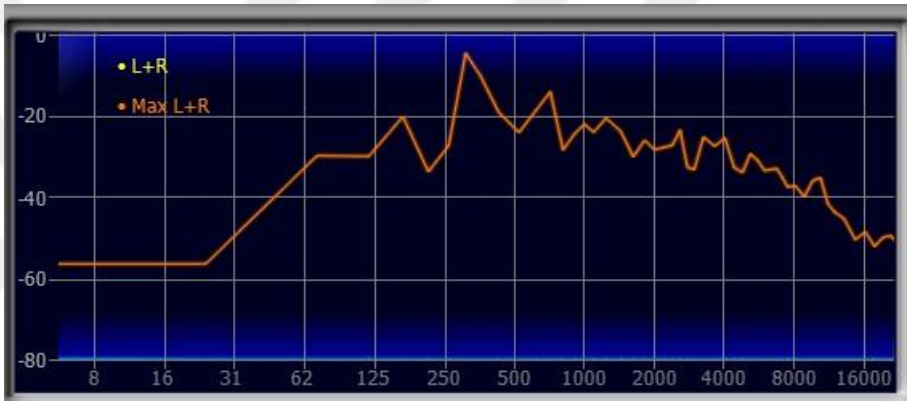


Şekil 83. Yunan Santuru için XY stereo mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

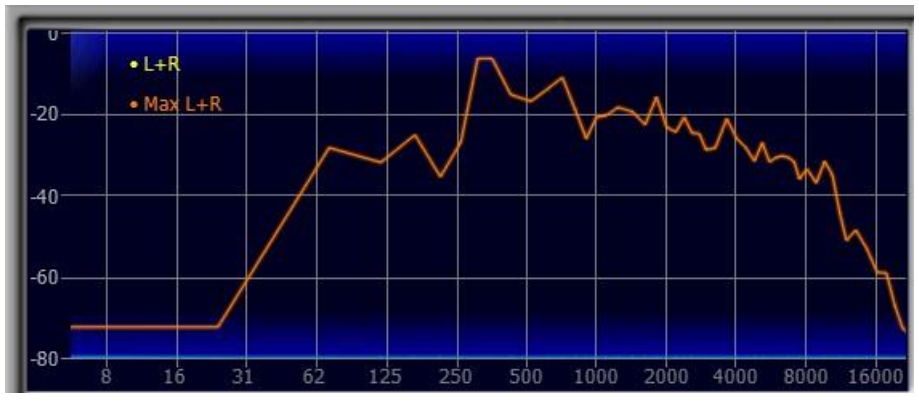
Tüm mono mikrofonlarda 350 Hz civarının diğer frekans bölgelerine göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun tam iki katı olan 700 Hz civarındaki yaklaşık 5 dB'lik yükselme, AT2020, NT1A ve SM57'de belirgin bir şekilde gözlemlenirken bu durum U87 için geçerli değildir. Aynı stereo tekniklerde olduğu gibi mono mikrofonlamalarda da *low-mid* karakter daha ön plandadır.



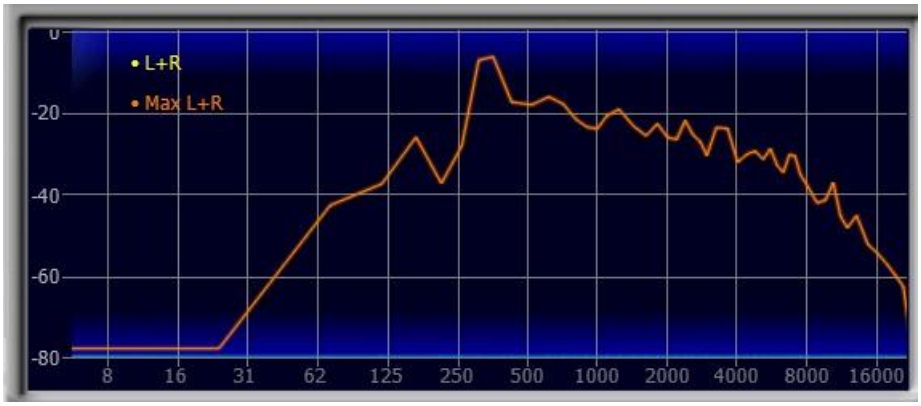
Şekil 84. Yunan Santuru için Audio Technica AT2020 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 85. Yunan Santuru için Rode NT1A mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 86. Yunan Santuru için Shure Sm57 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu



Şekil 87. Yunan Santuru için Neumann U87 mono mikrofonlama tekniğinin frekans spektrumu

SONUÇ

M.Ö. 1600'lü yıllarda Babil medeniyetinde ortaya çıktığı günden bu yana küçük değişimler geçiren santur bugün bile kullanılmaya devam etmektedir. Amerika'dan Çin'e kadar çok geniş bir coğrafyada santur ve santura benzer çalgılar kullanılmaktadır. Bu çalgıların isimleri ve tınıları farklı olsa da hepsi kapalı bir ses kutusuna sahiptir. Ve tellerine "zahme" ya da "mızrap" adı verilen küçük tokmaklarla vurularak çalınmaktadır.

Santurun, XVI. yy.'da Venedikli tacirler tarafından Osmanlıya getirildiği düşünülmektedir. XVIII. yy. itibariyle Osmanlı'da saray ve çevresinde Macar ve Yunan santurlarına benzer alafranga santur yani "simbal"in çalındığı, Anadolu da alaturka santur bir başka deyişle hamaili santurun kullanıldığı bilinmektedir. Akort yapısındaki zorluktan ve kanunun yaygınlaşmasından dolayı zaman içerisinde Osmanlıda oldukça popüler olan bu saz, XX . yy.'a gelindiğinde unutulmaya yüz tutmuştur.

Osmanlıda kullanılan santurlar için bir standardizasyon söz konusu değildir. Farklı ustaların yaptıkları santurların ölçüleri, eşik ve tel sayısı farklılık göstermektedir. Ancak bugüne gelindiğinde Türkiye'de kullanılan santurların büyük bir bölümü İran santurlarıdır. Bu çalışmada da santur tınısının dinleyiciye doğru bir şekilde nasıl aktarılabileceği üzerinde durulmuştur.

Tezin deney bölümüne geçilmeden önce, batı müziği dışında çalgılar için bu alanda yapılmış akademik çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların ortak noktası, çalışmaların sonucunda, mono ya da mono uyumluluğu yüksek stereo kayıtların öne çıkmış olmasıdır. Ancak bizim çalışmamızda ise santur için stereo kayıtların daha ön plana çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi santurun da piyanoya yakın bir şekilde çalınabiliyor, olmasıdır. Biraz daha açmak gerekirse, sol el ile melodi çalınırken sağ el ile de akorları arpej olarak çalmak ya da akorların kök seslerini icraya yansıtmak mümkündür.

Tezin deney bölümünde yapısal özellikleri farklı 3 farklı santur seçilmiştir. Bu santurlar, İran santuru, mandallı santur ve Yunan santurudur. Bu santurlar stüdyo ortamında 3 stereo ve 4 mono teknik ile kaydedilmiştir. Aralarında santur icracılarının da olduğu müzisyenler ve genel dinleyici gruplarında toplamda 28 kişi ile anket çalışması

yapılmıştır. Stereo ve mono kayıtlar önce kendi aralarında, daha sonra katılımcının seçtiği stereo ve mono kayıtlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Anket sonuçlarında hem stereo tekniklerde hem de mono tekniklerde müzisyenler ve genel dinleyici gruplarının tercihleri birbirlerine çok yakındır.

Ancak stereo ve mono karşılaştırılmalarında, İran santurunda, %85 (12 kişi), mandallı santurda %71 (10 kişi) ve Yunan santurunda %78 oranıyla müzisyenler stereo kayıtları tercih ederken, genel dinleyici grubunda bu oran sırasıyla % 57 , %50 ve %50'dir. Buradan müzisyenlerin ya da eğitilmiş kulakların müziği tüm yönleri ile duymak istedikleri değerlendirmesi yapılabilir. Yalnızca çalınan ezgi değil, onun karakteristik özellikleri de müzisyenlerin tercihlerini etkilemiştir.

İran santurunda 1. grupta %57 ile 2. grupta %50 ile en çok tercih edilen stereo mikrofonlama tekniği AB olmuştur. Mandallı Santurda 1.grupta %64 ile 2. grupta da %71, Yunan santurunda her iki grupta da %50lik oranla en çok tercih edilen teknik ORTF'dir.

Mono mikrofonlama tekniklerinin frekans spektrumları incelendiğinde birbirlerine yakın sonuçlar alındığı görülmüştür. Burada bariz farkların olmaması yapılan anketlerde öne çıkan bir mono mikrofonlamanın olmamasına sebep olmuştur.

Tüm kayıtların frekans spektrumları ve anket sonuçları karşılaştırıldığında, kayıtlar ister stereo olsun ister mono olsun, tiz ve *high-mid* frekansların ön planda olduğu kayıtların çoğunluk tarafından tercih edilmediği görülmektedir. 300 Hz'in altında kalan frekans bölgesinde, santur zahmelerinin tellere vuruş sesleri yer almaktadır. Bu frekans bölgesinin çok baskın olmamakla birlikte, kayıtlarda hissedildiğinde ayırt edici bir etkisi olduğu görülmüştür. 300Hz'den 1 kHz'e kadar olan frekans bölgesi, santurun gövdesini yani bu çalgının asıl tınısını barındıran bölümdür. Buradaki frekansları aktarmada başarılı olan kayıtlar, dinleyiciler tarafından tercih edilmiştir. Belirli bir frekans bölgesini öne çıkaran kayıtlardansa bas ve tiz frekansları dengeli bir şekilde dinleyiciye sunabilen kayıtlar anket katılımcıları tarafından başarılı olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın sonunda, tüm santurlarda AB ve ORTF tekniklerinin diğer tekniklere göre daha öne çıktığını, *high-mid* frekansları baskın olan kayıtların hem

müzisyenler hem de genel dinleyici gruplarında tercih edilmediğini söylemek mümkündür.

Kayıt yapılan enstrüman ve kaydı etkileyen faktörler hakkında fikir sahibi olunduğunda, kayıt işlemi teknik bir süreç olmanın ötesinde yaratıcı bir sürecin bir parçasına dönüşür. Kayıt sürecinde, akustik ortam, kullanılan ekipmanlar, icra, gibi birçok farklı değişkenin söz konusu olduğu düşünüldüğünde tek bir doğrudan bahsetmek mümkün değildir.

EKLER

EK 1: Santur Kayıtları CD'si

Stüdyoda kaydedilen İran santuru, mandallı santur ve Yunan santuruna ait, 3 stereo ve 4 mono kaydı içinde bulunduran CD.

EK 2: Müzisyen Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları

Aşağıdaki tabloda, yapılan anket çalışmasında 1. grup katılımcılarının verdikleri yanıtlar ve kısa yorumları paylaşılmıştır. Dinlemelerin ve yapılan tercihlerin ardından, katılımcılardan eklemek istedikleri bir şey varsa yorum yapması istenmiştir. Yorum yapmaları zorunlu kılınmamıştır.

Katılımcı	**İran Santuru**		**Mandallı Santur**		**Yunan Santuru**		**Yorumları**
	Stereo	**Mono**	**Stereo**	**Mono**	**Stereo**	**Mono**	
K1	AB	NT1A	ORTF	NT1A	ORTF	U87	Tercih ettiği kayıtlarda, diğer kayıtlara göre bas ve tiz frekansların daha dengeli olduğunu belirtmiştir.
K1'in stereo-mono tercihi	NT1A		NT1A		ORTF		
K2	AB	NT1A	ORTF	NT1A	AB	SM57	Tercih edilen kayıtların doğrudan santurun tınısını yansıttığını söylemiş, diğer kayıtların ise akustik ortamın özelliklerini yansıttığı, efekt kullanılmış olabileceği gibi yorumlarda bulunmuştur.
K2'nin stereo-mono tercihi	NT1A		ORTF		SM57		
K3	ORTF	AT2020	ORTF	SM57	AB	NT1A	Mid frekansların daha net duyulduğu kayıtları tercih ettiğini belirtmiştir
K3'ün stereo-mono tercihi	ORTF		ORTF		AB		

K4	AB	NT1A	ORTF	U87	ORTF	NT1A	Daha net, daha doğal duyduğu kayıtları tercih ettiğini söylemiştir.
K4'ün stereo-mono tercihi	AB		U87		ORTF		
K5	AB	SM57	ORTF	U87	XY	U87	Daha "parlak" kayıtları tercih ettiğini belirtmiştir.
K5'in stereo-mono tercihi	AB		ORTF		XY		
K6	AB	U87	ORTF	SM57	ORTF	AT2020	Santurların karakterini ve bu santurlarla çalınan ezgiyi baz alarak, çalgıların tınısını daha iyi yansıtan kayıtların tercih edildiğini söylemiştir.
K6'nın stereo-mono tercihi	AB		ORTF		ORTF		
K7	ORTF	U87	AB	SM57	XY	AT2020	Tiz karakterli kayıtları tercih etmediğini söylemiştir.
K7'nin' stereo-mono tercihi	ORTF		AB		XY		
K8	ORTF	SM57	AB	U87	ORTF	AT2020	Geniş panoramaya sahip olan kayıtları tercih ettiğini söylemiştir.
K8'in stereo-mono tercihi	ORTF		AB		ORTF		
K9	ORTF	AT2020	ORTF	U87	ORTF	NT1A	Daha merkezde duyduğu kayıtları tercih ettiğini belirtmiştir.
K9'un stereo-mono tercihi	AT2020		U87		NT1A		
K10	AB	SM57	ORTF	NT1A	XY	AT2020	Detayların daha ön planda olduğu, daha doğal gelen kayıtları tercih ettiğini söylemiştir.
K10'nun stereo-mono tercihi	AB		ORTF		XY		

K11	AB	U87	ORTF	AT2020	AB	AT2020	Kendisi de bir santur icracısı olan K11, genel olarak kayıtlarda bas ve tizin uyumlu olduğunu, daha doğal, daha canlı duyduğu kayıtları tercih ettiğini söylemiştir. Detayların fazla olduğu, efektli gibi duyduğu kayıtları sevmediğini belirtmiştir.
K11'in stereo-mono tercihi	AB		ORTF		AB		
K12	ORTF	SM57	AB	AT2020	ORTF	AT2020	Kendisi de bir santur icracısı olan K12, daha sıcak bulduğu kayıtları tercih ettiğini söylemiştir. Özellikle mid frekans yoğunluğunun hoşuna gittiğini belirtmiştir.
K12'nin stereo-mono	SM57		AB		ORTF		
K13	AB	NT1A	AB	U87	ORTF	U87	
K13'ün stereo-mono tercihi	AB		U87		U87		
K14	ORTF	AT2020	XY	SM57	AB	SM57	Temiz, algılaması kolay
K14'ün stereo-mono tercihi	ORTF		XY		AB		

Şekil 88. Müzisyen Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları

EK 3: Genel Dinleyici Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları

Aşağıdaki tabloda, yapılan anket çalışmasında 2. grup katılımcılarının verdikleri yanıtlar ve kısa yorumları paylaşılmıştır. Dinlemelerin ve yapılan tercihlerin ardından, katılımcılardan eklemek istedikleri bir şey varsa yorum yapması istenmiştir. Yorum yapmaları zorunlu kılınmamıştır.

Katılımcı	İran Santuru		Mandallı Santur		Yunan Santuru		Yorumları
	Stereo	**Mono**	**Stereo**	**Mono**	**Stereo**	**Mono**	
K15	AB	NT1A	ORTF	SM57	ORTF	SM57	
K15'in stereo-mono tercihi	AB		ORTF		ORTF		
K16	AB	NT1A	ORTF	SM57	ORTF	SM57	
K16'nın stereo-mono tercihi	NT1A		SM57		ORTF		
K17	ORTF	NT1A	XY	NT1A	ORTF	AT2020	Tiz seslerin daha ön plan olduğu ve "uzayan seslerin" olduğu kayıtları tercih etmediğini söylemiştir.
K17'nin stereo-mono tercihi	NT1A		NT1A		AT2020		
K18	AB	U87	ORTF	NT1A	AB	NT1A	Daha canlı sound'a sahip kayıtları tercih ettiğini söylemiştir.
K18'in stereo–mono tercihi	AB		ORTF		NT1A		
K19	ORTF	U87	ORTF	AT2020	AB	SM57	
K19'un stereo-mono tercihi	ORTF		ORTF		SM57		
K20	ORTF	U87	AB	U87	ORTF	U87	Tiz seslerin ve detayların daha ön planda olduğu kayıtları tercih etmediğini söylemiştir.
K20'nin tereo-mono tercihi	U87		U87		ORTF		
K21	ORTF	U87	XY	NT1A	ORTF	U87	
K21'in stereo-mono tercihi	U87		NT1A		U87		

K22	XY	NT1A	ORTF	NT1A	AB	U87	Zahmelerin vuruş seslerinin daha az baskın olduğu kayıtları tercih ettiğini belirtmiştir.
K22'nin stereo-mono tercihi	XY		NT1A		AB		
K23	AB	SM57	ORTF	U87	ORTF	U87	
K23'ün stereo-mono tercihi	AB		ORTF		ORTF		
K24	AB	AT2020	XY	NT1A	AB	U87	
K24'ün stereo-mono tercihi	AB		NT1A		U87		
K25	AB	SM57	ORTF	AT2020	AB	AT2020	
K25'in stereo-mono tercihi	SM57		ORTF		AB		
K26	ORTF	NT1A	ORTF	U87	XY	U87	
K26'nın stereo-mono tercihi	ORTF		ORTF		XY		
K27	AB	SM57	ORTF	SM57	ORTF	NT1A	
K27'nin stereo-mono tercihi	AB		ORTF		ORTF		
K28	ORTF	U87	ORTF	NT1A	AB	SM57	
K28'in stereo-mono tercihi	NT1A		NT1A		SM57		

Şekil 89. Genel Dinleyici Anketi Sonuçları ve Kısa Yorumları

KAYNAKÇA

Genel Başvuru Kaynakları

Ayverdi, İ. (2010). *Misalli Büyük Türkçe Sözlük* (3 b.). İstanbul: Kubbealtı Neşriyatı.

Durmaz, S. (2009). *Müzik Teknolojisi ve Audio Terimleri Sözlüğü* (1 b.). İstanbul: Cinius Yayınları.

TDK. (2011). *Büyük Türkçe Sözlük* (11 b.). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Kitaplar

Anar, S. (2020). *Santurname.* İstanbul: Beykoz Belediyesi Kültür Yayınları.

Ballou, G. (2008). *Handbook For Sound Engineers* (4 b.). Burlington, USA: Focal Press.

Bartlett, B., & Bartlett, J. (2009). *Practical Recording Techniques The Step by Step Approach to Professionaş Audio Recording* (5 b.). Burlington: Focal Press.

Eargle, J. (2005). *The Microphone Book* (2 b.). Burlington: Focal Press.

Huber, D., & Runstein, R. (2005). *Modern Recording Techniques* (6 b.). Burlington, USA: Focal Press.

Işıkhan, C. (2013). *Yayıncılıkta Ses Teknolojisi Ve Mikrofonlar*. Ankara: Görünmez Adam.

Önen, U. (2007). *Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri* (10 b.). İstanbul: Çitlembik.

Owsinski, B. (2009). *The Recording Enginerr's Handbook* (2 b.). Boston: CourseTechology.

Talbot-Smith, M. (2002). *Sound Engineering explained* (2 b.). Oxford: Focal Press.

Makaleler

Akkaş , s., & Ziyagil, H. (2021). Ud Çalgısında Mikrofonlama Teknikleri İle İlgili Uzman Görüşleri. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi, 7*(1), s. 117-127.

Delen, H. (2020). Ülkemizde İlk Kayıtlardan Günümüze Geleneksel Türk Müziği Topluluklarında Kullanılan Kayıt Yöntemleri. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal,(Issn: 2630-631X), 6*(28), s. 171-181.

Kakı , S., & Karahasanoğlu, S. (2013). Çalgılar İçin Bir Kayıt Teknikleri Belirleme Metodu Önerisi. *Portre Akademik, Müzikolojide Güncel Yaklaşımlar Özel sayısı*(8), s. 182-197.

Karakaya, F. (2009). Santur. *TDV İslam Ansiklopedisi, 36*, s. 107-109.

Öziş, F., Vergili, S., & Varol, A. (2008). Stüdyo Kayıtlarında Üç Türk Çalgısının Yapay Yansışım Süeresi ve Mikrofonlama Farklılıklarının Belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi Journal of International Social Research, 1*(5), s. 593-604.

Ülker, S. (2009, Mart Nisan). Psalterion'dan Tatlıyatuğan'a... *Türk Dili Dergisi*(13), s. 24-26.

Varol, A., Vergili, S., Işıkhan, C., Kutluk, F., & Öziş, F. (2011). Türk Müziği Çalgılarında Kayıt Yöntemleri Ve Mikrofonlama Teknikleri. *Portre Akademik Müzik Ve Dans Araştırmaları Dergisi*, s. 21-29.

Vergili, S. (2022). Bir Ses Kayıt Stüdyosu İnşaatı Özelinde Stüdyo Akustik Tasarım Süreci. *12. Uluslararası Hisarlı Ahmet Sempozyumu Müzik ve İklim* (s. 482-492). Kütahya: İzge Yayıncılık.

Basılmamış Kaynaklar

Aktükün, B. (2007). *Stüdyo Ortamında Türk Müziği Çalgılarının Kayıt Özelliklerinin Belirlenmesi.* Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Aybar, S. (1994). *Santurun Dünü ve Bugünü.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Delen, H. (2017). *Bağlama Mikrofonlama Teknikleri ve Kompresör Kullanımının Müzik Teknolojileri Eğitimine Katkıları.* Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Güneşer, O. (2019). *Kemençe Tınısının Spektrum Analizi Yöntemiyle İncelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

İlhan, B. (2022). *Kabak Kemane Ses Kitaplığı Örnekleminden Hareketle Mikrofonlama Tekniklerinin Spektral Analizi.* Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.

Tetik, S. I. (2011). *Türk Musikisinde Santur.* Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kakı, S. (2012). *Türk Makam Müziği Çalgılarından Tanbur'un Müzik Prodüksiyonu için Kayıt Yöntem Ve Teknikleri.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Karadoğan, C. (2010). *Türk Makam Müziği İle İlgili Kayıt Yapım Yöntemlerinin İstatistik Yoluyla Değerlendirilmesi: Örnek Olarak Kanun İncelemesi.* Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Koyuncu, Ö. C. (2015). *Doğu Karadeniz Müziği Çalgılarından Kaval, Kemençe ve Tulum İçin Stüdyo Kayıt ve Mikrofonlama Teknikleri.* Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Mazlum, H. (2011). *Türk Müziği Enstrümanlarının Tınısal Özelliklerinin İncelenmesi VE Bu Çerçevede Mikrofonlama Tekniği.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Oflaz, D. (2008). *Günümüzde Ses Kayıt Teknikleri ve Türk Müziği Kayıtlarında Kullanılan Yöntemler.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Öz, O. (2017). *Klasik Gitar Mikrofonlama Teknnikleri.* Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Sarı, A. (1989). *Türkiye'de İlk Santur Metodu, Ney Metodu ve Zya Santur.* Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Sezikli, U. (2007). *Abdülkâdir Merâgî ve Câmiu'l-Elhân'ı.* Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Tamöz, V. (2008). *Bir Müzik Albümü Prodüksiyonu ve Uygulama Aşamaları.* Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

İnternet Kaynakları

500 yıl boyunca yasaklanan bir çalgı "Santur". (2018, Mayıs 4). Ocak 6, 2023 tarihinde Fikriyat: https://www.fikriyat.com/muzik/2018/05/04/500-yil-boyunca-yasaklanan-bir-calgi-santur adresinden alındı

A Fun and Educational Adventure into the Music and Culture of the Eastern Mediterranean! (2020, Temmuz 25). Ocak 2, 2023 tarihinde musicaroundthemediterranean: https://musicaroundthemediterranean.wordpress.com adresinden alındı

AKG C451 B Small-Diaphragm Condenser Microphone. (tarih yok). Şubat 4, 2023 tarihinde Reverb: https://reverb.com/item/37587722-akg-c451-b-small-diaphragm-condenser-microphone adresinden alındı

Cimbalom. (2022, Aralık 16). Ocak 2, 2023 tarihinde Wikipedia: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cimbalom&action=history adresinden alındı

Compare the frequency response of headphones - Direct comparison of graphs. (2023, 3 31). 5 21, 2023 tarihinde RAI: https://reference-audio-analyzer.pro/en/param6.php?&titplace=1&tit_head=1&tit_graph=6&tit_stand=2&tit_channel=2&ls=3&idhp0=529&idclev0=0&report_page=2&old=0&chanell=2&hx=0&hdnx=0&smooth=0&tpdisp=st&idu=0&format=2&vstyle=0&n_canvas=1&lng=eng#gsc.tab=0 adresinden alındı

Haber7. (2011, 3 12). 10 18, 2022 tarihinde https://www.haber7.com/kultur/haber/721651-santurun-dedesi-azeri-sinirinda-bulundu adresinden alındı

Hammered Dulcimer. (2022, Kasım 30). Ocak 2, 2023 tarihinde Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Hammered_dulcimer adresinden alındı

Músicos medievais. (2013, Nisan 30). Şubat 6, 2023 tarihinde Tendências do imaginário: https://tendimag.com/2013/04/30/musicos-medievais/ adresinden alındı

Neumann U 87 Ai Studio Set. (tarih yok). Şubat3 2023 tarihinde Reverb: https://reverb.com/p/neumann-u-87-ai-studio-set adresinden alındı

Performable music in medieval and renaissance art. (2021, Mayıs 19). Şubat 6, 2023 tarihinde Early Music Muse: https://earlymusicmuse.com/performable-music-in-medieval-and-renaissance-art/ adresinden alındı

RCA 77-DX Ribbon Microphone. (tarih yok). Şubat 2, 2023 tarihinde Reverb: https://reverb.com/p/rca-77-dx adresinden alındı

Ressamların Gözünden Osmanlı'da Müzik ve Eğlence. (2017, Ekim 26). Ocak 28, 2023 tarihinde Pera Müzesi: https://www.peramuzesi.org.tr/blog/ressamlarin-gozunden-osmanli'da-muzik-ve-eglence/1512 adresinden alındı

SM58 Vocal Microphone. (tarih yok). 12 11, 2022 tarihinde Shure: https://pubs.shure.com/guide/SM58/en-US adresinden alındı

Stereo. (2021, Temmuz 13). 11 18, 2022 tarihinde Wikiedia: https://tr.wikipedia.org/wiki/Stereo adresinden alındı

The RecordingHacks Microphone Database. (tarih yok). 4 25, 2023 tarihinde RecordingHacks: http://recordinghacks.com/microphones adresinden alındı

Truvalı Cassandre. (tarih yok). 10 21, 2022 tarihinde Wikipedia: https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cassandre_BnF_Français_599_fol._29.jpg adresinden alındı

ÖZGEÇMİŞ

Adı, Soyadı: Deniz Can Ertürk

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim: Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Müzik Teknolojisi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi

Lisans: 2015, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası İlişkiler

Lise: 2009**,** Gaziemir Nevvar Salih İşgören Anadolu Lisesi

İş tecrübesi*:* *Freelance Tonmaister*/ Müzisyen