T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI
SANAT VE TASARIM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KEMENÇE TINISININ SPEKTRUM ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

ORÇUN GÜNEŞER
11715001

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan ERUZUN ÖZEL

İSTANBUL
2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI
SANAT VE TASARIM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KEMENÇE TINISININ SPEKTRUM ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

ORÇUN GÜNEŞER
11715001

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan ERUZUN ÖZEL

İSTANBUL
2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI
SANAT VE TASARIM YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KEMENÇE TINISININ SPEKTRUM ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

ORÇUN GÜNEŞER
11715001

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:
Tezin Savunulduğu Tarih: 24.06.2019
Tez Oy Birliği / ~~Oy Çokluğu~~ ile Başarılı Bulunmuştur

	Unvan Ad Soyad	İmza
Tez Danışmanı	: Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan Eruzun Özel	
Jüri Üyeleri	: Doç. Dr. Arda Eden	
	: Doç. Dr. M. Kemal Karaosmanoğlu	

İSTANBUL
HAZİRAN 2019

ÖZ

KEMENÇE TINISININ
SPEKTRUM ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ
Orçun Güneşer
Mayıs, 2019

Kemençe çalgısı Tanburî Cemil Bey'den günümüze, Türk Makam Müziği icralarının en önemli yaylı çalgılarından biri olmuştur. Yaklaşık yüzyıllık zaman dilimi içerisinde kemençenin yapısal olarak gelişimi, yeni çeşitlerinin üretimi ve icrasının geliştirilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Kemençenin kendine özgü tınısını incelemek yolunda bir bilimsel araştırma da 1958 yılında, Türk müzikolojisinin önemli isimlerinde Ord. Prof. Salih Murad Uzdilek danışmanlığında "Kemençe Seslerinin Armonik Analizi" başlığı ile gerçekleştirilmiştir. Ne var ki bu tarihten sonra kemençenin tınısal özelliklerini araştırmak yönünde bilimsel bir çalışma yapılmış değildir. Müzikal akustik alanında, birçok çalgı tüm dünyada halen incelenmektedir. Türk müziği çalgıları üzerine yapılan çalışmaların ise sayıca ve değerlendirme biçimleri açısından yeterli olduğu söylenemez. Bu çalışmada, en son teknik imkanlar kullanılarak, günümüzün muteber 4 kemençe icracısının kemençelerinden ses örnekleri alınmıştır. Bu icracılar, Furkan Bilgi, Derya Türkan, Aslıhan Eruzun Özel ve Lütfiye Özer'dir. İcracılar ile denk koşullarda gerçekleştirilen ses kayıtlarında, açık tel pozisyonunda yegah, rast ve neva perdeleri kaydedilmiştir. Ses kayıtları spektrum analizi yöntemi ile incelenmiş ve kemençe tınısının özellikleri analitik veriler cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen veriler bu araştırmada belirlenen kıstaslar çerçevesinde incelenerek mukayeseli bir değerlendirilme yapılmıştır. Böylece günümüzün önemli kemençe icracılarından 4'üne ait kemençelerin tınısal özellikleri arasındaki benzerlik ve farklar ortaya konulmuştur. Spektrum analizinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sağlamak için somut kıstaslar belirlenmiştir. Belirlenen kıstaslarla spektrum analizi araştırmalarına yöntemsel bir katkı sunulması amaçlanmıştır. Elde edilen verilerin incelenmesiyle kemençenin sesinin yoğun biçimde inharmonik selenler içerdiği tespit edilmiş ve inharmonik bölgeler belirlenmiştir. Yegah telinin temel sesinin kayıp olduğu, harmonik modların sıralamalarında büyük değişkenlikler olabildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kemençe, İstanbul Kemençesi, Klasik Kemençe, Tını, Spektrum Analizi

ABSTRACT

EXAMINATION OF THE TIMBRE OF KEMENÇE WITH SPECTRUM ANALYSIS METHOD

Orçun Güneşer
Mayıs, 2019

Kemençe has been one of the most important bowed instruments of Turkish Makam Music from Tanburi Cemil Bey's era to nowadays. For nearly a century, studies have been done on the structural development of kemençe, on the production of its new variations and on the enhancement of its performance. A scientifical research has been done in 1958 under the supervision of Ord. Prof. Salih Murad Uzdilek titled "the harmonic analysis of the tones of Kemençe" to examine the intrument's unique timbre. However no research has been done on the timbral characteristics of kemençe after that time. In musical acoustics, research on many musical instruments are still carried out. Meanwhile research on Turkish musical instruments are considered insufficient in quantity and in methodological assesment. In this thesis, sound samples of today's 4 reowned kemençe players were recorded using the latest technical equipment. The performers are Furkan Bilgi, Derya Türkan, Aslıhan Eruzun Özel and Lütfiye Özer. Yegah, rast and reva pitches were recorded in open string position, under the same conditions. The sound samples were examined with spectral analysis, and the timbral charectaristics of kemençe were measured analytically. To evaluate the findings of the spectrum analysis, specific criterias were defined. A methodical contribution was aimed by the proposal of criterias for further researches using spectrum analysis method. After the examination of the collected data, the research showed a rich inharmonicity of the kemençe and inharmonic areas were determined. The "missing fundamental" of yegah string and the diversity of the amplitude of harmonic modes were observed.

Key Words: Kemenche, Kemenche of İstanbul, Classical Kemench, Timbre, Spectrum Analysis

ÖNSÖZ

Yapılan literatür taramasında Türk müziği yaylı çalgılarından Kemençenin tınısal analizi üzerine tek tez çalışmasının 61 yıl önce gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Türk müziği çalgıları üzerine yapılacak spektrum analizi araştırmalarına ve kemençenin tınısal karakteri üzerine yapılacak çalışmalara fayda sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu tezi bir akademisyen ve kemençe icracısı olarak tüm bilgi ve tecrübesiyle mümkün kılan tez danışmanım Dr. Aslıhan ERUZUN ÖZEL'e sonsuz teşekkürlerimi ifade ederim.

Bu çalışmanın, alanındaki benzer çalışmalardan farklı olarak özgün örneklemi ile dönemine tanıklık eden belgesel niteliğe ulaşmasını ve muteber verilerle yapılmasını sağlayan günümüzün güzide kemençe icracıları Furkan BİLGİ, Derya TÜRKAN, Aslıhan ERUZUN ÖZEL ve Lütfiye ÖZER'e çok değerli katkıları için teşekkür ederim.

Teknik ekipman konusundaki danışmanlık ve katkıları için Ses Mühendisi Turgay Poyraz YIKILMAZ'a, verilerin incelenmesi ve görselleştirilmesi konusundaki destekleri için Yüksek Bilgisayar Mühendisi Fahrünnisa GÜNEŞER'e, bilmeyi bilmek muradıyla talim ettiğim yolculuğumda emeği olan tüm hocalarıma şükranlarımı arz ederim.

İstanbul; Mayıs, 2019 Orçun Güneşer

İÇİNDEKİLER

ÖZ iv
ABSTRACT v
ÖNSÖZ vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
KISALTMALAR xiii
1. **GİRİŞ** 1
1.1. Araştırmanın Amacı 4
1.2. Araştırmanın Gerekliliği 4
1.3. Araştırmanın Varsayımları 5
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 5
2. **KAVRAMSAL ÇERÇEVE** 6
2.1. Ses 6
2.2. Sesin Temel Özellikleri 7
2.2.1. Frekans 7
2.2.2. Dalga Boyu 7
2.2.3. Periyot 7
2.2.4. Genlik 8
2.2.5. Tını 9
2.2.6. Ses Zarfı 10
2.3. Süperpozisyon İlkesi 12
2.4. Spektrum Analizi 13
2.5. Çalgıların Tınısı Ve Spektrum Analizi 14
3. **YÖNTEM** 16
3.1. Araştırmanın Yöntemi 16

3.2. Araştırmanın Evren Ve Örneklemi 16
3.3. İncelemenin Biçimi 16
3.4. Araştırmada İncelenen Örnekler Ve İcracıları: 16
3.5. Veri Toplama Ve İşleme Araçları 17
3.5.1. Mikrofon 17
3.5.2. Ses Kartı (Analog/Dijital Dönüştürücü) 19
3.6. Verilerin Toplanması 20
3.6.1. Kayıt Özellikleri 22
3.6.2. Deney Düzeneği 22
3.6.3. Mikrofonlama 23
3.6.4. Kontrol Deneyleri 24
3.6.4.1. Hız Deneyi 24
3.6.4.2. Yay Çekme Yeri Deneyi 25
3.6.4.3. Yay Yönü Deneyi 25
3.6.4.4. Yay Bölgesi Deneyi: 25
3.6.4.5. Mikrofonlama Bölgesi Deneyi 25
3.6.4.6. Mikrofonlama Uzaklığı Deneyi 26
3.7. Verilerin İncelenmesi 26
4. **BULGULAR VE YORUMLAR** 28
4.1. İlk 20 Harmonik Harmoniğin Genlikleri 29
4.2. -60 dB Üzerindeki Diğer Harmonikler 31
4.2.1. Kıstas 2'den Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar: 33
4.3. -60 dB Üzerindeki Harmoniklerin Sayısı 34
4.3.1. Kıstas 3'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar 35
4.4. Genliğe Göre İlk 6 Harmoniğin Sıralaması 35
4.4.1. Kıstas 4'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar 36
4.5. 60 dB Üzerindeki İnharmonik Selenler 37
4.5.1. Kıstas 5'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar 41
4.6. Genlikteki Anormal Düşüşler (Kayıp Harmonikler) 44

4.6.1. Kıstas 6'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar.....46
5. **SONUÇ VE ÖNERİLER**.....47
KAYNAKÇA.....50
EKLER.....52
ÖZGEÇMİŞ.....63

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Mikrofonun Genel Teknik Özellikleri 18

Tablo 2: Ses Örnekleri Listesi 21

Tablo 3: Ek İcralar 22

Tablo 4: Yegah Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri.....29

Tablo 5: Rast Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri.....30

Tablo 6: Neva Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri 31

Tablo 7: Yegah Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri.....32

Tablo 8: Rast Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri 32

Tablo 9: Neva Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri.....33

Tablo 10: 20. Harmonikten Yüksek Harmoniklerin Toplam Sayıları 33

Tablo 11: Yegah Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmoniklerin Sayısı 34

Tablo 12: Rast Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmonik Modların Sayısı 34

Tablo 13: Neva Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmonik Modların Sayısı.....34

Tablo 14: Tüm tellerin toplamında -60 dB üzerindeki harmonik modların sayısı 35

Tablo 15: Yegah tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması.....35

Tablo 16: Rast tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması.....36

Tablo 17: Neva tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması.....36

Tablo 18: Yegah tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri 38

Tablo 19: Rast tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri 39

Tablo 20: Neva tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri 40

Tablo 21: İnharmonik modların toplam sayısı 41

Tablo 22: Yegah tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi 41

Tablo 23: Rast tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi 43

Tablo 24: Neva tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi 44

Tablo 25: Yegah tellerindeki kayıp harmonikler.....45

Tablo 26: Rast tellerindeki kayıp harmonikler.....45

Tablo 27: Neva tellerindeki kayıp harmonikler.....45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Fletcher-Munson eğrileri 8

Şekil 2: Ses Zarfının safhaları.....10

Şekil 3: Tanburun neva (220Hz) perdesinin ses zarfında bölgeler. 11

Şekil 4: Şekil 3'teki sinyalin spektral içeriğinin zamanla değişimi. 11

Şekil 5: Derya Türkan'ın Neva Perdesi (440 Hz) İcrasının Sinyali. 12

Şekil 6: Güneş Işığının Spektrum Analizi 13

Şekil 7: Kayıtlarda Kullanılan Presonus PRM1 Kalibrasyon Mikrofonu 17

Şekil 8: Presonus PRM1 Mikrofonun Frekans Cevap Grafiği 18

Şekil 9: Presonus PRM1 Mikrofonunun Polar Diyagramı 19

Şekil 10: Kayıtlarda Kullanılan Audient id14 A/D Dönüştürücü.....19

Şekil 11: Deney Düzeneği 23

Şekil 12: Mikrofonlama Biçimi 24

KISALTMALAR

dB : Desibel

Hz : Hertz

1. GİRİŞ

Türk makam müziği yaylı çalgılarından biri olan kemençe özellikle Tanburi Cemil Bey'den bu yana makam müziği içerisindeki önemini artırmıştır. Günümüzde Türk Makam müziğinin hemen her formunda icra edilmesinin yanısıra sadece ülkemizde değil çok geniş bir coğrafyada dinleyici bulmaktadır. Bilinirliği coğrafyamızı aşmış olan kemençenin yapısal ve akustik özelliklerini konu alan araştırmaların sayısı ise yeterli sayılamaz.

Kemençenin organolojik kökeni ve Türk Makam Müziği içerisindeki varolma süreci hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. "Küçük yaylı çalgı" anlamına gelen kemençenin, esasen yaylı ailesinden farklı çalgıları isimlendirmek için kullanılan genel bir tabir olduğunu biliyoruz. Araştırmamızın odağındaki çalgı olan kemençenin bu ismine ek olarak, Klasik Kemençe, İstanbul Kemençesi, Armudi Kemençe gibi alternatif isimleri bulunmaktadır. Bu çalışma boyunca bu alternatif isimler yerine kemençe tabiri kullanılacaktır.

20. yüzyılda bilimsel ve teknolojik gelişmeler sayesinde ses ve özelliklerini anlama yolunda kat edilen ilerleme, müzik alanında da birçok çalışma sahasının oluşmasına yol açmıştır. Fizik biliminin bir alt dalı olan ve sesin fiziksel özelliklerini konu alan akustik bilimi, müziği yeni veçhelerden anlamak yolundaki çalışmalarda kullanılmıştır. Müzik ve akustik disiplinleri arasındaki çalışmalara müzikal akustik denilmektedir.

Müzikal akustiğin başlıca odak noktalarından biri, müziğin en önemli unsurlarından olan çalgıların akustik açıdan analiz edilmesi konusudur. Bu alana çalgı akustiği denilmektedir. Çalgı akustiği alanında başta keman olmak üzere birçok çalgı incelenmiştir. Ülkemizde çalgı akustiğini alanındaki çalışmaların sayısı ve kapsamının artması gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların batı müziği enstrümanları üzerine yapılan çalışmalarla kıyaslandığında henüz ilk adımlarını attığını söylemek zor olmaz.

Türk müziği çalgılarının akustik bilimi ve teknik imkanların kullanılması suretiyle detaylı incelemelerini yapmak, incelemeler doğrultusunda geliştirme çalışmaları gerçekleştirmek, çalgıların yapısal ya da müzikal problemlerini azaltmak yahut imkanlarını genişletmek mümkün olabilir.

Çalgı akustiği alanında atılması gereken öncelikli adım, çalgının mevcut durumdaki özelliklerini tespit etmek olacaktır. Zira araştırma alanının detaylı ve güvenilir bilgi ile tarif edilmesi, ileride hedeflenecek tüm geliştirme çalışmalarına zemin teşkil eder.

Bununla birlikte Türk Makam Müziği çalgıları üzerine yapılmış akustik araştırmaların büyük çoğunluğunda kullanılan örnek çalgının meşruiyeti şüphe götürmektedir. Tınısı müzik otoritelerince tescil edilmemiş, yapımcı bilgisi bulunmayan örneklerin kullanıldığı araştırmaların sonuçlarına itibar edilmesi ve kendinden sonraki çalışmalara referans olması bittabi beklenemez.

Ayrıca bugüne kadar Türk Müziği çalgılarının herhangi birine odaklanıp, aynı çalgının farklı örneklerini mukayeseli olarak inceleyen bir çalışmaya rastlamadık. Örneğin kanun üzerine yapılan bir çalışmada tek bir kanunun örnek alındığını görebilmekteyiz. Böyle bir çalışma, muhakkak ki akustik araştırma yöntemini ortaya koymakta ve bir örnekle de olsa çalgıya dair bilgi sunmaktadır. Fakat aynı yapımcının dahi iki farklı çalgısının aynı tınıya sahip olmadığı realitesi üzerinden değerlendirecek olursak, tek örneklemden elde edilen bilginin kapsayıcılığı sorgulanabilir.

Bu çalışmada Kemençe, Klasik Kemençe, İstanbul Kemençesi, Armudi Kemeçe yahut Tırnak Kemençesi isimleriyle anılan Türk Makam Müziği çalgısının spektrum analizi yöntemi kullanılarak tınısal karakterinin tespiti üzerine çalışılmıştır.

Spektrum analizi tüm dünyada kullanılan ve çalgı akustiği incelemelerinde en temel adım olarak kabul edilen bir hesaplama yöntemidir. Bu yöntemin kullanıldığı çalgı akustiği çalışmaları ülkemizde de yapılmaktadır.

Bu çalışma Kemençe üzerine yapılmış ikinci spektrum analizi tezi olma özelliğini taşımaktadır. Kemençenin spektrumu üzerine yapılmış ilk araştırma 1958 senesinde İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesinde, Ord. Prof. Salih Murad Uzdilek danışmanlığında Asüman Onaran tarafından doktora tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Bahsi geçen doktora çalışmasında yapımcısı bilinmeyen ancak takriben 80 yıllık olduğu belirtilen bir kemençe kullanılmıştır. Kemençe bir yalıtımlı odaya (kutuya) konmuş, makaralar ve motor sayesinde devamlı dönebilen ibrişim iplikler kullanılarak

yapılmış bir nevi sonsuz yay ile telleri tahrik edilmiştir. Bu sayede sürekli olarak elde edilen sesler mikrofon yardımıyla elektrik sinyaline dönüştürülmüştür. Elde edilen sinyal osiloskoptan gözlem yoluyla ölçülerek kaydedilmiştir. Farklı yay hızları ve yay baskıları için tekrar edilmiş olan deneyde sesin tınısal analizi 14. harmoniğe kadar tedkik edilmiştir. Kemençenin sesinin inharmonik modları incelenmemiştir. Lakin tezde zikredildiği tabirle, disonansı (dersizliği) ölçmek için, dersizliğin kaynağı olarak görülen 7,11 ve 13. harmonikler özellikle değerlendirilmiştir. Tezin kısa özetini, tarihsel önemine binaen derc etmek uygun görülmüştür.

"Burada, Türk Müziği aletlerinden biri olan kemençenin armonik analizi muhtelif şartlar altında yapıldı. Kemençe üç telli bir alettir. Alet, tırnak yüzünü tellere dayamak ve parmakları kemençe sapına dik tutmak suretiyle bir yayla diz üzerinde çalınmaktadır. Armonik analizde, aletin üç teline tekabül eden akustik spektrumlardaki fondamentallerin ikinci armoniğe nazaran küçük olduğu, ortalama ton merkezinin iyi bir kemanınkinin civarında bulunduğu müşahade edildi. Diğer taraftan 7 inci, 11 inci, 13 üncü armoniklere ait enerjileri, bütün armoniklere ait enerjilerin toplamına bölecek olursak, bu oranların iyi bir kemanınkinden küçük olduğunu görürüz. Bu vaziyete göre kemençe hemen hemen iyi bir kemana tekabül etmektedir."

Bahsi geçen çalışmanın üzerinden 61 yıl geçmiş olması, teknik imkanların çok daha gelişmiş olması, bu konuda yeni bir değerlendirme yapmak gerektiğinin gerekçeleri arasındadır.

Bu araştırmada kullanılan kemençe örnekleri, günümüzün önemli müzik kurumlarında görev yapmakta olan, birçok müzik eseri kaydında yer alarak günümüz müzik dinleyicisinin hafızasındaki kemençe sesi dağarının önemli bir kısmını teşkil eden, yurtiçi ve yurtdışında müzikal kariyerleri ile çalgılarındaki ehliyetleri şüphe götürmez icracıların kemençelerinden seçilmiştir. Araştırmaya örnek olarak alınan kemençeler:

Kültür Bakanlığı İstanbul Devlet Tük Müziği Araştırma ve Uygulama Topluluğu kemençe sanatçısı Furkan BİLGİ'nin takriben 35 yıllık olduğu belirtilen İhsan ÖZGEN tarafından yapılmış olan kemençesi

TRT İstanbul Radyosu kemençe sanatçısı Derya TÜRKAN'ın 1984 yılında İhsan ÖZGEN tarafından yapılmış olan kemençesi,

Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve tasarım Fakültesi'nden Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan ERUZUN ÖZEL'in 2004 yılında Fikret KARAKAYA tarafından yapılmış olan olan kemençesi,

Cumhurbaşkanlığı Klasik Türk Müziği Korosu kemençe sanatçısı Lütfiye Özer'in 1960'lı yıllarda Haldun MENEMENCİOĞLU (Haluk RECAİ) tarafından yapılmış olan kemençesi,

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen kemençelerden elde edilmiş veriler kullanılarak günümüz kemençe tınısına dair çözümlemeler yapılmıştır. Bu çalışmanın kemençenin tınısal karakteristiğini anlamak yolunda katkı sağlayacağı ve spektrum analizi yönteminin güvenilir bir biçimde kullanmasına yönelik örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzün önde gelen kemençe icracılarının kemençeleri örnek alınarak kemençenin tınısal karakteristiğinin spektrum analizi yöntemi ile tespiti amaçlanmıştır. Farklı kemençelerin tınısal özellikleri mukayese edilerek benzer ve farklı yönlerin ortaya konması, ayrıca doğal bir olgu olan tınısal farklılığın tesbiti amaçlanmıştır. Kemençe tınısının, arşivlenebilir, aktarılabilir, ölçülenebilir bilgi türünden tarifini yapabilmek için güvenilir bir yöntem ortaya koymak amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Gerekliliği

Çalgı akustiği araştırmaları içerisinde, çeşitli konular için çeşitli ölçüm yöntemleri kullanmak mümkündür. Ancak araştırma konusu ve yöntemi ne olursa olsun, öncelik çalgının sesine dair bir referans bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir referans bilgiyi elde etmek için ise, müzik çevrelerinde referans kabul edilebilecek çalgıların incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca her çalgının birbirinden az ya da çok farklı tınıya sahip olabileceği gerçeğinden hareketle, kemençenin tınısına dair referans gösterilebilecek tınısal veri birden çok örnekten elde edilmek durumundadır. Ülkemizde yapılan çalgı akustiği ve spektrum analizi çalışmalarında kemençenin 1958 yılından bu yana yer almaması, bu çalışmanın birincil gereklilik argümanıdır. Diğer yandan spektrum analizi çalışmalarında veri edinme ve analiz etme ve sonuç çıkarmaya dair daha güvenilir ve daha tutarlı araştırma yöntemleri teklif etmek gerekliliği görülmüştür.

1.3. Araştırmanın Varsayımları

Kullanılan yöntem, ekipman, yazılım ve donanımın, araştırmaya ve araştırılan çalgılara uygun, güvenilir ve tutarlı çalışmakta oldukları,

Kayıt ortamlarının araştırma için yeterince izole ve yansışımsız olduğu, kayıt yapmaya uygun olduğu,

Kayıtlarda kullanılan mikrofonlama tekniğinin çalgıların tınısal karakterine dair bilgi toplamaya uygun olduğu,

Çalgıları araştırılacak olan kemençecilerin sanatsal açıdan yeterli ehliyette oldukları,

Seçilen kemençelerin, kemençenin tınısal karakterine örnek teşkil edebilecek numuneler oldukları,

Farklı yer ve tarihlerde gerçekleştirilen kayıtlarda, sıcaklık, nem ve ortam akustiği gibi değişkenlerin kayıtlar arasında gözlemlenebilir etkisi olmadığı varsayılmıştır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada günümüzün 4 İstanbul kemençesi icracısının kullanmayı en çok tercih ettiği kemençeleri incelenmiştir.

Çalgıların tınısını ölçmek için yegah, rast ve neva tellerini açık pozisyonlarından elde edilen sesler kullanılmıştır.

İcracının kendi sazı, yayı, reçinesi, tutuş, yay çekişi vb. tınıyı etkileyebilecek değişkenleri ile bir bütün olarak ele alınarak, her icracının kendi kemençesi, kendi yay çekişi ile kaydedilmiştir. Tınıyı etkileyen tüm değişkenler birlikte değerlendirilmiştir.

İlk 20 harmoniğin bulunduğu frekans bölgesi incelenmiştir.

-60 dB genlikten düşük seviyedeki harmonik ve inharmonik selenler değerlendirmeye alınmamıştır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Ses

Ses denince akla ilk gelen olgu, hava ya da başka bir fiziksel ortamda yayılarak kulağa gelen titreşimlerin işitme organımız tarafından algılanması ve değerlendirmesidir.

"Öncelikle müzik fiziğinin en temel ögesi olan sesin varlığından söz edebilmek için, kulağı uyarabilecek nitelikte bir ses kaynağına, bu kaynaktan çıkan titreşimleri kulağımıza kesintisiz ve yeterli şiddette ileten iletici bir ortama ve bu titreşimleri değerlendirecek bir alıcıya gerek vardır (Zeren, 1997,3)

Bununla birlikte fizik bilimi açısından ses için daha geniş bir tanım yapılmıştır. Bu tanıma göre; kinetik enerjinin bir maddesel ortamda titreşim hareketiyle yayılmasına ses denir.

Titreşim hareketi maddedeki moleküllerin denge konumlarından periyodik olarak uzaklaşıp yakınlaşması ile gerçekleşir ve bu harekete osilasyon ya da salınım denir. Hiç süphe yok ki madde yeniden tahrik edilmediği müddetçe, örneğin bir müzik aletindeki tel yeniden darb edilmediği müddetçe içsürtünme kuvveti sebebiyle yayılan enerji tükenecek ve osilasyon sonlanacaktır. Osilasyon hareketi boyunca dalga biçiminde yayılan enerjiye akustik enerji ya da ses enerjisi, dalgaya da akustik dalgası yahut ses dalgası denir.

İlk tanımdan farklı olarak fiziksel tanıma göre ses, onu duysal olarak algılayacak bir canlının varlığından bağımsız olarak var olabilir. Zira ses, akustik enerjinin ortamda titreşim hareketi olarak yayılması hadisesidir. Ortamdaki titreşim hareketinin bir canlı tarafından duysal yolla algılanması, sesin oluşması değil, duyumun oluşması demektir.

Fiziksel bir olgu olarak ses ve algısal bir olgu olarak ses birbirinden farklı şeylerdir. (Sethares, 2005,11)

2.2. Sesin Temel Özellikleri

Sesin müzikal ve fiziksel olmak üzere iki farklı tanımından bahsetmiştik. Bir sesin var olabilmesi için, periyodik hareket yapan bir kaynağa, bu hareketlerin iletilebileceği katı, sıvı ya da gaz gibi maddesel bir ortama ve çalışır durumda bir işitme sistemine ihtiyaç vardır (Zeren, 2007: 11).

Fiziksel tanıma göre ise; esnek bir ortam içinde periyodik titreşimler yapan bir kaynağın, ortamın denge basıncında değişimler meydana getirmesi ve bu basınç değişimlerinin (dalgalarının) sabit bir hız ve ve belirli bir faz farkı ile ortamın uzak noktalarına kadar iletilmesidir (Kurra, 2009: 5) .

Birbirinden ufak bir farkla ayrılan bu iki tanımın ortak yanları ise sesin özellikleridir.

2.2.1. Frekans

Frekans, bir saniye içindeki titreşim ya da çevrim sayısıdır (Önen, 2008: 23). Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) Hertz (Kısaca: Hz) ile birimlendirilir ve f ile sembolize edilir. 1 saniye içerisinde 220 kere titreyen bir tel ya da bir yüzeyin oluşturacağı sesin frekansı 220 Hertz olacaktır.

2.2.2. Dalga Boyu

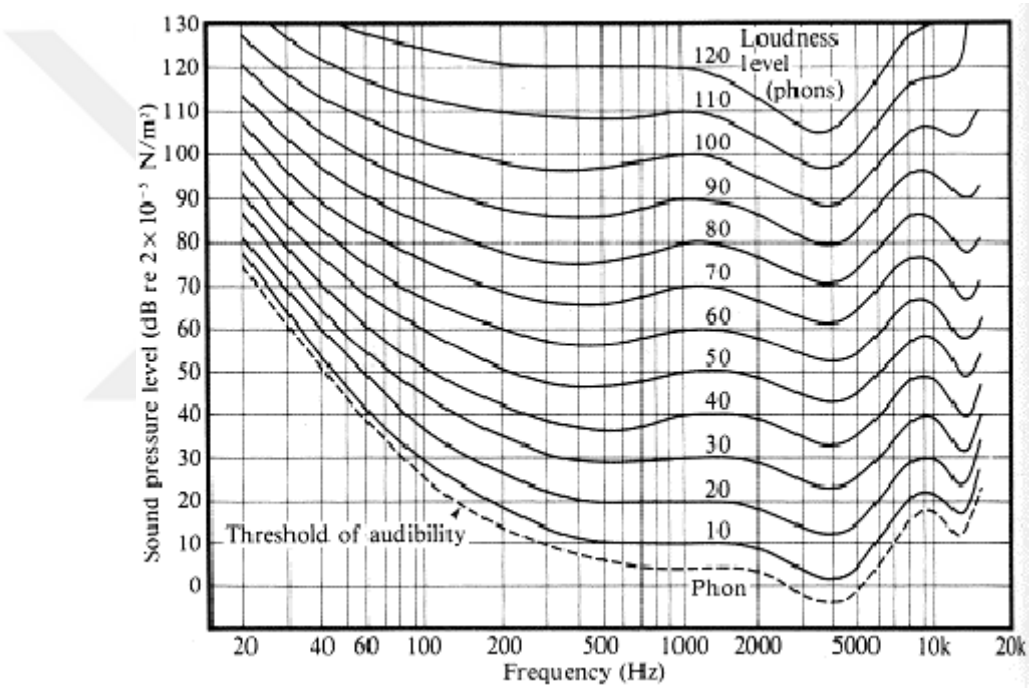
Dalga boyu, bir dalganın tekrar ettiği noktalar arasındaki uzaklık olarak tanımlanır. Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) Metre (Kısaca: m) ile birimlendirilir ve (λ) ile sembolize edilir. Dalga boyunun daha müzikal bir tarifini yapmak gerekirse, sesin yayılması sırasında ortamda gerçekleşen basınç değişimlerinde, eşit basınç noktaları arasındaki mesafe olarak tanımlanabilir

2.2.3. Periyot

Periyot, ses dalgasının bir çevrimin tamamlaması esnasında geçen süredir (Önen, 2008: 24). Örneğin müzikal sesleri oluşturan titreşimlerde salınan bir telin bir konumdan ayrılması ile tekrar aynı konuma gelmesi arasında geçen zaman, titreşimin periyodunu verir. Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) saniye (Kısaca: s) ile birimlendirilir ve (T) ile sembolize edilir.

2.2.4. Genlik

Bir titreşimin denge konumuna göre maksimum sapma miktarına genlik denir. Sesin şiddetini belirleyen başlıca özellik genliktir. Zira genlik, titreşimin iletildiği ortamda yarattığı basınç değişimi miktarının ölçüsüdür ve daha yüksek basınç farkı daha yüksek ses şiddeti demektir. Titreşimin genliği ne kadar fazla ise ses te doğru orantılı olarak şiddetli olacaktır. Bununla birlikte ses şiddetini belirleyen tek etkenin genlik olmadığını belirtmek gerekir. Duysal sistemimizin farklı frekanslara farklı hassasiyet derecelerinde tepki vermesi sebebiyle aynı genlikteki iki farklı frekansa sahip ses farklı şiddetlerde algılanabilir. Sesin basıncı ve duysal duyarlılık arasındaki ilişki Fletcher-Munson eğirleri grafiğine gösterilmiştir.



Şekil 1: Fletcher-Munson eğrileri

Ufuk Önen, **Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri**, (Çitlembik Yayınları, 2008), 40

Bir sesin elektriksel sinyale çevirilmesini sağlayan ses kayıt sistemlerinde genlik, maksimum voltaj farkına tekabül edecektir.

Merkez çizgisine olan uzaklık arttıkça ortamdaki basınç değişimi, elektrik sinyal seviyesi veya fiziksel hareket daha şiddetli olacaktır. Bir dalga şekli üzerindeki pozitif ve negatif maksimum uzaklıktaki noktalara tepe değeri denir. Pozitif ve negatif tepe

noktaları arasındaki toplam mesafeye ise tepeden tepeye genlik değeri denir. RMS (root mean sequare) değeri ise zaman içerisinde oluşan dalga şekline anlamlı ortalama bir genlik değeri tanımlamak için oluşturulmuştur. (Gökbudak,2011)

2.2.5. Tını

Tını, bu araştırmanın odak noktasındaki kavram olması sebebiyle üzerinde detayla duracağız. Tını için birden çok tarif bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

- Farklı müzik enstrümanlarının çıkarttığı sesleri ayırt etmemizi sağlayan özelliğidir. (Önen, 2008:31)
- Sesin, gürlük ve frekans dışındaki özelliğidir. (Sethares, 2005:12)
- Sesin, üsttonları ile belirlenen niteliğidir. (Sethares, 2005:12)

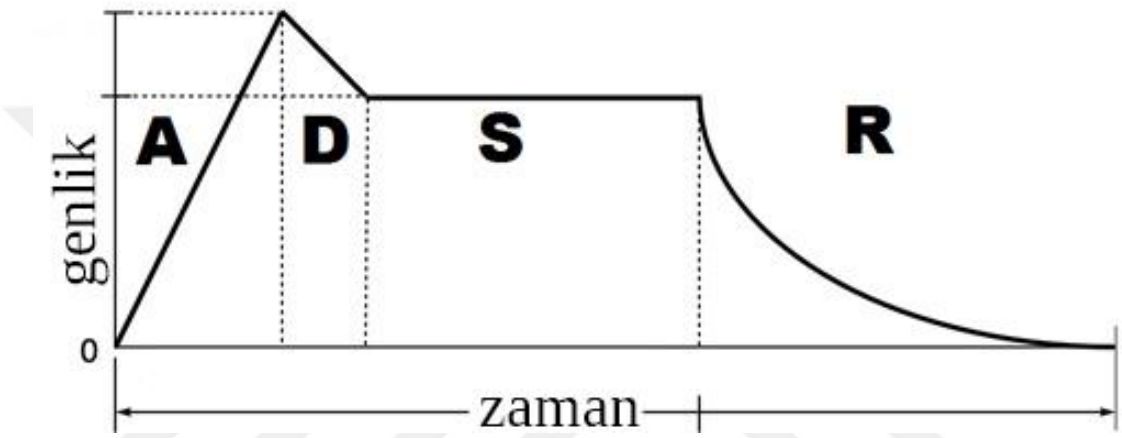
Tını teriminin yerine kullanılan bazı kelimeler de şunlardır;

- Ses rengi
- Ses kalitesi
- Ton
- Tonalite
- Rezonans
- Tat

Bu tanım ve isimlendirmelerden anlaşılacağı üzere tını, hem fiziksel hem psikolojik cihetleri olan bir olgudur. Buna ek olarak tını algısı, o çalgıdan çıkan sesin belirli bir anındaki titreşime bağlı değildir. Tını, titreşimin zaman içerisindeki değişim süreci ile bir bütün olarak algılanır. Örneğin bir piyano sesinin ilk anda çıkardığı titreşimler ile sesin sönümlenmeye doğru uzarken ihtiva ettiği titreşimler birbirinden farklıdır. Dijital ortamda ses işleme imkanları kullanılarak, piyano sesinin sadece sönümlenme evresindeki ses dinlenecek olursa, piyano sesi olarak algılanması neredeyse imkansız olacaktır. Bu sebeple tınıyı incelerken sesin zaman içerisinde geçirdiği evreleri ele almak gereklidir. Bu araştırmada incelenen çalgı sürekli sesli bir çalgı olduğundan tınısal analizinin mızraplı çalgıları göre tınısının zamansal değişimi çok daha azdır. Bu açıdan, sürekli sesli çalgıların (yaylı, üflemeli), mızraplı çalgılara göre daha kolay bir inceleme alanı olduğunu söyleyebiliriz.

2.2.6. Ses Zarfı

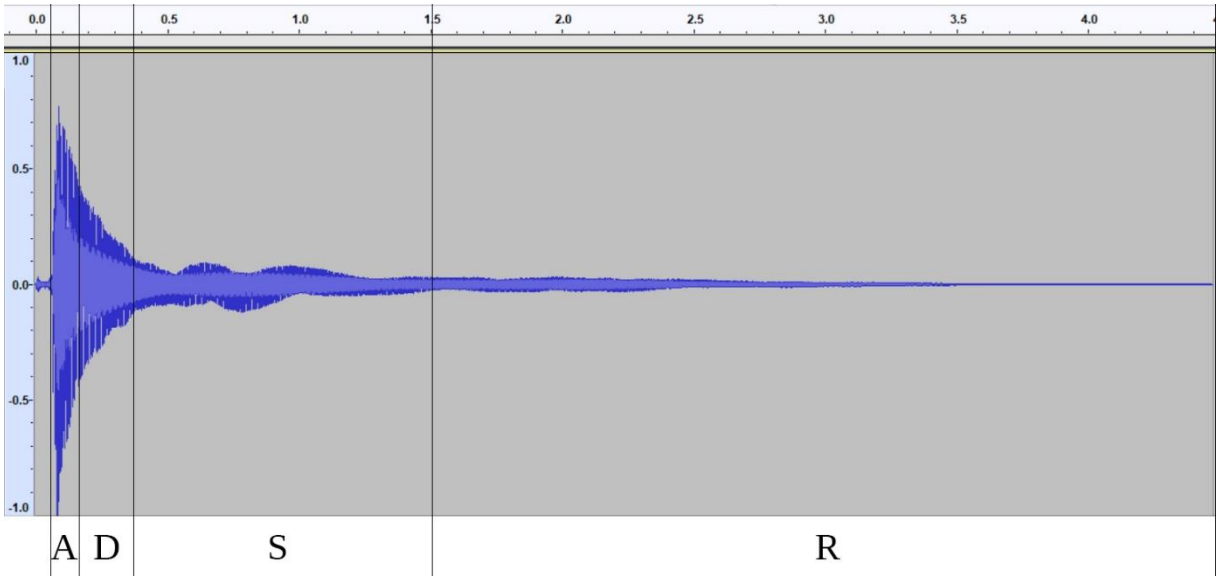
Ses zarfı, müzikal bir sesin zaman içerisinde değişen dinamik safhalarını tanımlar ve bu değişimler 4 safhada incelenir. Bu safhalar sırası ile atak (attack), zayıflama (decay), uzama (sustain), sönümlenme (release) olarak isimlendirilir. Özellikle mızraplı ve vurmalı çalgılarda bu dört safhanın birbirinden farklı ses karakteristiği mevcuttur. Müzik aletlerinin seslerini dijital ortamda sentezleyerek taklit etmek için bu aşamalar günümüzde detaylı olarak incelenmektedir.



Şekil 2: Ses Zarfının safhaları

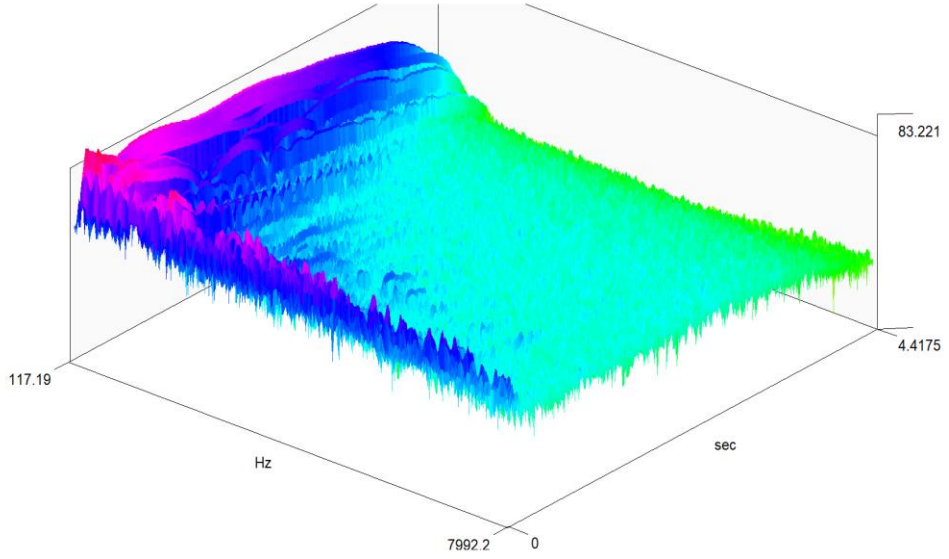
Ufuk Önen, **Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri**, (Çitlembik Yayınları, 2008), 32

Yukarıdaki görsel sembolik bir özet olmakla birlikte, gerçekte çalgıların dinamik safhaları bu derece belirgin değil, daha geçişkendir. Bu sebeple bu safhaların nerede başlayıp nerede bittiği ancak yaklaşık değerlerle belirlenebilir.



Şekil 3: Tanburun Neva (220Hz) Perdesinin Ses Zarfında Bölgeler.

Uzama ve sönümlenme safhaları arasındaki geçişkenlik Şekil 3'te açıkça görülmektedir.

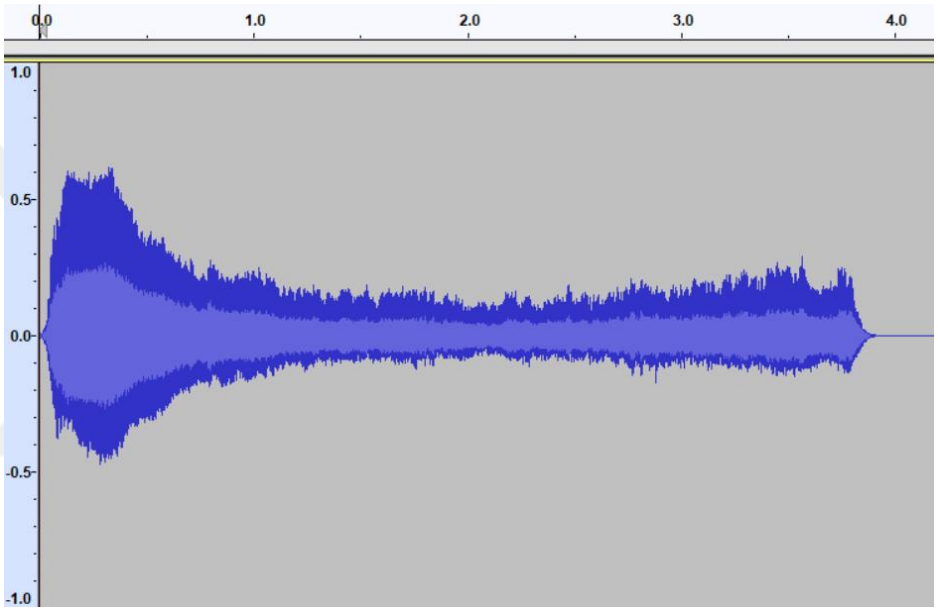


Şekil 4: Şekil 3'teki sinyalin spektral içeriğinin zamanla değişimi.

Şekil 4'te tiz harmoniklerin kısa sürede sönümlendiği, pest bölgedeki titreşimlerin tizdekilere nispeten daha uzun sürelerde salınımlarına devam ettiği görülmektedir. Bunun tınısal analiz açısından önemli çıktısı ise tınısal içeriğin zamanla değiştiği

gerçeğidir. Yani tınısal analiz için bir çalgının ses zarfının hangi bölgesinden örnek alındığı, elde edilecek sonucu büyük oranda etkilemektedir. Mızraplı çalgılar gibi ses zarfı boyunca büyük tınısal değişimlerin olduğu ses üreteçlerinde incelemeye tabi tutulan örnekler ekseriyetle uzama (sustain) bölgesinden seçilmektedir. Zira bu bölgede dalga fonksiyonları nispeten daha az değişim gösterir, daha düzenlidir.

Kemençe ise sürekli sesli bir çalgı olmak itibariyle bir mızraplı çalgı gibi bir ses zarfına sahip değildir. Lakin bu durum yaylı çalgıların ses zarfının sadece uzamadan oluştuğu anlamına gelmemektedir. Zira icracıların yay başlagıçlarında atak (attack) benzeri bir vurguyu kullanmayı sıklıkla tercih ettiği gözlenmektedir.



Şekil 5: Derya Türkan'ın Neva Perdesi (440 Hz) İcrasının Sinyali.

Şekil 5'de görüleceği üzere yaklaşık 400 milisaniyelik kısımda ses şiddeti hafif bir artış göstermiştir. Bu artış sesin içeriğindeki harmonik bileşenleri bir miktar etkilemektedir. Bu husus araştırmanın yöntem bölümünde detaylandırılacaktır.

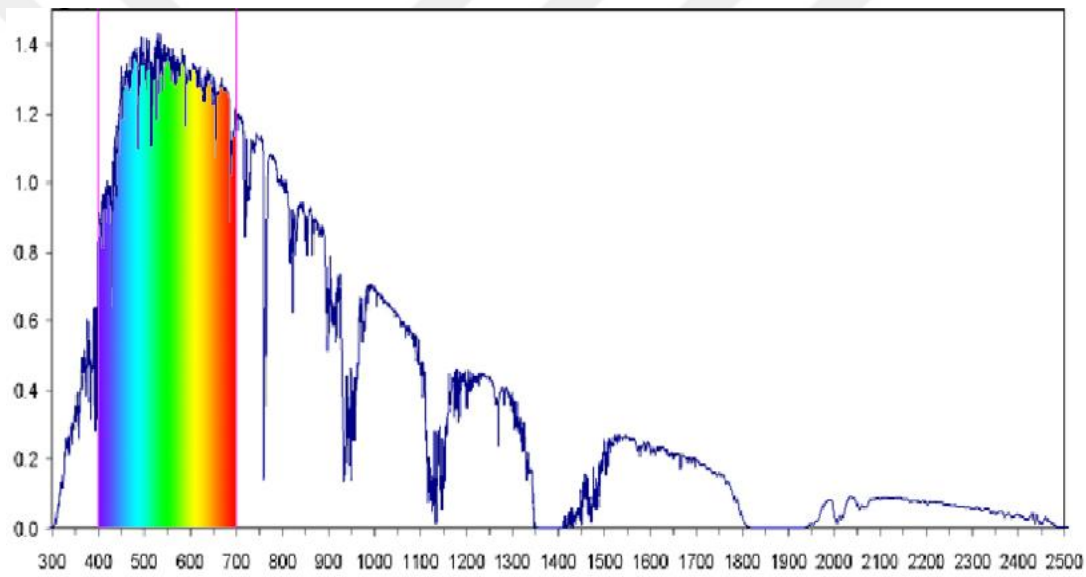
2.3. Süperpozisyon İlkesi

Süperpozisyon ilkesine göre lineer bir ortamdaki birden çok basit dalga birbirlerini yok etmeden aynı ortamda bulunabilirler. Başka bir deyişle karmaşık bir dalga pakedi, içerdiği basit dalgaların toplamı olarak tarif edilebilir. Bu sayede müzikal seslerin oluşturduğu karmaşık yapı, birden çok basit dalganın toplamı olarak basite indirgenebilir.

2.4. Spektrum Analizi

Spektrum analizi, karmaşık dalga fonksiyonlarının belirli yaklaşıklıklar kullanılarak basit dalga fonksiyonlara dönüştürülmesini sağlayarak bir dalga pakedini, onu oluşturan birimlere ayrıştırma çalışmalarına verilen genel isimdir.

Spektrum analizi sadece müzikal seslerin incelenmesinde değil, elektromanyetik dalgaların incelenmesinde de kullanılan bir yöntemdir. Spektrum analizini daha iyi anlayabilmek için şu analojiyi kullanabiliriz. Güneşten Dünya'ya gelen ve yer zeminine inebilen elektromanyetik dalgaların yani ışık ışınlarının spektrum analizi grafiği Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6: Güneş Işığının Spektrum Analizi

https://en.wikipedia.org/wiki/Sunlight [17.10.2018]

İnsan gözü tarafından "güneş ışığı" olarak algılanan elektromanyetik dalgalar, 400 nanometre ile 700 nanometre dalgaboyuna sahip dalgalar olup şekilde gökkuşağı renkleriyle taranmıştır. Aslında yeryüzüne ulaşan ışıkların bunlardan ibaret olmadığı, gözümüzle algılayamadığımız başka hangi dalgaboylarına sahip elektromanyetik dalgaların, hangi yoğunluklarda dünyamıza ulaştığı spektrum analizi yöntemi ile ölçülmüş, Güneş ışığının tayfı çözümlenmiş olur.

Yukarıda temel tarifleri ile tanıtılan matematiksel yöntemler çalgıların akustik özelliklerini anlama yolunda uzun yıllardır kullanılmaktadır. Batı müziği çalgıları arasında özellikle keman ve gitar başta olmak üzere birçok çalgıda kullanılmaktadır.

2.5. Çalgıların Tınısı Ve Spektrum Analizi

Önceki bölümlerde verilen tanımlarda belirtildiği üzere tını, duysal sistemimizin algılama ve yorumlamasına bağlı olan sübjektif bir olgudur. Bu sebeple pek tabii olarak aynı çalgının tınısı farklı dinleyiciler tarafından farklı şekillerde yorumlanabilmektedir. Duyu organlarımız ile algıladığımız ve duysal korteksimizde yorumladığımız bir his olarak tını, sübjektif olmasının yanı sıra tarif edilmesi, başka bir dinleyiciye aktarılması yahut arşivlenmesi de olanaksız bir psikofiziksel veridir.

Bununla birlikte tınının içeriği ve bu içeriğin, çeşitli ölçümler ve hesaplamalar kullanılarak analitik veri cinsinden tarif edilebilmesini mümkün kılan yöntem, kemençenin tınısı üzerine yapılan bu araştırmada kullandığımız yöntem olup önceki bölümlerde teorisinden genel olarak bahsetmiş bulunmaktayız. Bir sonraki bölümde bu yöntemin, araştırma alanımızda nasıl kullanıldığına dair detaylı bilgi verilecektir.

Bir çalgının tınısını, objektif, ölçülebilir, arşivlenebilir veri cinsinden tarif edebilmek için gerçekleştirilen spektral analiz yöntemi temel olarak şu 3 adımdan oluşmaktadır.

- Sesin analogdan dijitale kaydı
- Dijital sinyalin Fourier dönüşümü ile analizi
- Analiz verilerinin grafiklere çevrilmesi.

Bu adımlar neticesinde karmaşık bir dalga pakedi, yani çalgının çok sayıda frekansı içeren sesi, basit sinüs dalgalarına ayrılarak içerdiği “frekanslar terkibi” analiz edilecektir.

Çünkü en karmaşık bir ses bile çeşitli basit seslerin bir bileşkesidir; basit seslere ayrılabilir ve bu basit sesleri birleştirerek yeniden oluşturulabilir (Zeren, 1995:13).

Bu çözümleme, bir duysal tecrübe olarak tınının aynı olmamakla birlikte onu analitik veri cinsinden tarif eden en doğru biçimdir.

Basit bir sinüs dalgasının müzikal değeri kısıtlıdır. Halbuki sinüs dalgalarının kombinasyonları ile hemen hemen tüm sesleri analiz etmek ve sentezlemek

mümkündür. Bir fizikçinin, bir dalgaformunun spektrumuna dair tasavvuru, sesin tınısına dair tasavvuru ile kuvvetli biçimde bağdaşır. (Sethares,2005:13)

3. YÖNTEM

Bu bölümde tezin konusu olan incelemenin yöntemine, araçlarına ve inceleme biçimine dair bilgiler ele alınmıştır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada ses kayıt ve spektrum analizi yöntemleri kullanılmıştır.

3.2. Araştırmanın Evren Ve Örneklemi

Bu araştırmanın evreni tüm çalgıları kapsamaktadır. Örneklem olarak İstanbul Kemençesi seçilmiştir.

3.3. İncelemenin Biçimi

İstanbul Kemençesinin tınısal karakterini analiz etmek için günümüzdeki 4 kemençe icrasından kaydedilen ses örnekleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler spektrum analizi metodu ile grafiklere dönüştürülmüştür. Analiz sonuçları ileriki bölümde belirtilen kıstaslar çerçevesine mukayese edilerek bulgular değerlendirilmiştir.

3.4. Araştırmada İncelenen Örnekler Ve İcracıları:

Bu bölümde araştırmanın konusu olan kemençe tınısına örnek alınmış kemençeler ve icracıları ile ilgili bilgiler verilecektir.

Bir çalgının tınısını inceleme çalışmasın, o çalgı tınısını temsil edebilecek örneklerin seçilmesi şüphesiz elzemdir. Menşei, yapımcısı yahut profesyonel müzisyenler ve müzik camiası tarafından tınısal değeri meçhul çalgılar ile yapılmış araştırmaların en sorgulanabilir noktası da bu, “tınısal güvenilirliği” hususudur.

Muhakkak ki yalnız kemençelerin değil, birçok çalgının iki farklı numunesine ait tınılarda az ya da çok fark bulunmaktadır. Bu sebeple araştırmamızda her biri önemli

kurumlarda görev alan ve kemençeleri tüm yurt sathında ve uluslararası temsillerde dinlenen 4 icracının kemençesini örnek aldık. Bu icracıların ehliyetleri ve kemençelerin "tınısal güvenilirliği" araştırmanın varsayımları kısmında belirtildiği gibi burada kısaca ifade edilmiş bulunmaktadır.

Araştırmada incelenen örnekler ve icracıları şu şekildedir:

1 Numaralı Kemençe:

İcracı: Furkan Bilgi – İhsan Özgen yapımı kemençesi

2 Numaralı Kemençe:

İcracı: Derya Türkan – İhsan Özgen yapımı kemençesi

3 Numaralı Kemençe:

İcracı: Aslıhan Eruzun Özel – Fikret Karakaya yapımı kemençesi

4 Numaralı Kemençe:

İcracı: Lütfiye Özer – Haldun Menemencioğlu (Haluk Recai) yapımı kemençesi

3.5. Veri Toplama Ve İşleme Araçları

Bu bölümde verilerin toplanması ve işlenmesi için kullanılan donanım ve yazılımlar hakkında bilgi verilmiştir.

3.5.1. Mikrofon

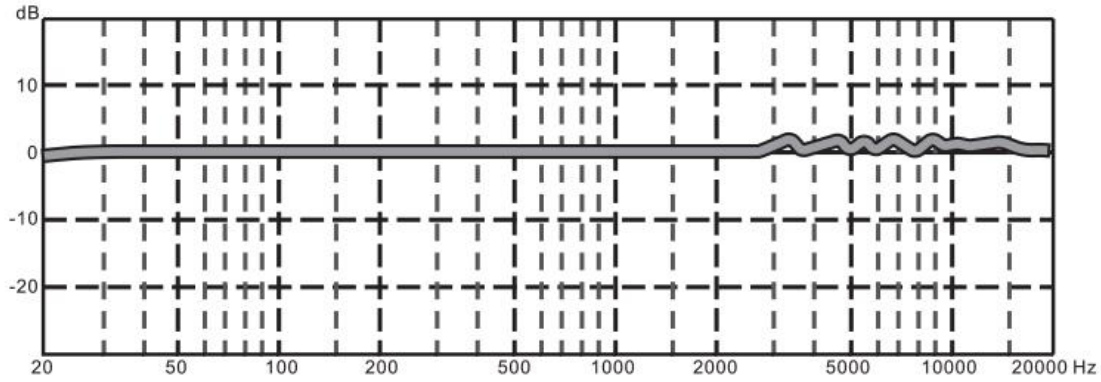
Tüm kayıtlarda Presonus PRM1 kalibrasyon mikrofonu kullanılmıştır. Kalibrasyon mikrofonları çalışma sınırları içerisinde oldukça düzgün (flat) bir frekans tepkisine sahiptir. Çalgıların tınılarına ait verilerin güvenilirliği ve daha sonra yapılabilecek çalışmalarda referans olabilmesi için bu nevi bir mikrofon tercih edilmiştir.



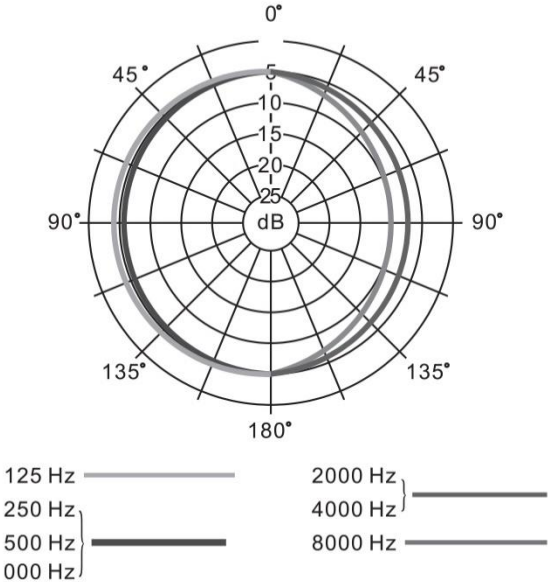
Şekil 7: Kayıtlarda Kullanılan Presonus PRM1 Kalibrasyon Mikrofonu

Tablo 1: Mikrofonun Genel Teknik Özellikleri

Tür	Kondensatörlü (condenser)
Polar Diyagramı	Çembersel (Omnidirectional)
Frekans cevap aralığı	20 Hz - 20 kHz
Hassasiyet	37 dB/Pa (14 mV/Pa) 1 Pa=94 dB SPL
Sinyal/Gürültü	70 dB
Güç	9-52 V
Çevresel koşullar	10-50˚ C
Nem	0-95%
Ağırlık	150g



Şekil 8: Presonus PRM1 Mikrofonun Frekans Cevap Grafiği



Şekil 9: Presonus PRM1 Mikrofonunun Polar Diyagramı

3.5.2. Ses Kartı (Analog/Dijital Dönüştürücü)

Dijital dönüştürücü olarak Audient firmasının id14 model ses kartı kullanılmıştır.



Şekil 10: Kayıtlarda Kullanılan Audient id14 A/D Dönüştürücü

Ses kayıdında kullanılan bu iki ana ekipmana ek olarak, İntel i5 işlemcili bir dizüstü bilgisayar, Neutrix marka XLR kablo, Hercules markalı mikrofon standı kullanılarak ses kayıt işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Tüm ses kayıtları için açık kaynak kodlu Audacity yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca Hızlı Fourier Dönüşümleri (FFT) aynı yazılımda yapılmıştır.

3.6. Verilerin Toplanması

Kemençelerin tınısal içeriğini incelemek maksadıyla yapılan ses kayıtlarında sınırlılık, yegah, rast ve neva tellerinin açık pozisyonda ürettikleri sesler olarak tercih edilmiştir. Araştırmaya icraları ve kemençeleri ile katkı sağlayan 4 kemençe icracısından talep edilen ses örneklerine ait detaylar aşağıda listelenmiştir.

Tablo 2: Ses Örnekleri Listesi

İcracı	İcra İçeriği	Yay Yönü	Adet
Furkan Bilgi	Yegah Perdesi	Çekme	5
Furkan Bilgi	Yegah Perdesi	İtme	5
Furkan Bilgi	Rast Perdesi	Çekme	5
Furkan Bilgi	Rast Perdesi	İtme	5
Furkan Bilgi	Neva Perdesi	Çekme	5
Furkan Bilgi	Neva Perdesi	İtme	5
Derya Türkan	Yegah Perdesi	Çekme	5
Derya Türkan	Yegah Perdesi	İtme	5
Derya Türkan	Rast Perdesi	Çekme	5
Derya Türkan	Rast Perdesi	İtme	5
Derya Türkan	Neva Perdesi	Çekme	5
Derya Türkan	Neva Perdesi	İtme	5
Aslıhan Özel	Yegah Perdesi	Çekme	5
Aslıhan Özel	Yegah Perdesi	İtme	5
Aslıhan Özel	Rast Perdesi	Çekme	5
Aslıhan Özel	Rast Perdesi	İtme	5
Aslıhan Özel	Neva Perdesi	Çekme	5
Aslıhan Özel	Neva Perdesi	İtme	5
Lütfiye Özer	Yegah Perdesi	Çekme	5
Lütfiye Özer	Yegah Perdesi	İtme	5
Lütfiye Özer	Rast Perdesi	Çekme	5
Lütfiye Özer	Rast Perdesi	İtme	5
Lütfiye Özer	Neva Perdesi	Çekme	5
Lütfiye Özer	Neva Perdesi	İtme	5
		TOPLAM	120

Bu araştırmanın ana veri kaynağı yukarıdaki tabloda detayları belirtilen 120 adet ses örneğidir.

Yukarıdaki ses örneklerine ek olarak, bu araştırmanın mukayese imkanını genişletmek ihtiyacı karşı bir ve ileriki çalışmalarda ele alınmak ihtimaline binaen aşağıda listelenen kayıtları yapmak tercih edilmiştir. Buna dayanarak her icracının aynı eseri, aynı ahenkten icra etmesi talep edilmiş, eser olarak Rast Nakış Beste, “Amed Nesimi

Subh Dem" tercih edilmiştir. Ayrıca bestekarın sazında tını elde etme biçimini kayıt altına almak maksadıyla, kayıdın gerçekleştiği an itibariyle icra etmeyi arzu ettiği her hangi bir icrası talep edilmiştir.

Tablo 3: Ek İcralar

İcracı	Eser	Adet
Furkan Bilgi	Rast Nakış Beste - Amed Nesimi Subh Dem	1
Derya Türkan	Rast Nakış Beste - Amed Nesimi Subh Dem	1
Aslıhan Özel	Rast Nakış Beste - Amed Nesimi Subh Dem	1
Lütfiye Özer	Rast Nakış Beste - Amed Nesimi Subh Dem	1
Furkan Bilgi	Doğaçlama	1
Derya Türkan	Doğaçlama	1
Aslıhan Özel	Segah Peşrev	1
Lütfiye Özer	Doğaçlama	1

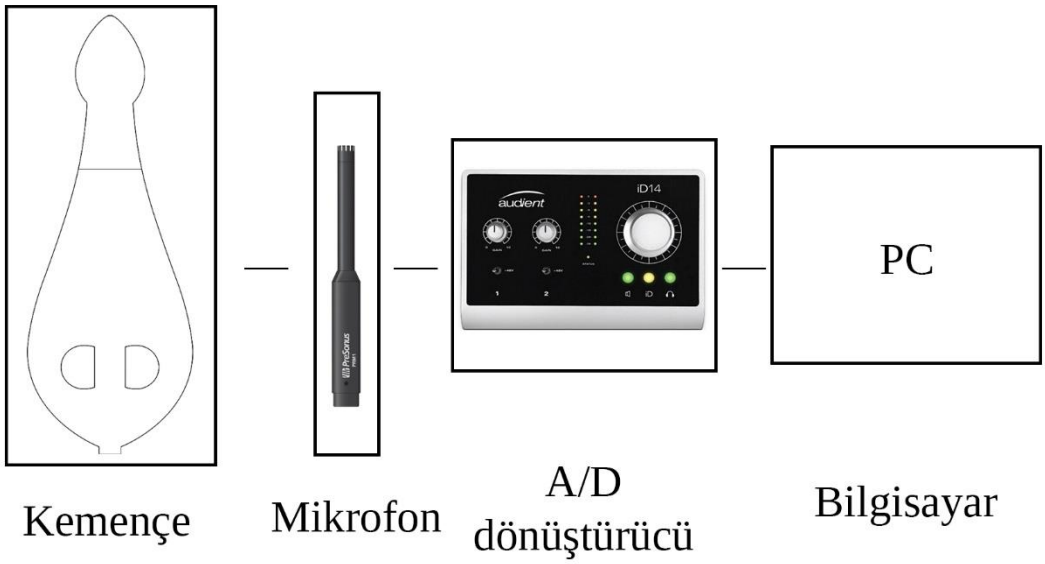
Tablo 3'te geçen kayıtlardan temin edilen veriler, bir kontrol verisi olarak temin edilmiştir. Ayrıca bu araştırmanın devamı niteliğinde gerçekleştirilebilecek çalışmalar için kullanılabileceği ihtimaline binaen toplanmıştır. Tablo 3'teki kayıtlar ile ilgili bir bilgiye araştırmanın devamında yer verilmemiştir.

3.6.1. Kayıt Özellikleri

Tüm kayıtlar 48000 örnekleme hızında 32 bit ve mono olarak kaydedilmiştir.

3.6.2. Deney Düzeneği

Araştırmada incelenen verileri toplanması için yukarıda belirtilen donanım ve yazılım kullanılmıştır. Deney düzeneğini şematik olarak şu şekildedir:



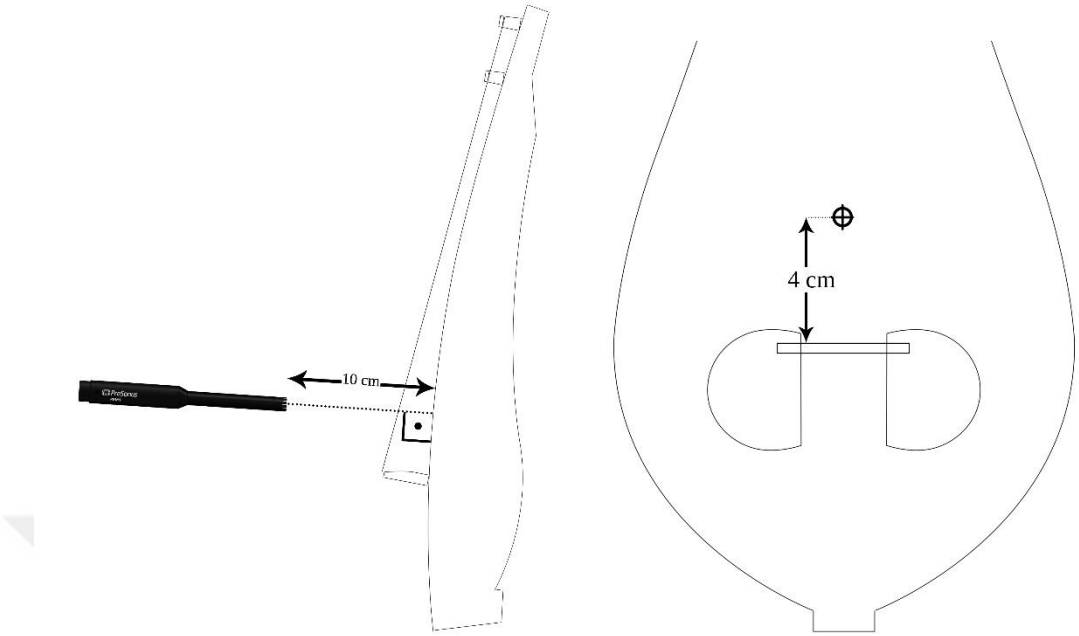
Şekil 11: Deney Düzeneği

3.6.3. Mikrofonlama

Yukarıda belirtilen donanım ve yazılımlar kullanılarak yapılan ses kayıtlarında tınıya etki edebilecek en önemli değişkenlerden biri mikrofonlamadır. Bu sebeple ayrı bir bölüm olarak yer vermeyi uygun bulduk. Kullanılan mikrofonun frekans cevap grafiğinin lineer olması, analog/dijital dönüştürücünün yüksek sadakati bu araştırmada elde edilecek verinin güvenilirliği için şart olmakla birlikte, farklı mikrofonlama tekniklerinin farklı sinyal okumaları yapmaya sebep olduğu bilinen bir gerçektir. Bu sebeple ileri bölümde detayları verilecek olan kontrol deneyleri yapılmıştır ve mikrofonlamaya karar verilmiştir.

Bu araştırmada mikrofon kemençe eşiğinin (köprü) 4 cm yukarısındaki noktaya, kemençenin kapağına dik açıyla bakacak şekilde 10 cm uzaklıktan bakacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu tercih hakkında araştırmanın giriş bölümünde bulunan varsayımlar kısmında, araştırmaya uygun olduğu varsayımında bulunulmuştu. Bu şekilde bir mikrofonlamanın tercih edilmesinin dayanaklarından biri de kemençe ile yapılan profesyonel ses kayıtlarında en sık kullanılan biçim olmasıdır.

Ayrıca yapılan kontrol deneylerinde, tercihimize yakın konum ve açılardaki farklı mikrofonlamalarla yapılan kayıtlarda, ayırt edilebilir miktarda bir fark olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 12: Mikrofonlama Biçimi

3.6.4. Kontrol Deneyleri

Deneylerde elde edilen verilerin güvenirliğini test etmek ve sonuçları yanıltabilecek noktaları tespit edebilmek amacıyla, esas deneylerden önce bir takım "kontrol deneyleri" gerçekleştirmeyi uygun gördük. Kontrol deneylerinin tamamı Dr. Aslıhan Eruzun Özel'in kemençesiyle ve kendi icrasıyla gerçekleştirilmiştir.

Kontrol deneylerinin daha sonra gerçekleştirilecek başka araştırmalarda ekipmanın ve deney koşullarının güvenilirliği açısından önemli olduğu şüphe götürmez bir gerçektir. Bu çalışmanın ana konusunu teşkil etmemesi sebebiyle kontrol deneylerinin kısaca içerik ve neticelerini paylaşmakla yetineceğiz.

3.6.4.1. Hız Deneyi

Yay hızının tınıya etkilerini gözlemlemek amacıyla 30,60 ve 120 bpm ritimlerinde tek yay çekilmiştir. Sonuç olarak spektrum analizinde önemli miktarda değişiklik gözlenmemiştir.

3.6.4.2. Yay Çekme Yeri Deneyi

Yayın tel üzerinde hangi bölgede çekildiği, tınıda değişme sebep olduğu müzik pratiği içerisinde bilinen bir olgudur. Bu araştırma boyunca icracı etkilerinin de tını üzerine etkilerini bir bütün olarak ele alma yaklaşımımız doğrultusunda yay, tel üzerinde farklı noktalarda çekilmiştir. İcracıların bu değişim aralığını 3 cmden fazla aşmadıkları deneyler edilen verilerin tutarlılığını ölçmek amacıyla kontrol deneyi gerçekleştirilmiştir.

Kontrol deneyinde eşiğe 3 ila 6 cm aralığında 3 bölgede ve her 3 telde 5'er adet yay çekişi kaydedilmiş ve incelenmiştir. Sonuç olarak spektrum analizinde önemli miktarda değişiklik gözlenmemiştir.

3.6.4.3. Yay Yönü Deneyi

Yayın itme ve çekme hareketi esnasında elde edilen sinyaller karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak spektrum analizinde önemli miktarda değişiklik gözlenmemiştir.

3.6.4.4. Yay Bölgesi Deneyi:

Yayın farklı bölgelerinin sürtünmesi ile elde edilen sinyaller karşılaştırılmıştır. Yayın başlangıç ve bitişe yakın bölgelerinde gözlenebilir miktarda tınısal değişim olduğu saptanmıştır.

Bu sebeple araştırmada incelemeye alınan veriler, bahsi geçen bölgeler dahil edilmeksizin, yay ortasına ait seslerden elde edilmiştir.

3.6.4.5. Mikrofonlama Bölgesi Deneyi

Mikrofonun kemençe üzerinde farklı bölgeye yönlenmesinde kaynaklanacak farklılıkları gözlemlemek için gerçekleştirilmiştir. 3 farklı bölgede:

- D deliklerine bakan
- Yay bölgesine bakan (takriben eşikten 4 cm yukarı)
- Eşikle tuşe mesafesinin orta noktasına bakan (takriben 8 cm yukarı)

Elde edilen verilerde gözlemlenebilir miktarda tınısal değişim olduğu saptanmıştır. Yay bölgesine bakan mikrofonlama tercih edilmiştir.

3.6.4.6. Mikrofonlama Uzaklığı Deneyi

Mikrofon uzaklığının tınıya etkilerini gözlemlemek amacıyla 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 cm mesafelerinden, yukarıda belirtilen bölgeye odaklanmış şekilde sinyaller toplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Sinyal/gürültü oranı açısından en verimli olan 5 ve 10 cm uzaklıklarda, tınısal içeriği daha doğru yakalayabileceği yönündeki uzman görüşlerine istinaden 10 cm uzaklık tercih edilmiştir.

3.7. Verilerin İncelenmesi

Bu bölümde, koşulları yukarıda belirtilen ses kayıtları ile toplanan verilerin hangi biçimlerde incelendiği konusu ele alınmıştır.

Spektrum analizine tabi tutulacak olan ses örnekleri belirlendikten sonra *Audacity* programı kullanılarak, Hanning pencerelemesi, 8192 genişliğinde analiz edilmiştir. Analiz sonuçları listelenmiş *Tableau* programında grafiklere dönüştürülmüştür.

Elde edilen analiz sonuçlarında tınısal içerik nümerik olarak ifade edilebilmiş ve grafiklerde tınısal içerik görsel bilgi haline dönüştürülmüştür.

4 farklı kemençeden her birinden 1'er adet olmak üzere derlenen, toplamda 4 adet yegah, 4 adet rast ve 4 adet neva sesine ait 12 adet spektrum analizi, bu çalışmada incelenecek temel veriyi oluşturur.

12 adet ölçümün karmaşık sayılabilecek yoğunlukta bilgi barındıran içeriğini analiz edebilmek maksadıyla somut kıstaslar belirlemek gereği görülmüştür. Bu maksatla tınısal içeriğin ortak noktalarını, farklarını ve dikkat çeken hususlarının incelemeye tabi tutarak, bir spektrum analizi grafiğini "okumak" için inceleme yöntemi belirlenmiştir.

Spektrum analizleri aşağı kıstaslara göre değerlendirilecektir.

- İlk 20 harmoniğin genlikleri
- -60 dB üzerindeki diğer harmonikler
- -60 dB üzerindeki harmoniklerin sayısı
- Genliğe göre ilk 6 harmoniğin sıralaması
- -60 dB üzerindeki inharmonik selenler
- Genlikteki anormal düşüşler (kayıp harmonikler)

Bulgular kısmında 12 adet spektrum analizi, yukarıdaki 6 kıstasa göre değerlendirilecek ve çeşitli yönlerden kıyasları yapılarak benzerlik ve farklılıkları ortaya konacaktır.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde 4 kemençenin 3 telinden alınan ses kayıtlarının 12 adet ses analizi değerlendirilmektedir.

Çok sayıda ses ölçümü ve sayısal bilgi içeren bu bölümde, karmaşıklığın önüne geçmek için değerlendirmeler, kıstaslar bazında sınıflanmıştır.

Tüm spektrum analizi grafikleri ekler kısmına dahil edilmiştir.

Değerlendirme kıstasları şu şekildedir:
Kıstas 1: İlk 20 harmoniğin genlikleri
Kıstas 2: -60 dB üzerindeki diğer harmonikler
Kıstas 3: -60 dB üzerindeki harmoniklerin sayısı
Kıstas 4: Genliğe göre ilk 6 harmoniğin sıralaması
Kıstas 5: -60 dB üzerindeki inharmonik selenler
Kıstas 6: Genlikteki anormal düşüşler (kayıp harmonikler)

Listelemelerde kemençeler aşağıdaki sıralama ile, teller pestten tize doğru ele alınmıştır.

Bu araştırmadan ifade edilen kemençe numaraları ile kast edilen örnekler şunlardır:

1 Numaralı Kemençe - Yapımcı: İhsan Özgen, İcracı: Furkan Bilgi

2 Numaralı Kemençe - Yapımcı: İhsan Özgen, İcracı: Derya Türkan

3 Numaralı Kemençe - Yapımcı: Fikret Karakaya, İcracı: Aslıhan Eruzun Özel

4 Numaralı Kemençe - Yapımcı: Haldun Menemencioğlu (Haluk Recai), İcracı: Lütfiye Özer

4.1. İlk 20 Harmonik Harmoniğin Genlikleri

Araştırmada kullanılan 4 kemençenin yegah, rast ve neva tellerinin ilk 20 harmonik modunun genlikleri listelenmiştir.

Tablo 4:Yegah Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri

Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
1	-38	-37	-34	-34
2	-10	-12	-14	-17
3	-19	-17	-14	-13
4	-16	-20	-9	-15
5	-21	-11	-27	-11
6	-30	-27	-30	-21
7	-26	-35	-21	-28
8	-35	-38	-26	-35
9	-48	-31	-32	-34
10	-41	-42	-35	-45
11	-62	-50	-37	-52
12	-62	-62	-44	-51
13	-66	-49	-44	-47
14	-54	-54	-46	-58
15	-72	-57	-38	-51
16	-59	-57	-45	-55
17	-62	-66	-46	-60
18	-59	-65	-50	-66
19	-63	-70	-51	-67
20	-60	-67	-62	-69

Tablo 5: Rast Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri

Rast Telinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri (dB)				
Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
1	-19	-26	-26	-29
2	-6	-7	-7	-9
3	-21	-21	-21	-20
4	-12	-16	-16	-11
5	-29	-32	-32	-25
6	-31	-31	-31	-23
7	-52	-43	-43	-35
8	-33	-44	-44	-45
9	-48	-56	-55	-48
10	-34	-38	-38	-46
11	-43	-42	-42	-49
12	-51	-51	-51	-56
13	-43	-59	-59	-54
14	-48	-58	-58	-60
15	-58	-65	-65	-55
16	-62	-67	-69	-51
17	-56	-54	-54	-53
18	-59	-52	-52	-61
19	-52	-69	-68	-62
20	-60	-58	-57	-53

Tablo 6: Neva Tellerinde İlk 20 Harmoniğin Genlikleri

Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
1	-7	-15	-14	-13
2	-16	-15	-14	-10
3	-12	-11	-14	-15
4	-39	-21	-17	-19
5	-26	-22	-32	-31
6	-42	-43	-25	-42
7	-42	-48	-28	-43
8	-50	-35	-37	-45
9	-38	-42	-42	-43
10	-46	-58	-45	-46
11	-53	-53	-41	-48
12	-59	-49	-31	-51
13	-58	-45	-44	-51
14	-50	-45	-48	-44
15	-46	-48	-48	-44
16	-71	-45	-37	-55
17	-66	-61	-47	-60
18	-61	-63	-39	-50
19	-53	-60	-52	-45
20	-59	-51	-52	-52

4.2. -60 dB Üzerindeki Diğer Harmonikler

Bu kısımda -60 dB genliğinden yüksek olan ve ilk 20 harmonik içinde yer almayan harmonik modlar genlikleriyle birlikte listelenmiştir. İncelen kemençelerin bu sınırdan yüksek genlikte üretebildikleri en tiz harmoniklerine ait bir bilgi olması açısından bu kıstas değerlendirilmeye alınmıştır.

Tablo 7: Yegah Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri

Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
21				-51
22				-54
23	-60		-59	
24		-59	-49	
25			-54	
26				-58
27				-58
28				
29			-55	
30	-59			
31			-52	
32			-58	
33				
34			-56	
35			-55	
36			-55	

Tablo 8: Rast Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri

Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
21	-58			
22				-59
23	-58			-57
24		-59	-59	-56
25				
26				
27				-56
28	-58			-59

Tablo 9: Neva Tellerindeki -60 dB Üzeri Harmonikleri

Harmonik No	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
21			-55	-54
22			-55	-60
23			-52	-58
24			-47	-58
25			-52	-56
26			-54	
27				
28			-50	
29			-50	-59
30				
31				
32			-57	

4.2.1. Kıstas 2'den Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar:

20. harmonikten tiz bölgede, -60 dB genliğinden yüksek harmoniklerin varlığı incelenmiştir. Gerek teller bazında gerekse çalgının tümüne bakıldığında 3 ve 4 numaralı örneklerin 1 ve 2 numaralı örneklerden daha fazla tiz harmonik içerdiği dikkat çekici miktardandır. 20. harmonikten daha tiz harmoniklerin sayısı aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 10: 20. Harmonikten Yüksek Harmoniklerin Toplam Sayıları

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
5	2	19	15

Neva telinde 20. harmonikten (8800Hz) tizde -60 dB genlikten yüksek bir harmonik mod ölçülmemiştir. Bu durum, İhsan Özgen yapımı olan bu iki çalgının yüksek frekanslarda titreşim üretmediğini ortaya koyar. Tınıya dair psikofiziksel yorumlardan parlak yahut keskin diye tanımlanan özellikleri barındırmadığı düşünülmektedir.

1 ve 2 numaralı kemençelerin tüm tellerde 1,2 ya da en fazla 3 tiz harmonik ürettikleri, genel olarak tiz bölgede frekans üretmedikleri gözlenmiştir.

3 numaralı kemençede 32. Harmonik modun -57 dB seviyeside olduğu gözlenmiştir. Bu durum 14080 Hz seviyesinde bir frekansın üretildiğini göstermektedir. Teoride 22000 Hz sınırına kadar sesleri algılayabilen duysal sistemimiz pratikte 15000 Hz frekansının üzerine algılayamadığı bilinmektedir. Bu açıdan yorumlandığında 3 numaralı kemençe duysal sistemimizin sınırlarına yakın frekansları nispeten yüksek bir miktarda üretmektedir.

3 numaralı kemençenin yegah ve neva tellerinde yoğun, rast telinde ise tek bir tiz harmonikle düşük bir tiz frekans üretimine sahip olduğu gözlenmiştir. Bu durum çalgının yapısı, eşik, tel olup olmadığı kontrollü deneylerle detaylandırılabilecek muhtemel bir çalışma konusudur. Ayrıca bu durumun teller arasında bir "denge" problemi yaratıp yaratmadığı eğitimli deneklerle gerçekleştirilecek duysal deneylerle incelenebilir.

4.3. -60 dB Üzerindeki Harmoniklerin Sayısı

Bu kısımda her tel için ve toplamda -60 dB üzerinde kaç adet harmonik mod üretildiği listelenmiştir.

Tablo 11: Yegah Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmoniklerin Sayısı

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
16	16	28	21

Tablo 12: Rast Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmonik Modların Sayısı

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
22	18	18	23

Tablo 13: Neva Tellerinde -60 dB Üzerindeki Harmonik Modların Sayısı

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
17	18	20	26

Tablo 14: Tüm tellerin toplamında -60 dB üzerindeki harmonik modların sayısı

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
55	52	66	70

4.3.1. Kıstas 3'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar

Bu kısımda her bir telde -60 dB üzerinde kaç adet harmonik modun üretildiğine dair toplanan bulgular incelenmiştir.

Rast telinde üretilen harmonikler 1 ve 2 numaralı kemençelerde 3 ve 4 numaralı kemençelere göre yaklaşık olarak %35 daha azdır. Bu durum doğal olarak kıstas 2 deki bulgularla örtüşmektedir. 1 ve 2 numaralı İhsan Özgen yapımı kemençelerin, belirli bir ses seviyesinin üzerinde (-60 dB) daha az sayıda harmonik ürettiği, genel olarak tiz karakterli çalgılar olmadığı sonucu çıkmaktadır. Şüphesiz bu durum tüm İhsan Özgen yapımı çalgılara genellenemez.

Örnekler içerisinde üç teli de metal olan tek kemençe, 4 numaralı kemençe 70 adetle en çok sayıda harmonik modu üreten kemençe olmuştur.

4.4. Genliğe Göre İlk 6 Harmoniğin Sıralaması

Bu kısımda tellerin en yüksek genliğe sahip, dolayısıyla en duyulabilir ve ses karakteristiğinde en öncelikle etkiyi yaratan ilk 6 harmonik modunun kaçıncı harmonikler olduğu bilgileri listelenmiştir.

Tablo 15: Yegah tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
2	5	4	5
4	2	3	3
3	3	2	4
5	4	7	2
7	6	8	6
6	9	5	7

Tablo 16: Rast tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
2	2	2	2
4	4	4	4
1	3	3	3
3	1	1	6
5	6	6	5
6	5	5	1

Tablo 17: Neva tellerinde en yüksek genlikli ilk 6 harmoniğin sıralaması

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
1	3	1	2
3	2	2	1
2	1	3	3
5	4	4	4
9	5	6	5
4	8	7	6

4.4.1. Kıstas 4'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar

Yegah tellerinde 1. Harmonik ilk 6'ya giremeyecek kadar düşük genlikte olduğu görülmektedir. Bir çalgının tınısını şüphe yok ki tüm harmonikleri az ya da çok etkiler. Ancak özellikle ilk harmoniklerin önemi tını karakteristiği üzerinde daha önemli bir etkiye sahiptir. Yegah tellerinde temel harmonik olarak da isimlendirilen 1. Harmonik ilk 6 içerisinde bulunmadığından müzik dünyasında "missing fundemantal" (kayıp temel ses) olarak isimlendirilen durum söz konusudur.

Yegah tellerinde üretilen en yüksek 6 harmonik incelendiğinde bariz bir örüntüye rastlanmamıştır. Bu yüzden aralarında tınısal benzerlikten söz edilememektedir.

Rast tellerinde üretilen en yüksek harmonik, her kemençede aynı olacak şekilde 2 harmonik olmuştur. 2. En yüksek harmonik ise, her kemençede aynı olacak şekilde 4. Harmonik olmuştur. 3. En yüksek harmonik ise, 4 kemençeden 3'ünde 3 harmonik

olmuştur. Bu bulgular ışığında rast tellerinin tınıları arasında bir benzerlik olduğu iddia edilebilir.

Ayrıca rast tellerindeki en yüksek 6 harmonik, ilk 6 harmonikten oluşmaktadır. Bu bulgu da aralarındaki uyuma işaret etmektedir.

Bu örüntü ışığında "makbul" bir kemençenin rast tınısı konusunda yaklaşık bir öngörüde bulunulabilir.

Neva tellerinde üretilen harmoniklerin sıralamsı incelendiğinde 1. Harmonikten 9. Harmoniğe kadar bir yelpazede dağınım olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Yegah tellerindeki kadar rastgele olmayan bu dağınımda ilk 3 sırayı 1. , 2. ve 3. Harmonikler almaktadır.

Genelde metal telli çalgılarda rastlanan 7,8, 9 numaralı harmonikler gibi nispeten tiz harmoniklerin de bu sıralama içinde yer alması, neva telinin belirgin parlak tınısal karakterine işaret ettiği şeklinde yorumlanabilir.

4.5. 60 dB Üzerindeki İnharmonik Selenler

Bu kısımda kemençelerin inharmonik selenlerine dair tespitler sunulmuştur. İnharmonik selenler yahut inharmonik modlar şeklinde isimlendirilen titreşimler, bir telin çoklukla tam katlar halinde ürettiği titreşimlerden farklı olarak tam kat olmadığı için beklenmedik titreşimlerini ifade eder.

Tablo 18: Yegah tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri

Kemençe No:1		Kemençe No:2		Kemençe No:3		Kemençe No:4	
Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)
357	-49	357	-44	387	-52	293	-58
533	-48	387	-45	516	-49	381	-53
832	-49	533	-49	586	-56	568	-46
961	-45	557	-45	785	-58	598	-50
1043	-49	604	-44	955	-47	609	-49
1072	-53	738	-53	1031	-56	844	-51
1266	-54	785	-49	1406	-59	1043	-51
1652	-59	832	-44	2205	-54	1189	-39
1840	-58	861	-40			1248	-50
		961	-56			1582	-52
		1055	-46			1617	-56
		1184	-52			1646	-56
		1213	-57			1705	-57
		1277	-49			1805	-54
		1400	-54			1840	-53
		1447	-54				
		1623	-49				
		1676	-53				
		1705	-54				
		1951	-50				
		2121	-56				
		2162	-54				

Tablo 19: Rast tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri

Kemençe No:1		Kemençe No:2		Kemençe No:3		Kemençe No:4	
Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)
357	-43	299	-26	381	-53	375	-55
504	-40	357	-51	428	-56	428	-53
533	-39	492	-49	527	-47	539	-51
961	-41	527	-44	785	-59	826	-54
1002	-44	680	-53	1002	-55	996	-57
1031	-40	791	-48	1523	-53	1014	-58
1049	-39	891	-21	1881	-53	1061	-52
1072	-39	984	-47	1939	-59	1096	-53
1207	-38	1031	-51	2994	-58	1119	-54
1260	-40	1084	-46			1242	-46
1295	-43	1248	-40			1324	-56
1324	-46	1271	-41			1529	-56
1816	-53	1570	-45			1588	-58
1834	-54	1623	-47			1828	-52
2004	-55	1705	-47				
		1840	-47				
		1975	-47				
		2004	-47				
		2074	-43				
		2133	-44				

Tablo 20: Neva tellerinde üretilen inharmonik modların frekans ve genlikleri

Kemençe No:1		Kemençe No:2		Kemençe No:3		Kemençe No:4	
Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)	Frekans (Hz)	Genlik (dB)
357	-41	357	-41	381	-40	369	-46
498	-47	369	-42	492	-50	381	-46
539	-47	498	-48	527	-50	469	-45
826	-42	527	-47	592	-59	563	-42
850	-36	762	-49	756	-58	604	-40
1459	-47	791	-41	785	-53	645	-47
1523	-48	1125	-48	938	-49	674	-47
1570	-46	1447	-41	984	-50	756	-56
1646	-43	1559	-48	1383	-54	832	-44
1816	-45	1635	-47	1717	-50	979	-52
1840	-45	1834	-48	1887	-55	1008	-53
2250	-36	2127	-48	2133	-56	1061	-50
5127	-56			2285	-54	1084	-48
				2373	-59	1119	-46
				4266	-58	1135	-46
				4711	-58	1178	-44
				4770	-58	1201	-45
						1225	-46
						1248	-39
						1271	-39
						1418	-58
						1482	-55
						1529	-53
						1600	-52
						1641	-52

Tablo 21: İnharmonik modların toplam sayısı

	Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
Yegah	9	22	8	15
Rast	15	20	9	14
Neva	13	14	17	25
Toplam	37	56	34	54

4.5.1. Kıstas 5'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar

Elde edilen spektrum analizlerine genel olarak bakıldığında ortalama 45 adet inharmonik modun -60 dB üzerinde olduğu görülmektedir. Kemençe gibi, *puslu, nezleli* gibi tabir edilen tınısal karakteristiğe sahip olduğu duysal olarak değerlendirilen bir çalgının bu seviyede yoğun inharmonik içeriğe sahip olduğunun gözlenmesi şaşırtıcı değildir. Öte yandan bu bulgular müzik çevrelerinde bahsedilegelen *pusluluğun* içeriğini incelemek açısından önem arzeder. Yoğun inharmonik içeriğin tekrar eden değerleri aşağıdaki listede derlenmiş ve enyakın harmonik mod ile arasında müzikal bir bağıntı olması ihtimaline binaen, aralık sent cinsinden hesap edilmiştir.

Tablo 22: Yegah tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4	Ortalama	Yakınsadığı harmonik (Hz)	Yakınsadığı harmonikle aralığı (cent)
357	357	387	381	371	440	298
533	539	516	-	529	440	320
604	604	586	609	601	660	163
738	738	-	-	738	660	193
832	832	844	844	838	880	85
961	961	955	-	959	880	149
1043	1055	1031	1043	1043	1100	92
1072	1184	-	1189	1148	1100	74
1266	1277	-	1248	1264	1320	75
1652	1623	-	1617	1631	1540	99
-	1705	-	1705	1705	1760	54
1840	1834	-	-	1837	1760	74

Yegah telinde tespit edilen 12 adet ortak inharmonik titreşim, kemençenin doğal bir inharmonisiteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öyle ki inharmonik modlar çalgı için bir istisna ya da rastgele gerçekleşmiş durumlar değil, öbeklenmiş, belirgin bir örüntü sergiler seviyededir.

İnharmonik modların sayısı ve seviyeleri, inharmonisitenin kemençe tınısı için asli bir önem arz ettiğini göstermektedir. Birçok çalgıda ufak bir detay olarak ölçümlenen, aynı çalgı türündeki farklı örnekler arasındaki nüansları teşkil eden inharmonisite, kemençede çalgının tınısal karakteristiğinin önemli bir parçası olarak tebarüz etmektedir.

4 kemençe örneğinde ve özellike 1,2 ve 4. örneklerde sıklıkla tekrar eden inharmonik modların çeşitli şekillerde oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu şekiller; inharmonik tepeler, inharmonik çatallar ve inharmonik bölgelerdir.

Bu çalışmada inharmonik modların biçimsel özelliğini tarif için bu 3 kavram teklif edilmektedir.

İnharmonik tepe: İnharmonik bir bölgeye ait, yaygın olarak harmonik modlarda görüldüğü gibi dik ve tekil bir tepe biçimindeki oluşum.

İnharmonik çatal: İnharmonik bölgeye ait, birbirine bitişik ve yakın genlik seviyeli iki tepe biçimindeki oluşum.

İnharmonik bölge: 2'den çok inharmonik modun bir frekans aralığı boyunca bir araya gelerek tepe şeklini yitirmesiyle ortaya çıkan yüzey biçimindeki oluşum.

Bununla birlikte yegah telindeki inharmonik modların en yakın harmonik mod ile aralarındaki aralıklar sent cinsinden listelenmiş ve bu aralıklar arasında belirgin bir tekrar görülmemiştir.

Tablo 23: Rast tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4	Ortalama	Yakınsadığı harmonik (Hz)	Yakınsadığı harmonikle aralığı (cent)
357	357	351	-	355,00	293	332
439	434	428	428	432,25	586	527
504	527	527	533	522,75	586	198
668	680	-	-	674,00	586	242
961/1072	984/1096	930/1002	996	996,00	879	216
1207/1324	1225/1271	-	1242/1324	1265,00	1172	132

Rast tellerindeki ortak inharmonik modların sayısının yegah tellerindekinden sayıca daha az olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte bu durum rast tellerinde daha az inharmonik mod olduğu anlamına gelmemektedir. Yegah tellerinde, 4 kemençenin toplam inharmonik selenlerinin sayısı 54 adet (-60 dB üzerinde olanlar değerlendirilmeye alınmıştır), rast tellerindeki toplam sayı ise 58 adettir. Belirgin bir ortaklık barındıran inharmonik modlar ise 12 ve 6 adettir.

Bunlardan 4 adedinin inharmonik tepeler, 2 adedinin ise inharmonik bölgeler biçiminde olduğu gözlenmiştir. İnharmonik bölgelerin ortalama genişliği 86 Hz'dir.

Yegah teline göre daha çok sayıda ve 90 Hz gibi geniş frekans aralıklarına yayılmış inharmonik modlar içeren rast tellerinin daha yüksek bir inharmonisiteye sahip olduğu söylenebilir.

357 Hz frekansında oluşan inharmonik tepenin yegah tellerinde de tekrar etmesi dikkat çekicidir.

En yakın harmonik ile oluşturduğu aralıklarda bir örüntü tespit edilememiştir.

Tablo 24: Neva tellerinde tekrar eden inharmonik modlar ve aralıkların listesi

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4	Ortalama	Yakınsadığı harmonik (Hz)	Yakınsadığı harmonikle aralığı (cent)
357	357	381	369/381	368	440	312
498/539	498/527	492/527	492	508	440	193
-	568/604	-	563/604	585	440	494
768	791	785	785	782	880	204
-	1090/1283	-	1061/1271	1176	1320	200

Yegah ve rast tellerinde gözlemlenen 357 Hz frekansına sahip inharmonik mod neva telinde de ölçülmüştür.

İnharmonik bölgelerin ortalama genişliği 47 Hz'dir. Rast tellerindeki inharmonik bölgelerin genişliğinin yaklaşık olarak yarısıdır.

1 ve 2 numaralı kemençelerin neva tellerinde inharmonik modların sayıları rast teline göre azalma gösterirken, 3 ve 4 numaralı kemençelerde yaklaşık 2 kat artmıştır. 1 ve 2 numaralı kemençelerin 3 ve 4 numaralı kemençelere göre neva tellerinde belirgin biçimde daha derli tınısal karaktere sahip olduğu söylenebilir.

En yakın harmonik ile oluşturduğu aralıklarda bir örüntü tespit edilememiştir.

Genel toplamlar üzerinden değerlendirilecek olursa, 2 ve 4 numaralı kemençelerin inharmonisitesi en yüksek çalgılar olduğu, bunu sırasıyla 1 ve 3 numaralı kemençelerin takip ettiği söylenebilir.

4.6. Genlikteki Anormal Düşüşler (Kayıp Harmonikler)

Bu kısımda beklenmedik derecede düşük harmonik modların varlığı incelenmiştir. "Kayıp harmonik" adıyla da anılan bu özellik kimi çalgı türlerinin doğasında kimi zamanda belirli bir çalgı örneğinin kendi yapısından kaynaklanmaktadır.

Tablo 25: Yegah tellerindeki kayıp harmonikler

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
1	1	1	1
11	11	20	18
13	17		19
15	18		20
	19		
	20		

Tablo 26: Rast tellerindeki kayıp harmonikler

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
7	9	7	1
9	15	8	
12	16	9	
16	19	15	
		16	
		19	

Tablo 27: Neva tellerindeki kayıp harmonikler

Kemençe No:1	Kemençe No:2	Kemençe No:3	Kemençe No:4
4	6	5	
16	7		
17	10		
18	17		
	18		

4.6.1. Kıstas 6'ten Elde Edilen Bulgulara Dair Yorumlar

Yegah tellerinde 1. Harmonik kayıptır.

Rast tellerinden alının veriler incelendiğinde, 15, 16 ve 19'uncu harmoniklerin 2 ve 3 numaralı kemençelerde, 16. Harmoniğin ise 1 numaralı kemençede belirgin kayıplar gözlemlenmiştir.

Neva tellerinden alının veriler incelendiğinde, 17 ve 18'inci harmoniklerin 1 ve 2 numaralı kemençelerde belirgin kayıplar gözlemlenmiştir.

Bu ortalıkların haricinde 4 kemençe için ani düşüş gözlenen harmonikler arasında bir örüntü bulunamamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm dünyada çalgıların tınısal karakteristiğini çözümlemek için kullanılan en temel yöntem olan spektrum analizi kendi kültürümüze ait çalgıların araştırılmasında kullanılmaktadır. Bu araştırma İstanbul Kemençesi üzerine yapılmış ikinci çalışma olup, birincisi 1958 senesinde İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesinde, Ord. Prof. Salih Murad Uzdilek danışmanlığında Asüman Onaran tarafından doktora tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Şüphesiz aradan geçen 61 senede teknik imkanların ilerlemesi, ayrıca kemençenin dünya çapında dinlenen bir çalgı haline gelmesi, bu özel yaylı çalgımızı daha detaylı bilimsel bir değerlendirmeyle ele alma gayretini hasıl etmiştir.

Bu araştırma kemençenin detaylı ve güvenilir veriye dayalı incelemesini hedeflediği gibi spektrum analizinin çalgılarımıza uygulanma yöntemi ve yorumlama kıstasları teklif etmeyi amaçlamıştır.

Bu doğrultuda öncelikle örneklemin "makbul ve muteber" çalgılardan edinilmesi hususuna önem verilmiştir. Bu araştırmadaki tüm veriler, günümüzün muteber kurumlarında icracı yahut eğitmen olarak görevli, ulusal ve uluslararası düzeyde müziğimizi en üst düzeyde temsil etmek olan kemençeciler ve kemençeleri ile eş koşullarda gerçekleştirilmiş kayıtlardan elde edilen verilere dayanır.

İkinci olarak ses kayıtlarında kullanılan ekipmanın çalışma sınırları içerisinde düzgün tepki veren, yüksek kalitede çözümleme yapabilen ekipmanlar olmasına özen gösterilmiştir.

Elde edilen tüm bulgular, bu araştırmada teklif edilmiş olan 6 kıstas çerçevesinde detaylı olarak listelenerek, spektrum analizleri arasında görsel bir uyumdan ya da farktan çok nümerik bilgiye dayalı bir mukayeseye tabi tutulmuştur.

Bu bulgular neticesinde İstanbul Kemençesinin spektral özellikleri hakkında genel olarak şunlar ifade edilebilir:

- Kemençe yoğun biçimde inharmonik selenler üreten bir çalgıdır.
- Değerlendirilen kemençelerin harmonik ve inharmonik modları arasında, genlikleri değişmekle birlikte yaygın bir uyum vardır.
- İhsan Özgen yapımı olan 1 ve 2 numaralı kemençelerin gerek harmonik gerek inharmonik bileşenlerinin frekansları, gerekse genlik seviyeleri arasında belirgin bir örüntü vardır.
- İhsan Özgen yapımı olan ve Derya Türkan'ın icra ettiği 2 numaralı kemençe ile Haluk Recai yapımı olan ve Lütfiye Özer'in icra ettiği 4 numaralı kemençeleri inharmonik bölgeleri arasında dikkat çekici uyum görülmektedir. 4 numaralı kemençede metal teller kullanılmasına rağmen bu durum ilgi çekicidir.
- 3 ve 4 numaralı kemençeler tiz bölgede daha yüksek genlikte bileşenler barındırmaktadır.
- 1 ve 2 numaralı kemençeler 3 ve 4 numaralı kemençelere nispetle pest ve orta bölgede daha yoğundur.
- 1 ve 2 numaralı kemençelerde neva telinin inharmonisitesi azalırken 3 ve 4 numaralı kemençelerde inharmonisite artmıştır.

Bu araştırmanın sonuçlarının çalgı akustiği araştırmacıları kadar çalgı yapımcıları için faydalı olması beklenti dahilindedir. "İyi çalgıların" tınısına dair somut bilgilerin yapılacak yeni bir çalgının tınısal özellikleri ile kıyas ile değerlendirme açısından önem taşıdığı şüphesizdir.

Duysal sistemimizin bir hissi olarak tını, aktarılabilir, arşivlenebilir bir bilgi olmaması, psikolojik etkenler sebebiyle kesin biçimde yorumlanabilmesi mümkün olmadığından çalgıların tınısına dair analitik incelemelerin çalgı yapımı alanında ilerleme için faydalı olduğu düşünülmektedir.

Sadece İstanbul Kemençesinin değil tüm çalgılarımızın gerekli teknik donanımla incelenmesi müzikal akustik alanında akademik çalışmalar kadar çalgı yapımı alanında da ilerleme için özen arz etmektedir.

Bu araştırmada ortaya konan yöntem ve veri bulgularla, kabul edilen sınırlılıkların genişletilerek, örnek kemençelerin arttırılması, kemençe yapımcılarına, dönemlere, kemençe türlerine odaklanmış çalışmaların yapılmasına bir temel teşkil etmeyi amaçlanmıştır.

Bu araştırmada uygulanan yöntemle kemençenin bulunabilen en eski ve bilinen en önemli yapımcılarına ait örneklerin incelenmesi ileride gerçekleştirilebilecek araştırmalar arasındadır. Kemençenin tel, reçine, yay, eşik gibi değiştirilebilir

unsurlarının tını üzerine etkilerinin kontrollü deneylerle araştırılması ilerideki çalışma konuları arasında görülmektedir.

İleride yapılacak araştırmalara referans olması ve dönemimizin tanınmış kemençelerinin bir kısmını analitik verilerle belgelemesi açısından bu çalışmanın müzik araştırmalarımıza katkı sağlaması hedeflenmiştir.

KAYNAKÇA

Açın, Cafer. 1994. **Enstrüman Bilimi**. İstanbul: 1. bs. İstanbul: Yenidoğan Basımevi

Bozkır, Barbaros. 2002. Bağlamada malzeme-tını. ilişkisi ve dinamik analizler. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Değirmenli, Emir. 2014. Akustik ölçüm teknikleri kullanılarak üretilen ud ses tablasının titreşim özelliklerinin kontrolü üzerine yeni bir yöntem önerisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.

Erkut, Cumhur, Tolonen, T., Karjalainen M., Valimaki. 1999. **Acoustical analysis of tanbur a Turkish long-necked lute.** The 6th International Congress on Sound and Vibration, Copenhagen, Denmark

Gökbudak, Ramiz. 2011. Klasik Türk Müziği çalgılarından kanun ve tanburun tonal karakteristiklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Güzey, Zafer. 2014. Viyola yapımında kullanılan akçaağaç ve kavak ağacının karşılaştırılması. Sanatta Yeterlilik Tezi, Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Önen, Ufuk. 2008. **Ses Kayıt ve Müzik Teknolojileri.** 2. bs. İstanbul: Çitlembik Yayınları

Rossing, Thomas. D. and Fletcher, N. H. 1991. **The Physics of Musical Instruments**. New York: Springer-Verlag New York Inc, 39, 208.

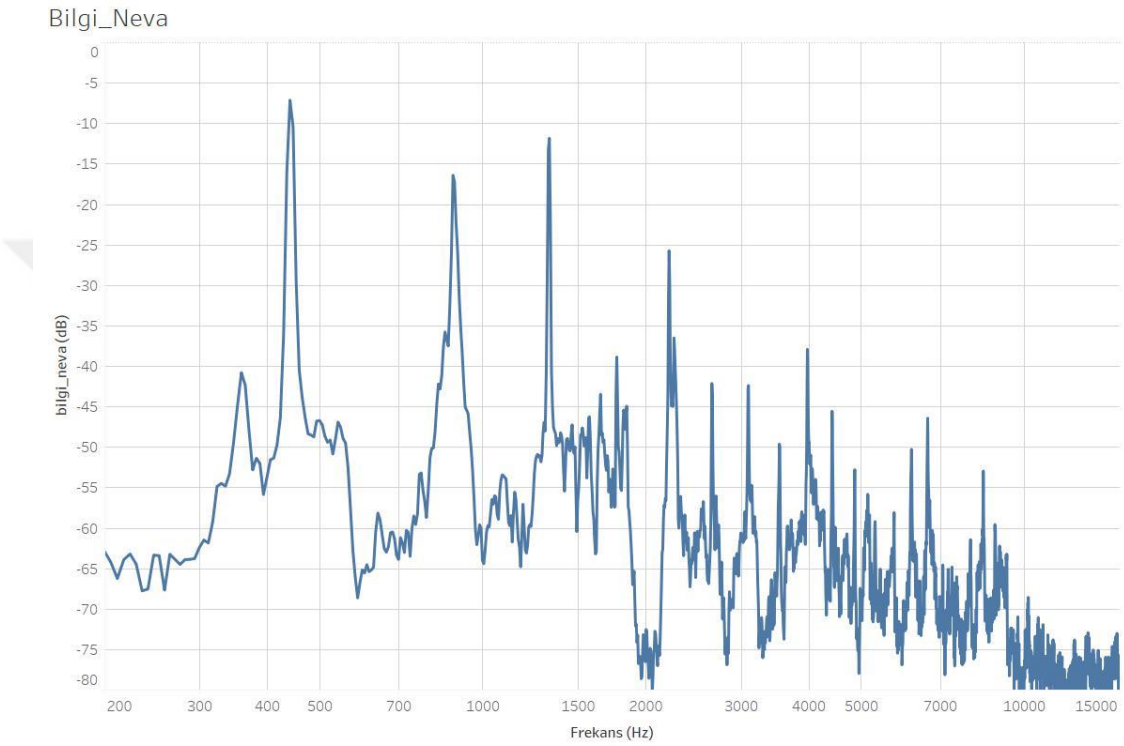
Sethares, William. A. 2005. **Tuning, Timbre, Spectrum, Scale.** (Second Edition). United Statesof America: Springer-Verlag London Limited, 11-50.

Taçoğlu, Ahmet. 1997. Tanburda kullanılan ses tablalarında rezonans özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

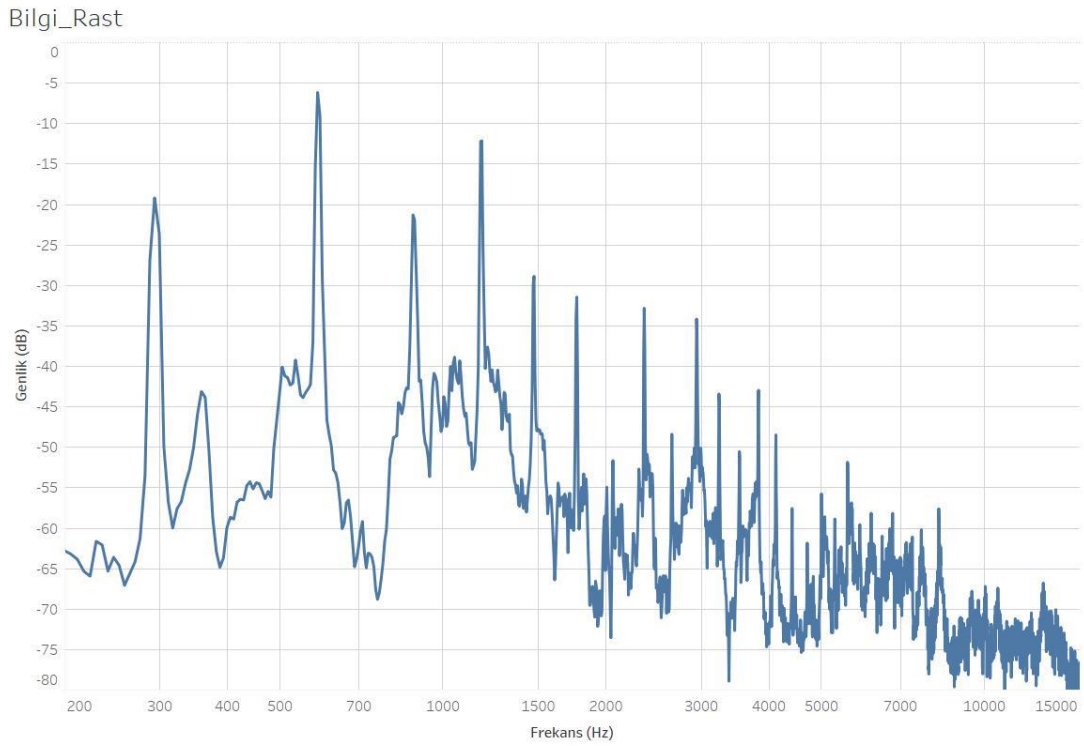
Zeren, Ayhan. 1997. **Müzik Fiziği**. 2. bs. İstanbul: Pan Yayıncılık

EKLER

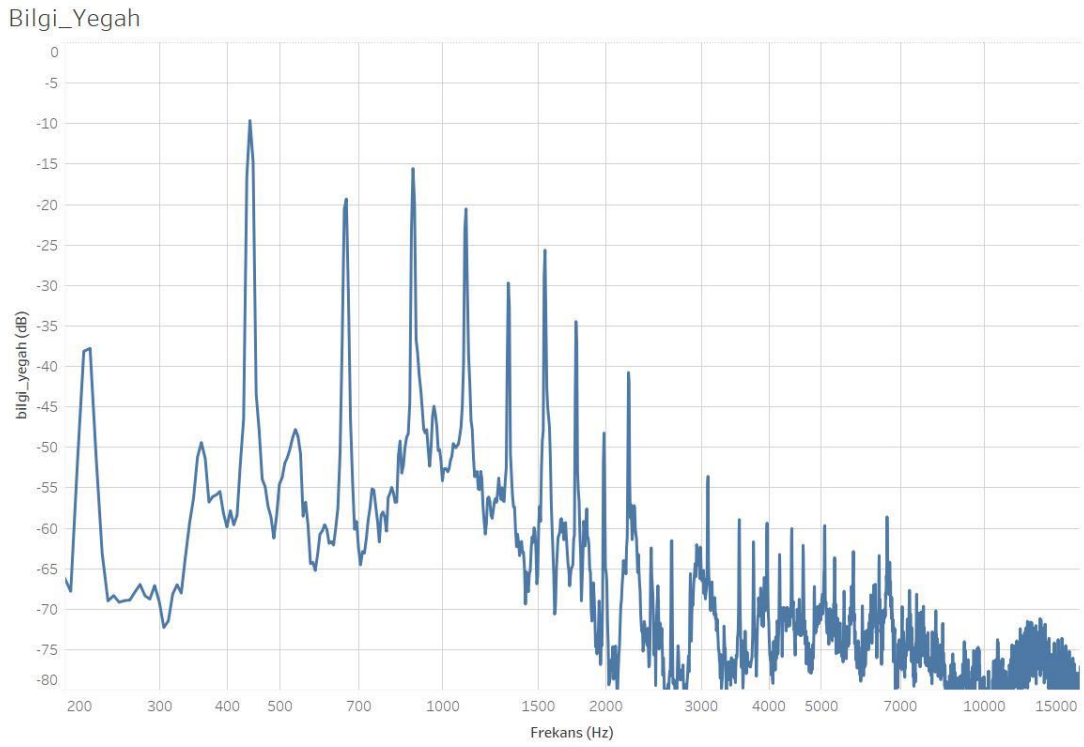
Ek 1.


Bilgi_Neva
bilgi_neva (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

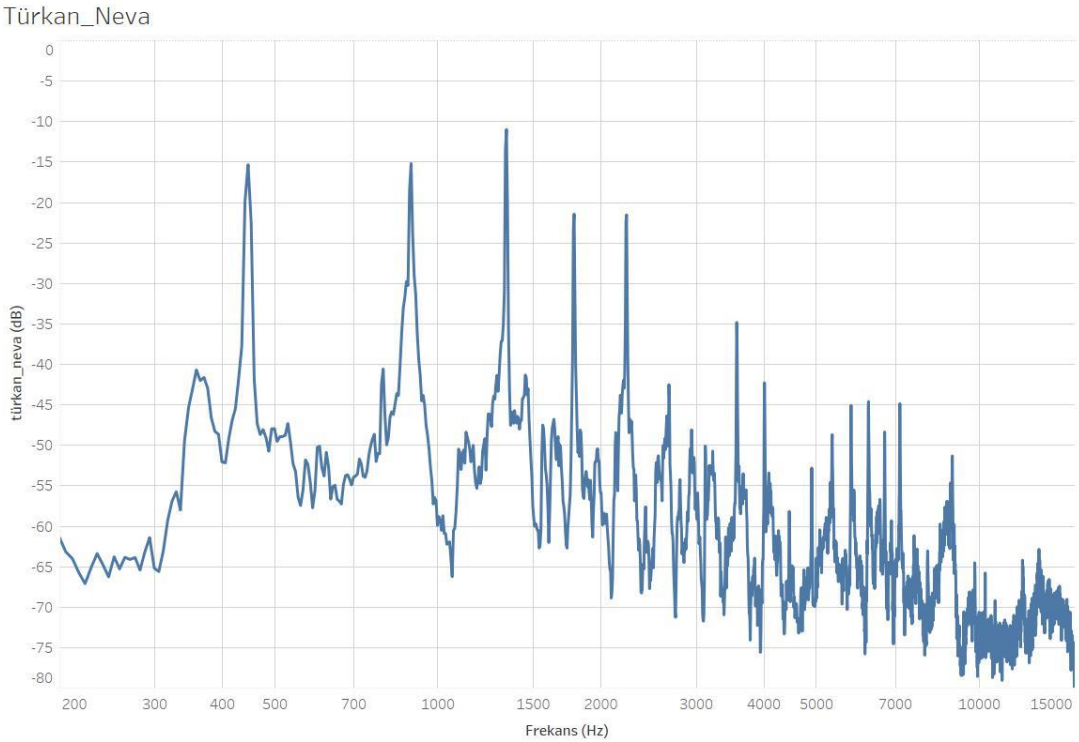
Ek 2.


Bilgi_Rast
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

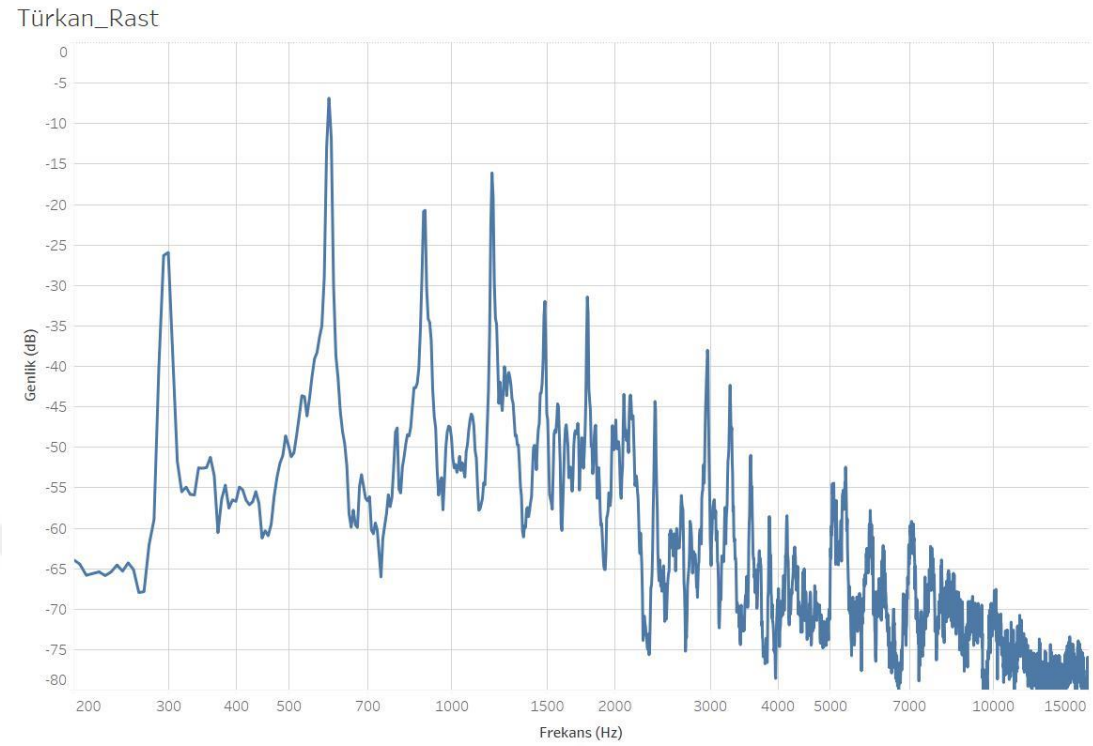
Ek 3.


Bilgi_Yegah
bilgi_yegah (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

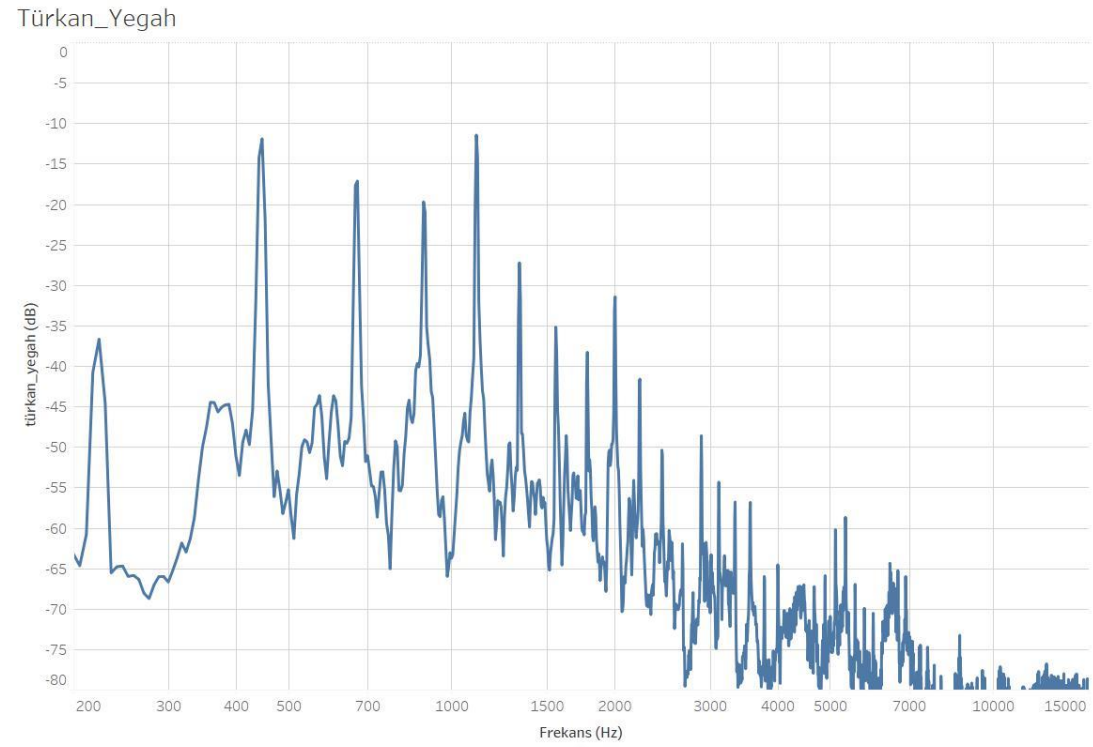
Ek 4.


Türkan_Neva
türkan_neva (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

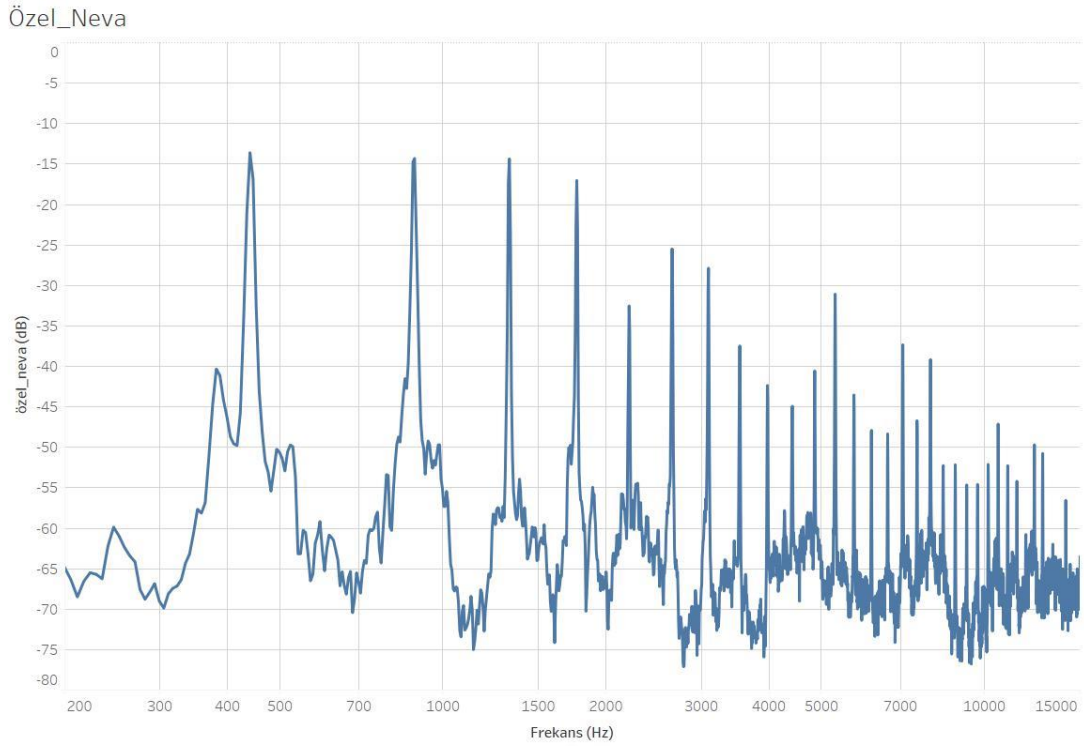
Ek 5.


Türkan_Rast
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

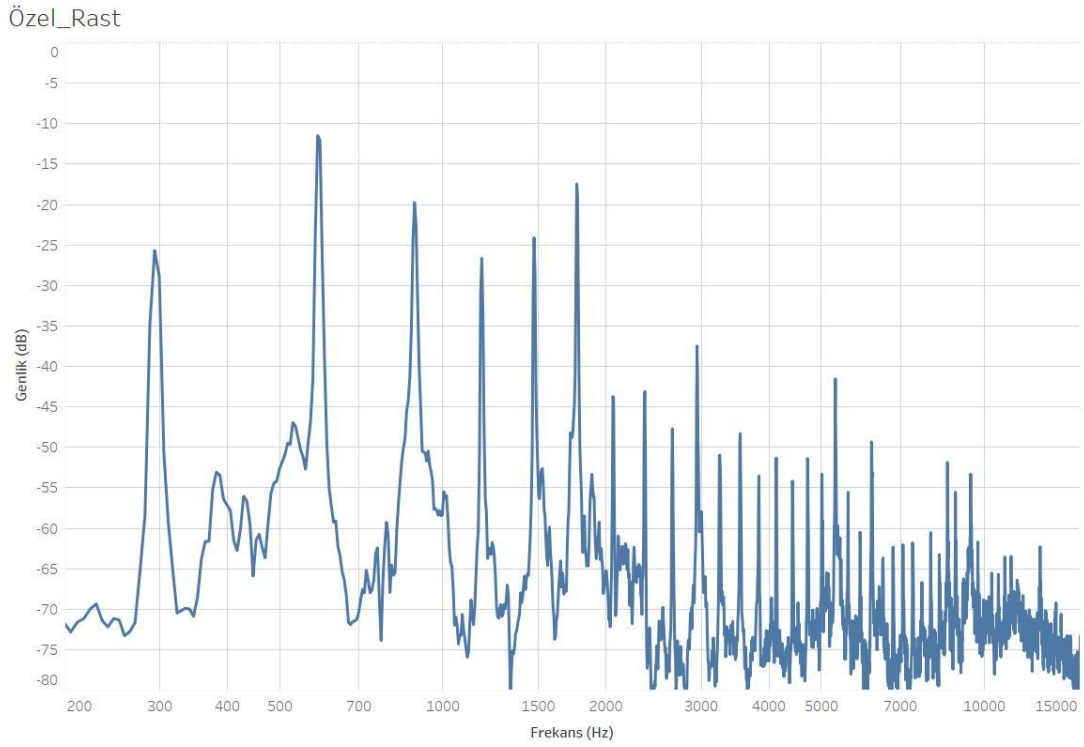
Ek 6.


Türkan_Yegah
türkan_yegah (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

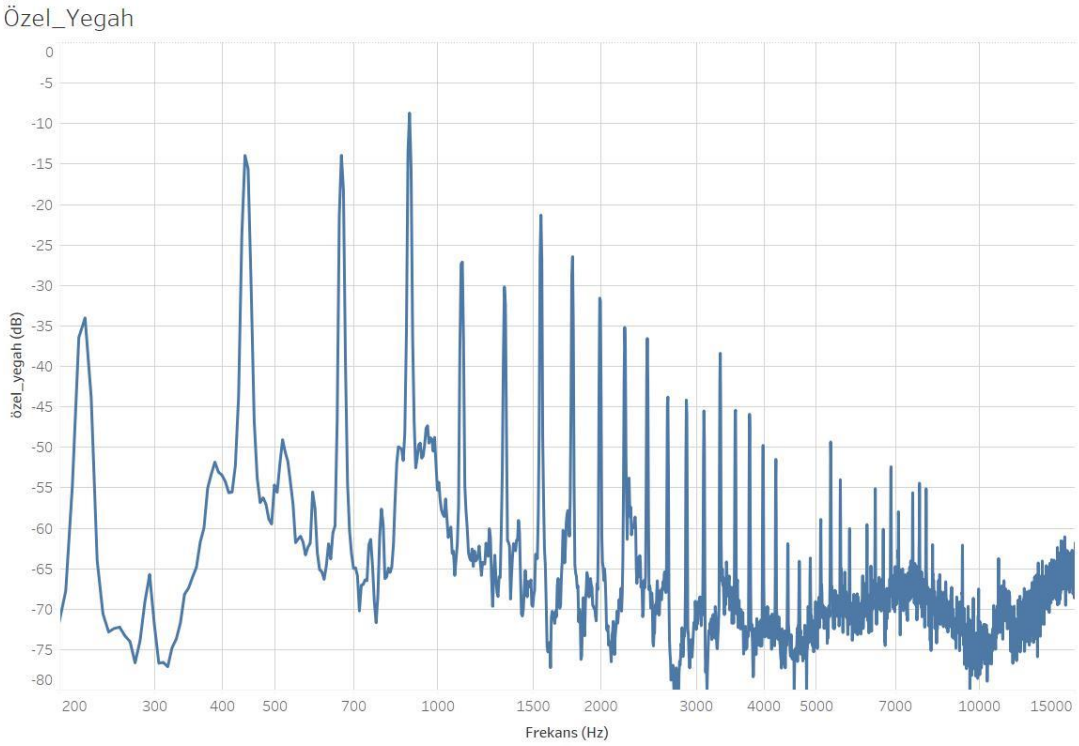
Ek 7.


Özel_Neva
özel_neva (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

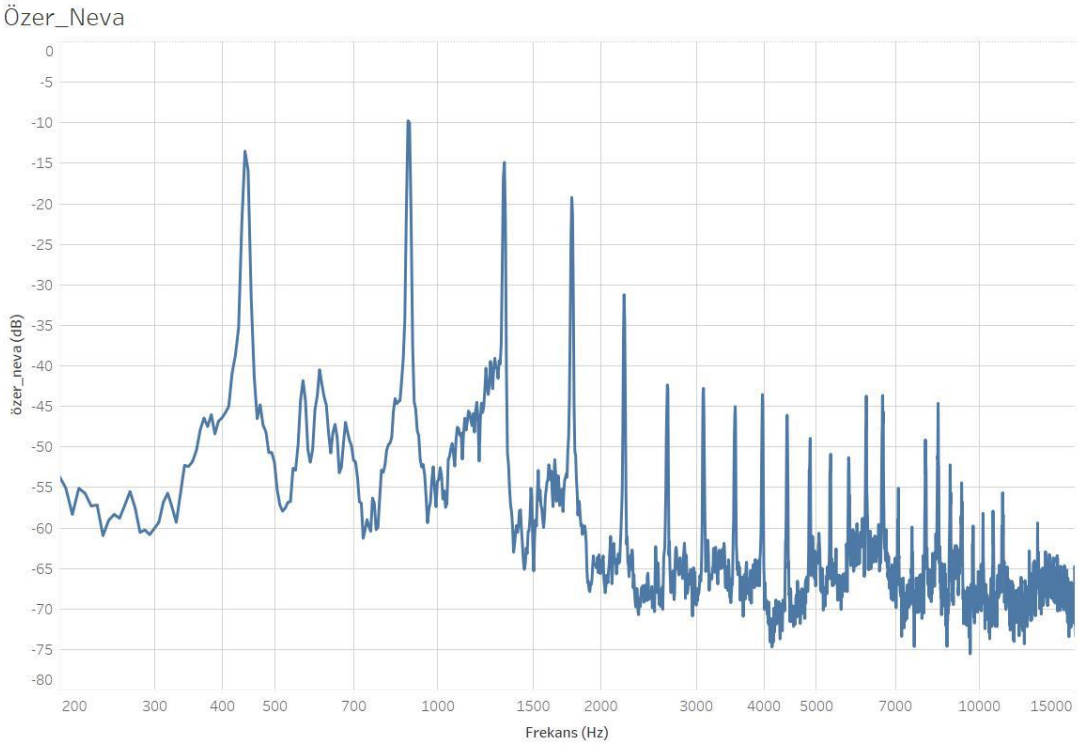
Ek 8.


Özel_Rast
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

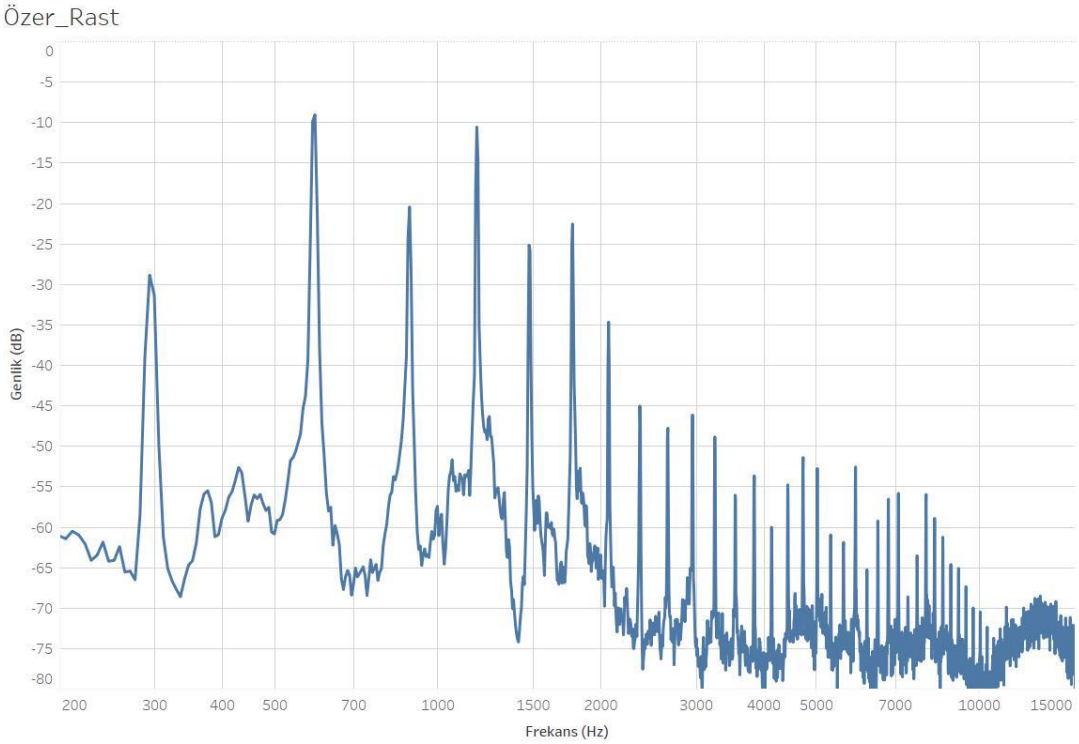
Ek 9.


Özel_Yegah
özel_yegah (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

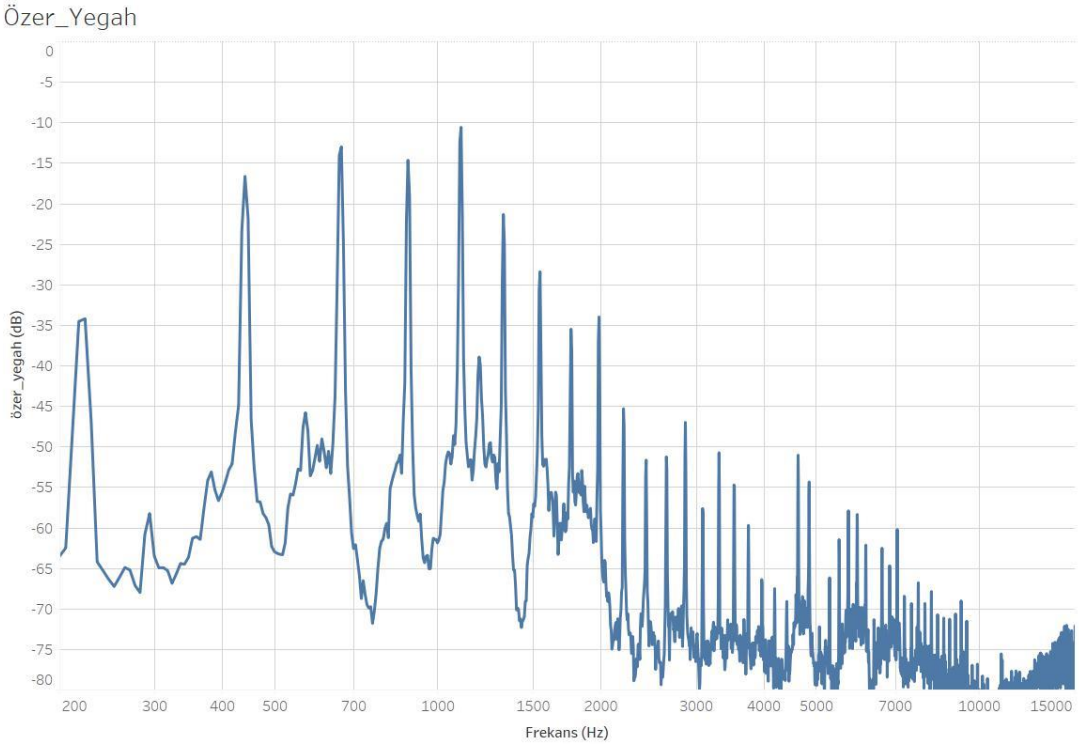
Ek 10.


Özer_Neva
özer_neva (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

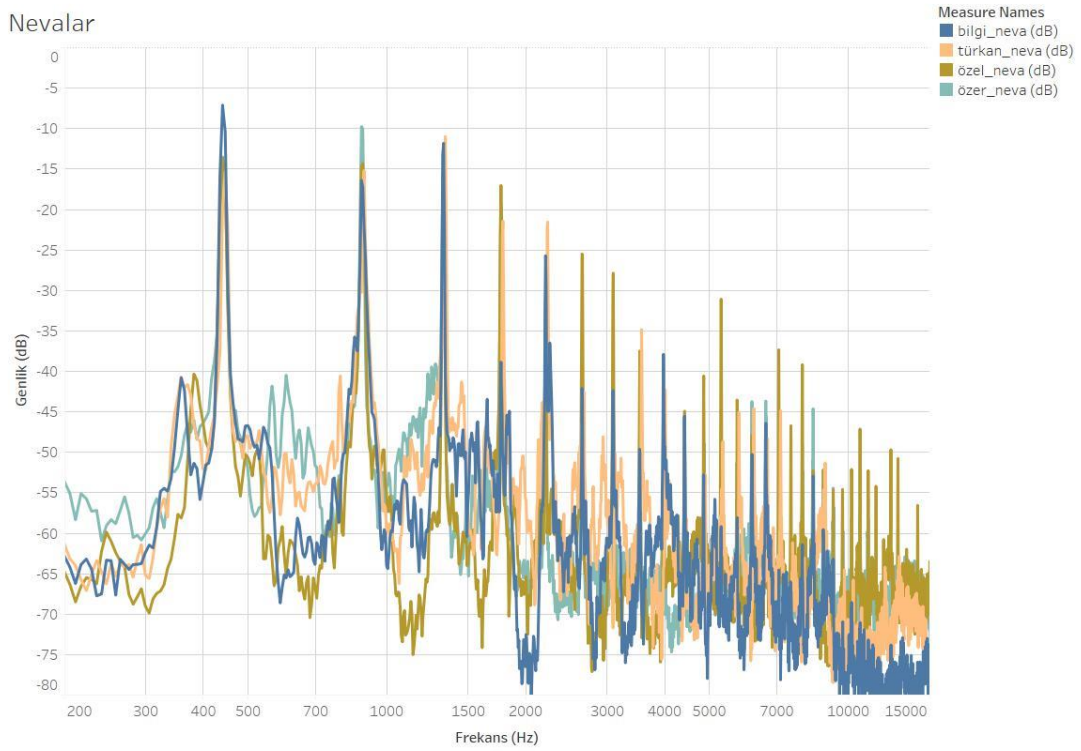
Ek 11.


Özer_Rast
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

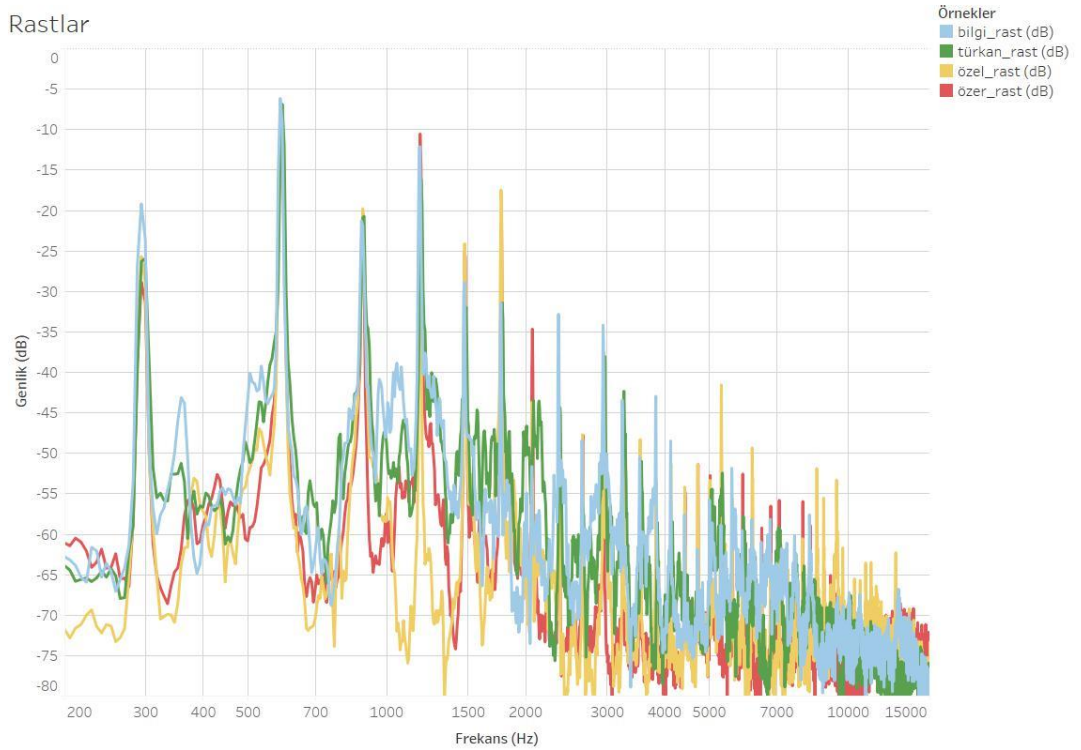
Ek 12.


Özer_Yegah
özer_yegah (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

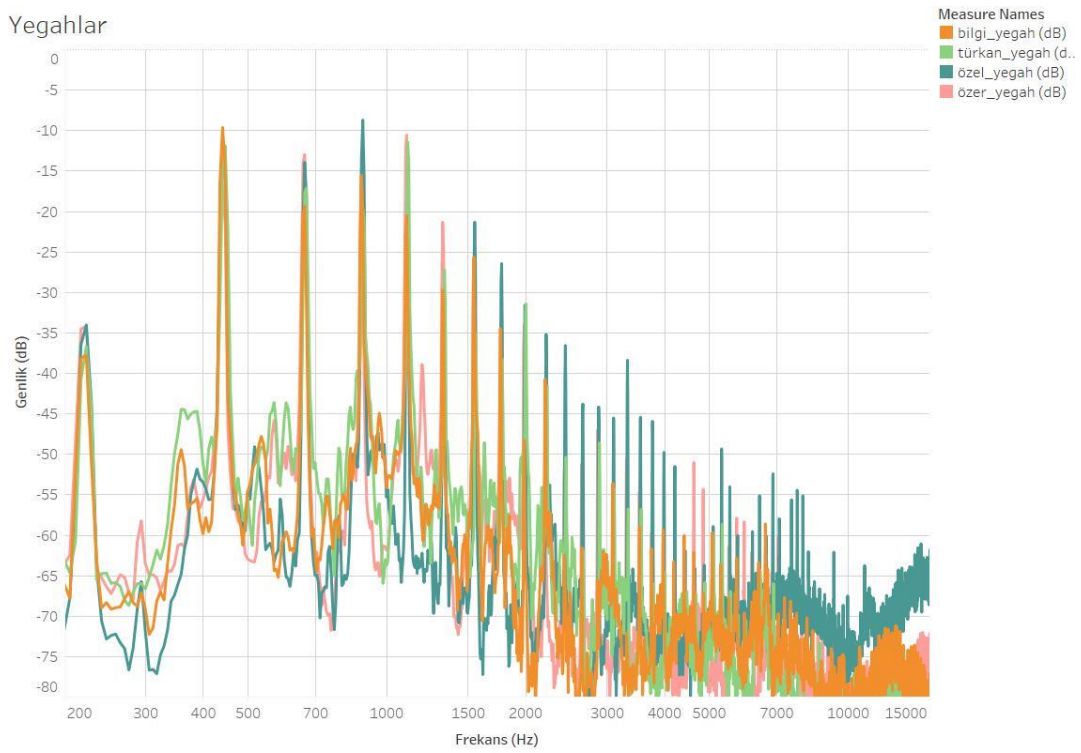
Ek 13.


Nevalar
Measure Names
bilgi_neva (dB)
türkan_neva (dB)
özel_neva (dB)
özer_neva (dB)
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

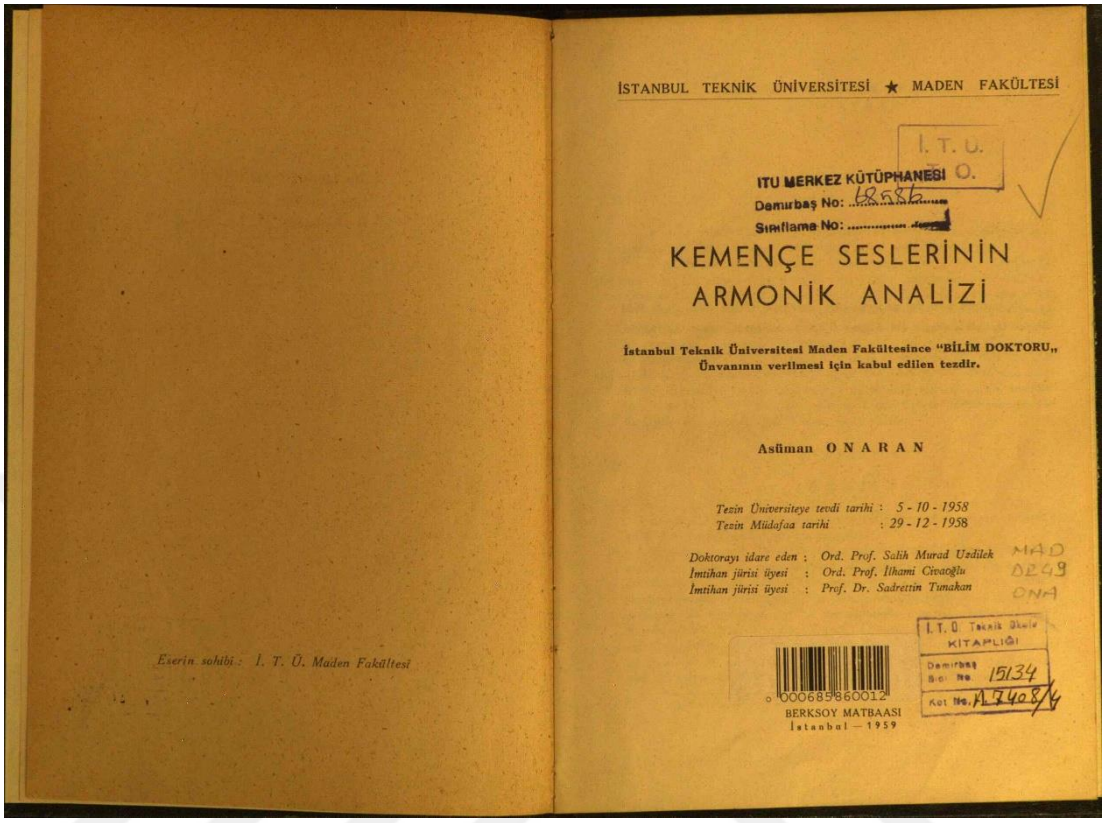
Ek 14.


Rastlar
Örnekler
bilgi_rast (dB)
türkan_rast (dB)
özel_rast (dB)
özer_rast (dB)
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

Ek 15.


Yegahlar
Measure Names
bilgi_yegah (dB)
türkan_yegah (d..
özel_yegah (dB)
özer_yegah (dB)
Genlik (dB)
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-70
-75
-80
200
300
400
500
700
1000
1500
2000
3000
4000
5000
7000
10000
15000
Frekans (Hz)

Ek 16.



Eserin sahibi : İ. T. Ü. Maden Fakültesi

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ MADEN FAKÜLTESİ

İ. T. Ü.
ITU MERKEZ KÜTÜPHANESİ
Demirbaş No: 18556
Sınıflama No:

KEMENÇE SESLERİNİN ARMONİK ANALİZİ

İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesince "BİLİM DOKTORU,, Ünvanının verilmesi için kabul edilen tezdir.

Asüman ONARAN

Tezin Üniversiteye tevdi tarihi : 5 - 10 - 1958
Tezin Müdafaa tarihi : 29 - 12 - 1958

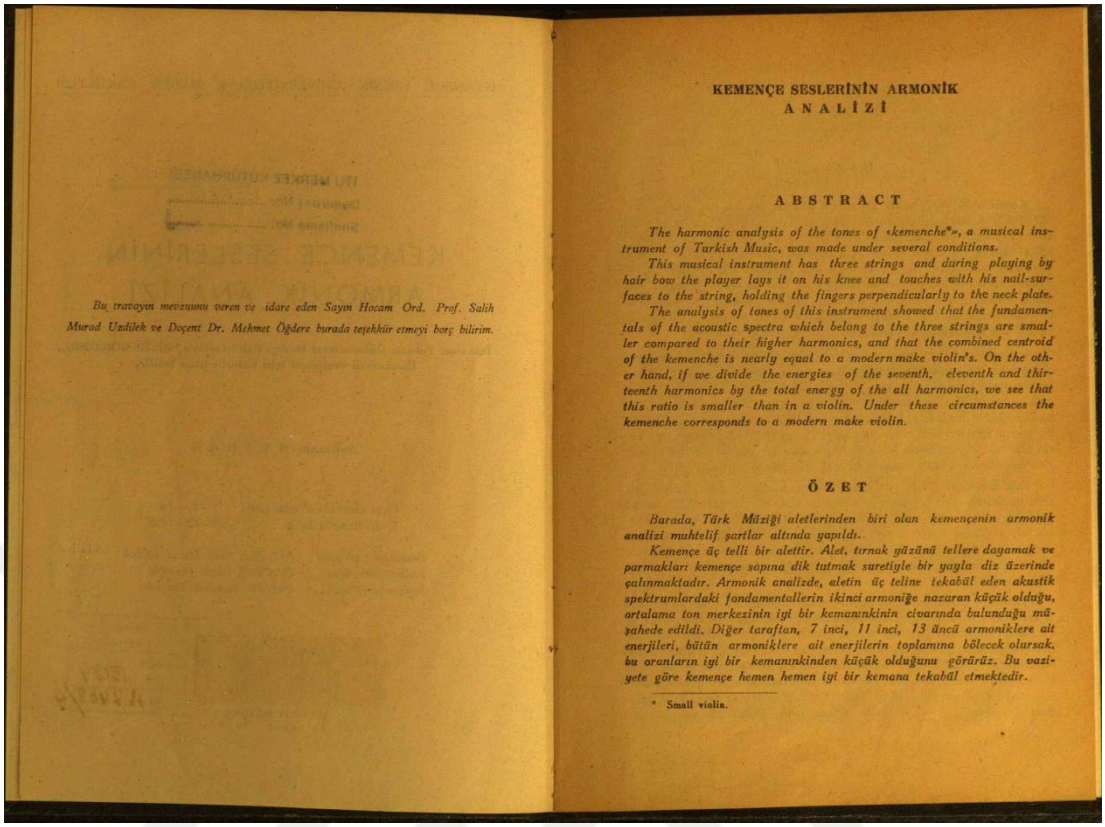
Doktorayı idare eden : *Ord. Prof. Salih Murad Üzdilek*
İmtihan jürisi üyesi : *Ord. Prof. İlhami Civaoğlu*
İmtihan jürisi üyesi : *Prof. Dr. Sadrettin Tunakan*

MAD
D249
ONA

İ. T. Ü. Teknik Okullar
KİTAPLIĞI
Demirbaş
Sicil No. 15134
Kot No. A 3408/4

BERKSOY MATBAASI
İstanbul — 1959

Ek 17.



Bu travayın mevzunu veren ve idare eden Sayın Hocam Ord. Prof. Salih Murad Uzdilek ve Doçent Dr. Mehmet Öğdere burada teşekkür etmeyi borç bilirim.

KEMENÇE SESLERİNİN ARMONİK ANALİZİ

ABSTRACT

The harmonic analysis of the tones of «kemenche"», a musical instrument of Turkish Music, was made under several conditions.

This musical instrument has three strings and during playing by hair bow the player lays it on his knee and touches with his nail-surfaces to the string, holding the fingers perpendicularly to the neck plate.

The analysis of tones of this instrument showed that the fundamentals of the acoustic spectra which belong to the three strings are smaller compared to their higher harmonics, and that the combined centroid of the kemenche is nearly equal to a modern make violin's. On the other hand, if we divide the energies of the seventh, eleventh and thirteenth harmonics by the total energy of the all harmonics, we see that this ratio is smaller than in a violin. Under these circumstances the kemenche corresponds to a modern make violin.

ÖZET

Burada, Türk Müziği aletlerinden biri olan kemençenin armonik analizi muhtelif şartlar altında yapıldı.

Kemençe üç telli bir alettir. Alet, tırnak yüzünü tellere dayamak ve parmakları kemençe sapına dik tutmak suretiyle bir yayla diz üzerinde çalınmaktadır. Armonik analizde, aletin üç teline tekabül eden akustik spektrumlardaki fondamentallerin ikinci armoniğe nazaran küçük olduğu, ortalama ton merkezinin iyi bir kemanınkinin civarında bulunduğu müşahede edildi. Diğer taraftan, 7 inci, 11 inci, 13 üncü armoniklere ait enerjileri, bütün armoniklere ait enerjilerin toplamına bölecek olursak, bu oranların iyi bir kemanınkinden küçük olduğunu görürüz. Bu vaziyete göre kemençe hemen hemen iyi bir kemana tekabül etmektedir.

* Small violin.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi 26.10.1984

Doğum Yeri İstanbul

Eğitim

Yüksek Lisans	2012 -	Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı Sanat ve Tasarım Yüksek Lisans Programı
Lisans	2002 – 2010	İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü
Lise	1996 – 2002	Vatan Anadolu Lisesi (Samiha Ayverdi Anadolu Lisesi)

Yayınlar

"Tanburi Cemil Bey'den Günümüze İstanbul Kemençesi Kayıtlarındaki Tınısal Karakteristiğin Spektrum Analizi İle Ölçümü ve Mukayesesi"

Bildiri, Tanburi Cemil Bey Sempozyumu, Şehir Üniversitesi, 2016

ISBN -978-605-9125-21-5

"Tanburi Cemil Bey ve İstanbul Kemençesindeki Tınısal Arayışı"

Makale, "Üstad-ı Cihan Tanburi Cemil Bey'e Armağan" kitabı

İBB Kültür Daire Başkanlığı, 2016

ISBN -978-605-9507-01-1

Çalıştığı Kurumlar

10/2016 –

Küçükçekmece Belediyesi Kültür Müdürlüğü– Cennet Kültür ve Sanat Merkezi, Müdür Yardımcısı

05/2014 –10/2015

Eyüp Sultan Belediyesi Kültür Müdürlüğü – Kültür Sanat Koordinatörü

10/2012 – 06/2013

Okyanus Koleji – Güneşli Şubesi – Müzik Öğretmeni

10/2010 – 05/2013

Beylikdüzü Sanat Akademisi– Ney Eğitmeni