



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

DİLSİZ KAVALIN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ

ALİ BEDEL

TÜRK MÜZİĞİ ANABİLİM DALI

ARALIK 2017



DİLSİZ KAVALIN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Ali BEDEL

DANIŞMAN Yrd. Doç. Dr. Seher Tetik IŞIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRK MÜZİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2017

Ali BEDEL tarafından hazırlanan “Dilsiz Kavalın Akustik Açından İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Türk Müziği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Seher Tetik IŞIK

Türk Müziği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Başkan : Doç. Dr. Okan Murat ÖZTÜRK

Müzik Bölümü, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Üye : Doç. Dr. Türker EROĞLU

Müzik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum



Tez Savunma Tarihi: 29/12/2017

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Ali BEDEL

29/12/2017

DİLSİZ KAVALIN AKUSTİK AÇIDAN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

ALİ BEDEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Aralık 2017

ÖZET

Türk müziği çalgılarının, konservatuvarlara ve müzik öğretmeni yetiştiren programlara dahil edilmesi, çalgıların üretimi ve eğitimiyle ilgili yöntem tartışmalarını da beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla çalgıların yapı malzemeleri, yapım teknikleri, ölçüleri ve eğitimiyle ilgili konular da ilgi odağı haline gelmiştir. Çalgı üretimi ve eğitimi alanında birlik sağlanabilmesi için yapılan çalışmalardan biriside dilsiz kavallar üzerinedir. Ancak kavalla ilgili olarak yapılan bu çalışmalarda çalgının üretiminde ve eğitiminde birlik sağlanması için çalgının yapısını, çalgıda ses oluşumuna etki eden unsurları ve çalgının akustik özelliklerini ortaya koyan örneklere rastlanmamaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasında çalgıda ses oluşumuna etki eden unsurlar ve çalgının akustik özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada öncelikle, malzeme çeşitliliği, iç çap, dış çap, cin delikleri ve perde delik çapları gibi çeşitli değişkenler göz önünde bulundurularak bu özelliklere haiz kavallar üretilerek değişkenler sabitlenmiş ve akustik ölçüm metotları kullanılarak ortaya çıkan ses, kayıt altına alınmıştır. Daha sonra, farklı üfleme açıları ve üfleme şiddetleri arasındaki değişim, anemometre ve bilgisayar kayıt tekniği ile incelenerek spektrum analizleri yapılmıştır. Ulaşılan bulgulara göre; kaval yapımında, iç çap ve dış çaptaki değişimin, perdeden çıkan sese doğrudan etki ettiği, ayrıca cin delikleri açılmış kavallardan elde edilen armoniklerin ideale en yakın sonuçları ürettiği belirlenmiştir. İcra sırasında oluşan üfleme açısı ve üfleme şiddetindeki değişimlerin, çalgıdan elde edilen frekansların yanı sıra çalgının tınısı üzerinde de değişiklikler yarattığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, ses üretimine etki eden unsurların akustik analiz ile belirlendiği bu çalışmanın, eğitimde ve profesyonel çalgı topluluklarındaki dilsiz kaval icrasında birlik sağlanabilmesi amacıyla, çalgı üretim teknikleri üzerine yapılacak olan standardizasyon çalışmalarına da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bilim Kodu : 401.7.023
Anahtar Kelimeler : Dilsiz Kaval, çalgı yapım, standardizasyon, akustik, analiz
Sayfa Adedi : 129
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Seher TETİK IŞIK



AN ACOUSTIC STUDY OF THE CHIPLESS SHEPHERD'S PIPE

(Master's Thesis)

Ali BEDEL

GAZI UNIVERSITY
FINE ARTS INSTITUTE

December 2017

ABSTRACT

The inclusion of Turkish musical instruments into the curricula of conservatories and music education schools has brought the discussion of this instrument's education into the foreground. Such changes brought people's attention to instruments' materials, production techniques, measurements and how they can be used in education. By doing that, the focus of research has shifted to the material structure, production techniques and measures of the instruments. In its own cultural and environmental formations, the "kaval" (shepherd's Pipe) introduces variety in Turkish music which is supported by its variety found in the measurement of this specific instrument in Turkey. In this thesis study, standardization of the "kaval" is explored in terms of its possible production and use especially in music education. First, a variety of kavals were produced by using different materials and internal and external diameters of the holes were measured after which their sounds were recorded and analyzed by using acoustic measurement methods. Differing angles of blowing and velocity and the differences among these are analyzed by means of a computerized recording technique the result of which are studied through spectrum analyses. Results show that the change in internal and internal diameters affect the sound attained from the kaval. It was also found that those "direction holes" (Tr. Cin delikleri) help giving the sounds in terms of the most ideal harmonics. Furthermore, angles and velocity seem to affect the sound in terms of its frequency and tone. Results also show that the acoustic analyses used in the study to explain the sound production can be especially helpful when music education as a whole and the use of the instrument in professional instrument groups are considered. This study concludes that the standardization of the instrument can be processed at a higher level through such studies.

Science Code : 401.7.023
Key Words : Chipless Shepherd's Pipe, instrument construction, standardization, acoustic, analysis
Number of Pages : 129
Advisor : Asst. Prof. Dr. Seher TETİK IŞIK



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın oluőmasında emeği geçen hocam Yrd. Doç. Dr. Seher TETİK IŞIK'a, katkı ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Okan Murat ÖZTÜRK ve Doç. Dr. Türker EROĞLU'na, verileri elde edebilmek için yaptığım ölçümlerde benden desteğini esirgemeyen Öğr. Gör. Emir DEĞİRMENLİ'ye, deneklerin oluőturulmasındaki yardımlarından dolayı babam Mehmet BEDEL'e ve ailemin diğer fertlerine teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xvii
RESİMLERİN LİSTESİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1. Ses Fiziğinin Temel Özellikleri	7
2.1.1. Akustik ve psikoakustik kavramı	7
2.1.2. Sesin oluşumu	7
2.1.3. Ses dalgası.....	8
2.1.4. Genlik.....	8
2.1.5. Periyot ve frekans.....	9
2.1.6. Dalga boyu	9
2.1.7. Faz.....	10
2.1.8. Tını	10
2.1.9. Armonikler	10
2.1.10. Zarf.....	11
2.1.11. Spektrum	11
2.2. Dilsiz Kavalın Yapısı.....	12
2.3. Dilsiz Kavalda Standardizasyon Arayışları	19
2.3.1. Dilsiz Kaval ölçülerinde standardizasyon arayışları	20



2.3.2. Üfleme ve tutuş pozisyonunda standardizasyon arayışları	24
3. YÖNTEM.....	29
3.1. Veri Toplama Teknikleri ve Analizi	29
4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	39
4.1. Kavalın Fiziksel Yapısına İlişkin Bulgular.....	39
4.1.1. Kaval yapımında kullanılan malzemenin standardizasyona etkisi	39
4.1.2. Kavalda dış çapın standardizasyona etkisi.....	43
4.1.3. Kavalda iç çapın standardizasyona etkisi.....	45
4.1.4. Kavalda perde delik çaplarının standardizasyona etkisi	47
4.1.5. Cin deliklerinin standardizasyona etkisi	48
4.2. Üfleme Tekniği ve Tutuş Pozisyonuna İlişkin Bulgular	49
4.2.1. Üfleme açısının standardizasyona etkisi	49
4.2.2. Üfleme şiddetinin standardizasyona etkisi.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR	61
EKLER.....	63
EK-1. Akustik Ölçümler Sırasında Kullanılan Kavalların Fiziksel Özellikleri ve Elde Edilen Verilerin Sonuçları	65
ÖZGEÇMİŞ.....	129



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 2.1. Cafer Açın II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri	20
Çizelge 2.2. Sinan Çelik II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri	21
Çizelge 2.3. Cihan Yurtçu II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri	21
Çizelge 2.4. Fedai Tekşahin II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri	22
Çizelge 2.5. Mehmet Bedel II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri	23
Çizelge 4.1. Farklı malzemelerden oluşturulan kavalların armonikleri	40
Çizelge 4.2. Farklı ağaç malzemelerden oluşturulan kavalların armonikleri.....	41
Çizelge 4.3. Aynı ağaç malzemedden oluşturulan kavalların armonikleri	42
Çizelge 4.4. Farklı et kalınlıklarında yapılmış kavalların armonikleri	43
Çizelge 4.5. Dış Çap kalınlığının perde delikleri üzerinde oluşturduğu armonikler.....	44
Çizelge 4.6. Farklı iç çaplarda oluşturulan kavalların armonikleri.....	45
Çizelge 4.7. İç çapın perde delikleri üzerinde oluşturduğu armonikler	46
Çizelge 4.8. Farklı çaplarda oluşturulan perde deliklerinin armonikleri	47
Çizelge 4.9. Cin deliklerinin oluşturduğu armonikler.....	48
Çizelge 4.10. 60 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri.....	50
Çizelge 4.11. 50 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri.....	51
Çizelge 4.12. 40 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri.....	52
Çizelge 4.13. 30 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri.....	53
Çizelge 4.14. 1,31 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri.....	54
Çizelge 4.15. 2,47 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri.....	55
Çizelge 4.16. 3,4 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri	56
Çizelge 4.17. 4,3 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri	57



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 3.1. Kavalın ağız kısmına vurularak elde edilen ses spektrumu.....	33
Şekil 4.1. Farklı malzemelerden oluşturulan kavalların ses spektrumları (1-K, 2-M, 3-Y).....	40
Şekil 4.2. Farklı ağaç malzemelerden oluşturulan kavalların ses spektrumları (4-K, 5-M, 6-Y)	41
Şekil 4.3. Aynı ağaç malzemedden oluşturulan kavalların ses spektrumları (7-K, 8-M, 9-Y).....	42
Şekil 4.4. Farklı et kalınlıklarında oluşturulan kavalların ses spektrumları (10-K, 11-M, 12-Y).....	43
Şekil 4.5. Dış çap kalınlığının perde delikleri üzerinde oluşturduğu ses spektrumları (30-K, 31-M, 32-Y)	44
Şekil 4.6. Farklı iç çaplarda oluşturulan kavalların ses spektrumları (13-K, 14-M, 15-Y, 16-S).....	45
Şekil 4.7. İç çapın perde delikleri üzerinde oluşturduğu ses spektrumları (17-K, 18-M, 19-Y, 20-S)	46
Şekil 4.8. Farklı çaplarda oluşturulan perde deliklerinin ses spektrumları (21-K, 22-M, 23-Y, 24-S, 25-T).....	47
Şekil 4.9. Cin deliklerinin oluşturduğu ses spektrumları (26-K, 27-M).....	48



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 2.1. Tam perdeli dilsiz kaval olan çığırtma	12
Resim 2.2. Dilsiz kavalın yapısı.....	14
Resim 2.3. I. Pozisyon dilsiz kavalın ses tablosu ve doğuşkanlar	16
Resim 2.4. II. pozisyon dilsiz kavalın ses tablosu ve doğuşkanlar	18
Resim 3.1. Kavalın ağız kısmına parmak ile vurulması	30
Resim 3.2. B&K 4189-A-021 mikrofon ve ön yükselticisi	31
Resim 3.3. B&K 3050-A-060 veri toplama modülü.....	31
Resim 3.4. B&K 7781-N6 Pulse Access FFT analiz yazılımı	32
Resim 3.5. Kavalın üfleme şiddeti ve üfleme açısındaki değışimin belirlenmesi	34
Resim 3.6. AKG – CK91-SE300B mikrofon.....	34
Resim 3.7. Focusrite Scarlett 2i2 MK2 ses kart.....	35
Resim 3.8. PCE-423 anemometre hava hızı ölçer.....	36
Resim 3.9. Cubase 5 ses kayıt yazılımı.....	36
Resim 3.10. iAnalyzer FFT analiz yazılımı	37
Resim 4.1. 60 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi.....	50
Resim 4.2. 50 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi.....	51
Resim 4.3. 40 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi.....	52
Resim 4.4. 30 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi.....	53
Resim 4.5. 1,31 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi	54
Resim 4.6. 2,47 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi	55
Resim 4.7. 3,4 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi	56
Resim 4.8. 4,3 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi	57



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm

Santimetre

db

Desibel

hz

Hertz

m/s

metre/saniye

mm

Milimetre

Açıklamalar

Kısaltmalar

DTMK

Devlet Türk Musikisi Konservatuvarı

FFT

Fast Fourier Transform

İTÜ

İstanbul Teknik Üniversitesi

K

Kırmızı

M

Mavi

S

Sarı

T

Turuncu

THM

Türk Halk Müziği

TMDK

Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı

Y

Yeşil

1. GİRİŞ

Türk müziği zengin bir çalgı çeşitliliğine sahip olmakla beraber, çalgıların tarihi ve gelişimi konusundaki bilgiler oldukça sınırlıdır. Özellikle çalgıların ses özellikleri ve üretim teknikleri hakkında yapılan bilimsel çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Nitekim bu durum Türk müziği nefesli çalgılarından biri olan dilsiz kaval içinde geçerlidir. Anadolu’da geleneksel olarak icra edilen dilsiz kavalın, İTÜ TMDK’nın kurulmasıyla birlikte eğitim faaliyetleri içinde yer alması, çalgı eğitiminde yöntem arayışlarını da beraberinde getirmiştir. Özellikle müzik eğitiminde ve toplu icralarda birlik sağlanabilmesi amacıyla kavalın yapım ve icra özellikleri üzerine yapılan çalışmaların ağırlık kazandığı görülmektedir. Günümüzde kaval yapımcılarının çalgının yapımında kullandıkları yöntemler, deneme yanılma yolu ve profesyonel icracıların çabaları ile ortaya çıkan üretim teknikleri ile sınırlıdır. Ancak çalgının üretim aşamasında ve eğitimi sırasında meydana gelen kişisel farklılıklar, kaval ölçülerinde farklılaşmasına neden olmaktadır. Kavalın ölçülerini, dolayısıyla fiziki yapısını etkileyen bu farklılaşma aynı zamanda çalgılardan üretilen seside etkilemektedir. Bu nedenle, kavaldan elde edilen seslerde çalgıdan üretilen sesin oluşum süreçlerini bilimsel temeller ve ölçütler altında ortaya koymaya çalışan akustik biliminin inceleme alanına girer. Dolayısıyla çalgıların standardize edilmesi için yapılacak olan çalışmaların bilimsel temellere dayandırılması gerekmektedir.

Dünya genelinde, çalgıların standardizasyonu üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, genellikle batı müziği çalgıları üzerine yoğunlaşmış olup, özellikle keman üretim teknikleri ve ses özellikleri konusunda oldukça ilerleme sağlanmıştır. (Değirmenli, 2014, s. 3). Çalgılardan veya çalgıları oluşturan ses tablaları gibi kısımlardan elde edilen titreşimleri ölçmek veya analiz etmek suretiyle çalgıları standardize etmeye yönelik çalışmaların ud, kanun, tanbur, bağlama gibi çeşitli çalgılar üzerine uyarlandığı örneklere rastlanmaktadır. Bu çalışmada da dilsiz kaval çalgısının icrasında ve eğitiminde bir standart oluşturulabilmesine fayda sağlayacağı düşünülen dilsiz kavalın akustik özellikleri ortaya koymaya çalışılmıştır.

Problem Durumu

Dilsiz kavalda ses üretimine etki eden unsurlar nelerdir?

Alt Problemler

1. Türkiye’de üretilen dilsiz kavalların yapısı nasıldır?
2. Günümüzde kullanılan dilsiz kavalların ölçüleri bakımından nasıl bir çeşitlilik karşılanmaktadır?
3. Kaval eğitiminde kullanılan üfleme ve tutuş pozisyonları nasıl bir çeşitlilik göstermektedir?
4. Dilsiz kaval yapımında kullanılan malzemelerin ses üretimine etkisi var mıdır?
5. Dilsiz kavalda dış çap, iç çap, perde delik çapları ve cin deliklerinin ses üretimine etkisi nedir?
6. Dilsiz kavalda tutuş açıları ve üfleme şiddetinin ses üretimine etkisi nedir?

Araştırmanın Amacı

Bu çalışma öncelikle kaval çalgısının akustik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Böylelikle dilsiz kavalın eğitim ve profesyonel çalgı topluluklardaki icrasında birlik sağlanabilmesi için çalgı üzerine yapılacak olan standardizasyon çalışmalarına da fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Önemi

Kaval çalgısından elde edilen ses, boru içindeki havanın yapmış olduğu titreşimler sayesinde oluşan dalgalardan kaynaklanmaktadır. Bu dalgaların, ses üretimi ve tını bakımından düzenli frekanslar üretebilmesi için, çalgıdaki yapısal değişkenler büyük önem taşımaktadır. Dilsiz kavalda üretim ve standardizasyon arayışları üzerine yapılan çalışmalar incelendiği zaman, kavalın perde ölçüleri, perde delik çapları, dış çapları ve iç çapları gibi yapısal özelliklerin konu edilmiş, fakat çalgının bu fiziksel özelliklerinin sesin oluşumu üzerindeki etkileri sayısal verilerle ifade edilmemiştir. Ancak, kaval eğitiminde ve profesyonel çalgı topluluklarındaki icrasında birlik sağlanabilmesi açısından, kavalda ses oluşumuna etki eden unsurların akustik

analizlerle kaydedilerek incelenmesi çalgı üretiminde standartların sağlanmasına yönelik çalışmalara da katkı sağlaması açısından önem arz etmektedir.

Varsayımlar

1. Çalışmada kullanılacak yöntemin, araştırmanın amacına ve problemin çözümüne uygun olduğu,
2. Veri toplamak için ulaşılan kaynakların araştırma için yeterli olduğu,
3. Araştırmada kullanılacak olan malzemelerin çalgı yapımı ve araştırma için uygun olduğu,
4. Seçilen ölçüm yöntemlerinin araştırma için yeterli ve güvenilir olduğu varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

1. Konuya kaynaklık edebilecek, ulaşılabilen tüm metotlar, tezler ve kitaplarla sınırlıdır.
2. Deneylemlerden elde edilen verilerin doğruluğu, stüdyo koşullarında kullanılan ölçüm cihazlarının hassasiyeti ile sınırlıdır.
3. Deneylemler için kullanılacak malzemeler, Burdur'da yetişen erik, kayısı ve ardıç ağaçları, eşit özellikler barındıran plastik ve alüminyum borular ile sınırlıdır.
4. Deneylemler için kullanılacak olan kavallar özel olarak açılmış, otuz adet kaval ile sınırlıdır.

İlgili araştırmalar

Değirmenli (2017) tarafından hazırlanan “Telli Çalgı Yapımında Kullanılan Titreşim Ölçüm Tekniklerinin Deneysel Analizi” isimli çalışmasında, Autacity programından elde edilen spektrum analizleri ile Pulse-FFT analiz yazılımından elde edilen frekans tepki fonksiyonları karşılaştırılmış, elde edilen bulgulara dayanarak, çalgı yapım atölyelerinde rahatlıkla kullanılacak ölçüm yöntemlerinin, Chladni metodu ve spektrum analizi olduğu sonucuna varılmıştır.

Değirmenli (2017) tarafından hazırlanan “Türk Müziği Telli Çalgılarının Akustik Analizlerinde Kullanılan Yöntemler” isimli çalışmada, telli çalgılarının akustik özelliklerinin araştırılması amacıyla kullanılan titreşim ve ses analiz yöntemleri incelenmiş ve bu analizlerden, ses yayılım ve uzun süreli ortalama spektrum ölçümleri, Türk müziği çalgılarından ud, tanbur ve kanun üzerinde uygulanmıştır.

Değirmenli (2014) tarafından hazırlanan “Akustik Ölçüm Teknikleri Kullanarak Üretilen Ud Ses Tablasının Titreşim Özelliklerinin Kontrolü Üzerine Yeni Bir Yöntem Önerisi” isimli yüksek lisans tezinde, öncelikle ud ses tablası ve balkonların üretiminde kullanılacak ağaç malzemenin ses tabla kalınlığı ve balkon yükseklikleri önerilmiş. Sonrasında ses tablasının titreşim özellikleri Chladni ve Tapping metodları ile belirlenmiştir.

Yıldırım (2012) tarafından hazırlanan “Ud Çalgısının İcrası İçin Oluşturduğu Yapısal Sorunlardan Eşik” isimli yüksek lisans tezinde, udun icracısı için oluşturduğu yapısal sorunlar araştırılmıştır. Bu sorunlar teknenin form büyüklüğü, ses tablasına açılan üç ses deliği ve özellikle üzerinde durulan eşik problemleridir.

Gökbudak (2011) tarafından hazırlanan “Klasik Türk Müziği Çalgılarından Kanun ve Tamburun Tonal Karakteristiklerinin Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezinde ise çalgıların frekans aralıkları ve davranışları, seslerinin armonik yapıları, formatları, ses basınç düzeyleri ve yönelme özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Yılmaz ve Belenli (2011) tarafından hazırlanan “Kanun’da Ses Tablası Kalınlığının Tını Üzerine Etkisinin Analizi” isimli çalışma da dört farklı kalınlıkta hazırlanan ses tablası çalgının sesi ve tınısı üzerine yapılan ölçümlerle ses tablasının akustik etkileri araştırılmıştır.

Erdiş (2006) tarafından hazırlanan “Bağlamanın Akustik Açısından İncelenmesi ve Geliştirilmesine İlişkin Yeni Yaklaşımlar” isimli yüksek lisans tezinde, bağlamanın akustik özelliklerinin anlaşılması amacıyla seslerin frekans ve titreşim analizleri yapılmış, bağlamanın akustik özelliklerinin geliştirilmesi için ses tablasının

balkonlarla ve ses delikleriyle inşa edilmesine dayanan yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

Bozkır (2002) tarafından hazırlanan “Bağlamada Malzeme – Tını İlişkisi ve Dinamik Analizler” isimli yüksek lisans tezinde ilk olarak bağlamayı oluşturan bölümler, yapımında izlenen yöntemler ve malzeme seçimleri ele alınmış. Daha sonra tını analizleri için aynı yapımcı tarafından üretilen üç farklı bağlamadan elde edilen tını farklılıkları incelenmiştir.

Taşoğlu (1997) tarafından hazırlanan “Tamburda Kullanılan Ses Tablalarında Rezonans Özelliklerinin İncelenmesi” isimli yüksek mühendislik tezinde, tamburun yapım tekniği ve kullanılan ağaç malzemeler hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra farklı ağaç çeşitlerinden üretilen ses tablaları, tambura takılarak tını analizleri yapılmıştır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ses Fiziğinin Temel Özellikleri

Bu bölümde ses fiziği ve içeriği hakkında temel bilgiler verilmiş, yapılan çalışmanın anlaşılabilir olması için gerekli tanımlamalar yapılmıştır.

2.1.1. Akustik ve psikoakustik kavramı

Akustik, ses dalgalarının oluşumunu, yayılımını ve algılanmasını inceleyen bilim dalıdır. Ses fiziğinin temelini oluşturan akustik bilimi günümüzde müzik, mimari, mühendislik gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Akustik kavramını incelerken, sadece fiziksel akustiği ele almak yanlış bir kavram olacaktır. Çünkü ses işitme sistemi aracılığıyla beyinde oluşan bir olgudur. Psikoakustik, işitme sistemi tarafından algılanan seslere karşı oluşan nesnel tepkileri, kendine özgü deney ve ölçümler aracılığıyla inceleyen bilim dalıdır. Bir başka deyişle, kulağa gelen seslerin neden olduğu fiziksel ve psikolojik tepkiler arasındaki ilişkiyi araştırır (Ergül, 2006, s. 138).

2.1.2. Sesin oluşumu

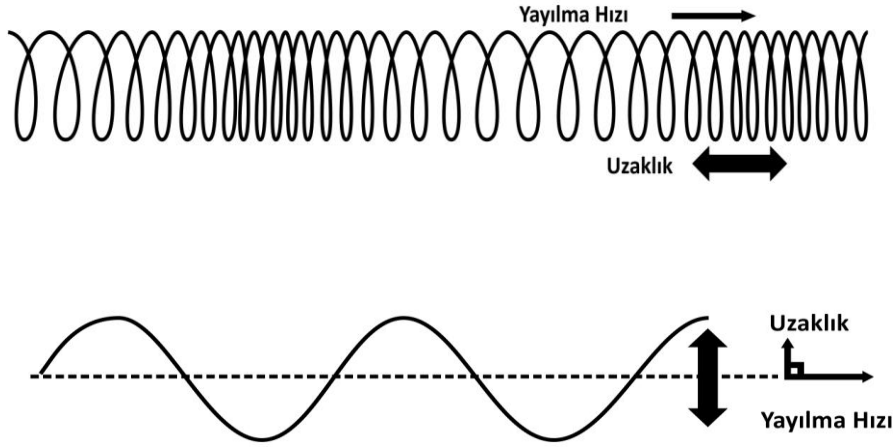
Akustik bilimine göre ses; katı, sıvı ve gaz gibi elastik ortamlarda yayılan mekanik titreşimlerdir. Psikoakustik açıdan, oluşan bu titreşimlerin ses olarak tanımlanabilmesi için işitme sisteminin uyarılması gerekmektedir.

Ses, çalgı, diyafron, motor gibi çeşitli kaynakların titreşimleri sayesinde üretilir ve katı, sıvı ve gaz gibi ortamlarda yayılarak herhangi bir işitme sistemi tarafından algılanır. Dolayısıyla, bir sesin varlığının kabul edilebilmesi için, titreşimleri oluşturacak bir ses kaynağına, bu titreşimlerin kulağa kadar aktarılmasını sağlayacak iletici ortama ve duyum sağlanabilmesi için bir işitme sistemine ihtiyaç duyulmaktadır (Zeren, 1995, s. 11).

2.1.3. Ses dalgası

Ortamın herhangi bir bölgesinde oluşan bir hareket, maddenin esnekliği nedeniyle, diğer bölgelerinde hareket etmesine neden olur. Bir ortamda ilerleyen bu hareketler bütününe dalga denir. Dalga hareketinin daha iyi açıklanabilmesi açısından en bilinen örnek su dalgasıdır. Durgun bir hale bulunan su dolu havuza taş atıldığı zaman, taşın düştüğü yeri merkez alan çukur ve tümsek şeklinde dalgaların oluştuğu görülecektir. Bu dalgalar gittikçe genişleyerek ilerler. İlerleyen bu dalgalar, sarsıntıyla birlikte iletilen enerjidir. Su kütleleri dalga ile hareket etmez, sadece oldukları yerde inip çıkma hareketi yaparlar (Zeren, 1995, s. 64).

İlerlediği ortamda yaptığı titreşim hareketlerine bağlı olarak iki farklı dalga hareketi görülmektedir. Dalganın hareket doğrultusu ile ortam taneciklerinin titreşim doğrultusu aynı ise bu dalgalara boyuna dalgalar, titreşim ile hareket doğrultusu birbirine olduğu dalgalar ise enine dalgalardır (Şekil 2.1.) (Zeren, 1995. s. 66).



Şekil 2.1. Enine ve boyuna dalgalar (Kartal, 2011, s. 30)

2.1.4. Genlik

Ses dalgalarının, iletken ortamda yayılmasıyla birlikte, sıkışma ve genişleme bölgeleri oluşur. Bu sıkışma ve genişleme bölgelerinin referans seviyesine göre uzaklığına genlik adı verilir (Şekil 2.2.).

Genlik sesin gürlüğü ile doğru orantılıdır. Genlik ne kadar büyükse, gürlük de o oranda büyüktür. (Tarikci, 2015, s. 21)

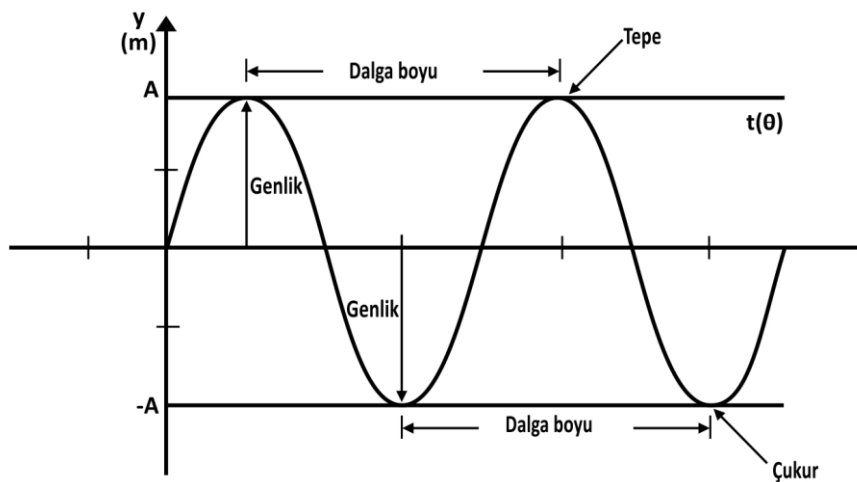
2.1.5. Periyot ve frekans

Dalga hareketinin sürekli kendini tekrarlaması, belirli aralıklarla tümsek ve çukurlar oluşturmaktadır. Bu zaman içinde tekrarlanan ses dalgasının bir çevrimini tamamlaması için geçen süre periyot olarak adlandırılır. Birimi saniyedir ve “T” ile gösterilir (Değirmenli, 2014, s. 14).

Frekans, bir saniye içinde yaptığı titreşim sayısıdır. Birim olarak Hertz (Hz) kullanılır ve “f” ile gösterilir. Frekans ile periyot arasında ters bir oran vardır ve $T=1/f$ bağıntısı ile gösterilir (Önen, 2007, s. 24).

2.1.6. Dalga boyu

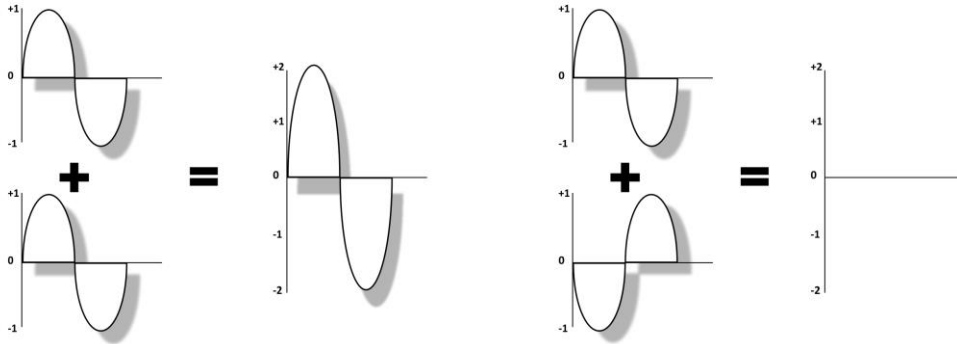
Dalga boyu, ses dalgalarının bir çevrimi tamamlaması sonu oluşan başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki uzaklık olarak tanımlanmaktadır. İki tepe nokta veya iki çukur değer arasındaki mesafe (Bkz. Şekil 2.2.) dalga boyunu olarak adlandırılır ve “ λ ” (lambda) simgesi ile gösterilir. Dalga boyunun, ses hızı ve frekans ile ilişkisi $\lambda = v/f$ bağıntısı ile bulunur. (Kartal, 2011, s. 32)



Şekil 2.2. Dalga boyu ve genlik kavramlarının gösterimi

2.1.7. Faz

Belirli zaman farkı ile oluşan iki veya daha fazla dalga şeklinin arasındaki gecikme, faz olarak ifade edilir. İki dalganın genlik tepe noktaları zaman içinde aynı noktalarda ise birbirlerini güçlendirir, tepe noktaları zıt fazda bulunan (aralarında 1800 faz farkı bulunan) dalgalar ise birbirini sönümlendirirler (Şekil 2.3) (Değirmenli, 2014, s. 16).



Şekil 2.3. İki dalga arasındaki faz ilişkisinin gösterimi (Huber ve Runstein, 2009, s. 50)

2.1.8. Tını

Tını, farklı şiddet ve frekansa sahip sesleri birbirinden ayırt etmemizi sağlayan özelliktir. Bu özellik sayesinde aynı ses şiddetinde, aynı perdeden çalınan farklı çalgıların sesleri birbirinden ayırt edilebilir. Tını, ses rengi olarak da tanımlanır.

Tını, temel frekans ile kısmi frekansların üst üste binmesi ile oluşur. Bu nedenle tınıyı belirleyen en önemli özellikler sesin armonikleri ve ses zarfıdır (Önen, 2007, s. 31).

2.1.9. Armonikler

Kulağımıza gelen bir notayı tek bir ses olarak duyarız. Ancak iki farklı enstrümanın, aynı şiddette, aynı notaları bastığımızı düşündüğümüz zaman birbirinden farklı enstrümanlar olduğunu algılayabilmekteyiz. Bunun temel nedeni tınının oluşumunu sağlayan sinüs dalgaları ve diğer frekansların üst üste binmesidir. Enstrümanın ürettiği nota temel frekans olarak adlandırılmaktadır. Ancak enstrüman temel

frekansa bağılı olarak kısmi frekanslar üretir. Temel frekansın tam katları ile çarpımı olan kısmi frekanslar armonik olarak adlandırılmaktadır (Önen, 2007, s. 31). Başka bir deyişle, enstrüman 440 Hz la sesini çaldığı zaman, 440 Hz frekansında üretilen sinüs dalgasına temel frekans adı verilir. Temel frekans ve 440 Hz'in katlarını içeren diğer seslere ise armonik adı verilir (Şekil 1.4.) (Tarikci, 2015, s. 26).

2.1.10. Zarf

Sesleri birbirinden ayırmamızı sağlayan tek etken tını değildir. Tınının belirlenmesinde, armonik yapının dışında ses zarfından da faydalanılır. Ses zarfı, bir ses dalgasının, genliğinin (ses yüksekliğinin) zaman içindeki değişimidir.

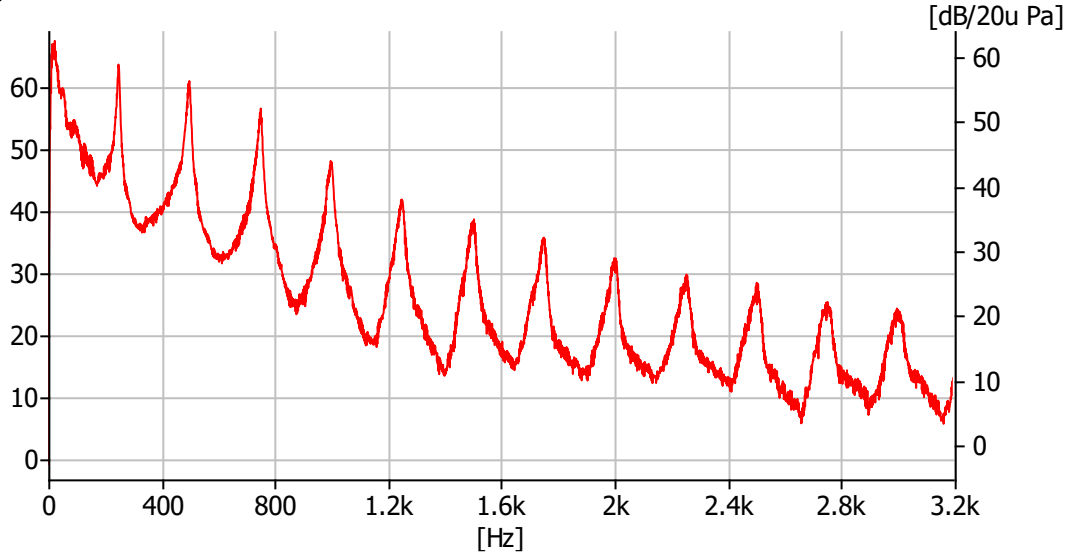
Ses zarfı dört bölümden oluşur;

1. Attack (Atak), sesin başlayıp seviye olarak en üst noktaya ulaştığı bölümdür. 'A' harfi ile gösterilir.
2. Decay (Düşüş), sesin üst noktadan uzama seviyesine düştüğü bölümdür. 'D' harf ile gösterilir.
3. Sustain (Uzama), Sesin uzadığı bölümdür. 'S' harfi ile gösterilir.
4. Release (Serbest Bırakma), ses seviyesinin zaman içinde azalıp kaybolmasıdır. 'R' harfi ile gösterilir (Değirmenli, 2014, s. 18).

2.1.11. Spektrum

Kulağımıza gelen sesler, temel frekans ve kısmi frekansların birleşmesi ile oluşan armoniklerden meydana gelmektedir. Bu armoniklerin tını üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için, armonikler arasındaki frekans, genlik ve faz farklarını da ayrıca ele almak gerekmektedir.

Bir sesin içerisinde bulunan armonik sayısı, bu armonikler arasındaki frekans ve genlik değişimlerini içeren bilgiye spektrum, bunu gösteren grafiğe (Bkz. Şekil 1.4) ise spektrum görüntüsü adı verilir.



Şekil 2.4. 27 numaralı kavalın ses spektrumu ve armonikleri

2.2. Dilsiz Kavalın Yapısı

Dilsiz kaval, morfolojik yapısı itibari ile içi boş, iki ucu açık silindirik tüp (boru) biçiminde olan, nefesli bir çalgıdır. Ses çıkarmaya yarayan dilli bir yapısı bulunmayan bu iki ucu açık kavalların yapımında genellikle erik, kayısı, ardıç, badem gibi ağaçlar tercih edilmektedir. Kolay temin edilebilmesi bakımından günümüzde plastikten, metalden ve kamıştan yapılan kavalların olduğu da görülmektedir.

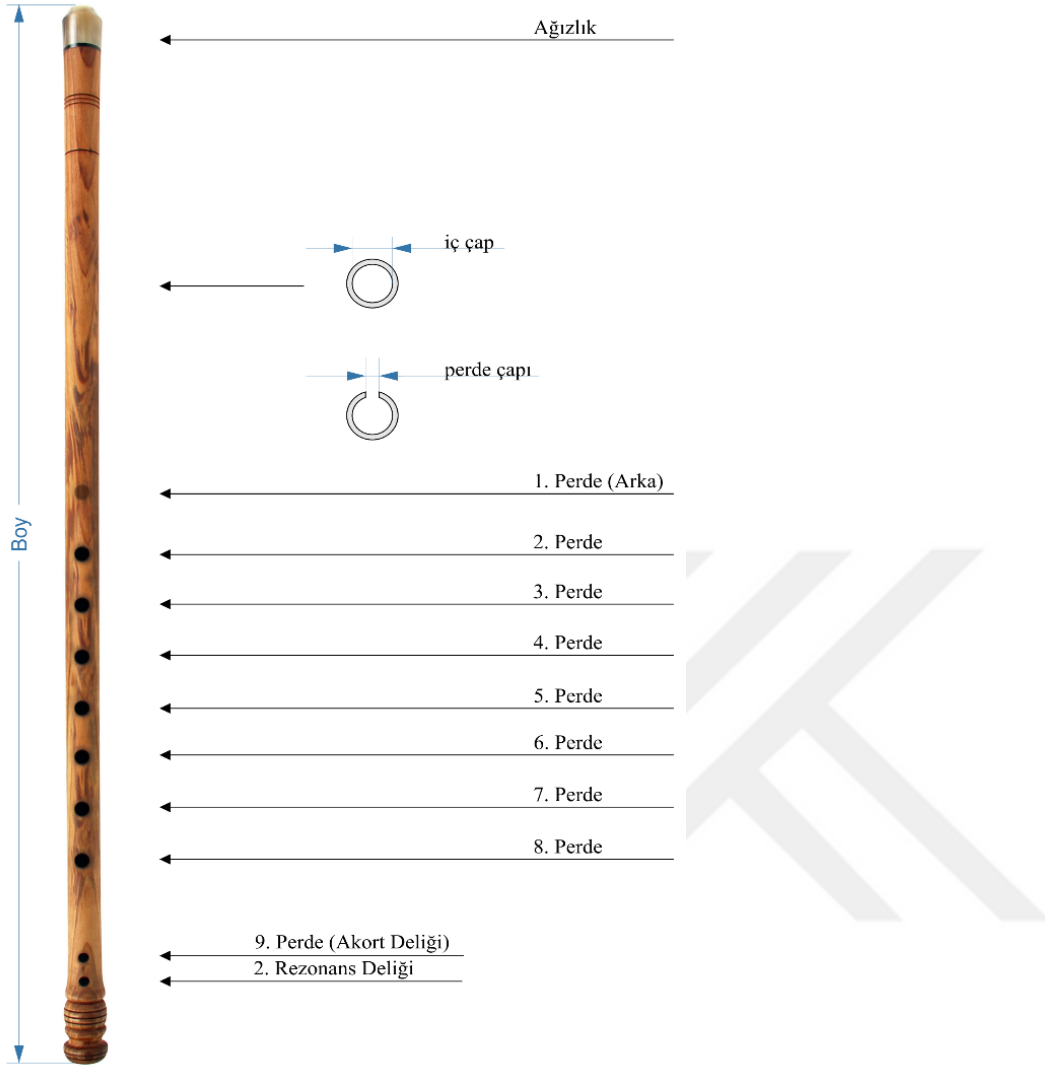
Dilsiz kavalları incelediğimiz zaman kavalın tam perdeli ve nim perdeli olmak üzere iki farklı çeşidinin olduğunu görmekteyiz. Tam perdeli dilsiz kavallar kamış kavalı, çam kavalı, düdük, kaval düdüğü, tat düdüğü, çırıtma ve çığırtma gibi isimlerle adlandırılmaktadır. Önde beş veya altı, arkada ise bir deliği bulunan tam perdeli dilsiz kavalların boyları 20-40 cm arasında değişkenlik göstermektedir (Yurtçu, 2006, s. 41). Bu kavallar bazı kaynaklarda kaleme alınmış olsa da günümüzde profesyonel icrada ve eğitimde yaygın olarak kullanılmamaktadır.



Resim 2.1. Tam perdeli dilsiz kaval olan çığırtma

Bunun yerine ses sahasının genişliği ve icrasındaki kolaylık nedeni ile daha çok nim perdeli dilsiz kavallar tercih edilmektedir. Tek parça olmasının yanı sıra  parçalı olarak da karşımıza çıkan nim perdeli dilsiz kaval, halk arasında oban kavalı olarak da adlandırılmaktadır.

Nim perdeli dilsiz kaval, n yüzünde yedi, arka yüzünde bir delik olmak kaydıyla toplamda sekiz perdeli bir çalgıdır. Farklı tonlardaki kaval çeşitlerinden dolayı, Türkiye’de icra edilen kavalın boyları 30-90 cm, iç çapları ise 14-18 mm arasında değişkenlik göstermektedir. Kavalın alt kısmında, cin veya şeytan delikleri olarak adlandırılan ve perdeler arasında tonal dengeyi sağlayan rezonans delikleri bulunmaktadır. Ayrıca bazı kavalların u kısımlarına, koruma ve üfleme kolaylığı sağlaması için çeşitli kemik, boynuz, abanoz, plastik gibi sert malzemelerden ağızlık olarak adlandırılan aparatlar eklenebilmektedir.



Resim 2.2. Dilsiz kavalın yapısı

Dilsiz kavalda transpoze icranın sınırlı olması ve farklı tonlardaki çalgı ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kavalın çeşitli boy ve ölçülerde imal edildiği görülmektedir. İmal edilen tüm kaval çeşitleri karar seslerinin piyanodaki karşılığına göre isimlendirilmektedir. Dolayısıyla bu kavallar içerisinde sadece La kaval, karar sesi itibarıyla (440Hz) frekansını vermekte olup, diğerleri çalım esnasında icracı tarafından kendisi için yazılmış bir notayı başka sese aktararak seslendirir. Bu özelliği sebebiyle kaval aktarımcı çalgı olarak adlandırılır (Özbek, 1998, s. 9). Genel itibarıyla dilsiz kavalın ses genişliği, boy uzunluklarına ve icra eden kişinin icrasına bağlı olarak 2,5-3 oktav arasında değişebilmektedir.

Günümüzde dilsiz kaval, birçok farklı pozisyonda icra edilebilmektedir, ancak kullanımını bakımından en çok I. Pozisyon ve II. Pozisyon kaval karşımıza çıkmaktadır. Bu iki çeşit kavalı birbirinden ayıran en büyük özellik, perde yapılarındaki ses dizilimlerinin farklı olmasıdır. Yöre ezgilerinin icrasında kullanım kolaylığı ve uygun ses alanı sağlaması bakımından iki kavalın da eğitimde ve icrada önemli ölçüde yer aldığını söyleyebiliriz.

Nim perdeli dilsiz kavalın her iki pozisyonunda da perde ölçüleri, fiziki olarak arka perdeler hariç aynıdır. Nitekim I. Pozisyon dilsiz kaval, II. Pozisyon dilsiz kavalın transpozese olarak nitelendirilebilir. Ancak bu iki pozisyonu diğerlerinden ayıran en temel özellik, THM ezgilerinin yapısı dâhilindeki tüm dizileri kolaylıkla icra edebilmesidir (Yurtçu, 2016, s. 94). Her iki pozisyon kavalın ölçülerini incelediğimizde, boylarının ve perde yapılarının aynı olduğunu, fakat karar seslerinin ve ses dizilimlerinin bir tam ses (küçük ikili) değiştiği görülmektedir.

Dilsiz kaval icrasında sesler, çeşitli kademelerde üflenen havanın şiddetine göre elde edilmektedir. Bunlar, tam sekizli, tam beşli ve tam dördüden oluşan doğuşkanlardır (Özbek, Bayraktar, Sun, Tuğcular ve Önder, 1989, s. 17).

The image displays the musical notation and fingering chart for the first position of a reedless kaval. The notation consists of four staves, each labeled 'KADEME' (Step). The first staff (1. KADEME) shows the notes G, A, B, C, D, E, F, G. The second staff (2. KADEME) shows the notes G, A, B, C, D, E, F, G. The third staff (3. KADEME) shows the notes G, A, B, C, D, E, F, G. The fourth staff (4. KADEME) shows the notes G, A, B, C, D, E, F, G. Below the notation is a grid of 8 columns and 8 rows of circles representing finger positions. A vertical wooden kaval instrument is shown on the right side of the page.

Resim 2.3. I. Pozisyon dilsiz kavalın ses tablosu ve doğuşkanlar

Resim 2.3’de görüldüğü gibi I. Pozisyon dilsiz kaval, tüm perdeler kapalı konumda iken la sesini, tüm perdeler açık konumda iken sol sesini vermektedir. Perde deliklerinin hepsi kapalı konumda 2. kademe üflenen ses bize kavalın hangi tonda olduğunu göstermektedir. I. Pozisyon dilsiz kavalın 7. ve 8. perde araları tam ses,

diğer perdeler ise nim olarak ilerlemektedir. Bundan dolayı, dilsiz kaval icracılarının icra sırasında sib sesini üretebilmesi için iki farklı icra biçimi kullanılmaktadır. Birincisi icracının bireysel kabiliyetiyle, ikincisi ise çalgının perdeleri üzerindeki değişikliklerle sağlanabilmektedir. Dolayısıyla I. pozisyon kavalların 8. perdesinde yapılan değişiklikler, icracıların ve eğitimcilerin fikirleri doğrultusunda iki farklı fiziki yapı karşımıza çıkabilmektedir

Nim perdeli dilsiz kaval eğitiminde ve icrasında yaygın olarak kullanılan diğer bir kaval ise, II. Pozisyon dilsiz kavaldır.



4. KADEME

3. KADEME

2. KADEME

1. KADEME

The fingering chart consists of 8 columns and 8 rows of circles. The circles are filled black or white to indicate finger placement. The first column has all circles filled black. The second column has the top 7 circles filled black and the bottom one white. The third column has the top 6 circles filled black and the bottom two white. The fourth column has the top 5 circles filled black and the bottom three white. The fifth column has the top 4 circles filled black and the bottom four white. The sixth column has the top 3 circles filled black and the bottom five white. The seventh column has the top 2 circles filled black and the bottom six white. The eighth column has the top circle filled black and the bottom seven white.

Resim 2.4. II. pozisyon dilsiz kavalın ses tablosu ve doğuşkanlar

Resim 2.4’de görüldüğü üzere, II. pozisyon kavalın başlangıç sesi sol’dür. 8. perde açık konumda 1. ve 2. kademe sesler üflendiğinde II. pozisyon kavalın tonu elde edilir. 7.ve 8. perdeler arası tam, diğer perdeler ise kromatik olarak ilerlemektedir.

Bu pozisyondaki kavalların arka perdelerinin, icracıların ve eğitimcilerin ihtiyaçları doğrultusunda, mi ve fa sesleri olmak koşuluyla iki farklı şekilde açıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, sib² sesinin kullanılabilirliğini arttırmak için 6. perdenin fiziki yapısında da değişiklikler yapıldığı görülmektedir.

Dilsiz kaval eğitiminde ve icrasında kullanılan kavalları incelediğimiz zaman her iki pozisyonun eğitimde ayrı ayrı konu edildiğini görüyoruz. Ancak günümüzde kullanılan kaval ölçülerinin ulaşılabilirliği ve kullanım sıklığından dolayı II. pozisyon kavallar üzerinden çalışmamızı yürüteceğiz.

2.3. Dilsiz Kavalda Standardizasyon

Dilsiz kavalın standardizasyonu hakkında yapılan ilk çalışmaların, İTÜ TMDK'nın kurulmasıyla birlikte başladığını görmekteyiz. Çünkü Anadolu'da geleneksel olarak icra edilen dilsiz kavalın, eğitimde ve profesyonel alanlarda kullanılmaya başlaması, birtakım arayışları da beraberinde getirmiştir. Özellikle yapılan çalışmaların, farklı tonlarda kaval ihtiyacından kaynaklanmakta olduğu görülmektedir. Çünkü kavalın ses sahasının sınırlı olması ve transpoze icranın yeterli derecede ihtiyaçları karşılayamaması, farklı tonlarda kaval üretiminin ve çeşitliliğinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Kavalın standardizasyonu üzerine yapılan diğer çalışmalar ise eğitim alanındadır. Kaval icrasında standardizasyona etki eden en önemli faktörlerden birisi de kişisel tutuş pozisyonları ve üfleme tekniğidir. Çünkü sabit bir üfleme şekli ve tutuş pozisyonu bulunmayan dilsiz kavalın, toplu icra ve eğitimi sırasında birlik sağlanamamasına neden olmaktadır. Dolayısıyla icracıların kişisel üfleme ve tutuş pozisyonlarında, LA (440Hz) diyapazona göre sabit ses frekansı üretebilmek ve entonasyonu sağlayabilmek için farklı ölçülerde çalgılar imal ettiği görülmektedir.

Türkiye'de profesyonel anlamda dilsiz kaval icra eden sanatçıların, eğitimcilerin ve yapımcıların yapmış oldukları çalışmalar incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir.

2.3.1. Dilsiz Kaval ölçülerinde standardizasyon arayışları

Nim perdeli dilsiz kaval çeşitleri ve ölçüleri üzerine yapılan ilk kapsamlı çalışmanın Cafer Açın tarafından başlatıldığını görmekteyiz. Cafer Açın tarafından oluşturulan bu ölçüler çizelge 2.3. de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Cafer Açın II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri (Açın, 1994, s. 5)

Kavahın Ses Tonu	Sİ	DO	DO#	RE	FA	Ses Deliği Çapı (mm)
Uzunluğu (cm)	81 cm	73,5 cm	72,5 cm	71 cm	57,5 cm	
İç Çapı (mm)	1,8	1,8	1,8	1,6	1,6	
1. Ses Deliği (arka)	39	32,5	31	31,3	25	8
2. Ses Deliği	42,5	35,7	36	34,8	28,3	7
3. Ses Deliği	45,5	38,4	38,6	37,5	30,8	8
4. Ses Deliği	48,5	41,7	41,8	40,3	33,1	8
5. Ses Deliği	52	44,5	44,7	42,9	35,3	8
6. Ses Deliği	55,7	47,5	47,7	45,8	37,6	7
7. Ses Deliği	58,8	50,5	50,7	48,6	40,1	8
8. Ses Deliği	62,3	53,5	53,8	51,5	42,3	8
1. Dem Deliği Yeri	72,2	62	62	59,4	49	8
2. Dem Deliği Yeri	75	67,7	66	63,4		8

Açın'ın tarafından elde edilen ölçüler incelediği zaman, beş adet birbirinden farklı tonda açılmış kaval üzerine çalışmalar yaptığı görülmektedir. Ancak çalgı çeşitliliğindeki eksiklik ve perdeler arasında oluşan entonasyon problemleri, yeni arayışları da beraberinde getirmiştir.

Günümüzde profesyonel icracılar ve eğitimciler tarafından kullanılan kavalları incelediğimiz zaman, dört farklı yapımının yoğun olarak tercih edildiği görülmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada ulaşılabilirlik bakımından, dört yapımının kaval ölçüleri üzerinden değerlendirmeler yapılacaktır.

Deneme yanılma yöntemi ile çeşitli ölçülerde kavallar yapan Sinan Çelik, zamanla ölçülerindeki entonasyon problemlerini en aza indirgeyerek profesyonel icracıların da kullandığı yeni ölçüler elde etmiştir. Bu ölçülerdeki kavallar eğitimde ve toplu icrada yoğun olarak tercih edilen çalgıların başında gelmektedir.

Çizelge 2.2. Sinan Çelik II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri (Açın, 1994, s. 51)

Kavalın Ses TONU	Sİ	DO	DO#	RE	FA	Ses Deliği Çapı (mm)
Uzunluğu (cm)	79	77	74	72	60	
İç Çapı (mm)	17	17	16,5	16,5	16,5	
1. Ses Deliği (cm)	41,6	38,6	36,5	33,1	27,85	6,5
2. Ses Deliği	44,6	41,9	39,4	36,2	30,1	8,5
3. Ses Deliği	48	45	42,5	39,05	32,35	8,5
4. Ses Deliği	51,2	48,2	45,3	41,8	34,7	8,5
5. Ses Deliği	54,7	51,7	48,2	44,8	37,2	8,5
6. Ses Deliği	58,2	54,7	51,4	47,65	39,4	8,5
7. Ses Deliği	61,7	58	54,4	50,7	41,8	8,5
8. Arka Ses Deliği	37,8	36,1	33,7	30,4	26	8,5
1. Dem Deliği	70,8	66,3	62,75	58,3	48,6	8,5
2. Dem Deliği	75,9	71	66	62,7	52,8	8,5
3. Dem Deliği			68,5	66,7	56,8	8,5
4. Dem Deliği			68,5	66,7	56,8	8,5

Çizelge 2.4'ü incelediğimiz zaman, Çelik'in beş farklı tondaki kavallar üzerinde çalışmalar yapmış olduğunu görmektedir. Ayrıca, arka perde kullanımının ise, mi sesine göre ölçülendirilmiş olduğunu anlaşılmaktadır. İTÜ TMDK'da kaval eğitimi süresince, Sinan Çelik tarafından oluşturulan bu ölçüler kullanılmış, ölçüler üzerinde geliştirme arayışlarına gidilmiştir. Zamanla bu ölçüleri kullanarak, deneme yanılma yöntemi ile kendi ölçülerini oluşturan diğer bir eğitimci ve icracı ise Cihan Yurtçu olmuştur. Yurtçu'nun oluşturduğu ölçüler Çizelge 2.5. de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Cihan Yurtçu II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri (Yurtçu, 2006, s. 172)

Kavalın Ses TONU	Sİ	DO	DO#	RE	RE#	Mİ	FA	SOL	Ses Deliği Çapı mm
Uzunluğu	79	77	74	72	68	63	60	57	
İç Çapı	17	17	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	
1. Ses Deliği	41,6	38,6	36,5	33,1	31,7	28,9	27,85	24,5	6,5
2. Ses Deliği	44,6	41,9	39,4	36,2	34,3	31,65	30,1	26,8	8,5
3. Ses Deliği	48	45	42,5	39,1	37,1	34,1	32,35	28,9	8,5
4. Ses Deliği	51,2	48,2	45,3	41,8	39,7	36,8	34,7	30,8	8,5
5. Ses Deliği	54,7	51,7	48,2	44,8	42,4	39,5	37,2	32,9	8,5
6. Ses Deliği	58,2	54,7	51,4	47,7	45	41,9	39,4	35	8,5
7. Ses Deliği	61,7	58	54,4	50,7	47,6	44,5	41,8	37,15	8,5
8. Arka Ses Deliği	37,8	36,1	33,7	30,4	29	26,5	26	22,7	8,5
1. Dem Deliği	70,8	66,3	62,75	58,3	54,9	51,5	48,6	43	8,5
2. Dem Deliği	75,9	71	66	62,7	58	54,3	52,8	47	8,5
3. Dem Deliği			68,5	66,7	60,5	57,2	56,8	50,5	8,5
4. Dem Deliği			68,5	66,7	60,5	57,2	56,8	50,5	8,5

Yurtçu'nun oluşturmuş olduğu ölçüler incelendiği zaman, kavalın tonal çeşitliliğine yönelik bir artış olduğunu görülmektedir. Ayrıca, arka perde üflendiğinde ortaya çıkacak ses mi olarak belirlenmiştir.

Günümüzde icracılar tarafından tercih edilen ölçülerden bir diğeri de İzmir Radyosu'nda kaval icracısı olarak bulunan Fedai Tekşahin'e aittir. Uzun yıllar kaval ölçüleri üzerinde çalışmalar yapmış, entonasyon problemlerini en aza indirmişti. Günümüzde kullanılan dilsiz kaval ölçüleri Çizelge 2.6. da gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Fedai Tekşahin II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri (Tekşahin, 2011, s. 11)

Kavalın Ses Tonu	La	Si ^b	Si	Do	Do [#]	Re	Mi ^b	Mi	Fa	Fa [#]	Sol	Sol [#]	La	Ses Deliği Çapı (mm)
Uzunluğu (cm)	83	78	81	77	73	69	64	62	56	53	50	47	45	
İç Çapı (mm)	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,45	
1. Ses Deliği (Arka)	40,7	38,2	35,5	33,5	31,3	29,4	27,9	26,3	24,7	23,2	22	21	19,1	9
2. Ses Deliği	47	44,7	41,3	38,6	35,8	33,8	32	30,2	28,7	27,1	25	24	22	8
3. Ses Deliği	50,6	47,9	44,6	41,6	38,9	36,7	34,9	32,9	31,2	29,6	27	26	24,1	8,5
4. Ses Deliği	54	51,3	47,8	44,8	41,9	39,7	37,6	35,4	33,5	31,8	29	28	26	9
5. Ses Deliği	57,7	54,6	51,1	48,1	44,9	42,5	40,5	37,8	35,8	34,2	31	30	28	9
6. Ses Deliği	61,3	58	54,3	51,2	48	45,4	43,2	40,6	38,2	36,3	34	31	29,9	9
7. Ses Deliği	64,9	61,3	57,6	54,4	51,2	38,3	46	43,1	40,5	38,5	36	34	31,9	9
8. Ses Deliği	68,6	64,7	61	57,6	54,1	51,2	48,8	45,5	42,9	40,6	38	36	33,9	9
1. Dem Deliği	81,1	76,3	71,1	66,8	62,3	59,8	56,3	53,7	50,7	47,7	44	42	39,2	9
2. Dem Deliği			74	70	65,5	62,5	59	56	53,5	60,5	47	44	42	9
3. Dem Deliği			77	73	68,5	65	61,5	58,5						9

Tekşahin'in oluşturmuş olduğu ölçüleri incelediğimiz zaman, ilk üç çalışmaya göre, kaval çeşitliliğinde artış olduğu gözlemlenmekte olup, iç çap ve perde delik çaplarındaki artış önemli ölçüde dikkat çekmektedir. Ayrıca ilk üç çalışmada arka perdeden elde edilen sesler mi olmasına karşılık, Tekşahin'in ölçülerinde fa olarak belirlenmiştir.

Profesyonel icracılar ve eğitimcilerin kullandığı kavalları incelediğimiz zaman karşımıza çıkan bir diğer ölçü ise, kaval yapımı ve icrası ile ilgilenen Mehmet Bedel'e aittir. Kavallarında kullandığı ölçüleri, deneme yanılma yönteminin yanı sıra, profesyonel icracıların ve eğitimcilerin uygun gördükleri düzeltmeleri

uygulayarak oluşturmuştur. Halen imal ettiği ve birçok icracı tarafından kullanılan kavalların ölçüleri Çizelge 2.7. de yer almaktadır.

Çizelge 2.5. Mehmet Bedel II. pozisyon dilsiz kaval ölçüleri (Bedel, 2015)

Kavallın Ses Tonu	La	Si ^b	Si	Do	Do [#]	Re	Re [#]	Mi	Fa	Fa [#]	Sol	Sol [#]	La	Ses Deliği Çapı (mm)
Uzunluğu cm	80,2	76,6	72,1	71	67,5	62,2	56,1	55	50	55,5	44,5	42	39	
İç Çapı mm	1,85	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
1. Ses Deliği (arka)	40,4	38,5	35,5	33,4	31,7	29,2	27,8	26	24,5	23	21	20	19	8,5
2. Ses Deliği	46,4	44,3	40,9	38,9	36,7	34	31,6	30	28,3	26	25	23	22	7,5
3. Ses Deliği	50	47,1	44,2	41,8	39,3	36,5	34,6	32	30,7	28	27	25	24	8,5
4. Ses Deliği	53,6	51,2	47,6	45	42,2	39,1	37,3	35	33,1	31	29	27	26	8,5
5. Ses Deliği	57,3	54,9	51,1	48,2	45,1	42	40	38	35,9	33	31	29	28	8,5
6. Ses Deliği	61	58,6	54,2	51,5	48,3	44,8	42,7	40	37,8	35	33	31	30	8,5
7. Ses Deliği	64,8	62,2	58	54,7	51,2	47,8	45,5	43	40,2	37	35	33	31	8,5
8. Ses Deliği	68,5	65,9	61,5	57,9	54,4	50,9	48,3	45	42,6	39	38	35	33	8,5
1. Dem Deliği				65,5	62,3	58,1		52		46				8,5
2. Dem Deliği					64,8					48				8,5
3. Dem Deliği														

Bedel'in oluşturmuş olduğu ölçüler incelendiği zaman, kaval çeşitliliğinde ve arka perdenin kullanımında Tekşahin ile benzerlikler taşıdığı ancak iç çap ve perde deliklikleri arasında uyumsuzluklar gösterdiği saptanmıştır.

Sonuç olarak, günümüzde kullanılan dilsiz kavallar, deneme yanılma yöntemi ve icracıların bireysel tercihleri doğrultusunda belirli ölçülere ulaşmıştır. Ancak kaval yapımında kullanılan bu ölçüleri karşılaştırdığımız zaman, tahmin edilebileceği üzere farklı yapımcılar tarafından üretilen kavalların, benzer ve farklı yönlerinin olduğunu görmekteyiz. Özellikle kaval ölçülerinin, perdeleri arasındaki mesafeler, iç çapları ve perde delik çapları arasında uyumsuzluklara rastlanmaktadır. Ancak, çalgı üreticilerinin oluşturduğu farklı standartlardaki kavalların, günümüzde eğitimde ve profesyonel alanlarda yoğun olarak kullanılmakta olduğunu görmekteyiz. Dolayısıyla, eğitimde ve toplu icrada birliktelik sağlanabilmesi açısından, yapılacak olan standardizasyon çalışmalarının çeşitli akustik ölçüm teknikleri kullanarak belirlenmesi, nitelikli sesler üreten çalgılar için önemli olacaktır.

2.3.2. Üfleme ve tutuş pozisyonunda standardizasyon arayışları

Dilsiz kavalın standart ölçülerde imal edilebilmesi için, eğitim ve öğretimde de belirli yöntem ve tekniklerin oluşturulması gerekmektedir. Çünkü doğrudan üflenerek ses elde edilemeyen ve şeklen sabitlenemeyen dilsiz kavaldan ses üretebilmek için doğru bir tutuş pozisyonuna ve üfleme tekniğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde dilsiz kaval eğitimi ve metodolojisi alanında kaleme alınmış eserler incelediği zaman, dilsiz kavalda tutuş pozisyonu ve üfleme tekniği hakkında çeşitli bilgilere ulaşılabilmektedir. Dilsiz kaval eğitimi üzerine yapılmış olan bu çalışmalarda, kavalın tutuş pozisyonu ve üfleme tekniği hakkındaki standardizasyon arayışları aşağıda ele alınacaktır.

Dilsiz kavalda tutuş pozisyonu

Tüm çalgılarda olduğu gibi dilsiz kavalda da doğru tutuş pozisyonu, vücudun belirli kısımlarına fiziksel rahatlık sağlamanın yanı sıra çalgıdan nitelikli ses elde etme yolunda atılmış en önemli adımlardan birisidir. Yanlış bir tutuş pozisyonu bedensel rahatsızlıklara yol açabileceği gibi, çalgının doğru teknik ile çalımına da engel teşkil etmektedir.

Kavalda tutuş pozisyonunu ele aldığımız zaman, baş, boyun, kollar, bacaklar, sırt, parmaklar gibi vücudun farklı bölümlerinin, çeşitli pozisyonlara girdiği görülmektedir. Ayrıca farklı büyüklüklerde kavalların icrasında, bu pozisyonların çeşitlenmesine neden olmaktadır. Kaval eğitimi konusunda kaleme alınmış akademik çalışmaları ve metotları incelediğimiz zaman, bu tutuş pozisyonlarının farklı biçimlerde kaydedildiği örneklerle rastlanmaktadır.

Kavalla ilgili olarak yapılan çalışmalarda kavalın genellikle ayakta ve oturarak çalınabilen bir çalgı olduğu belirtilmektedir (Yurtçu, 2006, s. 75; Atasoy, 2006, s. 30; Tekşahin, 2011, s. 24). Pek çok araştırmacı kaval icra edilirken, genellikle dik (Yurtçu, 2006, s. 76; Akdemir, 2006, s. 5; Tekşahin, 2011, s. 24), ancak arkaya yaslanılmadan oturulması gerektiğini belirtilirken Fedai Tekşahin kaval icrası

esnasında arkaya yaslanmak gerektiğinden söz etmektedir (Tekşahin, 2011, s. 24). İcracıların bu noktada kastettikleri, icra esnasında arkaya yaslanılsa da yaslanılmasa da dik oturulması gerektiğidir. Ayrıca dizlerin yere paralel ve omuz genişliğinde açılması, ayakların yere temas etmesi (Yurtçu, 2006, s. 75; Tekşahin, 2011, s. 24), baş pozisyonunun 5 derece öne eğimli, 5 derece sola dönük olması gerektiği ifade edilmiştir (Yurtçu, 2006, s. 76-77). Oturuş pozisyonunda kavalın profilden vücuda olan açısının kimi araştırmalarda 40 (Yurtçu, 2006, s. 77; Atasoy, 2006, s. 30), kimi araştırmalarda ise 45 derecelik olması gerektiği belirtilmiştir (Kastelli, 2004, s. 26; Yurtçu, 2006, s. 77). Bunlardan farklı olarak Tekşahin'in kavalın vücuda olan açısının 35-45 derece civarında olabileceğini de belirttiği de görülmektedir (Tekşahin, 2011, s. 27). Ayrıca cepheden bakıldığında kavalın vücuda 30 derecelik açıyla tutulması, sağ kolun vücuda olan açısının 20-25 derece, sol kolun vücuda olan açısının 5-10 derece, iki kolun birbirine olan açısının ise 85 derece olması gerektiği belirtilmektedir (Yurtçu, 2006, s. 78-79). Ayrıca yapılan çalışmalardan birinde her ne kadar dirseklerin vücuda 30 derecelik açıyla tutulması gerektiği belirtilmiş olsa da kaval tutuş pozisyonu düşünüldüğünde iki dirseğinde vücuda aynı açıyla tutulmasının mümkün olmadığı açıktır (Atasoy, 2006, s. 30).

Bunlara ilaveten kaval icrası esnasında ellerin diz ve bacaklara yaslanmaması gerektiğini belirten görüşler olduğu gibi (Akdemir, 2006, s. 5) bileğin dize temas edebileceğini belirten görüşlere de rastlanmaktadır (Tekşahin, 2011, s. 24). Parmak tutuş pozisyonu hakkında verilen bilgiler ise genellikle parmağın kaval üzerine ne şekilde yerleştirilmesi gerektiğine yöneliktir. Bu bilgilerde kavalın genellikle parmağın ikinci boğumu ile deliklerin hava kaçırmayacak şekilde kapatılması gerektiğinden bahsedildiği görüldüğü gibi (Kastelli, 2004, s. 26) çeşitli boylardaki kavalların boy uzunluklarına göre delikleri kapatacak olan boğumların değişebileceği de belirtilmektedir (Tekşahin, 2011, s. 30).

Ayakta tutuş pozisyonunda ise bacakların birbirine paralel ve omuz genişliğinde, sağ tutuş pozisyonunda sol ayak, sol tutuş pozisyonunda ise sağ ayağın önde tutulabileceği belirtilmiştir (Tekşahin, 2011, s. 24). Ayrıca konu üzerine çalışma yapan araştırmacıların kavalın oturarak icrası esnasında kullanılan el, bilek ve

parmak tutuş pozisyonlarının ayakta çalım esnasında da kullanılabileceğini belirttikleri görülmektedir (Yurtçu, 2006, s. 75).

Yukarıda da değindiğimiz gibi konu ile ilgili olarak kaleme alınan kaynakları incelediğimiz de tutuş pozisyonları hakkında çeşitli görüşlerin var olduğu açıkça görülebilmektedir. Bunun bir nedeni icracıların farklı fiziksel özelliklere sahip olması, diğeri ise çalgı eğitimindeki bireysel farklılıkların etkisinin halen devam etmesidir. Ayrıca nim perdeli dilsiz kavalın farklı büyüklüklerdeki çeşitlerini ve farklı iç çaplardaki örneklerini de göz önünde bulundurduğumuzda, çalgıyı en iyi şekilde kullanabilmek için farklı tutuş pozisyonlarının sergilenebileceğinin de imkân dahilinde olduğunu kabul etmek durumundayız. Tüm bunları değerlendirdiğimiz zaman, icracıların standart bir tutuş pozisyonu oluşturmasının çok da mümkün olmayacağı anlaşılmaktadır.

Dilsiz kavalda üfleme tekniği

Tüm nefesli çalgılarda olduğu gibi kavalda da üfleme tekniği, nitelikli ses üretebilmek amacıyla dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan biridir. Çünkü doğru bir üfleme yapabilmek için vücudun pek çok bölgesini dengeli bir şekilde kullanmak gerekir. Kaval icrasında üfleme tekniğini oluşturan temel unsurları, dudak pozisyonu, diyafram ve nefes kullanımı, dil ve yanaklar olmak üzere üç farklı şekilde ele alınabilir.

Dilsiz kavalda standart bir tutuş pozisyonu belirlenmesinin yanı sıra, üflemede de belirli tekniklerin oluşturulması gerekmektedir. Nitekim kaleme alınan kaynakları incelediğimiz zaman bu teknikler hakkında çeşitli bilgiler verildiğini görülmektedir.

Konu ile ilgili araştırmalarda dudak pozisyonu, dilin üfleme sırasındaki konumu, nefes ve diyafram kullanımı gibi konular işlenmektedir. Dudak pozisyonu ile ilgili olarak kimi araştırmacılar kavalın, dudağın sağ tarafına (Yurtçu, 2006, s. 81; Atasoy, 2006, s. 31), kimi araştırmacılar da hem sağ hem de sol tarafına yerleştirilebileceğini belirtmektedir (Tekşahin, 2011, s. 26). Dudağın kaval üzerine yerleştirilmesi konusunda ise kimi araştırmacılar kavalın dudağı 2/3 (Atasoy, 2006, s. 31; Tekşahin, 2011, s. 27), veya 2/4 (Kastelli, 2004, s. 26) oranında kapaması gerektiğini belirttiği

gibi kimi araştırmacılarında dudağın 3/4'ünü (Çağ, 2003, s. 9; Yurtçu, 2006, s. 82; Tekşahin, 2011, s. 27) kapaması gerektiğini belirttikleri görölmektedir. Üfleme esnasında dudağın büzüştürölmesi (Kastelli, 2004, s. 26), kısılması (Yurtçu, 2006, s. 82) veya dudaklar arasındaki boşluğun az olması gerektiği (Akdemir, 2006, s. 6) yönündeki tariflerden konu ile ilgili araştırmalar yapanların üfleme konusunda hemen hemen aynı görüşte oldukları anlaşılmaktadır.

Benzeri şekilde kimi araştırmacılar üflenen havanın tamamen kavalın içine gitmesine dikkat edilmesi gerektiğini belirtirken (Akdemir, 2006, s. 6), Yurtçu üflenen havanın 1/3'ünün dışarıya taşmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır (Yurtçu, 2006, s. 84). Yapılan çalışmalarında üflenen havanın ısısı konusunda da birbirine zıt fikirlerin sergilendiği görölmektedir. Nitekim kavalın içerisine üflenen havanın sıcak olmasının belirtildiği gibi (Kastelli, 2004, s. 26) Yurtçu'nun kavala üflenen havanın keskin, basınçlı, az hacimli ve soğuk olması gerektiğini vurguladığı görölmektedir (Yurtçu, 2006, s. 84).

Üfleme tekniği konusunda yapılan çalışmalar incelendiği zaman, icracıların kaleme almış oldukları çalışmalarda, birbirinden farklı yöntemler uyguladıkları görölmektedir. Bu yöntemlerin tek tipleştirilmesi bir yere kadar mümkünken bir noktadan sonra bireysel farklılıklardan dolayı imkansızlaşmaktadır. Nitekim kavalın üzerine dudağın sağ ya da sol tarafına yerleştirileceğini belirleyen şey icracının solak olup olmaması durumudur. Dolayısıyla bunlar, kaval eğitiminde belirli standartların sağlanabilmesi konusunda sadece çalgının standart ölçülerde olmasının yeterli olmadığını ancak standart ölçülere getirilmiş bir kaval üzerine eklenebilecek tutuş ve üfleme pozisyonlarının bir noktaya kadar standardize edilebileceğini göstermektedir.



3. YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemi kullanılarak yapılan deneysel bir çalışmadır.

Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evreni tüm çeşitleriyle nim perdeli dilsiz kavallardır. Çalışmanın örneklemini ise farklı malzemelerden seçilmiş 30 adet dilsiz kavaldır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmanın örneklemini oluşturan kavalların özellikleri

Adet	Aynı	Farklı	Kullanılan Malzeme
9	İç Çap, Dış Çap, Boy	-	Erik, Kayısı, Ardıç, plastik, Alüminyum
3	İç Çap, Boy	Dış çap	Kayısı
3	İç Çap, Boy, Perde Delik Uzunlukları	Dış Çap	Kayısı
4	Dış Çap, Boy	İç Çap	Kayısı
4	İç Çap, Boy, Perde Delik Uzunlukları	İç Çap	Kayısı
5	İç Çap, Dış Çap, Boy	Perde Delik Çapları	Plastik
2	İç Çap, Dış Çap	Boyları, Cin Delikleri	Plastik

3.1. Veri Toplama Teknikleri ve Analizi

Bu çalışmada, iki farklı deney düzeneği hazırlanmıştır. Bunlardan ilki çalgının fiziksel yapısını, diğeri ise icra özelliklerini sınamaya yöneliktir. İlk deney düzeneğinde dilsiz kaval çalgısında sesin oluşumuna etki eden, akustik özelliklerini incelemek için kavalın fiziksel yapısına ilişkin özelliklerini tek tek sınavabilecek denekler hazırlanmıştır (Çizelge 3.1.). Bu deneklerin yapım özellikleri Ek-1 de görülebilmektedir. Oluşturulan bu deneklerin ağız kısmına parmak ile kısa süreli vurularak (Resim 3.1.) çalgı içindeki hava uyarılmış, elde edilen sesler çeşitli akustik ölçüm teknikleri kullanılarak kaydedilmiştir. Ölçümler 25 santigrat derece oda sıcaklığında stüdyoda yapılmıştır.



Resim 3.1. Kavalın ağız kısmına parmak ile vurulması

Çalışmanın veri toplama sürecinde, çalgıda sesin oluşumuna etki eden unsurların incelendiği bölümde kullanılan akustik ölçümler, Gazi Üniversitesi bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenen “Türk Müziği Telli Çalgılarının Titreşim ve Akustik Analizleri” projesi kapsamında oluşturulan “Titreşim ve Ses Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Bu süreçte, ölçüm mikrofonundan elde edilen veriler, 6 kanallı veri toplama modülü ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Analiz aşamasında ise FFT analiz yazılımlarından faydalanılmıştır. Kullanılan deney ekipman, yazılım özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

B&K 4189-A-021 Mikrofon ve Ön Yükselticisi

Yüksek hassasiyete sahip ölçüm mikrofonu, ses basınç seviyesi ölçümlerinde kullanılmaktadır. Ölçüm mikrofonlarının en önemli özellikleri geniş dinamik alana sahip olmaları ve frekans cevap eğrilerinin oldukça düzgün olmasıdır.

Teknik Özellikleri:

- i. Ölçüm: Serbest Alan
- ii. Hassasiyeti: 45.8 mV/Pa
- iii. Dinamik ölçüm Aralığı: 14.6-146 dB

- iv. Frekans Aralığı: 6.3 - 20000 Hz



Resim 3.2. B&K 4189-A-021 mikrofon ve ön yükselticisi

B&K 3050-A-060 Veri Toplama Modülü

6 kanallı veri toplama modülü, ölçüm sensörlerinden gelen sinyallerin bilgisayar ortamına aktarılmasını ve sensörler için gerekli gerekli besleme gerilimini sağlamaktadır.

Teknik Özellikleri:

- i. Kanal Sayısı: 6
- ii. Frekans Aralığı: 0-51,2 kHz
- iii. Dinamik Ölçüm Aralığı: 140 dB



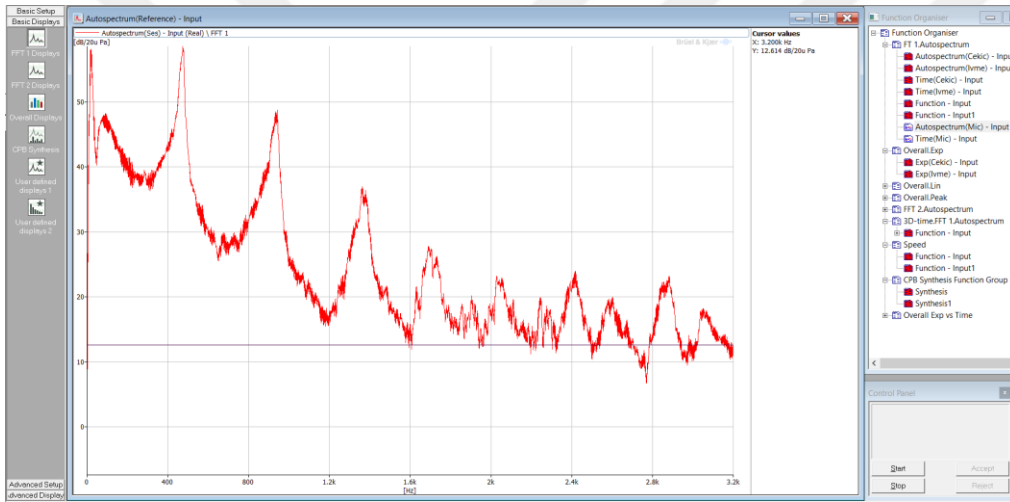
Resim 3.3. B&K 3050-A-060 veri toplama modülü

B&K 7781-N6 Pulse Access FFT Analiz Yazılımı

Bu yazılım veri toplama modülü ile uyumlu çalışarak hem verinin bilgisayar ortamına aktarılmasına hem de FFT ve mertebe analizlerinin yapılmasına imkân vermektedir.

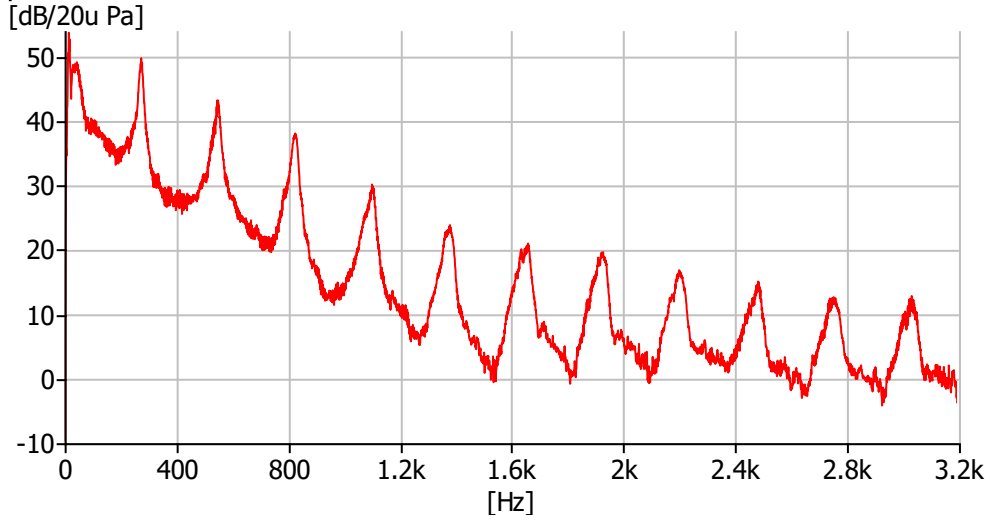
Teknik Özellikleri:

- i. FFT analizörü 6400 çizgi / 204,8 kHz frekans aralığında FFT dönüşümü yapılabilmektedir.
- ii. 1mHz çözünürlükte veri görüntülenebilmektedir.
- iii. Birden fazla analiz FFT analizörü aynı anda çalışabilmektedir.



Resim 3.4. B&K 7781-N6 Pulse Access FFT analiz yazılımı

Çalışmada FFT Analizi 0-3200 Hz arasında ve 1 Hz çözünürlük ile (3200 FFT çizgi sayısında) yapılmış elde edilen sonuçlar grafik olarak çizdirilmiştir. Sonuçlarla ilgili örnek grafik şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kavalın ağız kısmına vurularak elde edilen ses spektrumu

Çalışmada çalgının standardizasyonuna etki eden üfleme şiddeti ve açılı farklılıklarının incelendiği bölümde ses kayıt ve analiz yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama sürecinde, bireysel yöntemlerle çeşitli açıda ve üfleme şiddetlerinde üretilen sesler kayıt altına alınarak, frekans ve desibel analizleri yapılmıştır. Kayıt sırasında, üfleme açısındaki değişimin belirlenmesi için fotoğraf makinası, hava hızındaki değişimin belirlenmesinde ise anemometre kullanılmıştır. (Resim 3.5.) Bu sayede, icra sırasında bireysel farklılıkların oluşturduğu değişimler belirlenmiştir. 25 santigrat derece oda sıcaklığında gerçekleştirilen ölçümler, 10'ar saniye boyunca sürekli üflemler yapılarak kayda alınmıştır. Söz konusu kayıtlar stüdyoda yapılmıştır. Bu yöntemlerde kullanılan ekipman ve yazılım ayrıntıları ise aşağıda belirtilmiştir.



Resim 3.5. Kavalın üfleme şiddeti ve üfleme açısındaki değişimin belirlenmesi

AKG-CK91- SE300B Mikrofon

Yüksek hassasiyete sahip kayıt mikrofonu, çalgıdan elde edilen ses frekanslarını kayıt altına almak için kullanılmaktadır.

Teknik Özellikleri:

- i. Ses frekansı bant genişliği: 20- 20000 Hz
- ii. Eşdeğer gürültü seviyesi: 17 dB-A
- iii. Hassasiyet: 10 mV / Pa
- iv. Sinyal Gürültü: 77 dB-A



Resim 3.6. AKG – CK91-SE300B mikrofon

Focusrite Scarlett 2i2 MK2 Ses Kartı

Ses kartı, kayıt mikrofonundan gelen analog ses sinyallerini, dijitale çevirerek bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlamaktadır.

Teknik Özellikleri:

- i. Frekans Cevabı: 20 Hz- 20 kHz \pm 0.1dB
- ii. Dinamik Aralığı: 106 dB (A-Ağırlıklı)
- iii. THD+N: <0.002% (minimum gain, -1dBFS Giriş 22Hz/22kHz bandpass filtre ile)
- iv. Gürültü EIN: < -128 dB (A-Ağırlıklı)
- v. Maksimum Giriş Seviyesi: +4 dBu
- vi. Gain Aralığı: 50 dB



Resim 3.7. Focusrite Scarlett 2i2 MK2 ses kart

PCE-423 Anemometre Hava Hızı Ölçer

Bireysel yöntemlerle çalgıdan ses üretme aşamasında, üflenilen havanın hızındaki değişimleri belirlemek ve kayıt altına almak için kullanılmaktadır.

Teknik Özellikleri:

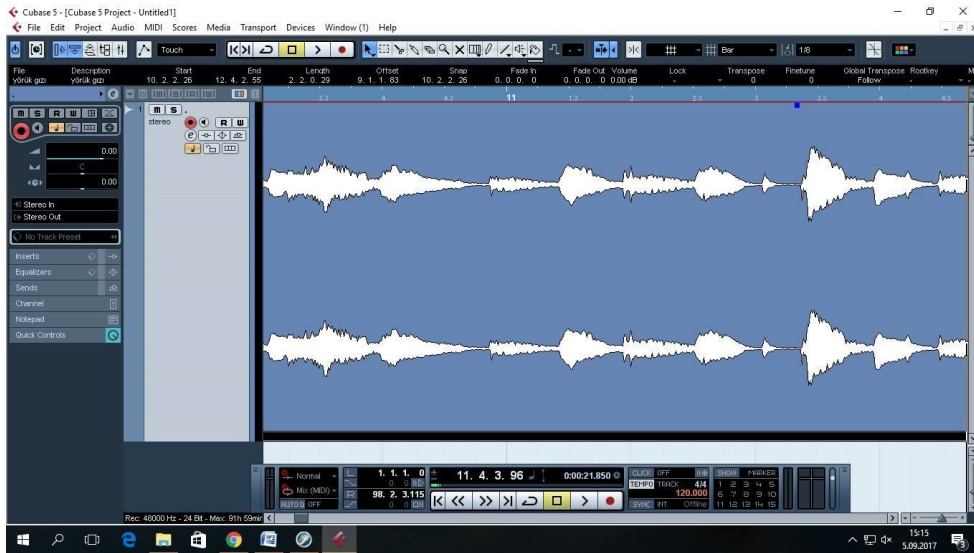
- i. Ölçüm: Serbest Alan
- ii. Hassasiyeti: ± 5 % ± 1 dijit (ölçüm değerinden)
- iii. Ölçüm Aralığı: 0,1- 25,0 m/s
- iv. Çözünürlük: 0,01 m/s



Resim 3.8. PCE-423 anemometre hava hızı ölçer

Cubase 5 Ses Kayıt Yazılımı

Bu yazılım ses kartı ile uyumlu çalışarak, verilerin bilgisayar ortamına aktarılmasını ve kayıt altına alınmasını sağlamaktadır.



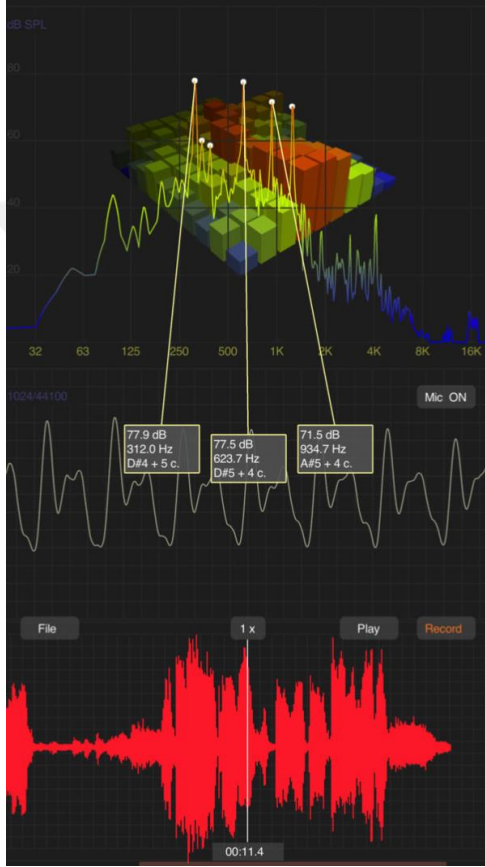
Resim 3.9. Cubase 5 ses kayıt yazılımı

iAnalyzer FFT Analiz Yazılımı

Bu yazılım, kayıt altına alınan verilerin frekans ve desibel analizlerinin yapılmasında kullanılmaktadır.

Teknik Özellikleri:

- i. 44K örnekleme hızı, 20 ~ 20kHz frekans çıkışı üzerinde çalışmaktadır.
- ii. FFT spektrumu, Octave ve 1/3 Octave sonuç ekranı
- iii. Flex FFT boyutu, 4K, 8K veya 16K.
- iv. Yüksek hassasiyetli zirve frekansı hesaplaması (ortalama hata <math><0,1</math>)



Resim 3.10. iAnalyzer FFT analiz yazılımı



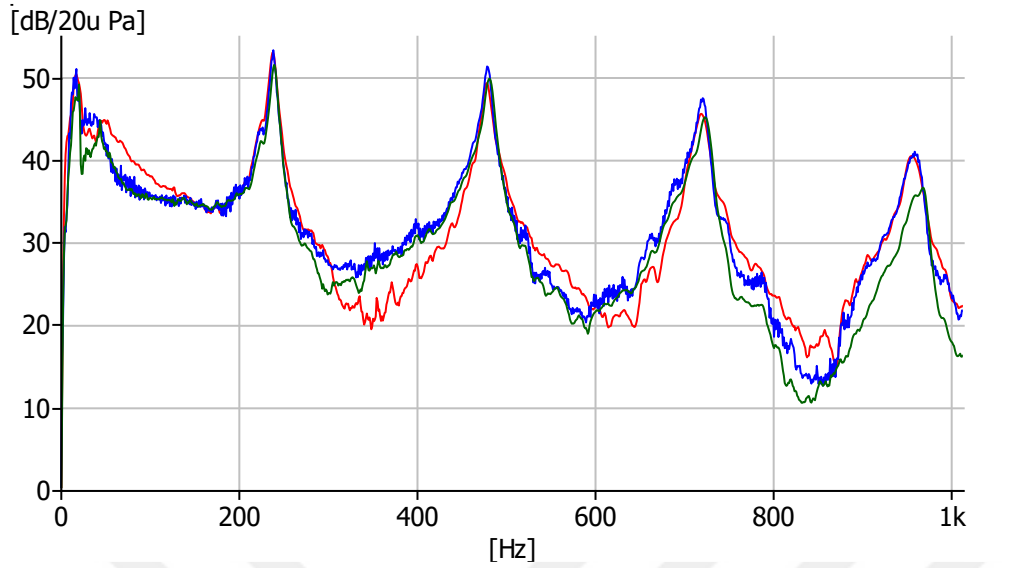
4. BULGULAR VE YORUMLAR

4.1. Kavalın Fiziksel Yapısına İlişkin Bulgular

Bu bölümde malzeme çeşitliliği, iç çap, dış çap, perde delik çapları ve cin delikleri gibi çalgıda ses oluşumuna etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik incelemeler yapılmıştır. Elde edilen bulguların birbirleri ile ilişkili olmasından dolayı, ölçümler sonucunda elde edilen bulgular bir arada yorumlanmıştır.

4.1.1. Kaval yapımında kullanılan malzemelerin ses oluşumuna etkisi

Çalgıda ses oluşumuna etki eden en önemli unsurlardan birisi çalgı yapımında kullanılan malzemelerdir. Malzeme çeşitliliğinin kavalda ses oluşumuna ne derece etki ettiği, kayısı ağacı, plastik ve alüminyumdan oluşturulmuş borulardan elde edilen sesin, spektrum analiz verilerinden yola çıkarak ortaya koyulmaya çalışılmıştır.



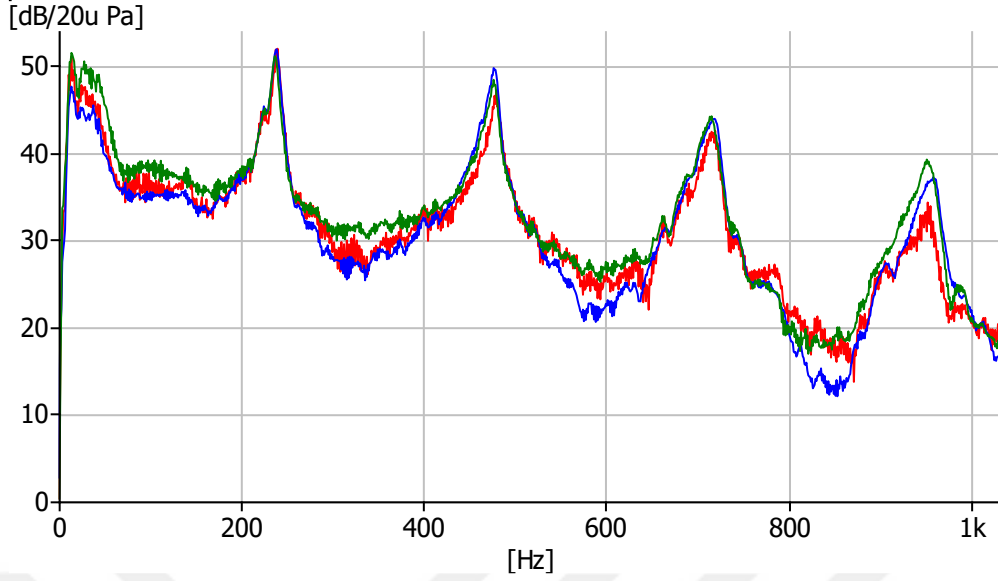
Şekil 4.1. Farklı malzemelerden oluşturulan kavalların ses spektrumları (1-K, 2-M, 3-Y)

Çizelge 4.1. Farklı malzemelerden oluşturulan kavalların armonikleri

Kullanılan Malzeme	Boy	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Kayısı-(1)	70cm	238.499	478.504	719.497	955.501
Plastik-(2)	70cm	239.412	479.491	721.500	956.533
Alüminyum-(3)	70cm	240.481	481.503	723.502	968.495

Çeşitli malzemelerden yaptığımız bu borulardan elde edilen frekanslar incelendiği zaman, aralarında küçük farkların olduğu görülmektedir. Ancak alüminyumdan yapılan borunun oluşturduğu frekansların, kayısı ağacı ve plastiğin oluşturduğu frekanslara göre, daha düzensiz ve tizleşmekte olduğu anlaşılmaktadır. Bu da kayısı ağacı ve alüminyumun 4. armonikleri arasında 23 cent (1 koma) farkın oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca alüminyumun 4. Armoniklerinin zayıf olduğu gözlenmektedir. Bu da ağaç ve plastiğin tını bakımından daha benzer sonuçlar doğurduğunu göstermektedir.

Profesyonel icrada ve eğitimde kullanılan kavalların yapımında erik, kayısı, badem, ardıç, dut gibi farklı ağaçlarında tercih edildiği görülmektedir. Yapımcıların kullandıkları ağaçlardaki bu çeşitlilik, kavaldan elde edilen sese etki eden unsurlardan bir diğeridir. Bu nedenle eşit ölçülerde hazırlanmış erik, kayısı ve ardıç ağaçlarından yapılmış borulardan elde edilen sonuçlar da aşağıda gösterilmektedir.



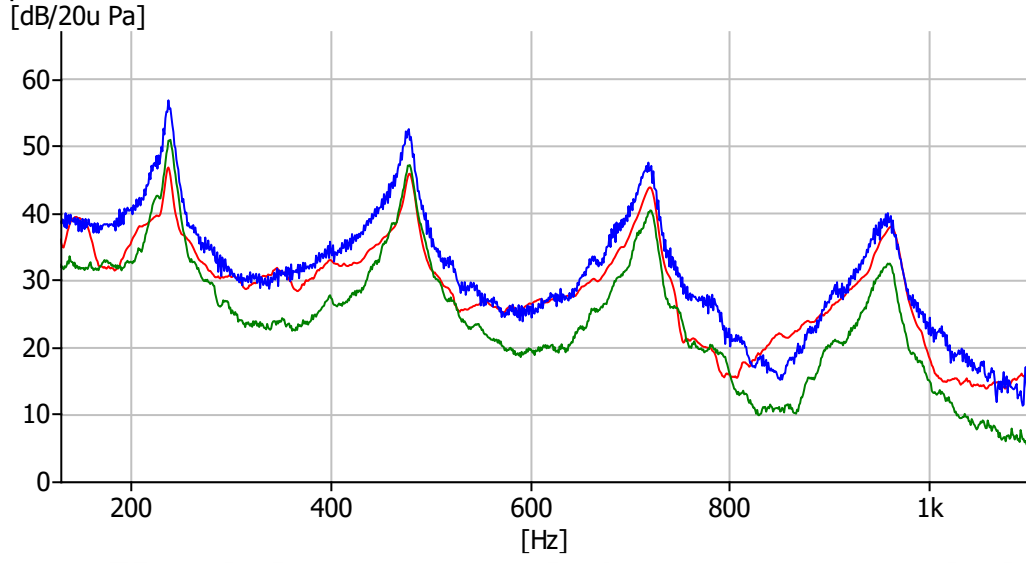
Şekil 4.2. Farklı ağaç malzemelerden oluşturulan kavalların ses spektrumları (4-K, 5-M, 6-Y)

Çizelge 4.2. Farklı ağaç malzemelerden oluşturulan kavalların armonikleri

Kullanılan Malzeme	Boy	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Erik-(4)	70cm	238.541	477.477	715.536	952.424
Ardıç-(5)	70cm	237.513	477.484	711.499	952.505
Kayısı-(6)	70cm	237.507	475.451	713.493	952.492

Eşit ölçülerde erik, kayısı ve ardıç ağaçlarından yapılmış borulardan elde edilen frekanslar incelediği zaman, ağaç çeşitliliğinin kavaldan elde edilen sesin oluşumuna küçük bir etkisinin olduğu, ancak tını bakımından farklılıklar oluşturduğu görülmektedir. Nitekim erik ve ardıç ağacının 4. armoniklerin de zamanla düşüş gözlenmiş, kayısı ağacının oluşturduğu frekansların ideal sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

Çeşitli kaval yapımcılarının ve icracılarının görüşleri doğrultusunda, aynı cins ağaç üzerine yaptığımız ölçümleri değerlendirdiğimizde karşımıza çıkan sonuçlar oldukça şaşırtıcıdır. Nitekim üç farklı erik ağacından oluşturulmuş boruların elde ettiği frekanslar aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.3. Aynı ağaç malzemedan oluşturulan kavalların ses spektrumları (7-K, 8-M, 9-Y)

Çizelge 4.3. Aynı ağaç malzemedan oluşturulan kavalların armonikleri

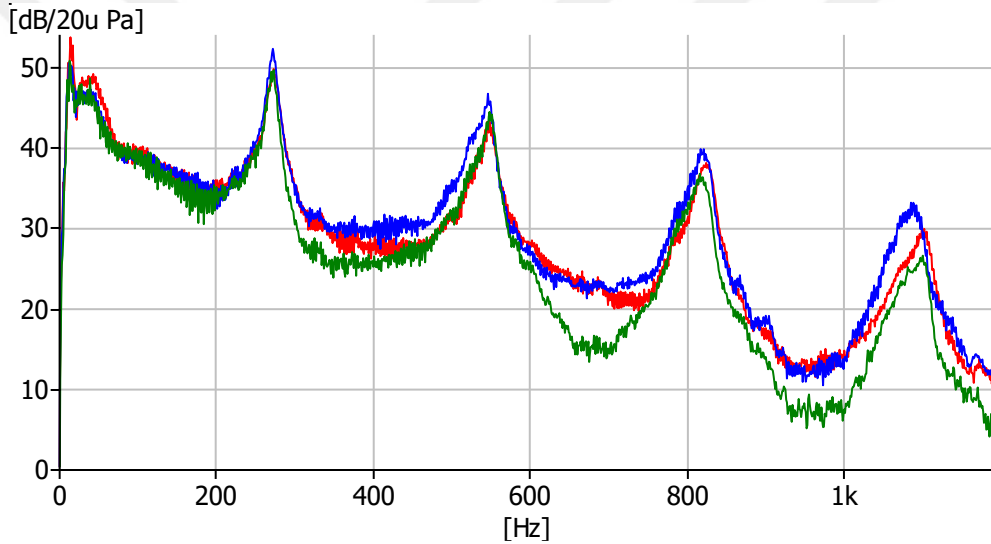
Kullanılan Malzeme	Boy	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Erik-(7)	70cm	238.479	479.510	720.501	963.505
Erik-(8)	70cm	237.546	477.496	715.480	954.513
Erik-(9)	70cm	238.541	477.477	715.536	952.424

Çizelge 4.3'deki sonuçları incelediğimiz zaman 8 ve 9 numaralı ağacın birbirleri ile yakın frekanslar elde ettiğini görmekteyiz. Ancak 7 numaralı ağacın tizleşmeye müsait olması, 7 numaralı ağacın 4. armonikleri ile 9 numaralı ağacın 4. armonikleri arasında 19 centlik bir farkın oluşmasına sebep olmaktadır. Aynı ağaç türlerinin frekansları arasında bu derece büyük farklılıkların olmasını doğada var olan hiçbir doğal malzemenin, standart olmamasına bağlayabiliriz. Nitekim doğal bir malzeme olan ağacın bulunduğu coğrafi konuma bağlı olarak yaş halkalarının değiştiği göz önünde bulundurulursa, aynı ağaç türünden yapılmış çalgılarda bile frekans farklılıklarının oluşması son derece doğaldır. Bu nedenle kaval yapımında kullanılacak malzemenin, eşit frekanslar üretebilen ve tını bakımından ideale en yakın ağaçlardan seçilmesi önerilmektedir.

4.1.2. Kavalda dış çapın ses oluşumuna etkisi

Kavalda sesin oluşumuna etki eden bir diğer unsur ise, kavalın dış çapındaki değişimdir. Bu bölümde farklı dış çap kalınlıklarına sahip, ancak eşit boy ve iç çaplarda hazırlanmış boruların sesin oluşumuna ne oranda etkisinin olduğu ele alınacaktır. Yapılan ölçüm sonuçlarının tutarlı olması bakımından ölçümler aynı kayısı ağacından elde edilen denekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Kayısı ağacından kendi tayin ettiğimiz ölçülere göre, iç çapları aynı, dış çap kalınlıkları farklı olan borulardan elde edilen frekanslar aşağıda gösterilmektedir.



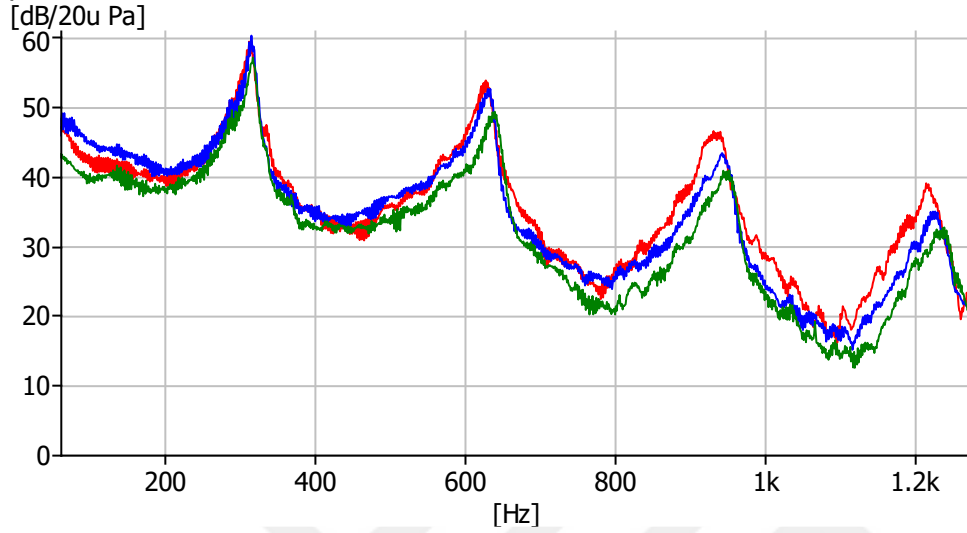
Şekil 4.4. Farklı et kalınlıklarında oluşturulan kavalların ses spektrumları (10-K, 11-M, 12-Y)

Çizelge 4.4. Farklı et kalınlıklarında yapılmış kavalların armonikleri

Kullanılan Malzeme	Boy	İç Çap	Dış Çap	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Kayısı (10)	60 cm	16 mm	23 mm	274.442	546.466	822.483	1100.0
Kayısı (11)	60 cm	16 mm	21 mm	272.547	547.390	821.543	1089.0
Kayısı (12)	60 cm	16 mm	19 mm	273.555	548.552	816.564	1098.0

Çizelge 4.4'e göre farklı dış çap kalınlığındaki borulardan elde edilen sonuçların küçük farklılıklara neden olduğu görülmüştür. Nitekim eşit ölçülerde hazırlanmış iki ucu açık boruların dış çap kalınlıkları, kavalda ses oluşumuna önemli oranda etki etmemektedir. Ancak grafikten elde edilen bulgulara göre, tını bakımından en düzenli frekansların 11 numaralı kaval tarafından oluştuğu görülmektedir.

Kavalın dış çap kalınlığındaki değişimin sesin oluşumuna etkisini belirleyebilmek için ele almamız gereken bir diğer faktör ise perde delikleridir. Dış çapları farklı olan bu boruların, delik üzerinde yaptığı etki aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.



Şekil 4.5. Dış çap kalınlığının perde delikleri üzerinde oluşturduğu ses spektrumları (30-K, 31-M, 32-Y)

Çizelge 4.5. Dış Çap kalınlığının perde delikleri üzerinde oluşturduğu armonikler

Kullanılan Malzeme	Boy	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Kayısı-(30)	60cm	314.457	628.518	941.442	1218.0
Kayısı-(31)	60cm	314.330	631.532	941.496	1224.0
Kayısı-(32)	60cm	318.567	640.537	947.510	1234.0

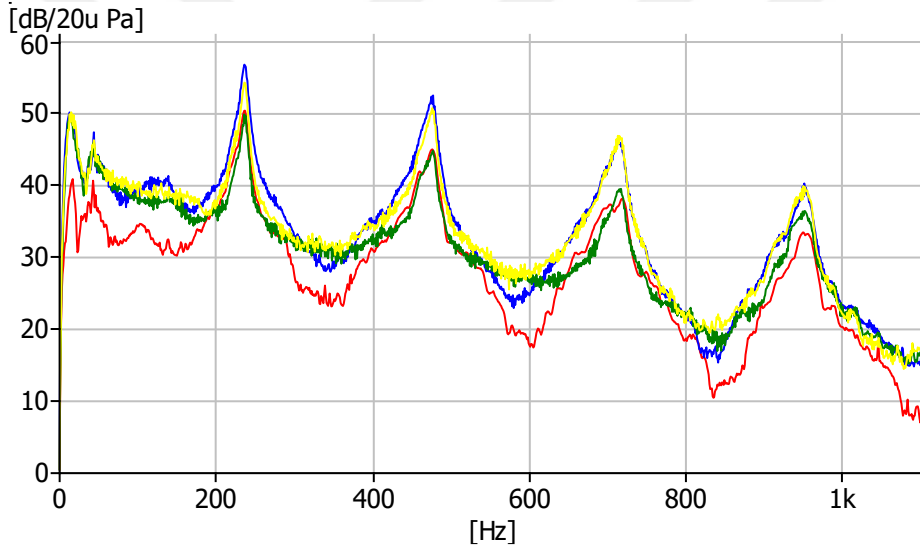
Dış çap kalınlıkları farklı olan bu boruların üzerlerine eşit uzunluklarda birer delik açılarak yapılan ölçümler sonucunda, 30 ve 31 numaralı boruların ürettiği frekansların birbirlerine yakın olduğu gözlenmektedir. Ancak 32 numaralı ağacın tizleşmeye müsait olduğu görülmektedir. Bu da 30 ve 32 numaralı boruların 2. armoniklerinde 32 cent, 4. armoniklerin de ise 22 centlik bir fark oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, kavalın dış çap kalınlığındaki değişimin perde deliklerinden çıkan sese doğrudan etki ettiği görülmektedir. Nitekim dış çap kalınlığındaki incelme, perdeden çıkan sesin tizleşmesine, kalınlaşma da sesin pesleşmesine neden olmaktadır. Buradan elde ettiğimiz veriler doğrultusunda, ölçüler arasındaki farklılıkların dış çap kalınlığından kaynaklanabileceği görülmüştür. Bu yüzden kaval üretimi sırasında

yapımcıların dikkat etmesi ve üzerinde durması gereken önemli etkenlerden birisi de dış çap kalınlığıdır.

4.1.3. Kavalda iç çapın ses oluşumuna etkisi

Kavalda ses oluşumuna etki ettiğini düşündüğümüz bir diğer faktör de kavalların iç çapları arasındaki farklılıklardır. Günümüzde kullanılan kavalların iç çapları, boyları ile orantılı olarak, 14,5 cm ile 18,5 cm arasında değişkenlik göstermektedir. Bununla birlikte aynı ses tonuna sahip farklı iç çaplarda yapılmış kavalların da icracılar tarafından kullanıldığı görülmektedir. Nitekim eşit ölçülerde hazırlanan iç çapları farklı boruların standardizasyona etkisi aşağıda ele alınmıştır.



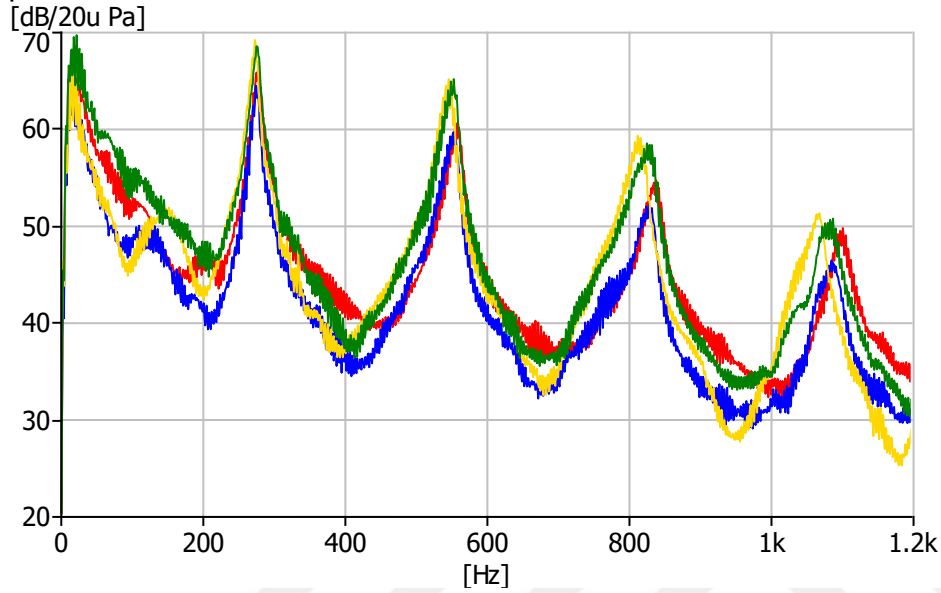
Şekil 4.6. Farklı iç çaplarda oluşturulan kavalların ses spektrumları (13-K, 14-M, 15-Y, 16-S)

Çizelge 4.6. Farklı iç çaplarda oluşturulan kavalların armonikleri

Kullanılan Malzeme	Boy	İç Çap	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Kayısı-(13)	70	15 mm	237.498	476.505	719.495	950.501
Kayısı-(14)	70	16 mm	237.488	475.564	716.495	952.379
Kayısı-(15)	70	17 mm	238.585	477.514	715.511	952.500
Kayısı-(16)	70	18.5 mm	237.494	476.537	714.402	951.387

Çizelge 4.6.' ya göre iç çapları farklı borulardan elde edilen frekanslar incelendiği zaman, iç çap kalınlığındaki değişimin ses üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Ancak boruların iç çapındaki bu değişimin, elde edilen ses etkisinin belirlenebilmesi için ele alınması gereken bir diğer durum ise perde delikleridir. Nitekim iç çapları farklı olan bu boruların üzerine eşit uzunluklarda birer delik delinerek yapılan ölçümlerin sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.7. İç çapın perde delikleri üzerinde oluşturduğu ses spektrumları (17-K, 18-M, 19-Y, 20-S)

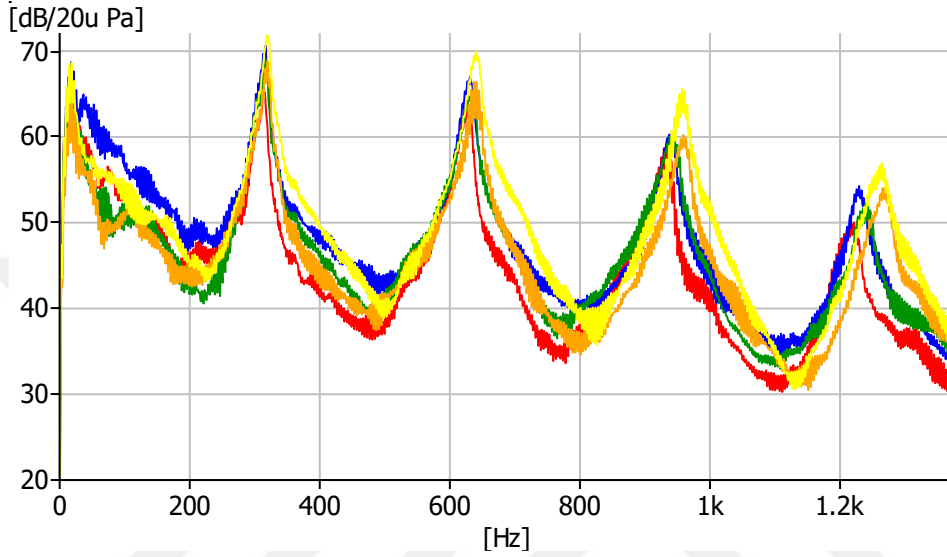
Çizelge 4.7. İç çapın perde delikleri üzerinde oluşturduğu armonikler

Kullanılan Malzeme	Boy	İç Çap	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Kayısı (17)	70 cm	15 mm	278.512	557.580	838.535	1.102
Kayısı (18)	70 cm	16mm	275.489	552.531	828.569	1.088
Kayısı (19)	70 cm	17mm	276.501	554.413	829.507	1.086
Kayısı (20)	70 cm	18.5mm	274.470	546.575	813.438	1.069

Çizelge 4.7.'yi incelediğimiz zaman, 17 numaralı kavalın en yüksek, 20 numaralı kavalın ise en düşük frekansları oluşturduğu, 18 ve 19 numaralı kavalların ise birbirlerine yakın frekanslar ürettiği saptanmıştır. Sonuç olarak iç çap arttıkça frekansın küçüldüğü ve sesin pesleştiği, iç çap küçüldükçe frekansın büyüdüğü ve sesin tizleştiği görülmektedir.

4.1.4. Kavalda perde delik çaplarının ses oluşumuna etkisi

Dilsiz kavalda elde edilen sesin oluşumuna etki eden unsurlardan biride, perde delik çaplarıdır. Eşit ölçülere getirilmiş kavallara, farklı çaplarda delikler delinerek elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Farklı çaplarda oluşturulan perde deliklerinin ses spektrumları (21-K, 22-M, 23-Y, 24-S, 25-T)

Çizelge 4.8. Farklı çaplarda oluşturulan perde deliklerinin armonikleri

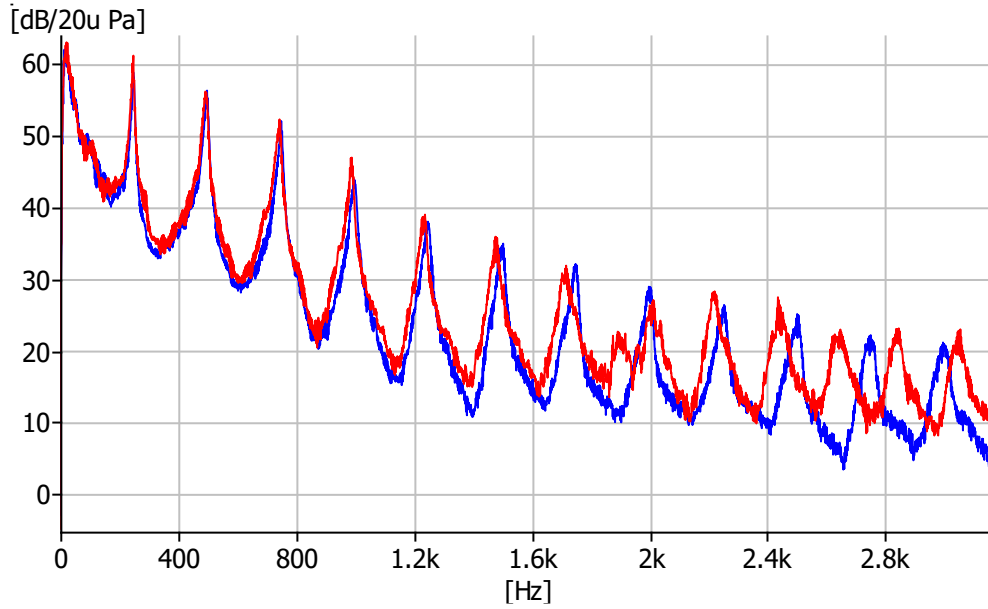
Kullanılan Malzeme	Boy	İç Çap	Perde Delik Çapı	1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
Plastik (21)	60cm	16mm	6mm	316.534	626.618	933.594	1.222
Plastik (22)	60cm	16mm	7mm	317.566	631.538	938.502	1.226
Plastik (23)	60cm	16mm	8mm	318.437	634.446	942.541	1.244
Plastik (24)	60cm	16mm	9mm	320.477	641.532	957.627	1.265
Plastik (25)	60cm	16mm	10mm	320.579	641.641	959.576	1.266

Yapılan ölçümler sonucunda, perde delik çapındaki artışın, elde edilen ses üzerine doğrudan etki ettiği görülmüştür. Perde delik çapındaki artış, sesin de tizleşmesine neden olmaktadır. Ayrıca, armonikler arasındaki ideal değişimler incelendiği zaman, 24 numaralı kavalın daha düzenli bir yapıda olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kavalda belirli standartlar oluşturulurken perde deliklerinin ortalama 9 mm çapında açılması ideal sonuçların elde edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

4.1.5. Cin deliklerinin ses oluşumuna etkisi

Kavalın genel yapısını oluşturan özelliklerden bir diğeri ise, 9. Perdenin entonasyonunu sağlayan cin delikleridir. Günümüzde kullanılan kavalları incelediğimiz zaman, cin deliklerinin farklı sayılarda açıldığı örnekler olduğu gibi, hiç açılmadığı örneklere de rastlanmaktadır.

Çalışmamızda, icracılar tarafından halen kullanılmakta olan ölçülerden yola çıkarak hazırlanan iki farklı kavaldan elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Cin deliklerinin oluşturduğu ses spektrumları (26-K, 27-M)

Çizelge 4.9. Cin deliklerinin oluşturduğu armonikler

	Cin delikli (26)	Normal (27)	Armonik Kursör
1. Armonik (Hz)	245,386	245.493	246.144
2. Armonik (Hz)	492,494	495.472	492.288
3. Armonik (Hz)	746,499	750.382	738.432
4. Armonik (Hz)	986,372	999.545	984.576
5. Armonik (Hz)	1238.0	1250.0	1230.0
6. Armonik (Hz)	1477.0	1500.0	1476.0
7. Armonik (Hz)	1723.0	1750.0	1723.0
8. Armonik (Hz)	1960.0	2001.0	1969.0
9. Armonik (Hz)	2224.0	2251.0	2215.0
10. Armonik (Hz)	2436.0	2501.0	2461.0

Borulardan elde ettiğimiz frekansları incelediğimizde ilk dört armonikte büyük bir değişimin olmadığını görmekteyiz. Bu da cin deliklerinin, elde edilen sesin frekansına büyük bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

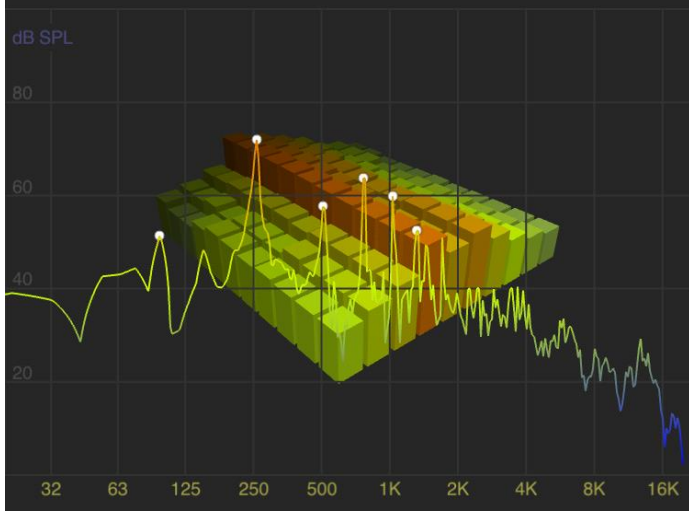
Ancak tınının, temel sesin oluşturduğu armoniklerin tümünün üst üste binmesiyle oluştuğunu biliyoruz. Cin delikleri olan ve olmayan iki borunun oluşturduğu tüm armonikleri incelediğimizde, boruların frekansları arasındaki farkların zamanla arttığını görmekteyiz. Bu borulardan edindiğimiz frekansları grafik haline dönüştürmemizi sağlayan Autospectrum'un verdiği değerlerden biride, ardışık olarak gelecek armoniğin idealde hangi frekansa isabet etmesi gerektiğini gösteren Armonik Kursör'dur. Nitekim ölçümler sonucunda ideale en yakın frekansları, cin delikli olan kavalın sağladığı görülmektedir.

4.2. Üfleme Tekniği ve Tutuş Pozisyonuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde, kavalın icrası sırasında karşımıza çıkan üfleme şiddeti ve üfleme açısının çalgıdan elde edilen sese etkisinin belirlenmesine yönelik incelemeler yapılmıştır.

4.2.1. Üfleme açısının çalgıdan elde edilen sese etkisi

Çalgıdan üretilen sese etki eden en önemli unsurlarından birisi, tutuş pozisyonunda oluşturulan, üflenen hava eksenini ve kavalın dikey ekseninin kesiştiği üfleme açıdır. Bu çalışma süresince, tüm değişkenler sabitlenerek farklı açılarda üflemler yapılmıştır. Elde edilen veriler kayıt altına alınarak, üfleme açısındaki değişimin çalgıdan elde edilen ses üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılacaktır.

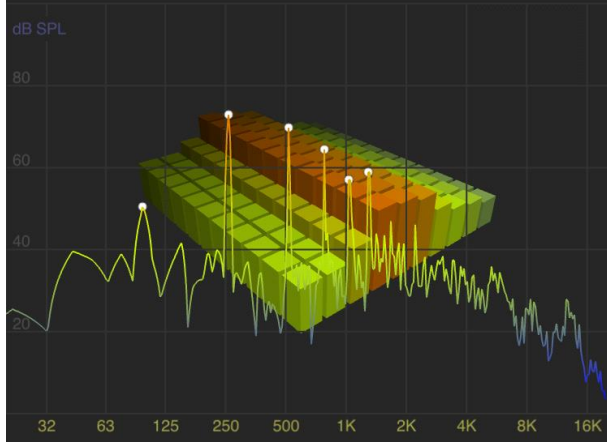


Resim 4.1. 60 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.10. 60 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	255.7	72.0
2	510.9	57,7
3	767.7	63,7
4	1023.9	59,8
Üfleme Açısı		
	60 derece	
İç Hava Hızı		
	2,43 m/s	
Dış Hava Hızı		
	1,19 m/s	

Kavalda 60 derecelik bir üfleme açısıyla sabit hızda, sürekli üflenen hava sonucu, elde ettiğimiz sonuçlar Çizelge 4.10.'daki gibidir. Elde edilen bulguları incelediğimiz zaman birinci armoniğin baskın ancak 2. armoniğin, 3. armoniğe göre daha düşük olduğu gözlenmektedir.

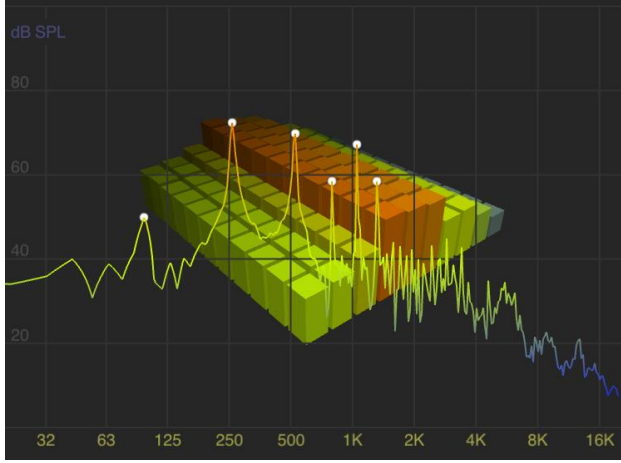


Resim 4.2. 50 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.11. 50 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	257,9	72,9
2	516,6	64,7
3	775	64,4
4	1033,4	57
Üfleme Açısı 50 derece		
İç Hava Hızı 2,65 m/s		
Dış Hava Hızı 1,04 m/s		

50 derecelik üfleme açısıyla elde etmiş olduğumuz bulgular Çizelge 4.11.'deki gibidir. Frekansları incelediğimiz zaman birinci armoniğin baskın, 2. 3. ve 4. armoniklerin sırasıyla birbirini takip ettiğini görüyoruz.

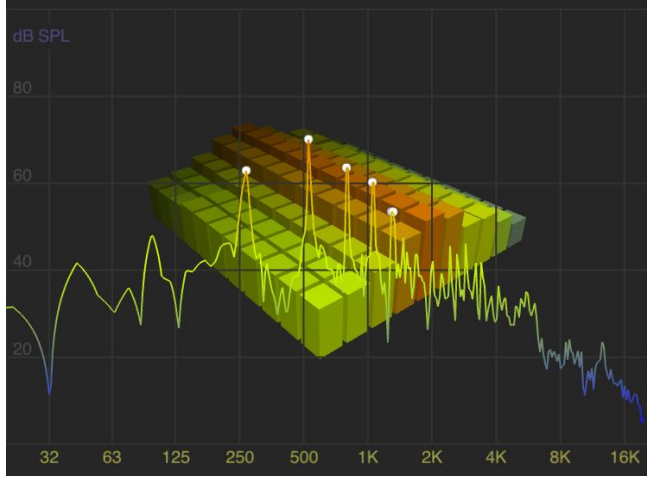


Resim 4.3. 40 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.12. 40 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	261,6	74,4
2	522,7	69,8
3	786,4	58,4
4	1044	67,2
Üfleme Açısı 40 derece		
İç Hava Hızı 2,86 m/s		
Dış Hava Hızı 0,89 m/s		

40 derecelik üfleme açısıyla elde etmiş olduğumuz frekansları incelediğimiz zaman armoniklerin daha ideal frekanslar ürettiğini görüyoruz. 1. armonik yine güçlü dururken, 3. armoniğin 4'e göre daha zayıf olduğu görülmektedir.



Resim 4.4. 30 derecelik üfleme açısının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.13. 30 derecelik üfleme açısının genlik ve armonikleri

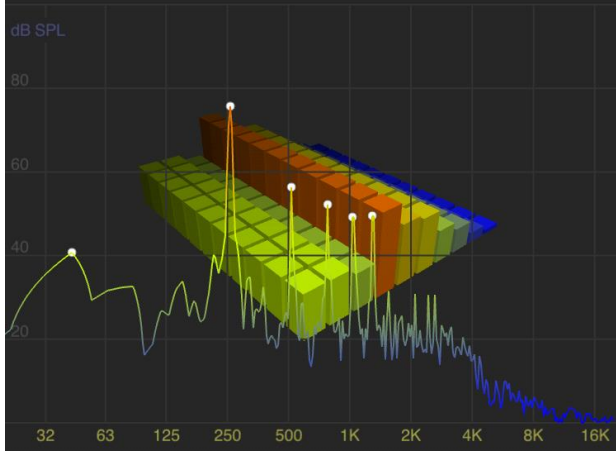
No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	265,1	62,9
2	530,2	70,1
3	795	63,5
4	1059,2	60,2
Üfleme Açısı 30 derece		
İç Hava Hızı 3,2 m/s		
Dış Hava Hızı 0,62 m/s		

30 derecelik açıyla yapılan ölçümler sonucunda 2. armoniğin baskın, 1. ve 3. armoniğin ise birbirine yakın seviyelerde olduğu gözlemlenmektedir.

Sonuç olarak elde etmiş olduğumuz veriler doğrultusunda üfleme açısı küçüldükçe sesin pesleştiği, genişledikçe de sesin tizleşmekte olduğu görülmektedir. Bu durum, Resim 4.10. ve Resim 4.13.'deki grafiklerden elde edilen, ilk armonikler arasındaki frekans farklarının, 93 cent'e kadar ulaşabilmekte olduğunu göstermektedir. Bu da ortalama 4,5-5 koma değerini bulmaktadır.

4.2.2. Üfleme şiddetinin çalgıdan elde edilen sese etkisi

Bu bölümde, değişkenler sabit tutularak farklı üfleme şiddetlerinden elde edilen frekans değişimleri aşağıda ele alınmıştır.

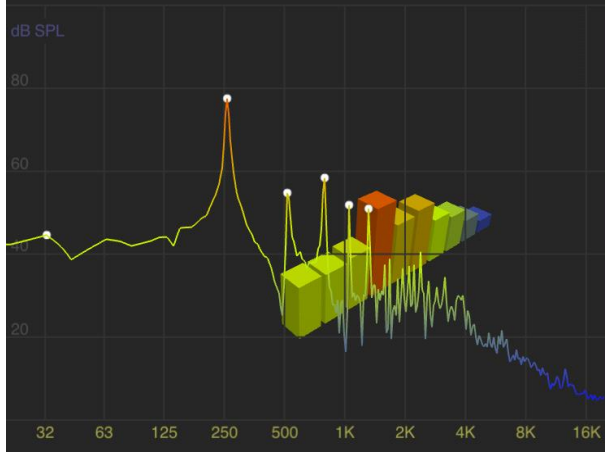


Resim 4.5. 1,31 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.14. 1,31 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	257,9	75,7
2	516,6	56,3
3	773,1	52,2
4	1031,5	49,2
Üfleme Açısı 45 derece		
İç Hava Hızı 0,97 m/s		
Dış Hava Hızı 0,34 m/s		

Grafiği incelediğimiz zaman 1. armonik oldukça baskın görülürken, diğer armonikler sırasıyla birbirini takip etmektedir.

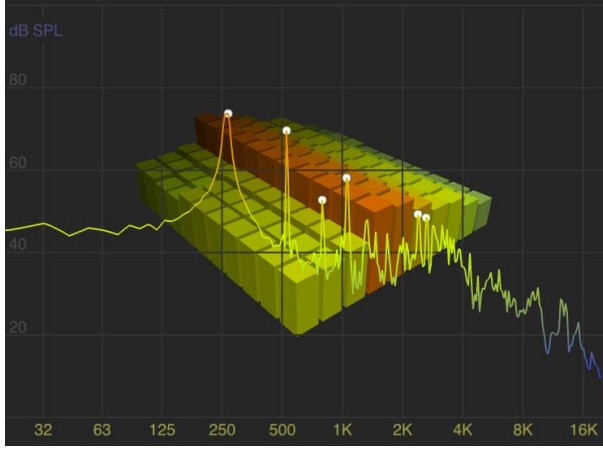


Resim 4.6. 2,47 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.15. 2,47 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	260,7	77,5
2	521,9	54,7
3	781,6	58,4
4	1043,8	51,8
Üfleme Açısı		45 derece
İç Hava Hızı		1,8 m/s
Dış Hava Hızı		0,67 m/s

Elde edilen bulgular sonucunda, 1. armoniğin oldukça baskın, 2. armoniğin 3.'ye göre daha zayıf olduğunu görmekteyiz.

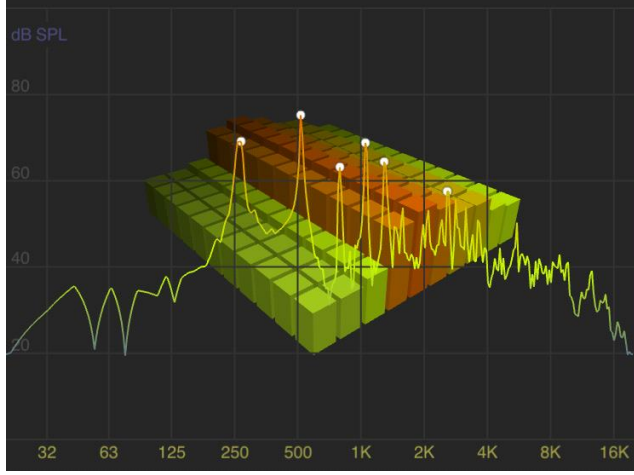


Resim 4.7. 3,4 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.16. 3,4 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	263,9	73,7
2	526,9	69,6
3	787,3	52,7
4	1049,2	58,1
Üfleme Açısı 45 derece		
İç Hava Hızı 2,57 m/s		
Dış Hava Hızı 0,83 m/s		

Grafiğe göre, 1. armoniğin baskın, olduğu gözlenirken, 3. armoniğin oldukça zayıf olduğu görülmektedir.



Resim 4.8. 4,3 m/s'lik üfleme hızının şiddet ve frekans analizi

Çizelge 4.17. 4,3 m/s'lik üfleme hızının genlik ve armonikleri

No	Armonik (Hz)	Genlik (dB)
1	265,1	69,1
2	520,7	75,2
3	785,8	63,1
4	1048,4	68,8
Üfleme Açısı 45 derece		
İç Hava Hızı 3,1 m/s		
Dış Hava Hızı 1,2 m/s		

Grafiği incelediğimiz zaman, 2. armoniğin en güçlü olduğu ve bunu 4. armoniğin takip ettiği görülür. Ancak 1. ve 3. armoniklerde düşüşlerin olduğunu görmekteyiz.

Elde edilen tüm bulgular incelendiği zaman, hava hızındaki artışın sesi tizleştirdiği, düşüşün de sesi pesleştirdiği görülür. Bu değişim sonucunda, ortaya çıkan frekans değerleri arasındaki farklar 65 cent'i bulabilmektedir. Bu da hava hızına bağlı olarak ortalama 3 koma değerinde bir değişime sebep olmaktadır. Sonuç olarak, kaval yapımında kullanılan ölçüler arasındaki farklılıkların esasında kişiye özel çalgı imalatından da kaynaklanabileceği ortaya çıkmaktadır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kaval yapımında kullanılan malzemenin çeşitliliği, dış çap kalınlığı, iç çap değişimi, cin delikleri ve perde delik çaplarının çalgıdan elde edilen ses üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi için farklı değişkenlere sahip borular hazırlanarak elde edilen seslerin zamana göre şiddet değişimleri kaydedilmiş, fourier analizleri yapılarak frekans ve tını özellikleri araştırılmıştır. Daha sonra farklı üfleme açıları ve şiddetlerindeki sesler kayıt altına alınarak, bu seslerin şiddet ve frekans spektrum analizleri yapılmıştır. Değişkenlik göstermesi açısından insan faktörünün deney sonuçları üzerindeki etkisini minimuma indirmek ve üfleme şiddetini sabit bir oranda tutmak için, deney süresince üflenilen havanın hızı anemometre yardımı ile kayıt altına alınmıştır. Tüm bu süre zarfında elde edilen veriler ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Kaval yapımında kullanılan malzemeler incelendiğinde, bu malzemelerden yapılmış kavallardan elde edilen seslerin, birbirleri arasında tını ve frekans farklılıkları olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle doğal bir malzeme olan ağacın, yetiştiği koşullar ve coğrafi konumuna bağlı olarak standardizasyona olumsuz yönde etki ettiği görülmektedir.
2. Kavalın dış çap kalınlığındaki değişim, perdelerden elde edilen sese doğrudan etki etmektedir. Nitekim kavalın dış çap kalınlığındaki incelmeye, perdeden çıkan sesin tizleşmesine ve tını olarak değişimine sebebiyet vermektedir.
3. Kavalın iç çapındaki değişim, dış çap kalınlığında olduğu gibi doğrudan perdelerle ilişkilidir. İç çaptaki artış, perdeden yansıyan sesin kalınlaşmasına, daralması da sesin tizleşmesine neden olmaktadır.
4. Perde delik çapındaki artış, perdeden elde edilen sesle doğru orantılı olup sesin de tizleşmesine sebep olmaktadır. Ancak, perde deliklerindeki değişimin iç çap ve dış çap kalınlığına bağlı olmak koşulu ile değişim sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

5. Kavalda cin deliği kullanımına bağlı olarak elde edilen seslerin spektrum analizi incelendiğinde, cin deliğinin ses üzerinde herhangi bir değişim yaratmadığı görülmektedir. Ancak cin deliği kullanımının kavalda tını bakımından ideal sese daha yakın, diğer bir ifade ile daha karakteristik bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.
6. Kavalda üfleme açısındaki değişim incelendiğinde, üfleme açısı küçüldükçe sesin pesleştiği, genişledikçe de tizleşmekte olduğu görülmektedir. Ayrıca, farklı açılarda elde edilen ses frekansları incelendiğinde, bağlı armonikler arasındaki şiddetlerin değiştiği gözlenmektedir. Bu sadece frekansın değil, açığa bağlı olarak tınının da değişime uğradığını göstermektedir.
7. Kavalda ses üretmek için üflenen havanın şiddet değişimlerini incelendiği zaman, şiddet artışı ile sesin tizleştiği, aynı şekilde şiddetin azaltılması ile kalınlaştığı görülmüştür. Bu değişimin üfleme açısında olduğu gibi sesin tınısını da doğrudan değiştirdiği ortaya konulmuştur.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde deneme yanılma yöntemi ile oluşturulan çalgıların ölçüleri arasındaki farklılıkların çalgının fiziksel yapısına bağlı olduğu, ayrıca icracılar arasında oluşan üfleme şiddeti ve açısındaki farklılıkların da çalgının standardizasyonuna doğrudan etki ettiği görülmüştür. Bu çalışmanın, dilsiz kaval eğitiminde, yapım ve icrasına yönelik yapılacak olan standartlaştırma çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türk müziği çalgılarının gelişimi üzerine, daha hassas ölçümler yapabilmek ve ideal sonuçlar elde edebilmek için, yüksek eğitim kurumlarında konuyla ilgili laboratuvarlar ve çalışma ortamlarının yaratılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Açın, C. (1994). *Enstrüman Bilimi Organoloji*. İstanbul: Yenidoğan Basımevi.
- Akdemir, K. (2006). *Dört Yıllık Müzik Eğitimi Veren Yüksek Öğretim Kurumlarında Ve Konservatuvarlarda Dilsiz Çoban Kavalı Çalma Teknikleri Ve Eğitim Müfredatı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Atasoy, M. U. (2006). *Mesleki Müzik Eğitimi Veren Kurumlarda Kaval Eğitim Sürecinin I. Yılında Kullanılan Öğretim Yöntem Ve Tekniklerinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Bozkır, B. (2002). *Bağlamada Malzeme – Tını İlişkisi ve Dinamik Analizler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Çağ, A. (2003). *Dilsiz Kaval Metodu*. Artvin: Ceylan Ofset.
- Değirmenli, E. (2014). *Akustik Ölçüm Teknikleri Kullanarak Üretilen Ud Ses Tablasının Titreşim Özelliklerinin Kontrolü Üzerine Yeni Bir Yöntem Önerisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Değirmenli, E. (2017). Telli Çalgı Yapımında Kullanılan Titreşim Ölçüm Tekniklerinin Deneysel Analizi. *Rast Müzikoloji Dergisi*, 113
- Değirmenli, E. (2017). Türk Müziği Telli Çalgılarının Akustik Analizlerinde Kullanılan Yöntemler. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 23-35
- Erdiş, E. (2006). *Bağlamanın Akustik Açından İncelenmesi ve Geliştirilmesine İlişkin Yeni Yaklaşımlar*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Ergül, R.R. (2006). Psikoakustik ve Film Sesinde Algısalılık. *Selçuk Üniversitesi İletişim fakültesi dergisi*.
- Gökbudak, R. (2011). *Klasik Türk Müziği Çalgılarından Kanun ve Tamburun Tonal Karakteristiklerinin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Huber, D. M. and Runstein, R. E. (2010). *Modern Recording Techniques*. (Seventh Edition). United States of America: Elsevier Inc.
- Kartal, E. (2011). *Türk Müziği Enstrümanlarının Frekans Aralıkları*. İstanbul: Özgür Yayınları.
- Kastelli, A. S. (2004). *Türk Halk Oyunlarında Kullanılan Nefesli Çalgıların Orkestrasyon İçindeki Kullanımı Ve Yörelere Göre İncelenmesi*.

Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

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

Özbek, M. (1998). *Türk Halk Müziği El Kitabı I Terimler Sözlüğü*. Ankara: Gün Ofset.

Özbek, M., Bayraktar, E., Sun, M., Tuğcular, E., Önder, B. (1989). *Türk Halk Müziği Çalgı Bilgisi*, Ankara: Ünal Offset.

Taçoğlu, A. (1997). *Tamburda Kullanılan Ses Tablalarında Rezonans Özelliklerinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tarikci, A. (2015). *Müzik Teknolojisine Giriş*. Ankara: Müzik Eğitimi Yayınları.

Tekşahin, F. (2011). *Dilsiz Kaval Metodu*. İzmir: Nilmer Ofset.

Yıldırım, Z. (2012). *Ud Çalgısının İcracı İçin Oluşturduğu Yapısal Sorunlardan Eşik*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, S. ve Belenli, İ. (2011). Kanunda Ses Tablası Kalınlığının Tını Üzerine Etkisinin Analizi. 9. *Ulusal Akustik Kongresinde sunuldu*, Ankara.

Yurtçu, C. (2006). *Bir Performans Aracı Olarak Kaval Ve Teknik Gelişimi*. Yayımlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Zeren, A. (1995). *Müzik Fiziği*. İstanbul: Pan Yayıncılık.





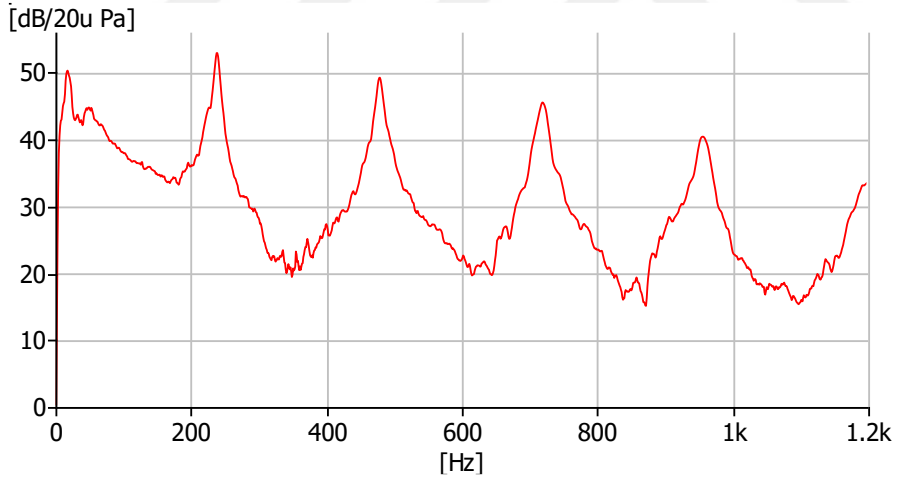
EK-1. Akustik Ölçümler Sırasında Kullanılan Kavalların Fiziksel Özellikleri ve Elde Edilen Verilerin Sonuçları



Resim 2.1. 1 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.1. 1 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	1
Malzeme	Kayısı Ağacı
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm



Şekil 2.1. 1 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.2. 1 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.499	478.504	719.497	955.501

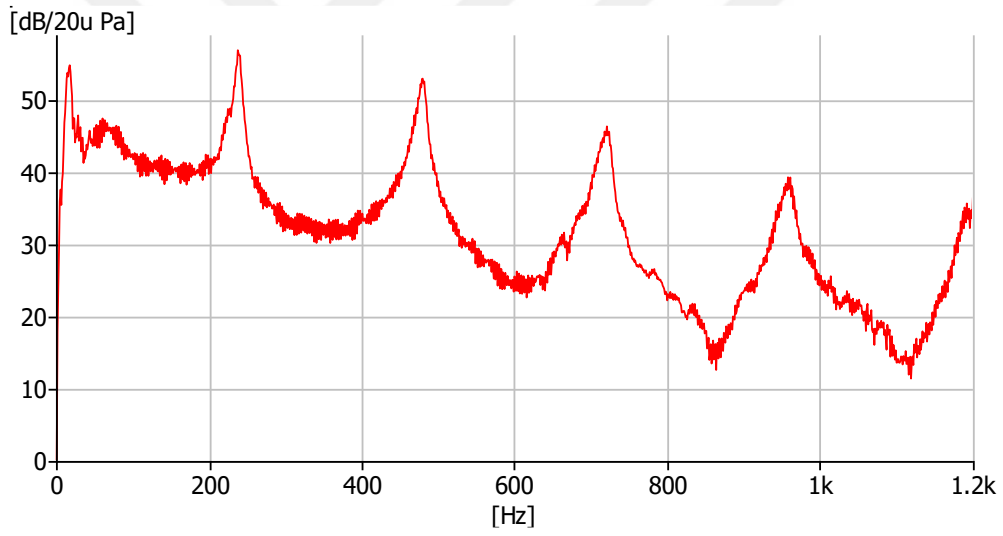




Resim 2.2. 2 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.3. 2 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	2
Malzeme	Plastik
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm



Şekil 2.2. 2 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.4. 2 numaralı kavalın armonikleri

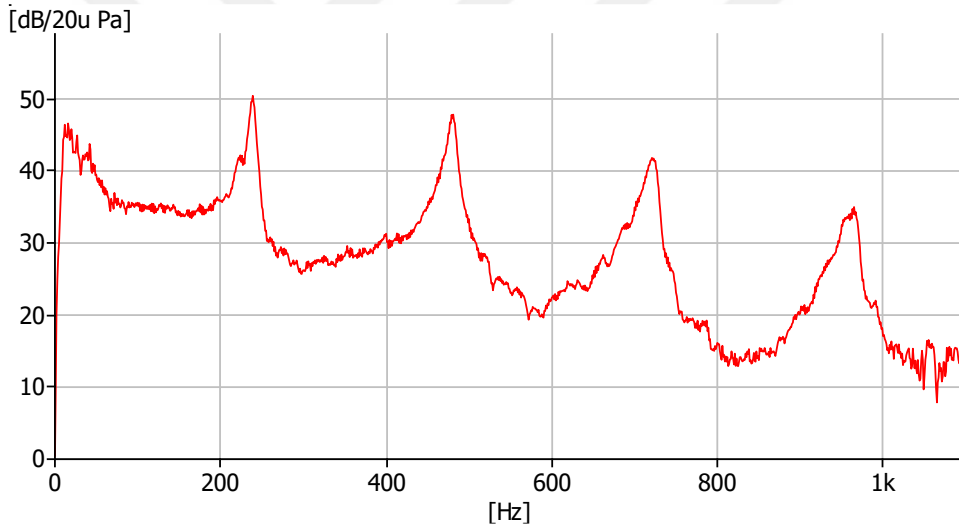
1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
239.412	479.491	721.500	956.533



Resim 2.3. 3 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.5. 3 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	3
Malzeme	Aliminyum
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm



Şekil 2.3. 3 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.6. 3 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
240.481	481.503	723.502	968.495

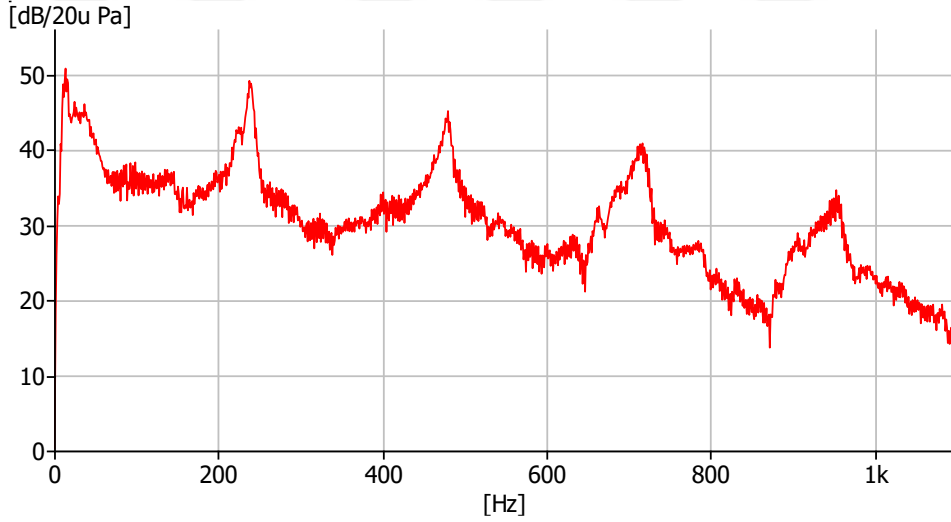




Resim 2.4. 4 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.7. 4 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	4
Malzeme	Erik
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.4. 4 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.8. 4 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.541	477.477	715.536	952.424

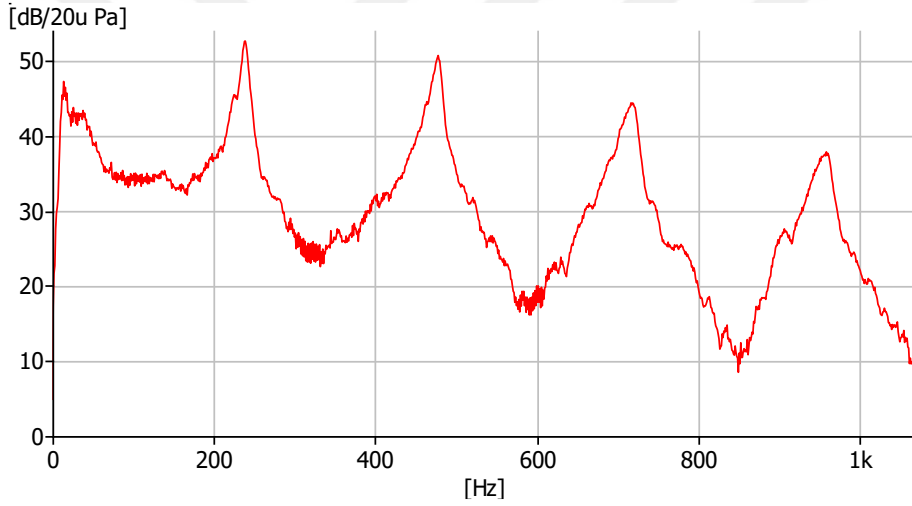




Resim 2.5. 5 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.9. 5 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	5
Malzeme	Ardıç
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.5. 5 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.10. 5 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.513	477.484	711.499	952.505

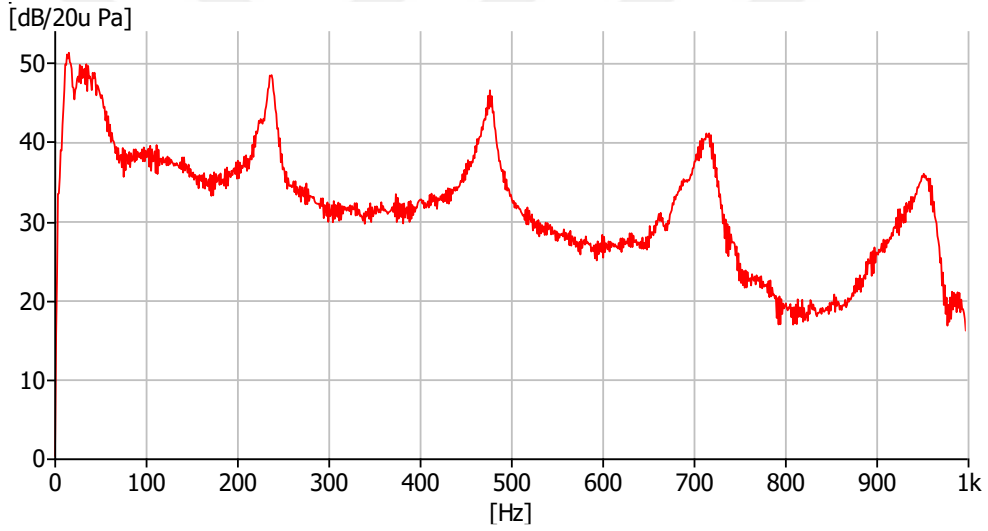




Resim 2.6. 6 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.11. 6 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	6
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.6. 6 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.12. 6 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.507	475.451	713.493	952.492

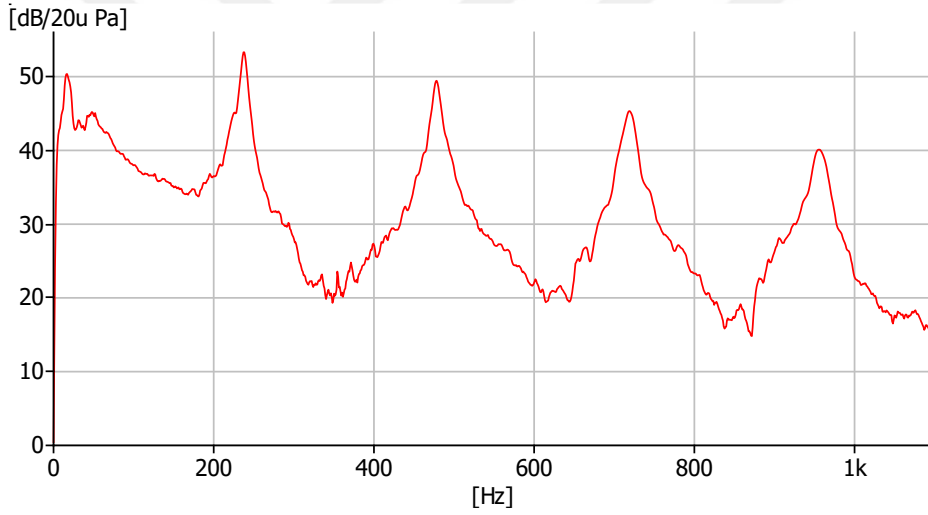




Resim 2.7. 7 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.13. 7 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	7
Malzeme	Erik
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.7. 7 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.14. 7 numaralı kavalın armonikler

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.479	479.510	720.501	963.505

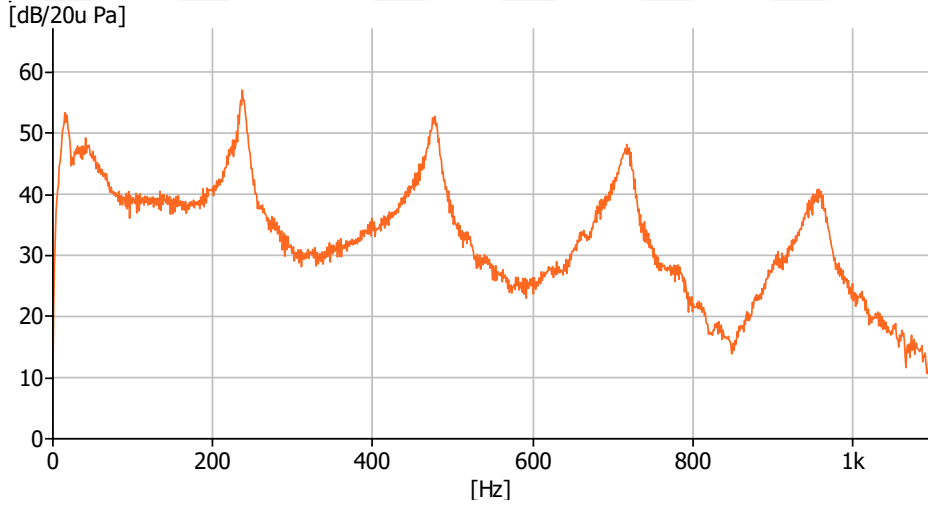




Resim 2.8. 8 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.15. 8 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	8
Malzeme	Erik
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.8. 8 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.16. 8 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.546	477.496	715.480	954.513

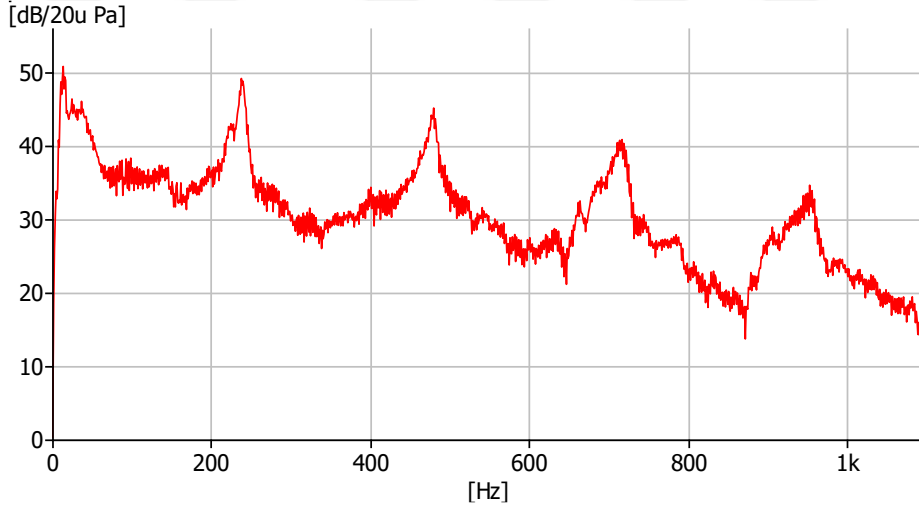




Resim 2.9. 9 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.17. 9 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	9
Malzeme	Erik
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.9. 9 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.18. 9 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.541	477.477	715.536	952.424

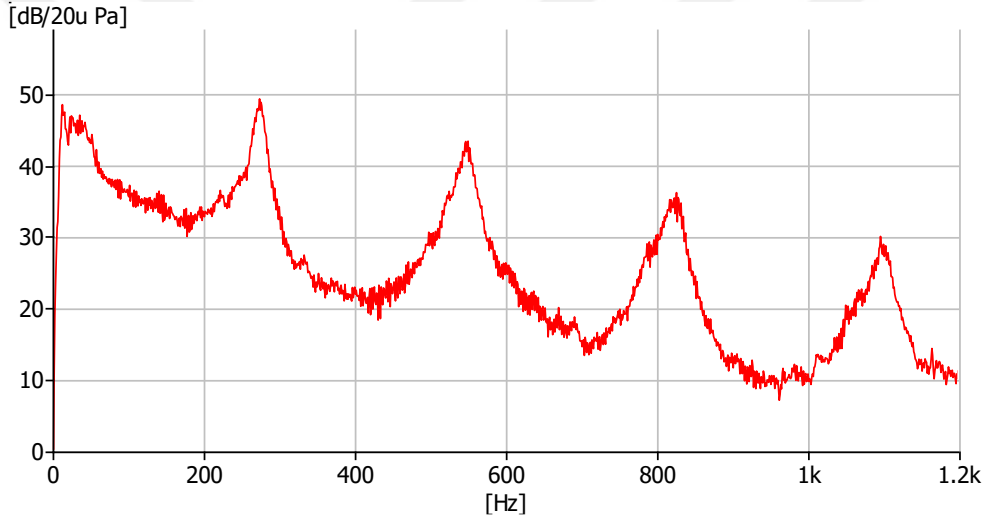




Resim 2.10. 10 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.19. 10 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	10
Malzeme	Kayısı
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.10. 10 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.20. 10 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
274.442	546.466	822.483	1100.0

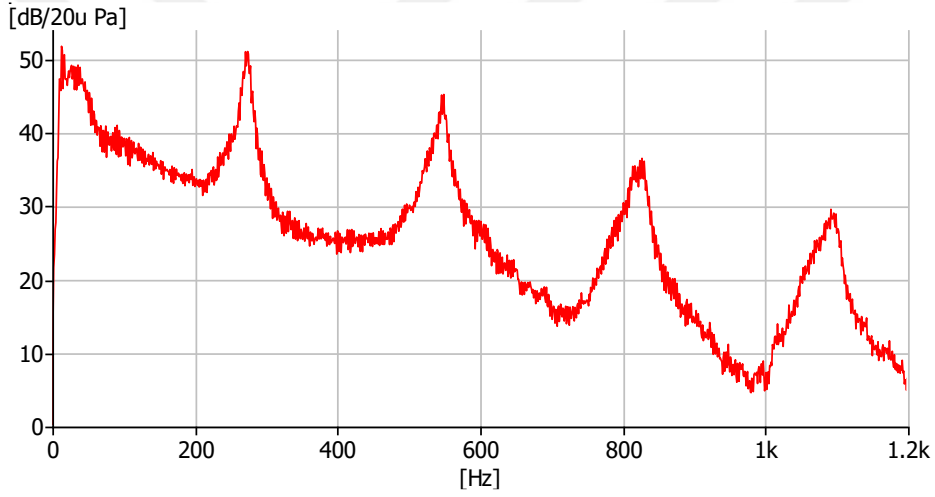




Resim 2.11. 11 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.21. 11 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	11
Malzeme	Kayısı
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	21 mm



Şekil 2.11. 11 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.22. 11 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
272.547	547.390	821.543	1089.0

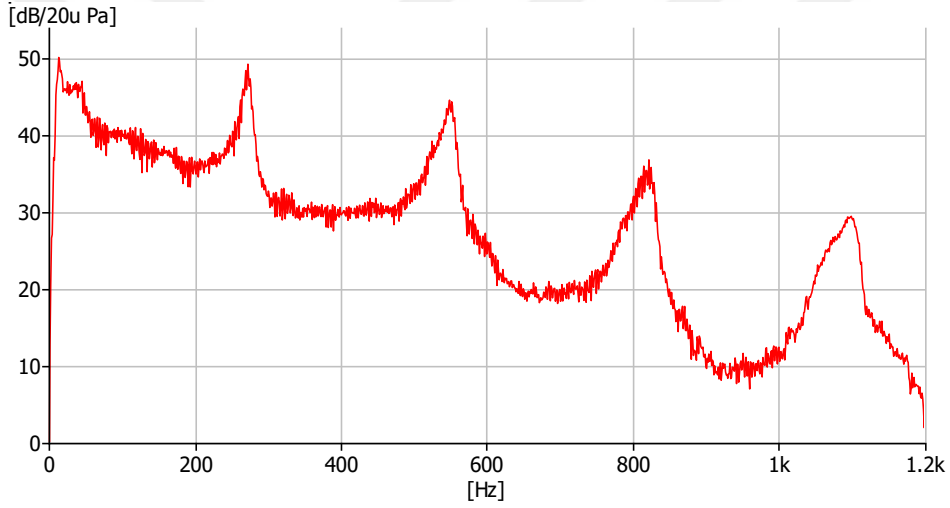




Resim 2.12. 12 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.23. 12 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	12
Malzeme	Kayısı
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	19 mm



Şekil 2.12. 12 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.24. 12 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
273.555	548.552	816.564	1098.0

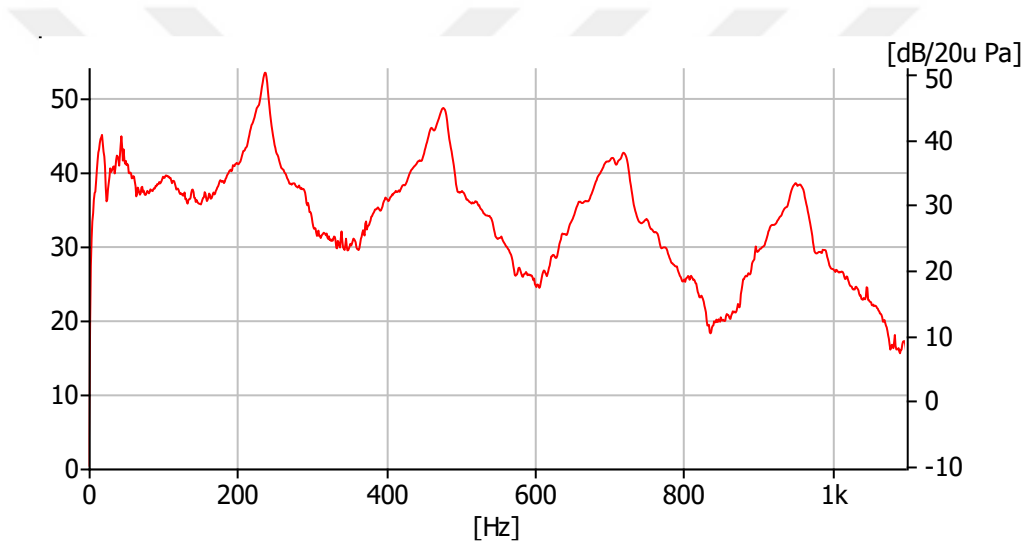




Resim 2.13. 13 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.24. 13 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	13
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	15 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.13. 13 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.25. 13 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.498	476.505	719.495	950.501

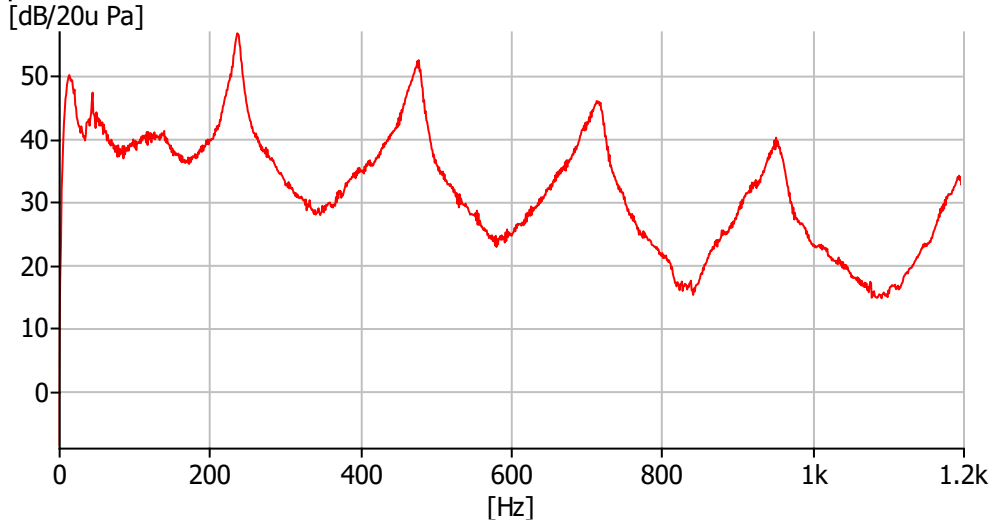




Resim 2.14. 14 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.16. 14 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	14
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.14. 14 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.27. 14 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.488	475.564	716.495	952.379

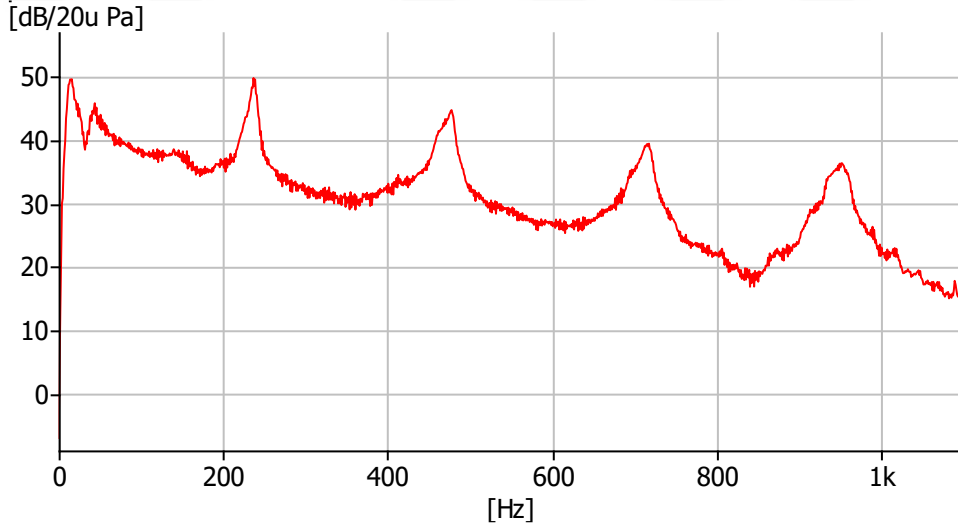




Resim 2.15. 15 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.28. 15 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	15
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	17 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.15. 15 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.29. 15 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.585	477.514	715.511	952.500

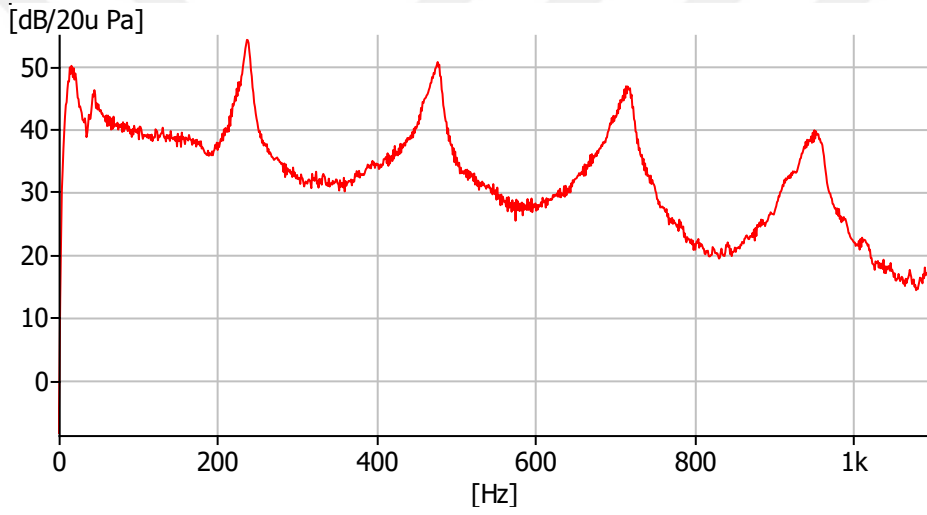




Resim 2.16. 16 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.30. 16 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	16
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	18,5 mm
Dış Çap	23 mm



Şekil 2.16. 16 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.31. 16 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
237.494	476.537	714.402	951.387

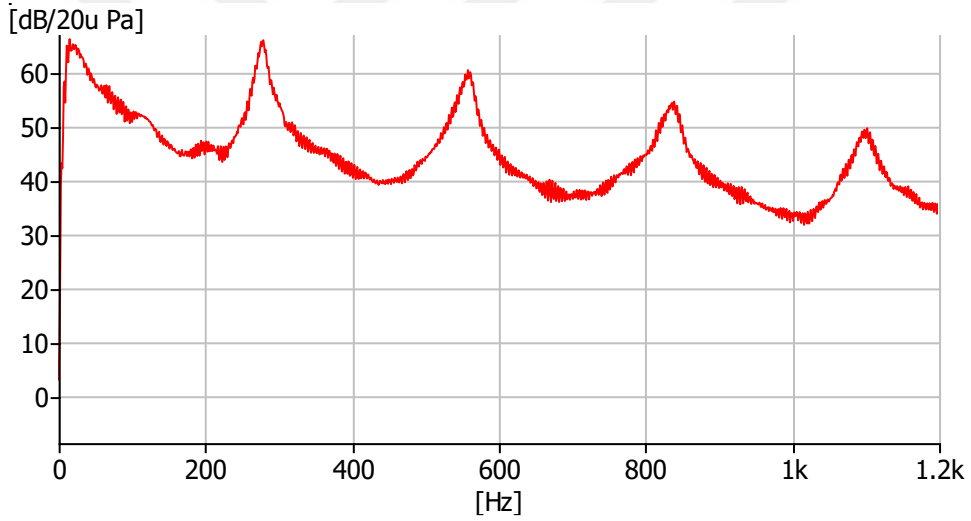




Resim 2.17. 17 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.32. 17 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	17
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	15 mm
Dış Çap	23 mm
Perde delik Uzunluğu	59 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.17. 17 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.33. 17 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
278.512	557.580	838.535	1.102

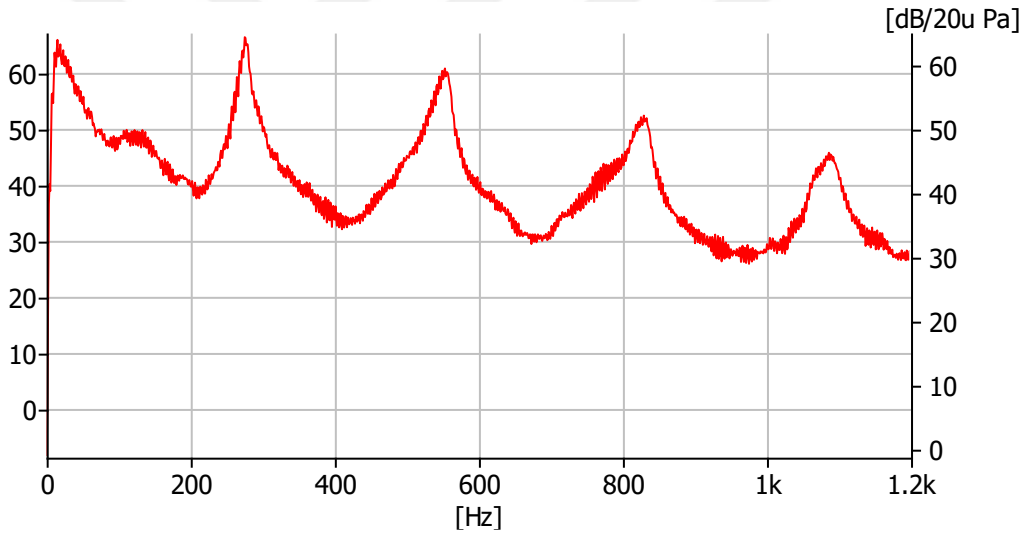




Resim 2.18. 18 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.34. 18 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	18
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm
Perde delik Uzunluğu	59 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.18. 18 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.35. 18 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
275.489	552.531	828.569	1.088

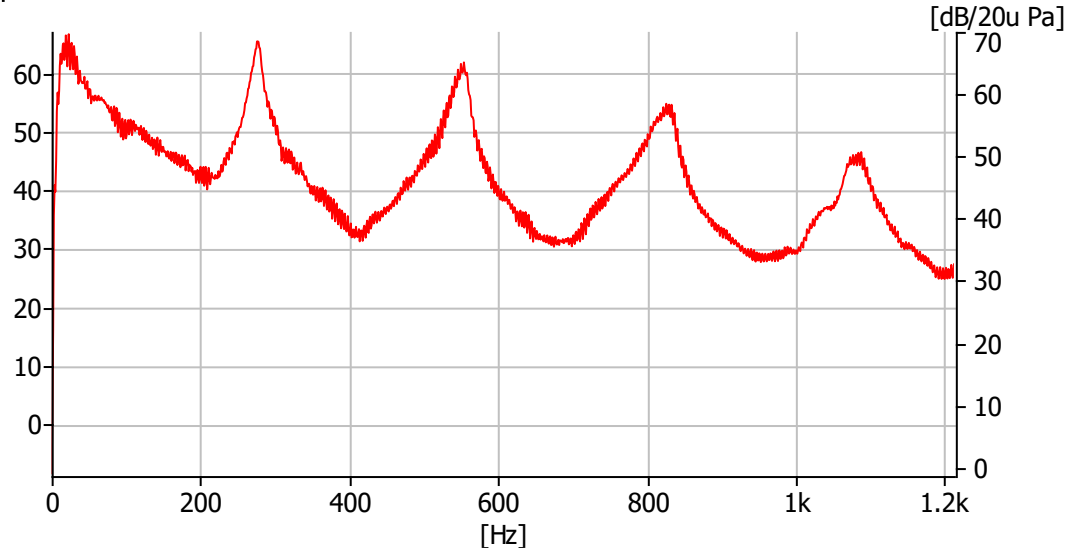




Resim 2.19. 19 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.36. 19 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	19
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	17 mm
Dış Çap	23 mm
Perde delik Uzunluğu	59 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.19. 19 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.37. 19 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
276.501	554.413	829.507	1.086

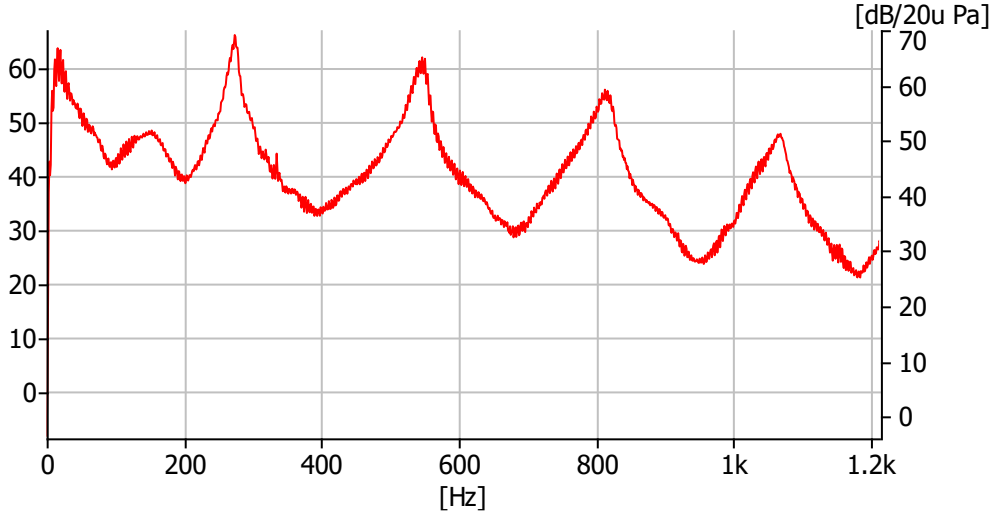




Resim 2.20. 20 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.38. 20 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	20
Malzeme	Kayısı
Boy	70 cm
İç Çap	18.5 mm
Dış Çap	23 mm
Perde delik Uzunluğu	59 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.20. 20 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.39. 20 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
274.470	546.575	813.438	1.069

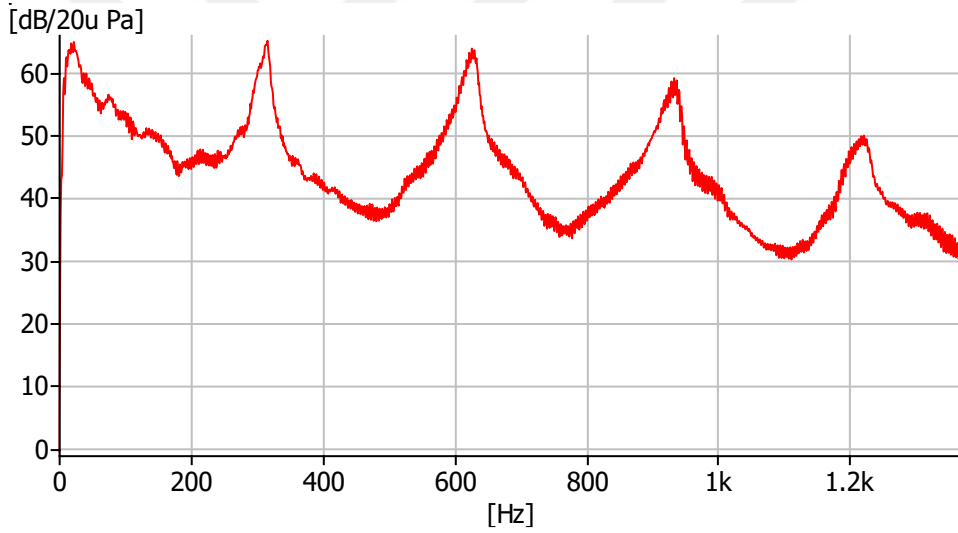




Resim 2.21. 21 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.40. 21 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	21
Malzeme	Plastik
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
Perde delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	6 mm



Şekil 2.21. 21 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.41. 21 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
316.534	626.618	933.594	1.222

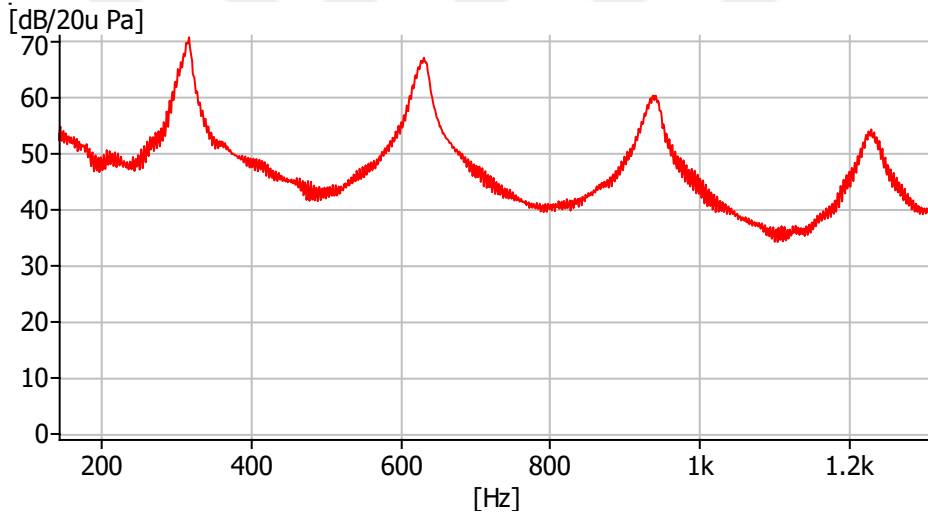




Resim 2.22. 22 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.42. 22 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	22
Malzeme	Plastik
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
Perde delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	7 mm



Şekil 2.22. 22 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.43. 22 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
317.566	631.538	938.502	1.226

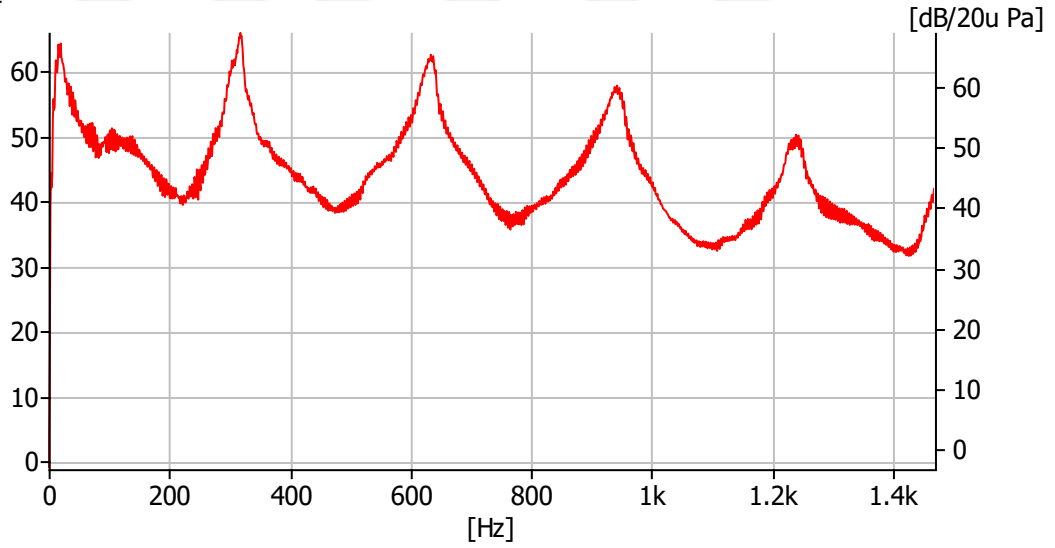




Resim 2.23. 23 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.44. 23 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	23
Malzeme	Plastik
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
Perde delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	8 mm



Şekil 2.23. 23 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.45. 23 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
318.437	634.446	942.541	1.244

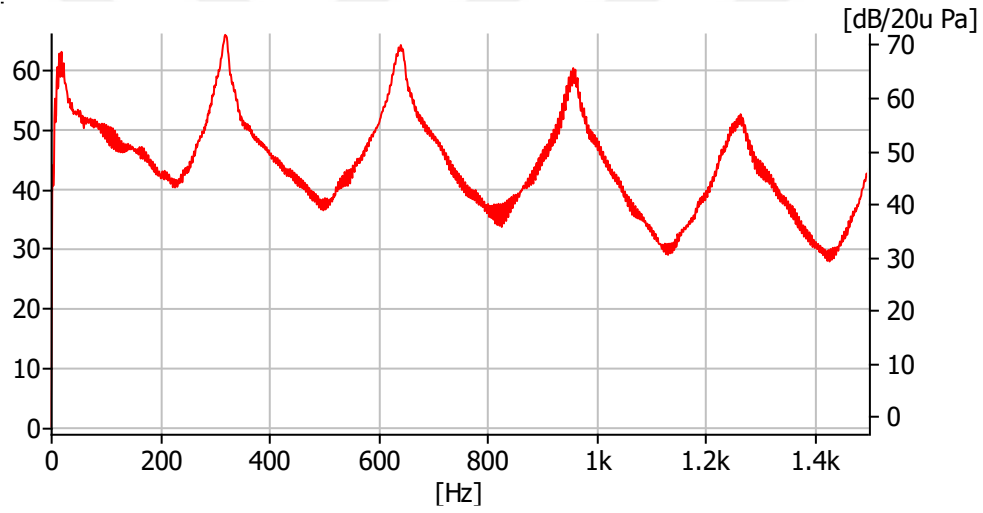




Resim 2.24. 24 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.46. 24 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	24
Malzeme	Plastik
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
Perde delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.24. 24 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.47. 24 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
320.477	641.532	957.627	1.265

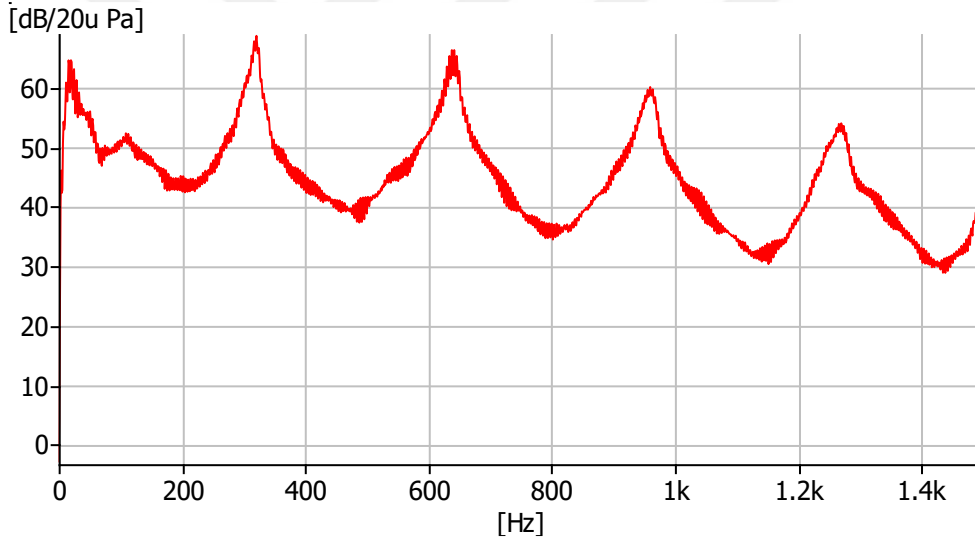




Resim 2.25. 25 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.47. 25 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	25
Malzeme	Plastik
Boy	60 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
Perde delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	10 mm



Şekil 2.25. 25 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.48. 25 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
320.579	641.641	959.576	1.266

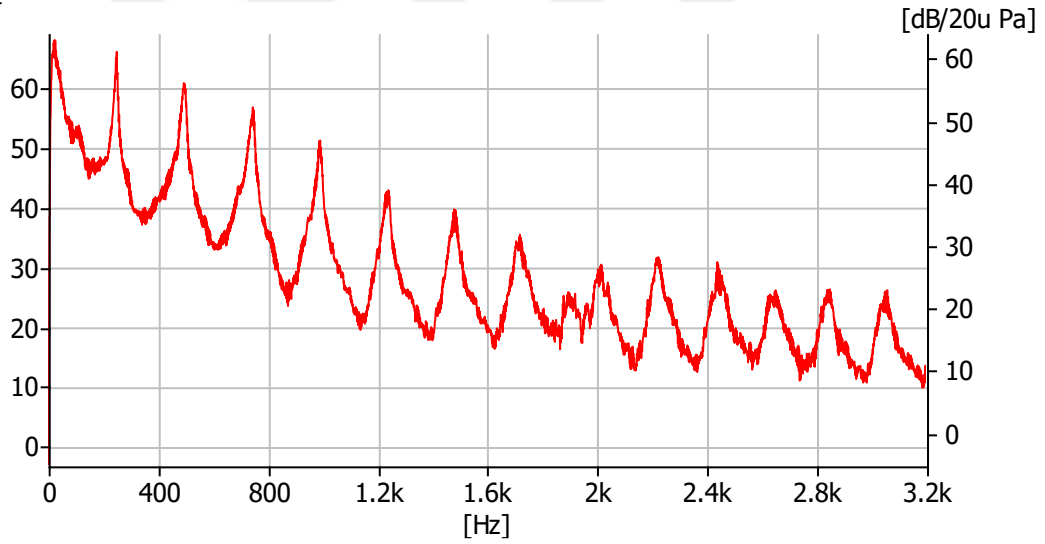




Resim 2.26. 26 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.49. 26 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	26
Malzeme	Plastik
Boy	79.5 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm
1. Delik	67.4 cm
2. Delik	70.3 cm
3. Delik	73.4 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.26. 26 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.50. 26 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	245,386
2. Armonik (Hz)	492,494
3. Armonik (Hz)	746,499
4. Armonik (Hz)	986,372
5. Armonik (Hz)	1238.0
6. Armonik (Hz)	1477.0
7. Armonik (Hz)	1723.0
8. Armonik (Hz)	1960.0
9. Armonik (Hz)	2224.0
10. Armonik (Hz)	2436.0

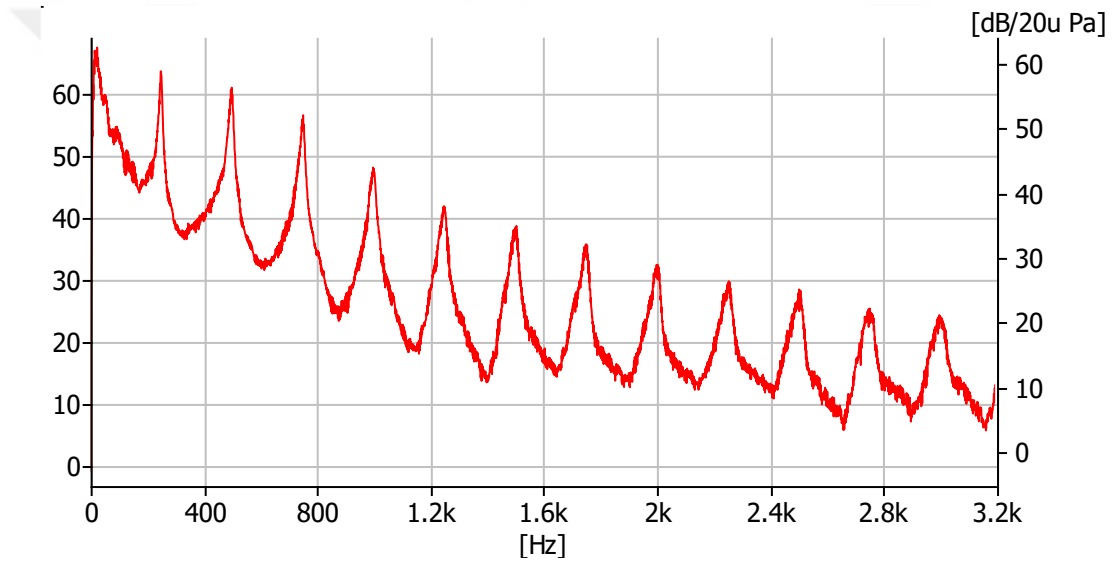




Resim 2.27. 27 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.51. 27 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	27
Malzeme	Plastik
Boy	67.7 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm



Şekil 2.27. 27 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.52. 27 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	245.493
2. Armonik (Hz)	495.472
3. Armonik (Hz)	750.382
4. Armonik (Hz)	999.545
5. Armonik (Hz)	1250.0
6. Armonik (Hz)	1500.0
7. Armonik (Hz)	1750.0
8. Armonik (Hz)	2001.0
9. Armonik (Hz)	2251.0
10. Armonik (Hz)	2501.0

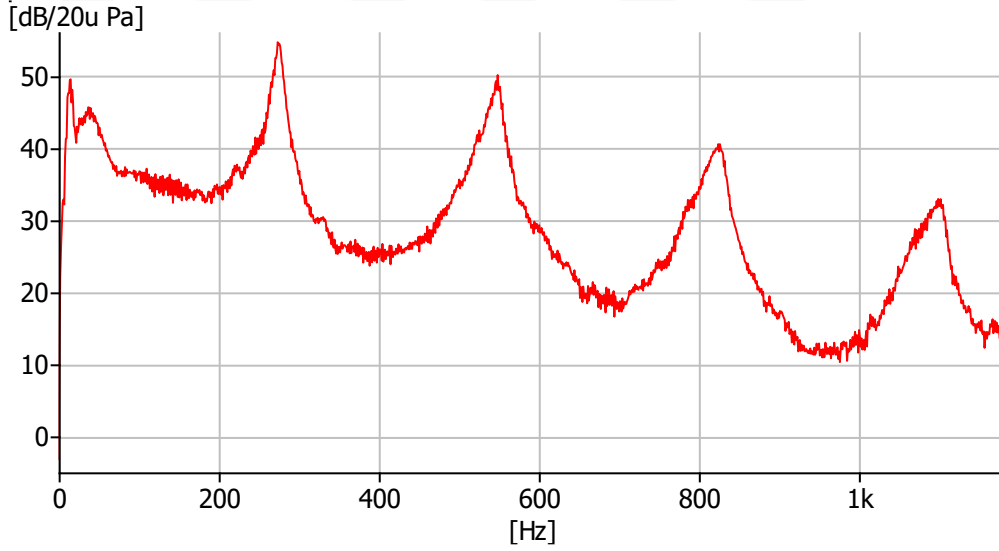




Resim 2.28. 28 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.53. 28 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	28
Malzeme	Kayısı
Boy	61 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	21 mm



Şekil 2.28. 28 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.54. 28 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
272.547	547.390	821.543	1089.0

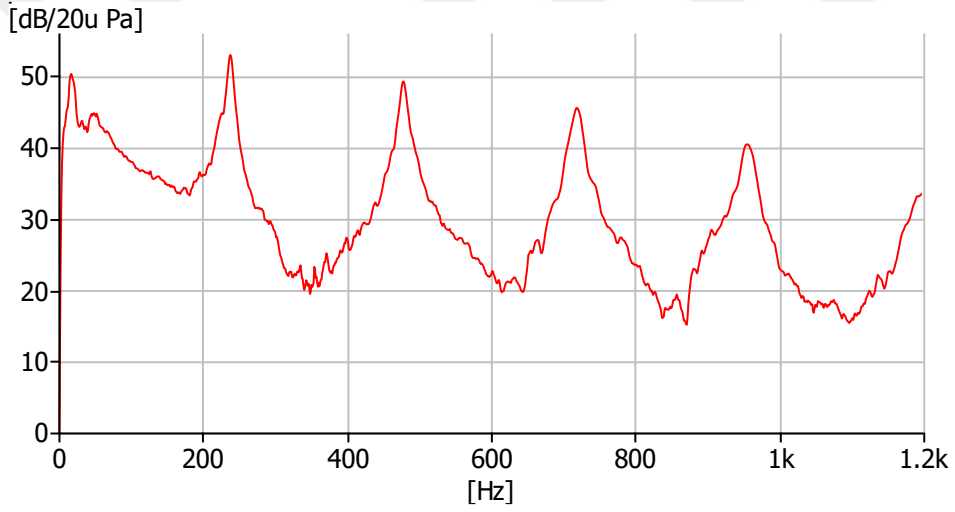




Resim 2.29. 29 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.55. 29 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	29
Malzeme	Kayısı Ağacı
Boy	70 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	22 mm



Şekil 2.29. 29 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.56. 29 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
238.499	478.504	719.497	955.501

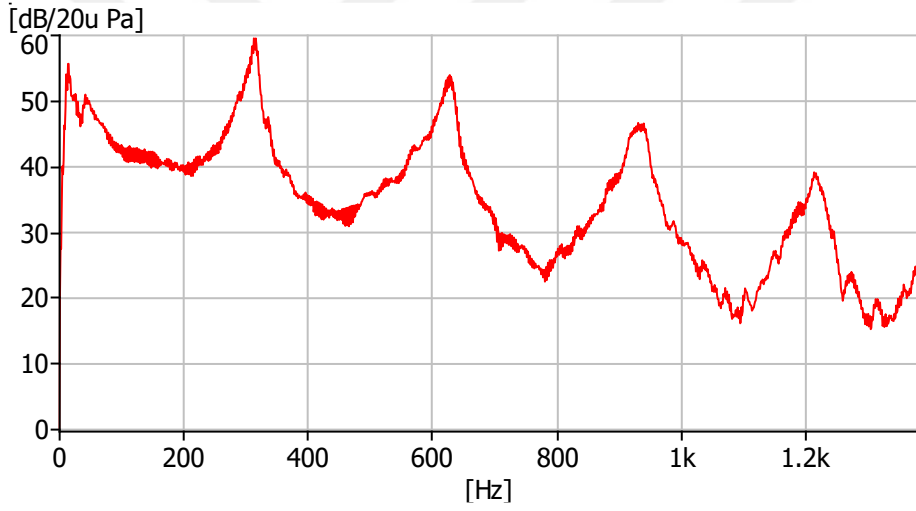




Resim 2.30. 30 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.57. 30 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	30
Malzeme	Kayısı
Boy	61 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	23 mm
Delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.30. 30 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.58. 30 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
314.457	628.518	941.442	1218.0

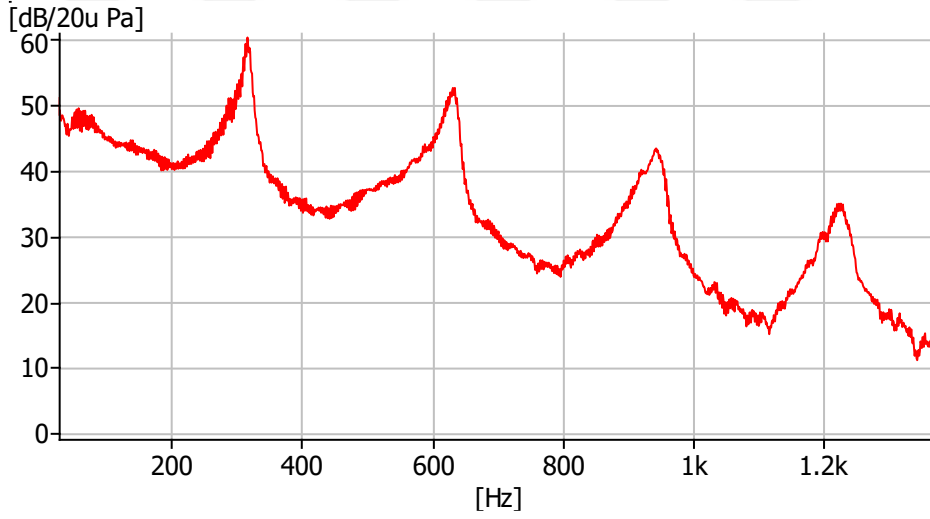




Resim 2.31. 31 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.59. 31 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	31
Malzeme	Kayısı
Boy	61 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	21 mm
Delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.31. 31 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.60. 31 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
314.330	631.532	941.496	1224.0

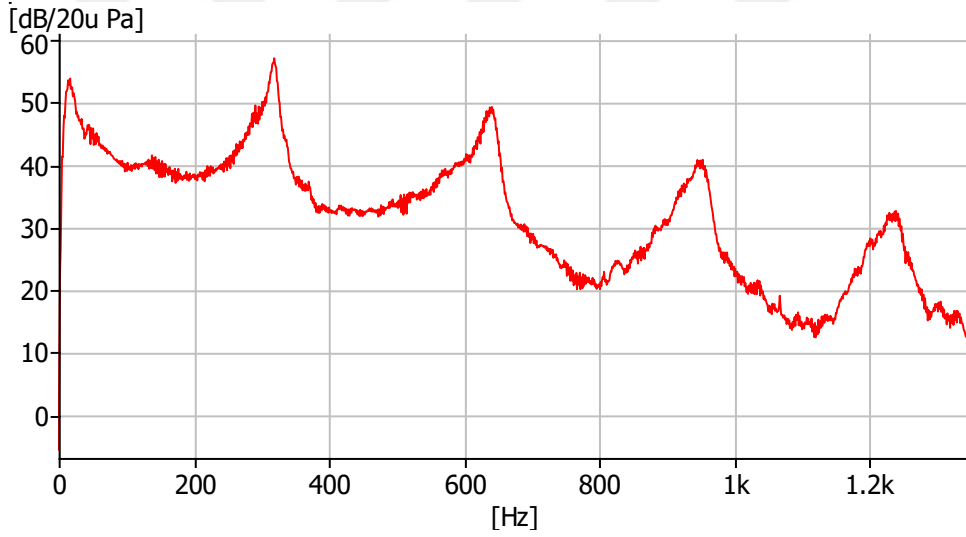




Resim 2.32. 32 numaralı kaval örneği

Çizelge 2.61. 32 numaralı kavalın yapısal özellikleri

No	32
Malzeme	Kayısı
Boy	61 cm
İç Çap	16 mm
Dış Çap	19 mm
Delik Uzunluğu	51 cm
Perde Delik Çapı	9 mm



Şekil 2.32. 32 numaralı kavalın ses spektrumları

Çizelge 2.62. 32 numaralı kavalın armonikleri

1. Armonik (Hz)	2. Armonik (Hz)	3. Armonik (Hz)	4. Armonik (Hz)
318.567	640.537	947.510	1234.0



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BEDEL, Ali
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 09.03.1991, Burdur
Medeni hali : Bekâr
E-mail : ali-bedel@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / T.M.D.K	Devam Ediyor
Lisans	Akdeniz Üniversitesi / Devlet Konservatuvarı	2013
Lise	Burdur Anadolu Lisesi / Fen Bilimleri	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-	Akdeniz Üniversitesi	Öğretim Elemanı

Yayınlar

Teke Yöresinde, Günümüzde Kullanılan Nefesli Çalgılar ve Yapımı, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Teke Yöresi Sempozyum Bildirisi, Burdur, 4-6 Mart 2015.

Yabancı Dil: İngilizce

Hobiler: Yüzme, Hentbol



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

